TÜRK LOYDU

Kısım 4 – Makina Kuralları

TEMMUZ 2018

Bu basım tüm kural değişimlerini içermektedir. En son revizyonlar düşey çizgi ile gösterilmiştir. Bölüm tamemen revize edildiyse bölüm başlığı çerçeve içine alınır. Yayın tarihinden sonra yapılan değişimler kırmızı renkte yazılarak gösterilir.

Aksi belirtilmediği sürece bu kurallar inşa kontrat tarihi (IACS PR No.29'da belirtildiği gibi) 01 Temmuz 2018 ve daha sonrası olan gemilere uygulanır. İnşa kontrat tarihinden sonra yürürlüğe giren yeni kurallar ve düzeltmeler eğer bu kurallarca gerekli görülürse uygulanacaktır. Detaylar için TL Websitesi'ndeki Kural Değişim Özetleri'ne bakınız.

İlgili en son basımın "Genel Hükümler"i uygulanacaktır (Bakınız Klaslama Sörveyler Kuralları)

Eğer İngilizce ve Türkçe Kurallar arasında bir fark mevcutsa İngilizce Kural geçerli sayılacaktır. Bu yayın basılı ve elektronik ortamda PDF olarak mevcuttur. İndirildikten sonra bu doküman KONTROLSÜZ duruma geçer. Geçerli sürüm için aşağıdaki websitesini kontrol ediniz.

http:/www.turkloydu.org

Tüm hakları saklıdır. Bu kurallara ait içerik Türk Loydu'nun önceden verilmiş yazılı izni olmaksızın çoğaltılamaz, yayılamaz, yayınlanamaz ya da herhangi bir şekilde ya da formda aktarılamaz.

TÜRK LOYDU

Merkez Ofis Postane Mah. Tersaneler Cad. No:26 Tuzla 34944 İSTANBUL / TÜRKİYE

Tel : (90-216) 581 37 00

Fax : (90-216) 581 38 00

E-mail : info@turkloydu.org

http://www.turkloydu.org

Bölgesel Ofisler

Ankara Eskişehir Yolu Mustafa Kemal Mah. 2159. Sokak No : 6/4 Çankaya - ANKARA / TÜRKİYE

Tel : (90-312) 219 56 34

Fax : (90-312) 219 68 25

E-mail : ankara@turkloydu.org

İzmir Atatürk Cad. No :378 K.4 D.402 Kavalalılar Apt. 35220 Alsancak - İZMİR / TÜRKİYE

Tel : (90-232) 464 29 88

Fax : (90-232) 464 87 51

E-mail : izmir@turkloydu.org

Adana Çınarlı Mah. Atatürk Cad. Aziz Naci İş Merkezi No:5 K.1 D.2 Seyhan - ADANA / TÜRKİYE

Tel : (90- 322) 363 30 12

Fax : (90- 322) 363 30 19

E-mail : adana@turkloydu.org

Makina Kuralları

Sayfa

Bölüm 1- Genel Kurallar ve Uyarılar

A. Genel **1-** 3
B. Onaylanacak Belgeler **1-** 4
C. Çevre Koşulları **1-** 5
D. Tasarım İlkeleri **1-** 6
E. Makina ve Kazan Dairesi Donanımı **1-** 26
F. Güvenlik Donanımı ve Korunma Ölçüleri **1-** 26
G. İletişim ve Sinyal İşleme Donanımı **1-** 27
H. Zorunlu Donanımlar **1-** 27
I. Testler ve Denemeler **1-** 28

Bölüm 2- İçten Yanmalı Makinalar ve Hava Kompresörleri

A. Genel **2-** 3
B. Onaylanacak Dökümanlar **2-** 3
C. Malzemeler **2-** 4
D. Krankşaft Tasarımı **2-** 4
E. Testler ve Denemeler **2-** 24
F. Emniyet Cihazları **2-** 41
G. Yardımcı Sistemler **2-** 48
H. İlk Hareket Donanımı **2-** 51
I. Kumanda Teçhizatı **2-** 54
J. Alarm Sistemleri **2-** 55
K. Makinanın Layna Alınması / Yerleştirilmesi **2-** 55
L. Hava Kompresörleri **2-** 59
M. Egzoz Gazı Temizleme Sistemleri **2-** 61
N. Gaz Yakıtlı Makinalar **2-** 65

Ek I - Krankşaft Dolgularında Gerilme Konsantrasyon Faktörünün Tanımı

Ek II - Yağ Kanallarının Kenarında Gerilme Konsantrasyon Faktörleri ve Gerilme Dağılımı

Ek III - Sonlu Elemanlar Metodu Kullanılarak Krankşaftların Veb Yuvarlatma Yarıçaplarında Gerilme Konsantrasyon Faktörlerinin Hesaplanması için Kılavuz

Ek VI - Yorulma Testlerini Değerlendirme Kılavuzu

Ek V - Yüzey İşlemine Tabi Tutulmuş Dolguların ve Yağ Deliği Çıkışlarının Hesabı İle İlgili Bilgiler

Ek VI - Krankşaftların Yağ Deliği Çıkışlarındaki Gerilme Yığılması Faktörlerinin Sonlu Elemanlar Yöntemi Kullanılarak Hesaplama Esasları

Bölüm 3- Termal Türbo Makinalar / Buhar Türbinleri

A. Genel **3-** 2
B. Malzemeler **3-** 2
C. Dizayn ve Yapım Esasları **3-** 3
D. Testler **3-** 5
E. İşletme Denemeleri **3-** 6

Bölüm 4- Türbo Makinalar / Gaz Türbinleri, Egzoz Gaz Türboşarjerleri

A. Genel **4-** 2
B. Dizayn ve Donanım **4-** 3
C. Testler **4-** 5
D. Atölyelerin Onaylanması **4-** 8
E. Gaz Türbinleri **4-** 8

Bölüm 5- Ana Şaft Donanımı

A. Genel **5-** 2
B. Onaylanan Malzemeler **5-** 3
C. Tasarım Kalitesi **5-** 4
D. Şaftın Layna Alınması ve Titreşim **5-** 14
E. Gözlemleme, Kontrol Testleri ve Sertifikalandırma **5-** 15
F. Fiber Lamineli Şaftlar İçin Özel Gereklilikler **5-** 16

Bölüm 6- Burulma Titreşimleri

A. Genel **6-** 2
B. Burulma Titreşimlerinin Hesabı **6-** 3
C. Müsaade Edilebilen Burulma Titreşim Gerilmeleri **6-** 4
D. Burulma Titreşimi Ölçümleri **6-** 10
E. Yasaklanmış Çalışma Sahaları **6-** 11
F. Yardımcı Makinalar **6-** 12

Bölüm 7- Dişli Donanımları, Kaplinler

A. Genel **7-** 2
B. Malzemeler **7-** 5
C. Silindirik ve Konik Dişlilerin Yük Taşıma Kapasitesinin Hesabı **7-** 5
D. Dişli Şaftları **7-** 28
E. Teçhizat **7-** 29
F. Balans Ayarı ve Testler **7-** 29
G. Kaplinlerin Tasarımı ve Yapımı **7-** 30

Bölüm 8- Pervaneler

A. Genel **8-** 2
B. Malzemeler **8-** 4
C. Pervanelerin Boyutlandırılması ve Dizaynı **8-** 5
D. Kumanda Edilebilir Piçli Pervaneler **8-** 9
E. Pervanenin Yerine Takılması **8-** 9
F. Balans Ayarı ve Denemeler **8-** 13

Bölüm 9- Dümen Makinaları ve Yan İticiler

A. Dümen Makinaları **9-** 2
B. Dümen Pervaneler (Azimuth Thrusters) **9-** 25
C. Yanal İtme Üniteleri (Baş İtici Pervaneler) **9-** 30

Bölüm 10- Hidrolik Sistemler, Yangın Kapıları ve Dengeleyiciler

A. Hidrolik Sistemler **10-** 2
B. Yangın Kapıları Kontrol Sistemleri **10-** 10
C. Dengeleyiciler **10-** 13

Bölüm 11- Demir Irgatı ve Vinçler

A. Demir Irgatları **11-** 2
B. Vinçler **11-** 10

Bölüm 12- Buhar Kazanları

A. Genel **12-** 3
B. Malzemeler **12-** 5
C. Yapıma Ait Esaslar **12-** 7
D. Tasarım Hesaplamaları **12-** 30
E. Teçhizat ve Tesisat **12-** 31
F. Buhar Kazanlarının Testleri **12-** 40
G. Kızgın Su Üreticileri **12-** 43
H. Duman Gazlı Ekonomayzerler **12-** 43

Bölüm 13 - Kızgın Yağlı Isıtma Sistemleri

A. Genel **13-** 2
B. Isıtıcılar **13-** 4
C. Kaplar **13-** 7
D. Dolaşım Sistemi Tasarımı ve Donanım Parçaları **13-** 9
E. Markalama/Etiketleme **13-** 10
F. Yangından Korunma **13-** 10
G. Denemeler **13-** 10

Bölüm 14- Basınçlı Kaplar

A. Genel **14-** 2
B. Malzemeler **14-** 4
C. Yapım Esasları **14-** 7
D. Tasarım Hesapları **14-** 8
E. Donanım ve Yerleştirme **14-** 12
F. Deneyler **14-** 14
G. Basınçlı Gaz Silindirleri / Tüpleri **14-** 15

Bölüm 15- Brülörler ve Yakıt Yakma Donanımı

A. Genel **15-** 2
B. Kazanlar ve Yağ Isıtıcıları İçin Yakıt Yakma Donanımı **15-** 3
C. Sıcak Su Isıtıcıları, Yakıt Yakmalı Isıtıcılar ve Küçük Isıtma Uygulamaları İçin Kullanılacak Brülörler **15-** 8

Bölüm 16- Boru Devreleri, Pompalar, Vanalar ve İlgili Donanım

A. Genel **16-** 4
B. Malzemeler, Testler **16-** 7
C. Boru Et Kalınlığı ve Mukavemet Hesabı **16-**23
D. Boru Devreleri, Vanalar, Donanım ve Pompalar İçin Esaslar **16-**28
E. Buhar Boru Hatları **16-**48
F. Kazan Besi Suyu, Dolaşım Devresi ve Yoğuşmuş Suyun Geri Dönüşü **16-**49
G. Yakıt Sistemleri **16-**50
H. Yağlama Yağı Sistemleri **16-**57
I. Deniz Suyu İle Soğutma Donanımı **16-**59
K. Tatlı Su Soğutma Sistemleri **16-**62
L. Basınçlı Hava Devreleri **16-**63
M. Egzoz Gazı Devreleri **16-**64
N. Sintine Donanımı **16-**65
O. Sintine Suyu, Yakıt ve Yağ Atıklarını Depolama ve Arıtma Donanımı **16-**74
P. Balast Sistemleri **16-**75
Q. Kızgın Yağlı Isıtma Sistemleri **16-**77
R. Hava Firar, Taşıntı ve İskandil Boruları **16-**78
S. İçme Suyu Sistemleri **16-**82
T. Pis Su ve Yerçekimli Boşaltım Sistemi **16-**82
U. Hortum Devreleri ve Kompensatörler **16-**89
V. Sıvı Yakıt, Yağlama, Hidrolik ve Kızgın Yağ ve Petrol Artıklarının Depolanması **16-**91

Bölüm 17- Yedek Parçalar

A. Genel **17-** 2
B. Önerilen Minimum Yedek Parça Listesi **17-** 2

Bölüm 18- Yangından Korunma ve Yangın Söndürme Teçhizatı

A. Genel **18-** 4
B. Yangından Korunma **18-**5
C. Yangın Algılama ve Yangın Alarm Sistemleri **18-**10
D. Yangın Söndürme Teçhizatlarının Kapsamı **18-**15
E. Genel Olarak Suyla Yangın Söndürme Teçhizatı (Yangın ve Güverte Yıkama Sistemi) **18-**17
F. Taşınabilir veya Arabalı Yangın Söndürücüler, Taşınabilir Köpük ve Su Sisi Aplikatörleri **18-**24
G. Yüksek Basınçlı CO_2 Yangın Söndürme Sistemleri **18-**26
H. Alçak Basınçlı CO_2 Yangın Söndürme Sistemleri **18-**35
I. Makina Mahalleri ve Kargo Pompa Daireleri İçin CO_2'den Başka Gazlar Kullanılan Gazlı Yangın Söndürme Sistemleri **18-**38
J. Diğer Yangın Söndürme Sistemleri **18-**42
K. Köpüklü Yangın Söndürme Sistemleri **18-**43
L. Su Püskürtme Sistemleri **18-**46
M. Boya Mahalleri, Yanıcı Sıvıların Muhafaza Edildiği Mahaller ve Kuzine Ocaklarının Duman Çıkış Kanalları İçin Yangın Söndürme Sistemleri **18-**52
N. Artıkların Yakılması **18-**53
O. Helikopterlerin İniş Güvertesi İçin Yangın Söndürme Teçhizatı **18-**54
P. Paketlenmiş Formda Tehlikeli Kargo Taşınması **18-**55
Q. Katı Dökme Kargoların Taşınması **18-**67

Bölüm 19- Buz Klası İçin Makina Donanımı

A. Genel **19-** 2
B. Sevk Makinası Gücü **19-** 2
C. Pervaneler, Şaftlar ve Dişli Donanımları **19-** 2
D. Çeşitli Makina İstekleri **19-** 4

Bölüm 20- Tankerler

A. Genel **20-** 2
B. Tankerler İçin Genel İstekler **20-** 3
C. Petrol Yükü ve Parlama Noktası 60°C ve Altında Olan Sıvı Kargoları Taşıyan Tankerler **20-**12
D. Tankerler İçin Inert Gaz Sistemleri **20-**17

DEĞİŞİMLER

Değişen Bölümler	RCS No.	YürürlükTarihi*
Bölüm 18	05/2018	01.01.2019
Bölüm 16	05/2018	01.01.2019
Bölüm 03	05/2018	01.01.2019
Bölüm 02	05/2018	01.01.2019

* Burada belirtilen yürürlüğe giriş tarihi (EIF) bilgi mahiyetinde olup, Kural Değişim Özetlerinde (RCS) belirtilen yürürlüğe giriş tarihleri geçerli olarak alınmalıdır. Yukarıda belirtilen değişimlere ek olarak biçim ve metinsel düzeltmeler yapılmış olabilir.

BÖLÜM 1

GENEL KURALLAR VE UYARILAR

Sayfa

A. GENEL **1-**3
- **1.** Kapsam
- **2.** Tanımlar

B. ONAYLANACAK BELGELER **1-**4

C. ÇEVRE KOŞULLARI **1-**5
- **1.** Çalışma Koşulları, Genel

D. TASARIM İLKELERİ **1-**6
- **1.** Genel
- **2.** Makinanın Yerine Bağlanması, Katı Bağlama ve Esnek (Elastik) Bağlama
- **3.** Boyutlandırma
- **4.** Titreşim
- **5.** Kanıtlamalar
- **6.** Malzeme ve Kaynak
- **7.** Makina Dairesinde Kaçış Yolları
- **8.** Ölçme, Denemeler ve Belgelendirme
- **9.** Korozyona Karşı Koruma
- **10.** Makinanın Uygunluğu
- **11.** Kumanda-Kontrol ve Ayarlama Donanımları
- **12.** Sevk Sistemi
- **13.** Döndürme Araçları
- **14.** Çalıştırma ve Bakım-Tutum Yönergeleri
- **15.** Markalama, Makina Aksamının Tanınması
- **16.** Akaryakıtlar
- **17.** Soğutma
- **18.** Makina Dairesinin Havalandırılması
- **19.** Sıcak Yüzeyler ve Yangından Korunma

E. MAKİNA VE KAZAN DAİRESİ DONANIMI **1-**26
- **1.** Çalıştırma ve İzleme/Görüntüleme Donanımı
- **2.** Makinaya ve Kazanlara Erişilebilirlik
- **3.** Makina Kontrol Odaları
- **4.** Aydınlatma
- **5.** Sintine / Sintine Kuyuları
- **6.** Havalandırma
- **7.** Gürültünün Azaltılması

F. GÜVENLİK DONANIMI VE KORUNMA ÖLÇÜLERİ **1-**26
- **1.** Genel

G. İLETİŞİM VE SİNYAL İŞLEME DONANIMI **1-**27
- **1.** Sesli İletişim
- **2.** Mühendis Alarmı
- **3.** Makina Telgrafı
- **4.** Şaft Devir Göstergesi
- **5.** İletişim ve Sinyal İşleme Donanımının Tasarımı

H. ZORUNLU DONANIMLAR **1-**27

I. TESTLER VE DENEMELER **1-**28

A. Genel

1. Kapsam

1.1 Makina Kuralları, Türk Loydu (**TL**) tarafından klaslanan gemilerin sevk donanımlarına, geminin çalışması ve güvenliği nedeniyle lüzumlu olan tüm yardımcı makinalara ve donanımlarına uygulanır.

Bu bölümde yer alan kurallar ayrıca **TL** tarafından daha önceden klaslanmış gemilerdekine benzer veya eşdeğer olduğu yine **TL** tarafından doğrulanan makina donanımlarına da uygulanacaktır.

1.2 Ayrıntılı olarak aşağıda belirtilmiş bulunan makina donanımı ve teçhizattan ayrı olarak, geminin ve yükünün güvenliği nedeniyle gerekli görülen makina donanımı veya teçhizata da, kuralların birbirlerinden bağımsız olarak uygulanması zorunludur.

1.3 Uygunluğu **TL** tarafından denenmiş ve aynı değerde olduğu onaylanmış olan değişik tasarımlar, yapı kurallarından farklı olsa da kabul edilebilir.

1.4 Alışılmışın dışındaki prensiplere göre geliştirilmiş ve/veya gemilerde henüz yeteri kadar denenmemiş makina donanımı için **TL**'nun özel onayının alınması zorunludur.

Yukarıdaki 1.3 maddesinde belirtilmiş olduğu şekilde, uygunluğu ve eşdeğerliliği yönünden güven verici denemelerden geçirilmemiş olan söz konusu makina donanımı, ana klas işaretine ek **"EXP"** işareti ile tanımlanacak ve sörveyleri geniş kapsamlı tutulacaktır.

1.5 Yukarıdaki 1.3 ve 1.4 maddelerinde belirtilen hallerde **TL**, projeye ilave belgeler ve özel tecrübe uygulanmasını istemeye yetkilidir.

1.6 **TL**, yeni bulguların ve işletme tecrübelerinin sonuçlarının garanti edildiği durumlarda, kuralların kapsamı dışında ek taleplerde bulunma veya mevcut kurallardan sapma yapma hakkını saklı tutar.

1.7 **TL** kuralları yanında yürürlükteki ulusal kurallar veya yönetmelikler de aynen geçerlidir.

1.8 120 m veya daha uzun boya sahip, üç veya daha fazla dikey ana yangın zonuna sahip yolcu gemileri aynı zamanda MSC.216 (82) ve MSC.1/1369 **(1)'** e uygun olmalıdır.

1.9 Bütün yolcu gemileri, **TL** Ek Kuralları'ndan "Yolcu Gemilerinin Sevk ve Manevrası için Niteliksel Hata Analizi"ne uygun olmalıdır.

2. Tanımlar

Bu bölümde geçen kavram ve tanımlar aşağıda açıklanmıştır:

- Katı bağlama
  Makinanın, yatağına metal metale, esnemez ve oynamaz biçimde bağlanması durumu. Ana ve yardımcı makine temellerinin bağlanması için kullanılan cıvatalar ve somunlar.

- Esnek bağlama
  Kayan veya esneyen birleştirme ara parçası ile bağlama veya makina ayaklarından yatağa iletilecek olan basıncı kendi bünyesine alıp, hasar ve şekil bozukluğu oluşumunu engellemeye yarayan bağlantı türü. Sürtünmeli veya hidrolik aygıtlar ise şekil bozukluğuna değil tasarım yüklerinden daha büyük mekanik kuvvetlerin etkisini azaltmaya yardımcı olmaları için kullanılır. Bu tip bağlantılar, esnek bağlantılar, darbe emici, titreşim sönümleyiciler, lastik yalıtıcılar, damperler vs olarak da isimlendirilmektedir.

- Kaçış yolları
  Yangın sırasında makina dairesi personelinin dumandan etkilenmemesi veya mahsur kalmaması için; makina dairesinden dışarıya kaçış sırasında yararlanacağı en kısa yollar.

- Oktav bandı
  Belirli bir ses frekansı değerinden başlayarak o frekansın 2 katına kadar olan frekans değer aralığı.

---

(1) *Omurgası 1 Temmuz 2010 ve sonrasında kızağa konulan yolcu gemilerine uygulanabilir.*

- Makina dairesi
  Makina dairesi ana makinaların yerleştirildiği bölmenin adı olup, elektrikle sevk edilen gemilerde ise ana jeneratörün konulduğu yere verilen isimdir.

- Makina alanları
- İçten yanmalı motorların, elektrik jeneratörlerinin, buhar kazanlarının, yakıt devre elemanlarının, ana tahrik ve sevk sisteminin tüm elemanlarının, yağ dolum istasyonları, soğutma makinaları, stabilizatörlere ait donanımlar, havalandırma ve iklimlendirme makinaları, benzer alanlar ve bu alanların tranklarının tamamı A kategorisine giren alan olarak değerlendirilir.

- A Kategorisine giren makina alanları
  A Kategorisine giren makina alanları ve tranklar aşağıda sıralanmıştır:
  - Ana tahrik kaynağı olarak kullanılan içten yanmalı makinaların konulduğu yerler,
  - Ana tahrik kaynağı olarak kullanılmayan, gücü 375 kW'dan az olmayan içten yanmalı makinaların konulduğu yerler,
  - Yakıt yakan kazanlar veya yakıt ünitelerinin konulduğu yerler,
  - Gaz üreteçleri, çöp yakıcılar, atık yok etme makinaları gibi yakıt yakan donanımın konulduğu yerler.

- "Ölü Gemi"-"Devre dışı" koşulu
  "Ölü Gemi" koşulu ile "Devre dışı" koşulunun anlamı aynıdır. Geminin ana tahrik sistemi ve ana makinasının, elektrik jeneratörlerinin ve kazanlarının çalışmadığı, ana tahrik sistemini harekete geçirecek basınçlı havanın hava şişelerinde olmadığı, akü benzeri herhangi bir kaynaktan da enerjinin sağlanamadığı özel durumdur.

- Ana makina
  Tahrik ve sevk sisteminin başlıca güç kaynağıdır.

- Yardımcı makina
  Ana makinanın çalışması için gerekli destek sistemlerinin ihtiyaç duyduğu elektrik enerjisini veya başka enerji türleri üreten, **TL** tarafından sörveye kapsamındaki makinelerdir.

- Donanım
  Süzgeçler, ısı değiştiriciler, ayrıştırıcılar, saflaştırıcılar, tanklar ve bir makinanın normal çalışması için destek sistemlerini oluşturan elemanların tümü donanım olarak isimlendirilir.

- Tahrik sistemi
  Tahrik sistemi geminin öngörülen tüm hızlarda güvenle seyri için gerekli olan gücü üreten, dönüştüren ve ileten ana makina, dişli kutusu, şaft ve pervaneden oluşan, ayrıca içine eğer varsa elektrikli sevk ünitelerini de alan tüm sistemin adıdır.

- Ana aktif dümen dolabı
  Tahrik sisteminin sevk ve manevra işlevini gerçekleştiren yardımcı makinanın ismidir.

- Yardımcı aktif dümen dolabı
  Ana aktif dümen dolabının çalışmaması durumunda devreye giren, gemi düşük hızlarda seyrederken rota ve manevra için kullanılan ve bazen ana aktif dümen dolabı ile beraber çalıştırılıp, destek görevi üstlenen yardımcı makinaya verilen isimdir.

- Uzaktan kumanda-kontrol
  Makinaların bulunduğu bölmenin dışındaki bir noktadan devir hızının ve dönüş yönünün ayarlanarak kontrol edilmesi ve aynı zamanda makinaların çalıştırılmasını ve durdurulmasının ise kumanda edilmesi işlemidir.

- Makina ana kontrol odası
  Geminin kalbi olarak tanımlanabilecek, ana ve yardımcı makinaların, piç kontrollü pervanenin, ana ve yardımcı elektronik sinyal yayıcı sistemlerin (AMSS-Amplitude Modulation Signalling System) çalışmalarının kontrol ve kumanda edildiği, göstergelerin yer aldığı konsolun bulunduğu, haberleşme ve alarm uyarı sistemlerinin bulunduğu kapalı bölmedir.

- Kontrol istasyonu
  Ana makinanın çalışmasının kontrol ve

kumanda edildiği, gösterge ve monitörlerin bulunduğu, SOLAS kurallarına uygun olarak yangın uyarısı ile ilgili sesli ve ışıklı alarm sisteminin kontrol edildiği (bkz. Bölüm 18- Yangından Korunma ve Yangın Söndürme Donanımları) özel kabindir.

- Teknik durumları izleme sistemi
  Bakım-tutuma yönelik sinyalleri işler ve uygun kodlarla kontrol ederek harekete geçiricileri uyaran sistemdir. Teknik koşulları sistemli olarak izleyip, aldığı sinyalleri sınıflandıran veya başlangıçta ayarlanmış standart değerlere göre tesisin çalışma sinyallerinin değişimini izleyen kontrol eden sistemdir.

- Teknik durumları tanılama/teşhis
  Çalışma değerlerinden sapmalara göre planlı bakım tutum zamanlarını gerçekçi olarak belirlemek üzere aşınma, arıza ve yorulmayı ortaya koyacak parametrelerin işlenmesi ve tanılama.

- Teknik koşulların önceden tahmini
  Belirli bir süreç sonunda izlenerek kayıt ve kontrol edilen parametrelerdeki değişime neden olan faktörlerin belirlenmesi işlemdir.

- Tehlikeli alan
  Yanıcı veya patlayıcı gazlar ve buhar veya tozların bulunduğu yerlere verilen isimdir. Bu alanlar belirli amaca yönelik kullanımı olan makinaların adlarıyla veya özel kullanım yerleri olan depolama tanklarıyla veya devreleriyle birlikte de adlandırılmaktadır. Örneğin;

  - Helikoptere yakıt besleme,
  - Boya malzemeleri,
  - Yakıt tankları, yağ tankları,
  - Ro-ro yük alanları.

B. Onaylanacak Belgeler

1. Üretime başlamadan evvel makina tesis ve sistemlerinin genel yerleştirme planları ile birlikte Kısım 4, Makina Kuralları'nın diğer bölümlerinde adı geçen ve testlerden geçirilecek olan tüm yardımcı makina, aygıt vs ait yerleşimlerini gösteren bütün resimler 3 kopya halinde **TL**'na verilecektir.

2. Resimlerde, onay için gerekli olan tüm bilgiler bulunmalıdır. Gerektiğinde tasarım hesapları, tesisi tanıtıcı bilgi ve belgeler onay için sunulacaktır.

3. Öngörülen belgeler, **TL** onayından sonra yapım için bağlayıcı olurlar. Daha sonraki olası değişiklikler uygulanmadan önce **TL**'nun onayı gerekir.

4. Aşağıda ayrıntıları verilen resimler ve bilgiler onay için incelenmek üzere sunulacaktır:

- Makinanın ve aksamının malzeme bilgileri, yapısal detayları ve boyutları,
- Ana makina/makinaların yerleşim resmi,
- Ana makina yatağına ait ayrıntılı bilgi ve malzeme özellikleri,
- Ana makina ve yatağının ayrı ayrı ağırlık merkezinin koordinatları,
- Ana makinanın yatağına konulmasına ait ayrıntılar (ayak yerleri, birbirlerinden uzaklıkları, yatak yüksekliği, genişliği vs),
- Ana makina ve yatak bağlantısını olumsuz etkileyebilecek durumların saptanmasına yönelik; çevreleyen ortamdaki nem, toz, pas gibi kirlilik ve kimyasal aşındırıcı (korozif) faktörlerin işletim koşulları,
- Ana makinanın yatağına bağlanma şekli olarak esnek elemanlar veya takoz kullanılacaksa; seçilen uygulamaya ait ayrıntılar,
- Ana makinadan kaynaklanan statik ve dinamik kuvvetler.

C. Ortam koşulları

1. Çalışma Koşulları, Genel

1.1. Gemide bulunan makinaların, cihazların ve teçhizatın seçimi, tertibi ve yerleştirilmesi, Tablo 1.1'den 1.4'e kadar belirtilen ortam koşullarında aksaksız ve sürekli bir çalışmayı güvenle sağlayacak şekilde olmalıdır.

1.2. Gemi tekne elemanlarının şekil değiştirmelerinin makina tesisleri üzerindeki etkileri göz önünde bulundurulmalıdır.

Tablo 1.1 Ortama ait meyil durumu

Yerleştirmeler, donanım elemanları	Meyil açısı [°] (2)			
	Gemi enine göre		Gemi boyuna göre	
	Statik	Dinamik (yalpa)	Statik	Dinamik (baş-kıç vurma)
Ana ve yardımcı makinalar	15	22,5	5 **(4)**	7,5
Acil güç kaynağı, acil yangın pompası ve tahrik üniteleri de dâhil olmak üzere tüm güvenlik donanımı Açma-kapama elemanları, elektrikli ve elektronik aletler **(1)**, uzaktan kumanda sistemleri	22,5 **(3)**	22,5 **(3)**	10	10

Açıklamalar:

(1) *45°'lik meyile kadar arzu edilmeyen devre açma-kapama işlemi veya fonksiyonlarda değişimler meydana gelmemelidir.*

(2) *Geminin enine ve boyuna doğrultusundaki meyilleri aynı anda meydana gelebilir.*

(3) *Sıvılaştırılmış gaz ile kimyasal madde taşıyan gemilerin su ile dolarak 30°'lik bir meyil yapmaları durumunda, acil durum jeneratörü çalışır durumda kalmalıdır.*

(4) *Geminin boyu 100 m. yi geçiyorsa, baş-kıç statik meyil açısı 500/L derece olarak alınabilir. L=gemi boyu, m.*

Tablo 1.2 Su sıcaklıkları

Soğutan	Sıcaklık (^oC)
Deniz suyu	+ 32 **(1)**
Dolgu havası soğutucusuna giren soğutucu akışkan	+ 32 **(1)**

(1) *Yalnız özel bölgelerde sefer yapan gemiler için **TL** daha düşük su sıcaklığına izin verebilir.*

Tablo 1.3 Hava sıcaklığı (Bağıl nem %60 ve atmosfer basıncı 100 kPa değerine karşılık)

Yerleştirme, parçalar	Yerleştirme düzeni	Sıcaklık aralığı [°C]
Makina ve elektrik donanımı **(1)**	Kapalı yerlerde	0^oC'dan $+45^oC$'a kadar **(2)**
	Kazanlardan yardımcı makinalara ve donanım parçalarına kadar daha yüksek sıcaklıkların veya daha alçak sıcaklıkların olduğu yerlerde	Söz konusu yere ve yerel koşullara özgü belirlenecektir
	Açık güvertelerde	-25^oC'dan $+45^oC$'a kadar

(1) *Elektronik donanım +55°C'lık sabit hava sıcaklığında bile yeterli çalışma yapabilecek şekilde tasarım ve test edilecektir.*

(2) *Yalnız özel bölgelerde sefer yapması öngörülen gemiler için **TL** daha düşük hava sıcaklığına izin verebilir.*

Tablo 1.4 Diğer ortam koşulları

Yer adı	Koşullar
Her yerde	Yağ buharı ve tuz içeren havaya karşı dayanıklılık
	Tablo 1.3'de belirtilen sıcaklık aralığında ve, 45°C'lık bir referans sıcaklığında %100 bağıl neme kadar arızasız çalışma
	Yoğuşma için kabul edilen değer, yoğuşma toleransı
Özel korunan kontrol odalarında	45°C'lık bir referans sıcaklığında %80 bağıl nem
Açık güvertelerde	Deniz suyu ve tuz zerrelerinin etkisine dayanıklılık

D. Tasarım İlkeleri

1. Genel

1.1 Sevk ve tahrik sistemi, normal çalışma koşullarında geminin manevra gereksinimini karşılayacak ve yeterli tornistan gücünü üretecek güçte olacaktır.

1.2 Sevk ve tahrik sistemi, gemi ileri hızının en az %70'i kadar hızla ve en az 30 dakika süreyle tornistan yapabilecek kapasitede olacaktır.

Geminin ileri hızı tanımıyla ana makinanın kesintisiz üreteceği en büyük gücün kullanılarak geminin kaydettiği ilerleme hızı kastedilmektedir.

Geminin tam yol ileri hareketinden tam yol tornistana geçişi etkin ve hızlı olmalı, geminin ilerleme hızı teknik şartname ve tasarım isteklerine uygun mesafede sıfırlanmalıdır. Bu durum seyir tecrübeleri sırasında denenerek kanıtlanacaktır.

1.3 Tornistan için ters dönüşlü dişli kutusuna sahip ya da piç kontrollü pervaneye sahip sevk sistemlerinde; ana makinanın izin verilen çalışma değerlerinin dışına çıkarak aşırı yüklenmesi durumunda, sevk sisteminin zarar görmemesi için gereken tüm önlemler aynen dümen pervanelerde olduğu gibi alınacaktır.

1.4 Acil jeneratörler soğuk koşullarda, 0°C sıcaklıkta kolayca devreye girebilecektir. Bu tür ortam sıcaklıklarında jeneratörün devreye alınmanın pratikte mümkün olmaması halinde; uygun ısıtıcılar kullanılarak acil jeneratörün çalıştırılması gerekir.

Ancak yapılacak düzenlemeler Bölüm 16 - Boru devreleri, pompalar, vanalar ve ilgili donanım kurallarına ve Kısım 5, Elektrik Kuralları'na uygun olmalıdır.

Acil durum jeneratörlerinin bulundukları yerler ve yerleştirilmeleri de yukarıda sözü edilen kural isteklerine uygun olacaktır.

1.5 Ana makinaların basınçlı hava ve kompresörlerle çalıştırıldığı gemilerde; başkaca bir dış etkiye gerek kalmaksızın ana makinayı ya da dizel jeneratörleri çalıştırmak için yeterli miktarda basınçlı hava üretilebilmelidir.

Acil durum jeneratörü olmayan gemilerde veya 1.4'de yer alan kural isteklerini karşılayamayan gemilerde, ana makinayı ve jeneratörleri çalıştırmak için gereken basınçta ve miktarda basınçlı havayı üretecek kompresörler ya elle tahrik edilerek çalıştırılabiliyor olmalı ya da kompresöre gereken elektrik yine bir başka elle tahrik edilen jeneratörün çevrilmesiyle üretilebilmelidir.

1.6 Tüm güç kaynaklarının devre dışı kalabileceği durum öngörülerek, acil jeneratörlerin çalıştırılmalarından hemen sonra en fazla 30 dakikalık süre içerisinde sevk sisteminin gereksinim duyduğu gücün tamamını üretebilmesi ve gemiyi ölü gemi durumundan kurtarması gereklidir (bkz A.2).

Acil jeneratörün üreteceği ilk hareket enerjisi doğrudan sevk sistemine yönlendirilmeyecek, aksine geminin ana jeneratörleri ile varsa diğer benzer jeneratörlerin çalıştırılmasında kullanılacaktır. Böylece sevk sisteminin gereksinim duyduğu güce ancak ulaşılabilir.

1.7 Nehir ve göllerde çalışacak gemilerde ana makina gücü tekneyi sakin suda en az 10 knot hızda seyrettirmeye yeterli olacaktır.

1.8 Aşırı gürültülü çalışan ve gürültülü çalıştığı için yerinden (yerel) kontrolü zor olan aşırı doldurmalı yüksek devirli (n>750 devir/dakika) gemi dizel motorlarının gemilerde kullanılabilmesi için **TL**'nun izni gerekir. Bu tür ana makinalar eğer uzaktan kontrol ve kumanda edilebiliyorsa ve eğer makina dairesinde o ana makina için bir gemi personelinin sürekli bulundurulması gerekmeyecek ise; bu tür gemi dizel motorlarının gemide kullanılması için **TL**'dan izin alınmasına gerek yoktur.

1.9 Şaftı yatay yerleştirilmiş ana ve yardımcı makinalar geminin orta simetri eksenine paralel yerleştirilecektir. Bu tür makinaları başka bir eksen doğrultusunda yerleştirilebilmesi için; Tablo 1.1÷1.4'de belirtilen koşullarda motorun çalışabileceğinin kanıtlanması gerekir.

1.10 Tek pervaneli gemiler için kullanılacak ana makinalar, kural olarak, herhangi bir parça arızası dahi olsa düşük güçte acil çalışma olasılığına göre tasarımlanmış olmalıdır. Söz konusu parça arıza ile tamirin uzun zaman alacağı durum ya da hasarlı parçanın gemide değiştirilemeyeceği durum kastedilmektedir.

1.11 İkiz gövdeli katamaran gövdelerde, bir gövdenin içerindeki makina donanım arızası diğer gövdedeki makina donanımının çalışmasını etkilemeyecektir.

1.12 Geminin klaslama sınıfına özgü çalışma bölgesinde, uzun süreli olarak sevk sisteminin çalıştırılması aşırı yüklemeye yol açmamalıdır. Sevk sisteminin uzun süreçli çalışmalarda tasarımlandığı güçten daha fazla güce gerek duymadığı **TL** Sörveyönün nezaretinde kanıtlanmalıdır.

1.13 Ana ve yardımcı makinaların, makina dairesine yerleştirilmesi sırasında etraflarında yeterince boşluklar bırakılmalı ve bu boşluklar hem tamir için görevli personel ve teknisyenin çalışmasına izin verecek kadar geniş, hem de bir acil durum karşısında makina dairesinden dışarıya kaçışı kolaylaştıracak ölçüde düz ve kısa olmalıdır.

1.14 Kimyasal aşındırıcı maddelerle temas halindeki makina aksamının ya korozyona dayanıklı maddeden yapılmış olması ya da korozyona dirençli koruyucu madde ile kaplanmalı veya boyanmalıdır. Makinaların iç yapısında deniz suyunun soğutma amaçlı dolaşacağı kanalların ve deniz suyu soğutucularının iç yüzeylerinin korozyona karşı uygun korunduğu **TL** sörveyörü nezaretinde kanıtlanacaktır. Korozyona karşı korumalar; su ve su altı sistemlerinde ve toprak altı sistemlerinde katodik koruma, su ve asitli ortamlarda anodik koruma, kısmen sulu asitli ve atmosfere açık ortamlarda metal ya da metal olmayan maddeyle kaplama, atmosfere açık ve sulu ortamlarda galvanizli boyama yöntemleri uygulanabilir.

1.15 Elektrikli sevk sistemlerinde tahrik jeneratörünün makinası de aynı yatağa konulmuş/yerleştirilmiş olmalıdır.

1.16 Makina üreticileri motorların denendiği test merkezindeki çevre koşullarının gemide de aynen sağlanmasını bekleyemez.

1.17 Makinaların yatağa ve gemiye konulduğu yerde (doğrudan yatağa metal metale bağlı veya ara eleman olarak titreşim söndürücülerle) bağlantı türüne göre yaratacakları titreşim değerleri bu bölümde yer alan kural isteklerine ve standartlara uygun olacaktır.

1.17.1 Metal metale oynamaz bağlama seçeneği, "makina + yatak" sisteminin birinci doğal frekans değeri makinanın kesintisiz sürekli güç devrinin %25'inden daha büyük ise uygulanabilir.

1.17.2 Titreşim söndürücülerin kullanıldığı esnek bağlama seçeneği ise; "makina + yatak" sisteminin birinci doğal frekans değeri makinanın kesintisiz sürekli güç devrinin %25'inden daha küçük ise uygulanabilir.

2. Makinanın Yataklanması, Katı veya Esnek

2.1 Tahrik ve sevk sistemini oluşturan makina ve aksamının oturacağı yatağa metal metale katı bağlanacaksa oynamasına izin vermeyecek sıkılıkta bağlanmalı; eğer esnek bağlama uygulanacaksa bağlantı türü yeterince güvenli olmalıdır. Makinaların

oturacağı yatakların yapısı **TL**'nun Kısım 1, Tekne kuralları, Bölüm 19, B'deki kural isteklerini sağlayacaktır.

2.2 Makinalar titreşim ve darbe emici şekilde esnek bağlanacaksa; **TL**'nun Kısım 1, Tekne Kuralları Bölüm 19, C'deki kural isteklerini sağlayacaktır.

3. Boyutlandırma

3.1 Tüm parçalar geminin normal seyri sırasında gemi hareket ve manevralarından kaynaklanan yüklere ve doğan gerilmelere, oluşan titreşimlere, korozyon etkilerine, sıcaklık değişimlerine, dalga yüklerine dayanıklı olmalı ve Kısım 4, Makina Kuralları'nın ilgili kural isteklerine göre boyutlandırılmalıdır.

Makina yataklarının boyutlandırılması sırasında **TL** tarafından herhangi kural isteği yoksa veya unutulmuşsa ya da eksikse; genel mühendislik uygulamaları için geçerli kurallar uygulanır.

3.2 Farklı yüklere, basınçlara veya sıcaklıklara göre tasarımlanmış makina parçaları veya sistemi bir bütün olarak oluşturan elemanlar arasında bağlantılar varsa; tasarım parametreleri daha küçük olan (göreceli olarak daha dayanaksız) parçaların diğer parçalarla birlikte çalışmalarının getireceği sakıncalara karşı gereken her türlü güvenlik aygıtlarıyla donatılmalıdır. Hasar oluşumunu önlemek için, bu tür sistemler aşırı basınca, yüksek sıcaklığa veya sıvı taşkınlarına karşı yeterli korumayı sağlayacak aygıtlar kullanılır.

4. Titreşim

4.1 Makinalar, cihazlar ve geminin tekne yapısı elemanları, genel olarak titreşim zorlamalarının etkisindedir. Her durumda, tasarım, yapım ve yerleştirme bu gerilmeler göz önünde bulundurularak yapılmalıdır.

Her bir elemanın aksaksız olarak devamlı çalışması, titreşim gerilmeleri nedeniyle tehlikeye sokulmamalıdır.

TL; gemi tipi, boyutları ve hizmet koşullarını dikkate alarak, Tablo 1.1'de belirtilen meyil açılarından farklılıkları değerlendirebilir.

Aşağıda yer alan kural istekleri, gücü 100 kW'dan büyük ve hızı 300 devir/dakika'dan küçük içten yanmalı motorlar için geçerlidir.

Bu bölümde yer alan kural istekleri için titreşimler, 2 ila 300 Hz'lik bir frekans alanı içinde olmalıdır. Frekansı 2 Hz'in altında olan titreşimler katı cisimlerin titreşimleri olarak görülebilir ve frekansı 300 Hz'in üstünde olan titreşimler kural olarak bölgesel sınırlandırılmıştır ve bünyesel ses karakteri gösterdikleri kabul edilir. Özel haller için bu şartlar doğru bulunmazsa (örneğin; bir dişli pompanın bir diş geçirme frekansı ile oluşturulan 300 Hz'in üzerindeki titreşimlerde); aşağıdaki uygulamalar benzer şekilde göz önüne alınmalıdır.

4.2 Titreşim hız genliği, harmonik hız değişimi eğrisinin en büyük değeri olup, etkin bant genişliği olarak (RMS-Root Mean Square) bilinir. Etkin bant genişliği titreşime ait en önemli genliktir. Etkin bant genişliğini hesaplamak için, titreşime ait harmonik hareketin belirli bir zaman dilimindeki anlık genlik değerli kareleri alınarak kaydedilir ve bu kareleri alınan değerlerin aritmetik ortalaması bulunur. Etkin bant genişliği hesaplanan aritmetik ortalamanın kareköküne eşittir. Ölçüm yapılacak veya hesaplanacak zaman diliminin en az bir periyot sürmesi gerekir.

4.2.1 1/3 Oktav bandında ölçülen titreşime ait etkin bant genişliği (RMS) titreşim hesaplamalarında temel parametre olarak ele alınır. Oktav bandında titreşim ölçülmesine izin verilir.

Pek çok mühendislik uygulamasında 20 Hz'den 20.000 Hz'e kadar olan titreşim frekansı incelenmektedir. Her ne kadar bir kaynaktan yayılan tüm frekansları ölçmek ve analiz yapmak mümkünse de; hem pratik değildir hem de zaman alacaktır. Bu nedenle, belirli bir ölçekte **oktav bandı** ile **1/3 oktav bantları** titreşim frekansı ölçümleri için esas alınmaktadır. Her titreşim bandının belirli bir frekans aralığı vardır ve bantlar birbiriyle örtüşmez. Titreşim kaynağının bir oktavlık bant üzerinde yarattığı en yüksek ses (nota) frekansı ile en düşük ses frekansı oranı 2:1'dir.

Ölçülecek titreşim bandının en küçük frekansı f_n ve en büyük frekansı da f_{n+1} ile gösterilirse, titreşim bandı sınırlarının oranı aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\frac{f_{n+1}}{f_n} = 2^k \qquad (2)$$

Burada

k = 1 oktav bandının tamamı için, [-]

= 1/3 oktav bandının 1/3'lük kısmı için

4.2.2 Her oktavın orta frekansı en düşük frekans değerinin $\sqrt{2} = 1{,}4142$ katı olup, en yüksek frekans değeri ise en küçüğün 2 katıdır (bkz 4.2.1). Oktav bantlarıyla titreşim ölçüldüğünde; ölçülmesine izin verilen parametre 2, 4, 8, 16, 31,5, 62,5, 125, 250, 500 Hz, 1 KHz, 2 KHz, 4 KHz and 8 KHz'den oluşan geometrik ortalama frekans değerlerinin $\sqrt{2} = 1.4142$ katı (3 dB) olacaktır.

Orta frekans, f_o aşağıdaki (3) nolu formülden hesaplanacaktır.

$$f_0 = \sqrt{2} \cdot f_n \qquad (3)$$

4.2.3 Orta frekans ile 1/3'lük oktav bandı arasındaki ilişki Tablo 1.5'de gösterilmiştir.

4.2.4 Titreşim parametreleri ya mutlak değer olarak veya $5{,}0 \cdot 10^{-5}$ mm/s'lik standart hız limit değerine göre desibel olarak veya $3{,}0 \cdot 10^{-4}$ m/s^2 lik ivme değerine göre desibel olarak ölçüdür.

4.3 Ölçülen titreşim değerlerinin diğer birimler cinsinden dönüşümü (4) nolu formül kullanılarak yapılacaktır:

$$L = 20 \cdot 1og\left(\frac{V_e}{V_{eo}}\right) \qquad (4)$$

Burada;

V_e = Ölçülen etkin titreşim değeri, [mm/s]

V_{oe} = $5{,}0 \cdot 10^{-5}$ [mm/s]

4.4 Bir makina veya bir cihazın çalışması esnasında meydana getirdiği titreşimlerin şiddeti, **TL** tarafından belirtilen sınırları geçmemelidir. Böylelikle, vakitsiz çalışmaya veya hatalı çalışmaya sebep olabilecek aşırı yükseltilmiş ilave titreşim gerilmelerinden, titreşime sebep olanlar ve bitişik gruplar, çevredeki cihazlar ve keza gemi bünyesini oluşturan elemanlar korunmuş olur.

4.5 Titreşim kaynağının tüm çalışma aralığında meydana gelebilecek titreşim gerilmelerinin hesaplanmasına önemle durulmalıdır.

Tablo 1.5 1/3 Oktav bandı için titreşim ve oktav bandı gürültü seviyesi

Alt frekans Hz	Orta frekans (Hz)	Üst frekans (Hz)	Ses basınç seviyesi (dB)
56,2	62,5	70,8	41
112	125	141	45
224	250	282	48
447	500	562	50
891	1,000	1,122	46
1,778	2,000	2,239	42
3,548	4,000	4,467	40
7,079	8,000	8,913	38

Titreşim makinadan kaynaklanıyorsa; makinanın çalışabileceği hem devir aralığı ile hem de yük ve güç aralığı dikkate alınmalıdır.

4.6 İzleyen maddedeki işlemler büyük ölçüde standart uygulamadır. Toplamın büyüklüğü titreşim spektrumunun şiddetini belirler (bkz 4.7). Bu sayısal büyüklük izin verilen gerilme değerleriyle veya garanti edilen değerlerle karşılaştırılmak için kullanılır. Bununla birlikte, söz konusu prosedür sadece tamamlanmamış fiziksel gerçekleri dikkate alır.

Farklı içten yanmalı makinaların yarattıkları harmonik yükler ile motor yatağına etkiyen yüklerin toplam büyüklüğü karşılaştırma yapılamaz.

4.7 Makinaların, cihazların ve gemi ile ilgili yapıların titreşim gerilmelerini değerlendirmek için genel olarak titreşim hızından (V) mevcut titreşim gerilmeleri için bir ölçü olarak yararlanılır. Aynı ölçü, bir titreşim doğurucu tarafından meydana getirilen titreşim spektrumunun şiddetinin değerlendirilmesinde de kullanılır.

Tam bir sinüzoidal titreşim halinde titreşim hızının etkin

değeri (V_{eff}) aşağıdaki (5) nolu formülle hesaplanabilir:

$$V_{eff} = \frac{1}{\sqrt{2}}\hat{V} = \frac{1}{\sqrt{2}}\frac{\hat{a}}{\omega} = \frac{1}{\sqrt{2}}\hat{S}\omega \qquad (5)$$

Burada;

$\hat{S}$ = Titreşim hareketinin genliği,

$\hat{v}$ = Titreşim hızının genliği,

V_{eff} = Titreşim hızının etkin değeri,

$\hat{a}$ = Titreşim ivmesinin genliği,

ω = Titreşimin açısal hızı.

1,2, ... n, harmonik bileşenden oluşan herhangi bir periyodik titreşim için titreşim hızının etkin değeri aşağıdaki formül ile hesaplanabilir:

$$V_{efti} = \sqrt{V_{eft1}^2 + V_{eft2}^2 + \ldots + V_{eftn}^2} \qquad (6)$$

Burada (v_{effi}), (i) inci harmonik bileşenin titreşim hızının etkin değeridir. Her bir harmonik bileşen için (5) formülüne dayanarak v_{effi} değerleri hesaplanır.

Geçerli şartlara bağlı olarak tam sinüzoidal titreşim için formül (5) veya herhangi bir periyodik titreşim için formül (6) dan yararlanarak titreşim hızının etkin değeri belirlenir.

4.8 Titreşim gerilmelerinin değerlendirilmesi için Şekil 1.1'de gösterilen sınır eğrileriyle çevrilmiş A, B ve C bölgeleri genel olarak esas alınır.

Gemi ana makinaları, yardımcı makinalar ve donanımın içinde bulundukları teknik koşullar titreşim açısından 3 farklı bölgede düşünülerek ele alınır. Bunlar:

- **(A) bölgesi**: Makina ve donanımın üretimden çıktıkları andaki durumu veya tamirden geçtikten sonraki durumu gösterir,

- **(B) bölgesi**: Normal çalışmasını sürdüren makina ve donanımın durumunu gösterir,

- **(C) bölgesi**: Teknik bakım ya da tamir gerektirecek durumda olan makina ve donanımı gösterir.

Metal metale oynamaz, katı bağlı çeşitli makinalar için A, B ve C bölgelerinin sınır değerleri bu bölümde çeşitli tablolarla ve şekillerle verilmiştir.

Ancak, makinalar titreşim söndürücülerin üzerine oturarak yatağına esnek bağlandığında; izin verilen titreşim standartları yükseltilir. İzin verilen titreşim standartlarındaki artım, makinaya özgü bir çarpan ile belirlenir.

Şekil 1.1'de görülen A, B ve C alanlarını sınırlayan hatlar için izin verilen standart değerler Tablo 1.6'da verilmiştir.

4.8.1 Eğer titreşim çeşitli harmonik bileşenlerden oluşuyorsa; 4.7'de belirtilen etkin değer uygulanacaktır. Bu etken değerin kullanılması halinde 2 Hz'den 300 Hz'e kadar olan bantta tüm önemli harmonik bileşenler dikkate alınmış olur.

4.8.2 Bütün makinaların, cihazların ve teçhizatın değerlendirilmesi için A bölgesinden yararlanılabilir. Gemide bulunan makinalar, cihazlar ve teçhizat bir titreşim gerilmesi için en az A bölgesinin sınır eğrilerine uygun tasarımlanmalıdır. Diğer hallerde gerçek titreşim gerilmesini müsaade edilebilen seviyelere düşürebilmek için **TL**'nun onayladığı önlemler alınabilir (titreşim söndürücüleri, vb.).

4.8.3 Pistonlu makinalar çalışma şekli nedeniyle titreşim doğurucu olduklarından ayrıca özel surette göz önüne alınmalıdır. Yalnız pistonlu makinaların meydana getirdiği ve aynı zamanda kendisine direkt bağlı çevresel cihazlarda (regülatör, egzoz gazı türbini, yağlama yağı pompası gibi) ve civarındaki makinalar ve tesislerden (jeneratörler, dişli kutuları, boru devreleri gibi) gelen yüklerden doğan titreşimler bu kurallar çerçevesinde ve 4.6'da belirtilen sınırlamalar ve 4.7'de belirtilen yerine koyma büyüklükleri yardımıyla değerlendirilebilir.

4.8.4 Esas itibariyle pistonlu makinaları üretenler, önemli ve doğrudan bağlı çevresel cihazlar için kabul

edilebilir titreşim gerilmelerini garanti etmelidir.

Pistonlu makina üreticisi 5'e uygun olarak kabul edilebilir gerilmenin kanıtlanması için **TL**'na karşı yükümlüdür.

4.8.5 Pistonlu makinaların titreşim gerilmeleri A' bölgesi içinde bulunuyorsa, bu takdirde doğrudan bağlı çevresel cihazlar için özel inceleme veya kanıtlama gerekmez (4.8.3'e bakınız). Jeneratöre yakın konumda yer alan makine ve tesislere de aynı işlem uygulanır (4.8.3' bakınız).

Bu durumda direkt bağlı çevresel cihazlar esas itibariyle en az B' bölgesinin sınır gerilmeleri için, çevredeki makinalar "B" bölgesinin sınır gerilmeleri için tasarımlanmış olmalıdır.

"B" bölgesinin sınır eğrisinin altında 4.8.4.'e dayanarak bulunan, tekil, direkt bağlı çevresel cihazların kabul edilebilir titreşim gerilmeleri için kabul edilebilirlik, söz konusu gerçek titreşim gerilmesinin ölçülmesiyle kanıtlanmalıdır.

4.8.6 Pistonlu makinaların titreşim gerilmeleri A' "bölgesinin dışında, B' bölgesinin içinde bulunuyorsa, bu takdirde direkt bağlı çevresel cihazların, "C" bölgesinin sınır değerinin üstünde yüklenmediği ölçülerek kanıtlanmalıdır.

Bu durumda direkt bağlı çevresel cihazlar esas itibariyle en az "C" bölgesinin sınır gerilmeleri için, çevredeki makinalar "B" bölgesinin sınır gerilmeleri için tasarımlanmalıdır.

Titreşim doğuranın yakın çevresinde bulunan makinaların ve cihazların, "B" bölgesinin sınır eğrisinde tespit edilenden daha yüksek olmayan gerilmelerin etkisinde olduğu kanıtlanmalıdır.

Belirtilen büyüklüklerin altında, 4.8.4'e dayanarak bulunan tekil, direkt bağlı çevresel cihazların veya makinaların kabul edilebilir titreşim gerilmeleri için kabul edilebilirlik, söz konusu gerçek titreşim gerilmesinin ölçülmesiyle kanıtlanmalıdır.

4.8.7 Pistonlu makinaların titreşim gerilmeleri B' bölgesinin dışında fakat henüz "C" bölgesinin içinde bulunuyorsa, bu takdirde direkt bağlı çevresel cihazların titreşim gerilmelerinin hala "C" bölgesinin içinde kalması için çaba gösterilmelidir. Bu gerçekleştirilemezse, önemli çevresel cihazların, 5'e uygun olarak daha büyük gerilme değerleri için tasarımlandığı kanıtlanmalıdır.

Uygun tedbirlerle, (titreşim söndürücü veya diğerleri) çevredeki makinalardaki veya cihazlardaki aşırı titreşim gerilmesi güvenceye alınmalıdır. Bunlar için 4.8.6'ya uygun kabul edilebilir gerilmelerin uygulanması geçerlidir ("B" bölgesi veya üretici tarafından belirlenen daha düşük değer).

4.8.8 Doğrudan bağlı çevresel cihazlar için, şayet pistonlu makinaların üreticisinden 4.8.4 çerçevesinde garanti edilmiş ve 5 çerçevesinde kanıtlanmışsa, **TL** tarafından 4.8.5, 4.8.6 ve 4.8.7'de belirtilenden daha yüksek değer kabul edilebilir.

Bu husus, şayet ilgili üretici daha yüksek değeri garanti eder ve 5 çerçevesinde bunu kanıtlarsa, benzer şekilde etraftaki makinalar ve cihazlar için de geçerlidir.

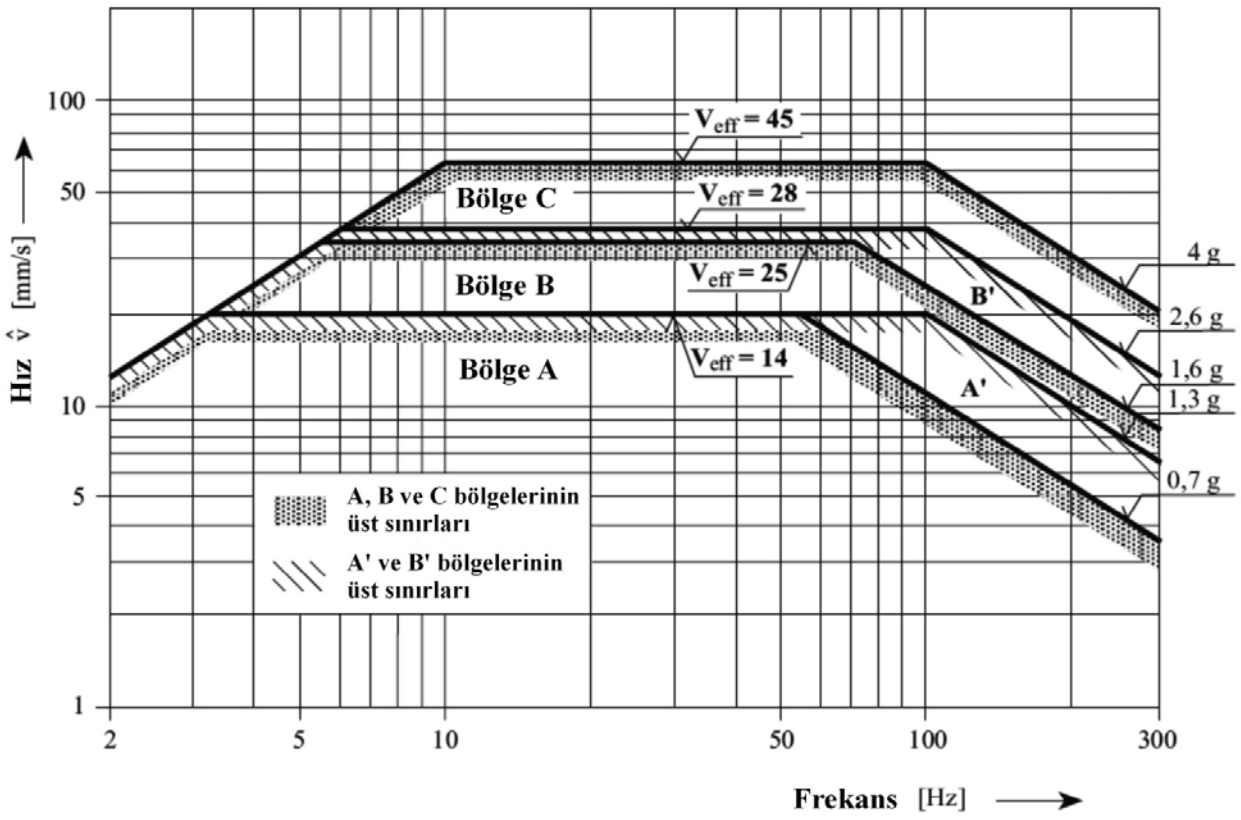
4.8.9 Dümen dairesinde veya baş itici bölmesinde bulunmaları nedeniyle yüksek titreşim gerilmelerinden etkilenen aletler, cihazlar ve elemanlar için, 4.8.2'den farklı olarak titreşim yükünün kabul edilebilirliğinin değerlendirilmesi, "B" bölgesinin sınırlarına göre tayin edilebilir. Böyle cihazların tasarımında, söz konusu yüksek zorlamalar göz önüne alınmalıdır.

4.9 İçten yanmalı makinalar için titreşim standartları

4.9.1 Bu bölümde yer alan titreşim standartları gücü 100 kW'dan büyük ve motor devri ise 3.000 devir/dakika veya daha büyük içten yanmalı makinalar içindir.

4.9.2 Yatakları üzerine metal metale katı bağlanmış düşük devirli içten yanmalı makinaların titreşimleri A ve B bölgelerine giriyorsa; izin verilen sınırlar içerisinde kaldığı düşünülür. Ancak bu yaklaşım gereği motor-yatak bağlantısında X ve Z eksenleri doğrultusunda harmonik hız ve ivmeye ait RMS etkin değeri Şekil 1.2 ve Tablo 1.7'de belirtilen değerleri aşmamalıdır.

4.9.3 Y ekseni doğrultusunda titreşim değerleri ölçülerek kontrol edilecekse (ör: enine yönde); A ve B bölgeleri için izin verilen değerler 1,4 kat artırılmalıdır.



Şekil 1.1 Titreşim yüklerinin belirlenmesi için bölgeler

Tablo 1.6 Titreşim yüklerinin belirlenmesinde bölgelere ait üst sınır değerler

Bölge	ŝ mm	V̂ mm/s	V_{eff} mm/s	â 9.80665 m/s
A	< 1	< 20	< 14	< 0,7
B	< 1	< 35	< 25	< 1,6
C	< 1	< 63	< 45	< 4,0
A′	< 1	< 20	< 14	< 1,3
B′	< 1	< 40	< 28	< 2,6

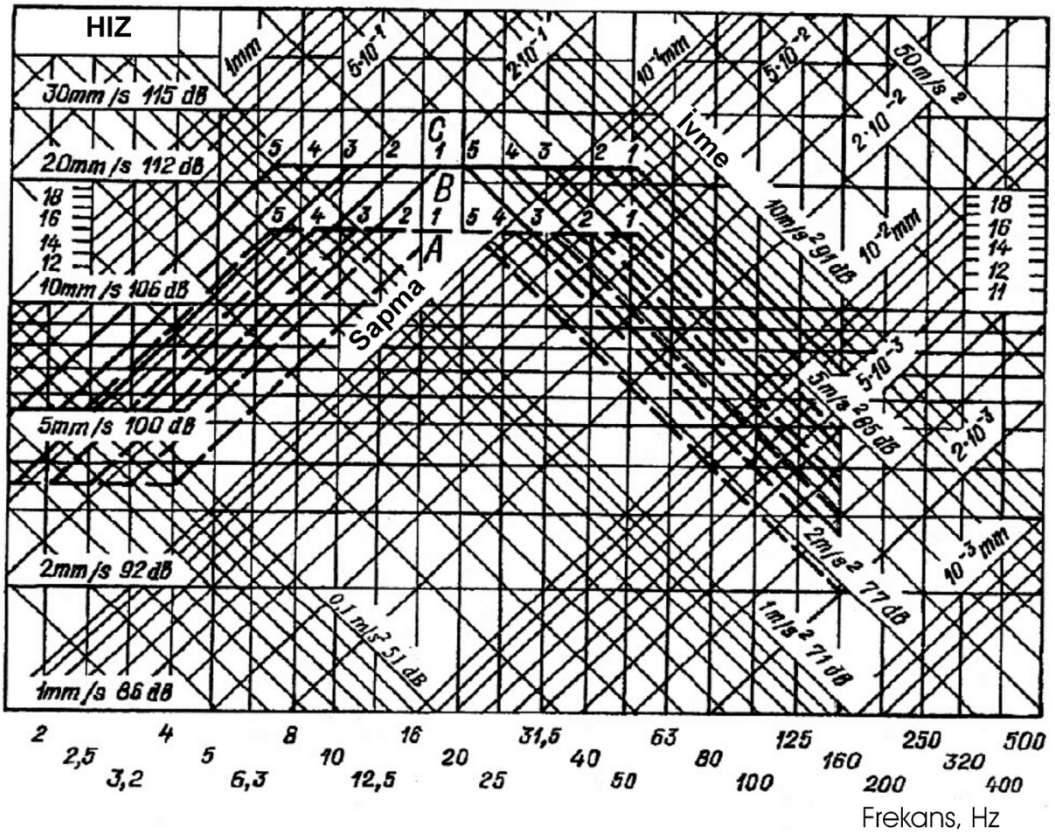
4.9.4 İçten yanmalı makinalar (orta devirli dizel motorlar, dizel jeneratörler) titreşim söndürücüler kullanılarak kendi yataklarına esnek bağlandıklarında; bu tür makina-yatak sisteminin X, Y ve Z eksenleri doğrultusunda A ve B bölgelerine giren titreşimleri için, Şekil 1.2 ve Tablo 1.7'de verilen üst sınır değerler 1,4 kat artırılır.

4.10 Dizel jeneratörler ve şaft jeneratörleri için titreşim standartları

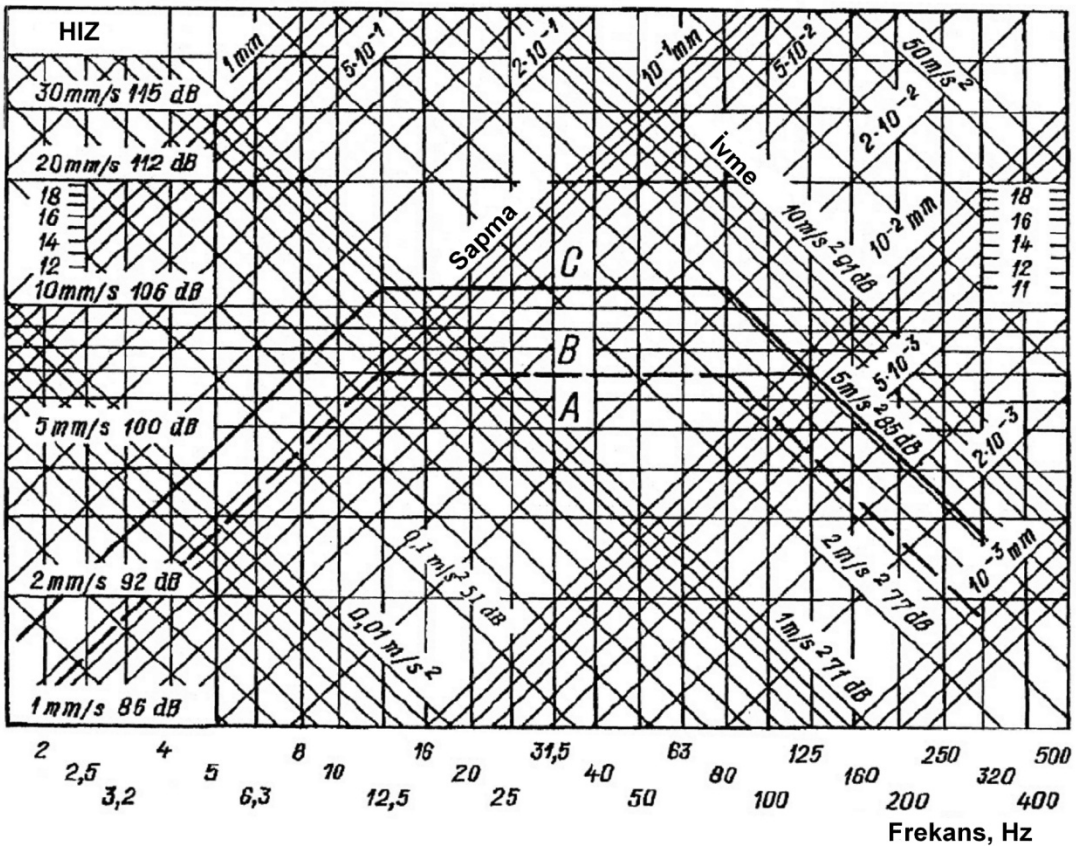
4.10.1 Güç kapasitesi 1.000 kW ve üzeri olan dizel jeneratörler ve şaft jeneratörlerinin harmonik hızı ve harmonik ivmesine ait RMS etkin değerleri Şekil 1.3 ve Tablo 1.8'de verilen sınır değerleri aşmıyorsa, A ve B bölgeleri çalışmalarına izin verilen güvenlikli bölgeler olacaktır.

4.10.2 Gücü 1.000 kW'dan küçük olan dizel jeneratörler ve şaft jeneratörlerinin titreşimleri için Şekil 1.3 ve Tablo 1.8'deki verilen A ve B bölgesi titreşim standartları 4 dB azaltılır.

4.10.3 Dizel jeneratörler veya şaft jeneratörleri titreşim söndürücülerin üzerine konularak yataklarına esnek bağlanırlarsa; titreşim standartları 2 kat artırılır.



Şekil 1.2 İçten yanmalı makinalar için titreşim standartları (strok boyu 1- 30 cm'den az, 2- 30~70 cm arası, 3- 71~140 cm arası, 4- 141~240 cm arası, 5- 240 cm'den büyük) - - - - A bölgesi üst sınırı, ------ B bölgesi üst sınırı



Şekil 1.3 Gücü 1.000 kW veya üzeri olan dizel jeneratörler ve şaft jeneratörleri için titreşim standartları

- - - - A bölgesi üst sınırı, ------ B bölgesi üst sınırı

Tablo 1.7 İçten yanmalı makinalar için titreşim standartları

Geometrik ortalama frekans 1/3 – oktav bantları Hz	Makinaların strok boyu, cm																			
	30'dan az				30 ile 70				71 ile 140				141 ile 240				240 üzeri			
	Titreşim hızı için izin verilen değerler																			
	A Bölgesi		B Bölgesi		A Bölgesi		B Bölgesi		A Bölgesi		B Bölgesi		A Bölgesi		B Bölgesi		A Bölgesi		B Bölgesi	
	mm/s	dB	mm/s	dB	mm/s	dB	mm/s	dB	mm/s	dB	mm/s	dB	mm/s	dB	mm/s	dB	mm/s	dB	mm/s	dB
1.6	4	98	5.6	101	4	98	5.6	101	4	98	5.6	101	4	98	5.6	101	4	98	5.6	101
2	4	98	5.6	101	4	98	5.6	101	4	98	5.6	101	4	98	5.6	101	4.5	99	6.3	102
2.5	4	98	5.6	101	4	98	5.6	101	4	98	5.6	101	4.6	99	6.3	102	5.6	101	8.0	104
3.2	4	98	5.6	101	4	98	5.6	101	4.5	99	6.3	102	5.6	101	8.0	104	7.1	103	10	106
4	4	98	5.6	101	4.5	99	6.3	102	5.6	101	8.0	104	7.1	103	10	106	8.9	105	12.5	108
5	4.5	99	6.3	102	5.6	101	8.0	104	7.1	103	10	106	8.9	105	12.5	108	11	107	16	110
6.3	5.6	101	8.0	104	7.1	103	10	106	8.9	105	12.5	108	11	107	16	110	14	109	20	112
8	7.1	103	10	106	8.9	105	12.5	108	11	107	16	110	14	109	20	112	16	110	22	113
10	8.9	105	12.5	108	11	107	16	110	14	109	20	112	16	110	22	113	16	110	22	113
12.5	11	107	16	110	14	109	20	112	16	110	22	113	16	110	22	113	16	110	22	113
16	14	109	20	112	16	110	22	113	16	110	22	113	16	110	22	113	16	110	22	113
20	16	110	22	113	16	110	22	113	16	110	22	113	16	110	22	113	16	110	22	113
25	16	110	22	113	16	110	22	113	16	110	22	113	16	110	22	113	12.5	108	18	111
31.5	16	110	22	113	16	110	22	113	16	110	22	113	12.5	108	18	111	10	106	14	109
40	16	110	22	13	16	110	22	113	12.5	108	18	111	10	106	14	109	8	104	11	107
50	16	110	22	113	12.5	108	18	111	10	106	14	109	8	104	11	107	6.3	102	8.9	105
63	12.5	108	18	111	10	106	14	109	8	104	11	107	6.3	102	8.9	105	5	100	7.1	103
80	10	106	14	109	8	104	11	107	6.3	102	8.9	105	5	100	7.1	103	4	98	5.6	101
100	8	104	11	107	6.3	102	8.9	105	5	100	7.1	103	4	98	5.6	101	3.2	96	4.5	99
125	6.3	102	8.9	105	5	100	7.1	103	4	98	5.6	101	3.2	96	4.5	99	2.5	94	3.6	97
160	5	100	7.1	103	4	98	5.6	101	3.2	96	4.5	99	2.5	94	3.6	97	2	92	2.8	95

4.11 Pompalar için titreşim standartları

4.11.1 Harmonik hızı ve harmonik ivmesine ait RMS etkin değerleri Şekil 1.4 ve Tablo 1.9'da verilen sınır değerleri aşmayan pompaların titreşimi A ve B bölgelerine rastlıyorsa; izin verilen güvenlikli bölgede çalıştıkları düşünülür.

4.11.2 Pompalar titreşim söndürücülerin üzerine konularak yataklarına esnek bağlanırsa; A ve B bölgeleri için tanımlanan titreşim standartlarının izin verilen değerleri 1,4 kat artırılır.

4.12 Merkez kaç ayrıştırıcılar (santrifüj seperatörler) için titreşim standartları

4.12.1 Harmonik hızı ve harmonik ivmesine ait RMS etkin değerleri Şekil 1.5 ve Tablo 1.9'da verilen sınır değerleri aşmayan merkezkaç ayrıştırıcıların titreşim değerleri A ve B bölgelerine rastlıyorsa; izin verilen güvenlikli bölgede çalıştıkları düşünülür.

4.12.2 Merkezkaç ayrıştırıcıların titreşim söndürücü veya darbe emiciler ile esnek bağlanmaları durumunda titreşim standartları dikkate alınarak belirtilir.

4.13 Ölü (inert) gaz sistemindeki gaz üfleçleri ve fanlar için titreşim standartları

4.13.1 Ölü gaz sisteminde yer alan gaz üfleçleri ile fanların çalışmaları sırasında yaptıkları titreşim hareketinde harmonik hız ve harmonik ivmeye ait RMS etkin değerleri Şekil 1.6 ve Tablo 1.9'da gösterilen A ve B bölgesi sınır değerleri aşmıyorsa; izin verilen güvenlikli bölgede çalıştıkları düşünülür.

4.13.2 Gaz üfleçleri ve fanların titreşim söndürücü veya darbe emiciler ile esnek bağlanmaları durumunda titreşim standartları dikkate alınarak belirtilir. Gaz üfleçleri ve fanlar metal metale oynamaz şekilde katı bağlanırsa; uygulanacak kural istekleri bu bölümde verilmiştir.

4.14 Pistonlu hava kompresörleri için titreşim standartları

4.14.1 Harmonik hızı ve harmonik ivmesine ait RMS etkin değerleri Şekil 1.7 ve Tablo 1.10'da verilen sınır değerleri aşmayan pistonlu kompresörlerin titreşim değerleri A ve B bölgelerine rastlıyorsa; izin verilen güvenlikli bölgede çalıştıkları düşünülür.

Tablo 1.8 Gücü 1.000 kW ve üzeri olan dizel jeneratör, şaft jeneratörleri ve turbo jeneratörler için titreşim standartları

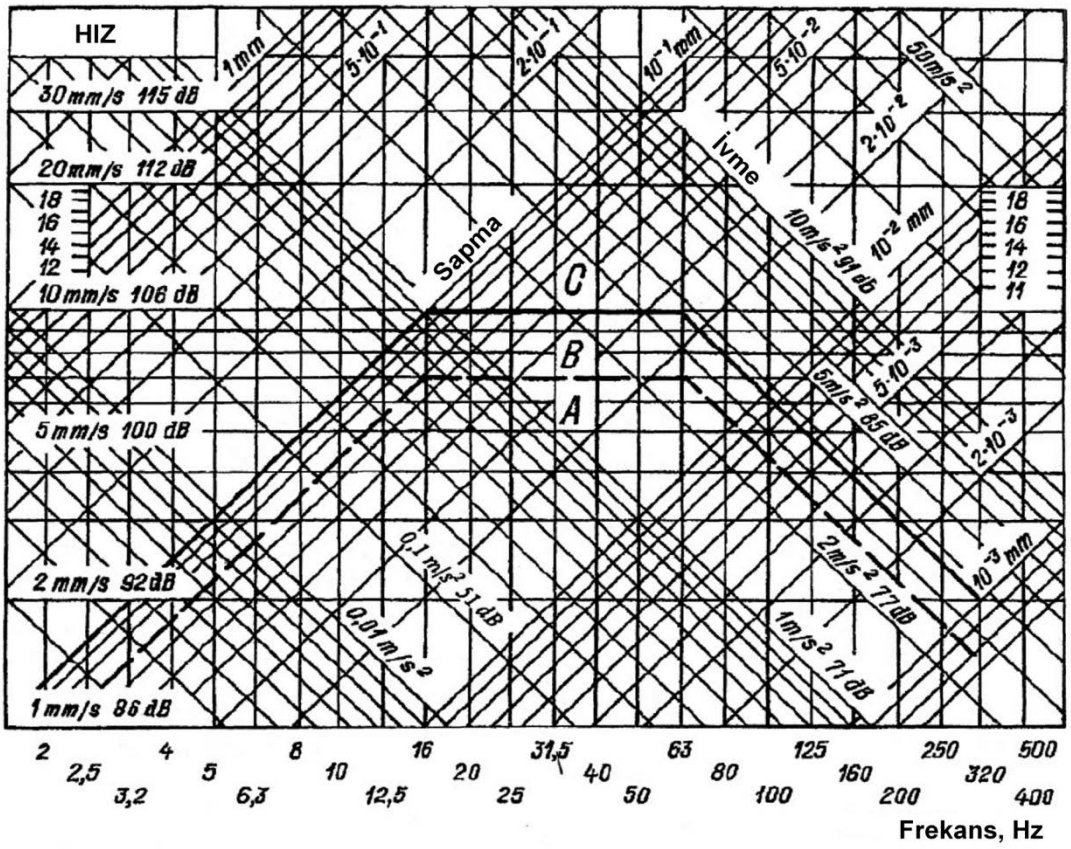
Geometrik ortalama frekansı 1/3-oktav bantları HZ	İzin verilen değer			
	A Bölgesi		B Bölgesi	
	mm/s	dB	mm/s	dB
1.6	1	86	1.6	90
2	1.3	88	1.9	92
2.5	1.5	90	2.4	94
3.2	1.9	92	3	96
4	2.3	93	3.7	97
5	2.9	95	4.6	99
6.3	3.6	97	5.7	101
8	4.5	99	7.1	103
10	5.6	101	8.9	105
12.5	7	103	11	107
16	7	103	11	107
20	7	103	11	107
25	7	103	11	107
31.5	7	103	11	107
40	7	103	11	107
50	7	103	11	107
63	7	103	11	107
80	7	103	11	107
100	5.6	101	8.9	105
125	4.5	99	7.1	103
160	3.6	97	5.7	101
200	2.9	95	4.6	99
250	2.3	93	3.7	97
320	1.9	92	3	96

4.14.2 Kompresörler titreşim söndürücülerin üzerine konularak yataklarına esnek bağlanırsa; A ve B bölgeleri için titreşim standartları 4 dB artırılır.

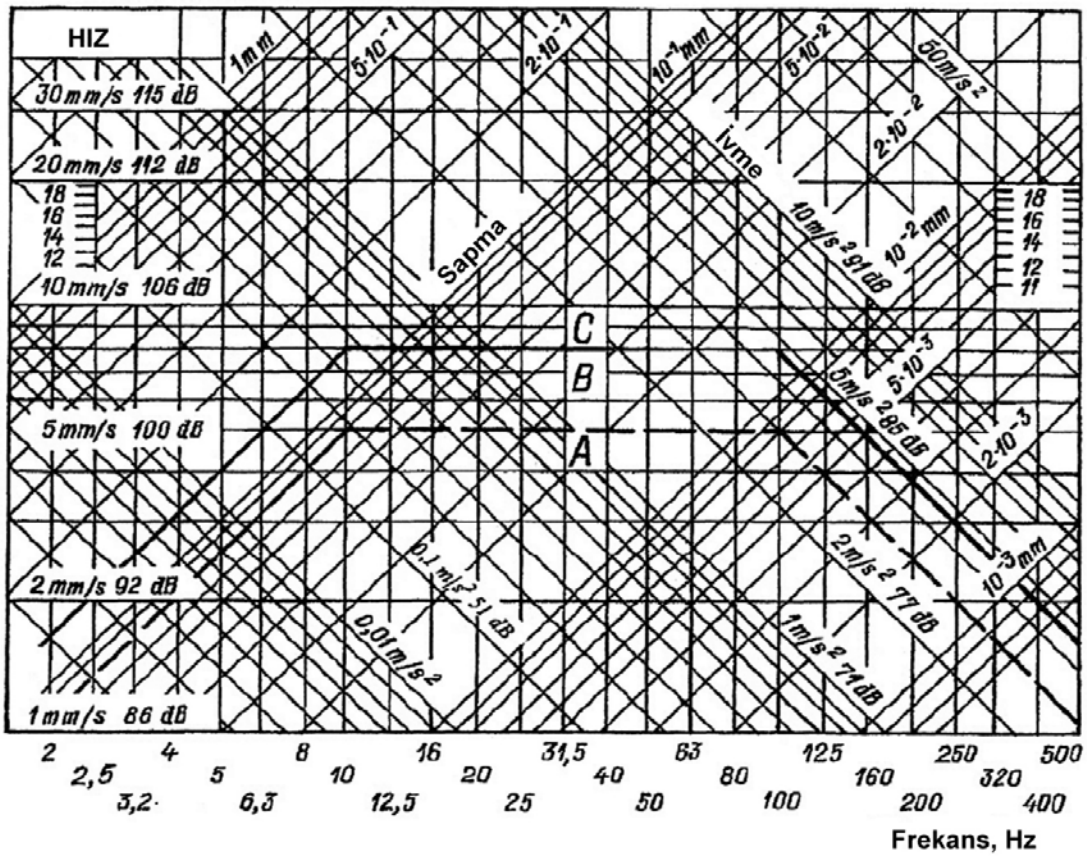
5. Kanıtlamalar

5.1 Titreşim gerilmesinin daha yüksek değeri, 4.8.4, 4.8.7 ve 4.8.8 çerçevesinde **TL** tarafından kabul edilebilir olarak tanınması isteniyorsa, bu takdirde bunun için üreticinin veya teslim edenin kabul edilebilir değerinin bağlayıcı güvencesi normal olarak yeterli olur.

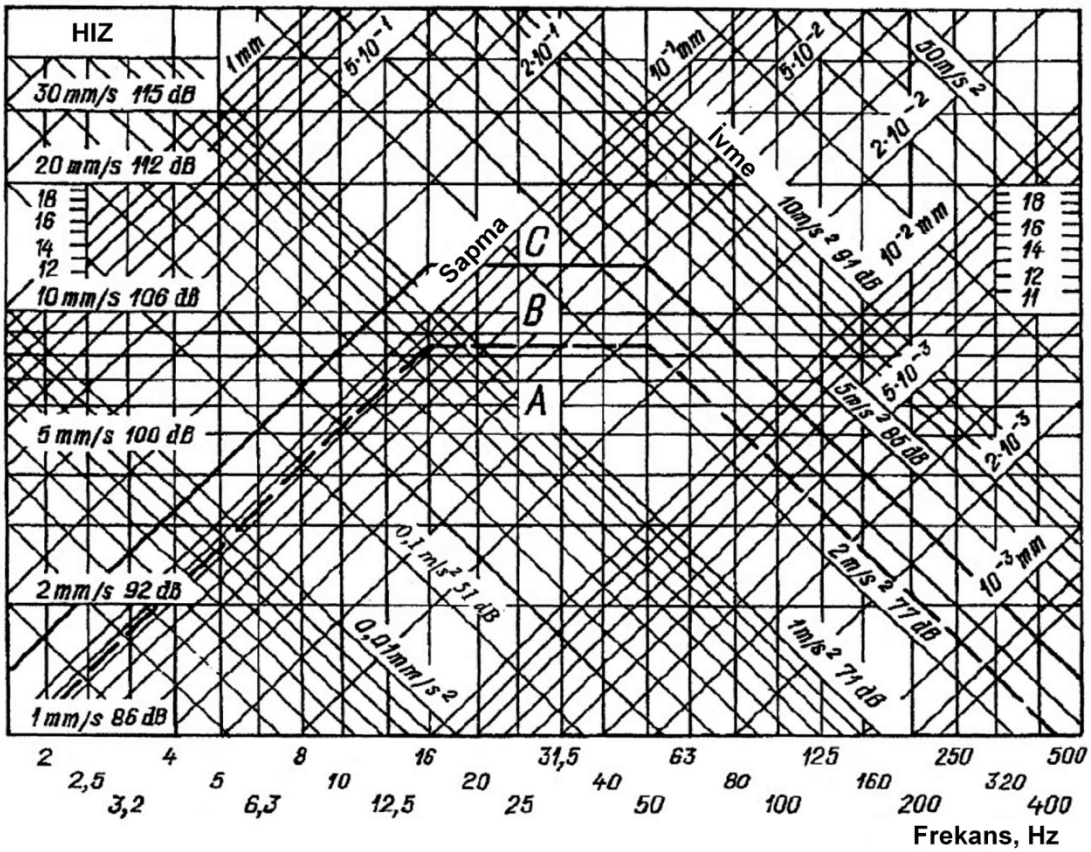
5.2 **TL** sebep gösterilen durumlarda ayrıntılı kanıtlar (hesaplar, tasarıma ilişkin dokümanlar, ölçüler, vs.) isteme hakkını saklı tutar.



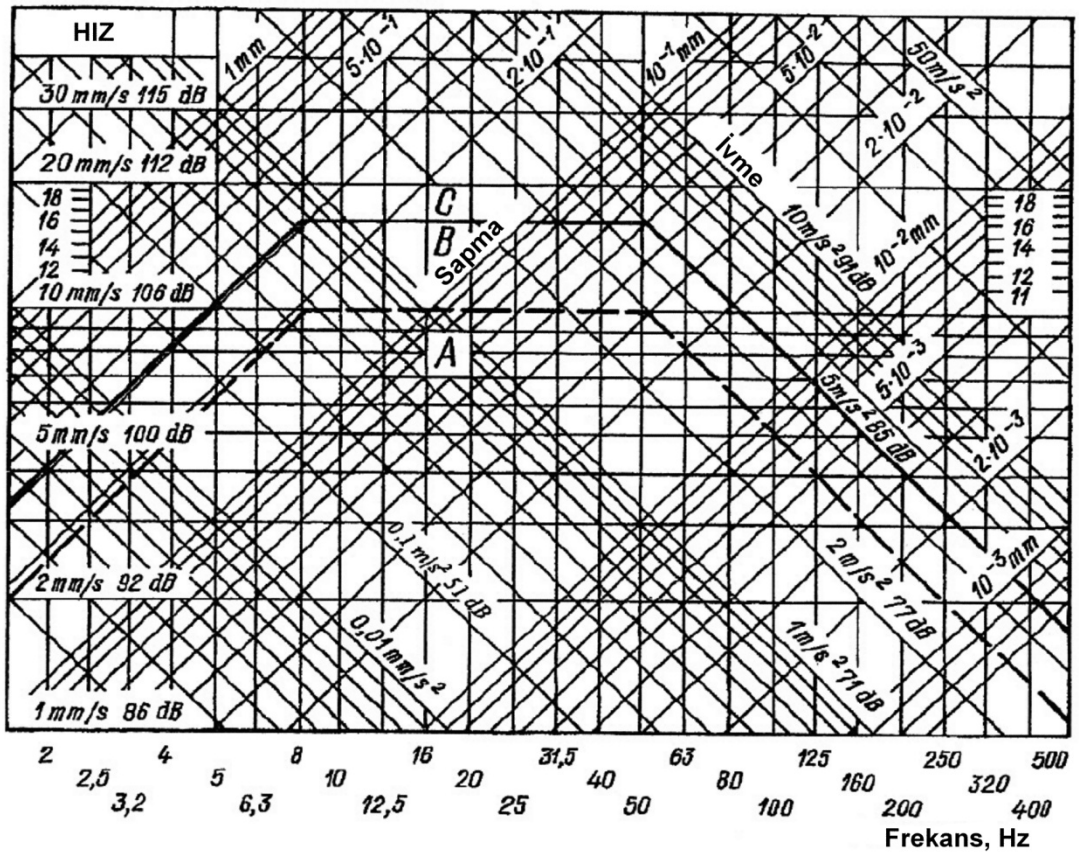
Şekil 1.4 Pompalar için titreşim standartları - - - - A bölgesi üst sınırı, ------ B bölgesi üst sınırı



Şekil 1.5 Merkezkaç ayrıştırıcılar için titreşim standartları - - - - A bölgesi üst sınırı, ------ B bölgesi üst sınırı



Şekil 1.6 Fanlar için titreşim standartları - - - - A bölgesi üst sınırı, ------ B bölgesi üst sınırı



Şekil 1. 7 Pistonlu kompresörler için titreşim standartları, - - - - A bölgesi üst sınırı, ------ B bölgesi üst sınırı

Tablo 1.9 Pompalar, merkezkaç kompresörler ve fanlar için titreşim standartları

Geometrik ortalama frekans 1/3 – oktav bantları Hz	Pompalar				Merkez kaç ayrıştırıcılar (santrifüj seperatörler)				Fanlar			
	Titreşim hızı için izin verilen değerler											
	A Bölgesi		B Bölgesi		A Bölgesi		B Bölgesi		A Bölgesi		B Bölgesi	
	mm/s	dB	mm/s	dB	mm/s	dB	mm/s	dB	mm/s	dB	mm/s	dB
1.6	1	86	1	86	1	86	1.3	88	1	86	1.3	88
2	1	86	1.2	88	1	86	1.6	90	1	86	1.6	90
2.5	1.1	87	1.4	89	1.3	88	2	92	1.3	88	2	92
3.2	1.4	89	2	92	1.6	90	2.5	94	1.6	90	2.5	94
4	1.7	91	2.5	94	2	92	3.2	96	2	92	3.2	96
5	2.2	93	3.3	96	2.5	94	4	98	2.6	94	4	98
6.3	2.7	95	4	98	3.2	96	5	100	3.3	96	5	100
8	3.5	97	5	100	4	98	6.4	102	4.1	98	6.4	102
10	4.3	99	6.3	102	5	100	8	104	5.2	100	8	104
12.5	5.5	101	8	104	5	100	8	104	6.7	103	10.3	106
16	7	103	10	106	5	100	8	104	8.5	105	13	108
20	7	103	10	106	5	100	8	104	8.5	105	13	108
25	7	103	10	106	5	100	8	104	8.5	105	13	108
31.5	7	103	10	106	5	100	8	104	8.5	105	13	108
40	7	103	10	106	5	100	8	104	8.5	105	13	108
50	7	103	10	106	5	100	8	104	8.5	105	13	108
63	7	103	10	106	5	100	8	104	6.7	103	10.3	106
80	5.5	101	8	104	5	100	8	104	5.2	100	8	104
100	4.3	99	6.3	102	5	100	8	104	4.1	98	6.4	102
125	3.5	97	5	100	4	98	6.4	102	3.3	96	5	100
160	2.7	95	4	98	3.2	96	5	100	2.6	94	4	98
200	2.2	93	3.3	96	2.5	94	4	98	2	92	3.2	96
250	1.7	91	2.5	94	2.	92	3.2	96	1.6	90	2.5	94
320	1.4	89	2	92	1.6	90	2.5	94	1.3	88	2.	92
400	-	-	-	-	1.3	88	2	92	1	86	1.6	90
500	-	-	-	-	1	86	1.6	90	1	86	1.3	88

5.3 "Tip Testlerinin Yapılması ile İlgili Kurallar -1 Elektrik / Elektronik Teçhizat, Bilgisayar ve Bilginin Alındığı veya Verildiği Kısımdaki Teçhizatların Tip Testlerinin Yapılması ile ilgili kurallara göre yapılan Tip Testlerinde test edilen, titreşim yükleri kabul edilebilir.

5.4 Uzun süreli arızasız bir çalışma, öngörülen kabul edilebilirliğin ve çalışma güvenliğinin yeterli kanıtı olarak **TL** tarafından tanınabilir.

5.5 Herhangi bir pistonlu makina tarafından meydana getirilen titreşimin spektrum şiddetinin gerekli kanıtları bakımından **TL**'na karşı esas olarak pistonlu makina üreticisi sorumludur.

6. Malzeme ve Kaynak

6.1 **TL** Kısım 2 ve 3, Malzeme ve Kaynak kurallarında konu edilen tüm elemanlar Malzeme Kuralları'ndaki kuralları karşılamalıdır

Kaynaklı elemanların yapımı, işyeri yeterliliğinin onayı ve kaynakçıların sınavı "Kısım 3- Kaynak Kuralları"ndaki kurallara tabidir.

6.2 Makina ve donanıma ait parçaları ister dökme demirden olsun ister dövme çelikten veya kaynakla birleştirilmiş çelik parçalarından üretilmiş olsun, ısıl işlem uygulanarak üretilmiş olmak zorundadır.

7. Makina Dairesinden / Odalarından Kaçış Yolları

7.1 Merdiven, koridor, kapı ve kapaklar dahil, makinaların bulunduğu yerlerden kaçış için kullanılan yollar aksi belirtilmediği sürece; filika ve cankurtaran salının bulunduğu güverte noktasına kadar ulaşmalıdır (bkz. Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 21).

8. Ölçme, Denemeler ve Belgelendirme

8.1 Madde 2.8.5'den 2.8.7'ye kadar verilen ilave şartlara da uyan 100 kW'ın üzerinde bir güce sahip yalnız pistonlu makinalar için kural olarak ölçü tekniğine dayanan bir kanıtlama istenir. Gerekli durumlarda **TL** daha küçük güçler için de ölçü tekniğine dayalı kanıtlar isteyebilir.

Tablo 1.10 Pistonlu hava kompresörleri için titreşim standartları

Geometrik ortalama frekans 1/3-oktav bantları HZ	İzin verilen değer			
	A Bölgesi		B Bölgesi	
	mm/s	dB	mm/s	dB
1.6	2	92	3.2	96
2	2.5	94	4	98
2.5	3.1	96	5.1	100
3.2	4	98	6.4	102
4	5	100	38	104
5	6.2	102	10	106
6.3	7.9	104	12.5	108
8	10	106	16	110
10	10	106	16	110
12.5	10	106	16	110
16	10	106	16	110
20	10	106	16	110
25	10	106	16	110
31.5	10	106	16	110
40	10	106	16	110
50	10	106	16	110
63	7.9	104	12.5	108
80	6.2	102	10	106
100	5	100	8	104
125	4	98	6.4	102
160	3.1	96	5.1	100
200	2.5	94	4	98
250	2	92	3.2	96
320	1.6	90	2.5	94
400	1.3	88	2.1	92
500	1	86	1.6	90

8.2 Ölçmeler esas itibariyle çalışma yerinde gerçek işletme şartlarında yapılmalıdır. Pistonlu makinaların verdiği güç, kanıtlama esnasında anma değerinin %80 inden daha az olamaz. Muhtemel mevcut rezonans belirtilerini kaydetmek için mümkün olabilen bütün devir sayılarını kapsayacak şekilde ölçme yapılmalıdır.

8.3 Ölçü tekniğine uygun kanıtlama olarak, **TL**, çalışma yerinde olmayan (örneğin test yerindeki denemeler) veya çalışma yerinde olup bununla beraber farklı çalışma şartları altında yapılan ölçmeleri sonuçların uygunluğunu kanıtlamak şartıyla kabul edebilir.

Alışılagelmiş yapıdaki elastik yataklanmış pistonlu makinalarda kural olarak sonuçların uyumluluğu kabul edilir.

Pistonlu makinanın elastik yataklanamaması halinde, bir uyumluluk için esas şartlar (benzer temel yapısı, benzer yerleşim ve devrelerin kumandası, vs.) sağlanıyorsa bu takdirde de sonuçların uyumluluğu kabul edilebilir.

8.4 Pistonlu makinaları etkileyen veya bunlardan doğan titreşim gerilmesinin belirlenmesi için, kural olarak en yüksek titreşim gerilmesi değerinin yeri göz önüne alınmalıdır. Şekil 1.8'de pistonlu sıra motor için kural olarak gerekli ölçüm yerleri gösterilmiştir. Ölçme, üç boyutun hepsinde yapılmalıdır. Bütün ölçme noktalarının hepsinin bir arada alınmasından gerekli hallerde vazgeçilebilir.

8.5 Ölçme cihazları olarak, ölçme hassasiyeti dikkate alınmak koşuluyla ölçülen değerlerin kademelerini doğrulukla veren, mekanik ölçü aletleri kullanılabilir.

Normal olarak, frekans alanı en az 2'den 300 Hz'e kadar olan doğrultu seçici, doğrusal ölçü algılayıcıları kullanılmalıdır. Doğrusal olmayan ölçü algılayıcıları, davranış karakteristiğini dikkate almak koşuluyla ölçme değerleri uyduğu takdirde aynı şekilde kullanılabilir.

Son derece yavaş çalışan pistonlu makinalarda 0,5 den 2 Hz'e kadar olan alanda da ölçme gerekli olabilir. Böyle ölçmelerin sonuçları, söz konusu alan içinde 2.8'e uygunluğu değerlendirilmeyebilir.

8.6 En büyük gerilmelerin görüldüğü ölçme yerleri için ölçme protokolleri, bir değerlendirme tablosu ile beraber **TL**'na sunulur.

Gerilmeler, en büyük titreşim veya torsiogramın/ osilogramın ilgili kesitinden ölçülen gerilme genliklerinden belirlenir.

Birçok sıra titreşimden meydana gelen toplam gerilmeler tahmin edilirken cihaz parametreleri kullanılır.

8.7 Serbest titreşim rezonans frekansı ölçüm değerleri tasarım değerlerinden %5 daha farklı olamaz. Aksi halde hesapların yenilenerek düzeltilmesi gerekir.

8.8 Yeni inşa edilen gemiler veya tamirden çıkmış gemilerin makina ve donanımına ait titreşim düzeyleri A bölgesi için tanımlanan üst sınırın üzerine çıkmamalıdır. Bunun gerekçesi; makinaların ve donanımın titreşim kuvvetlerine dayanımını ve çalışma güvenliğini bozacak sınırları aşmamaktır.

Uzun süredir serviste bulunan gemiler için, makinalar ve donanıma ilişkin titreşim seviyesi B bölgesi için tanımlanan üst sınırın üzerine çıkmamalıdır. Bunun gerekçesi; makinaların ve donanımın titreşim kuvvetlerine dayanımını ve çalışma güvenliğini bozacak sınırları aşmamaktır.

8.9 Titreşim ölçüm değerleri izin verilen seviyeyi aşmayacaktır. Makina ve donanımın titreşim seviyeleri geminin hem dururken hem de tam yola kadar tüm hızlarda ileri hareketi sırasında öngörülen standart değerleri aşmayacaktır.

Titreşimlerin belirlenmiş standart değerleri aştığı yerlerde; titreşimleri izin verilen sınırlar içerisine çekebilmek için analizler ve çözümler ancak **TL** sörveyörünün onayından sonra uygulanacaktır.

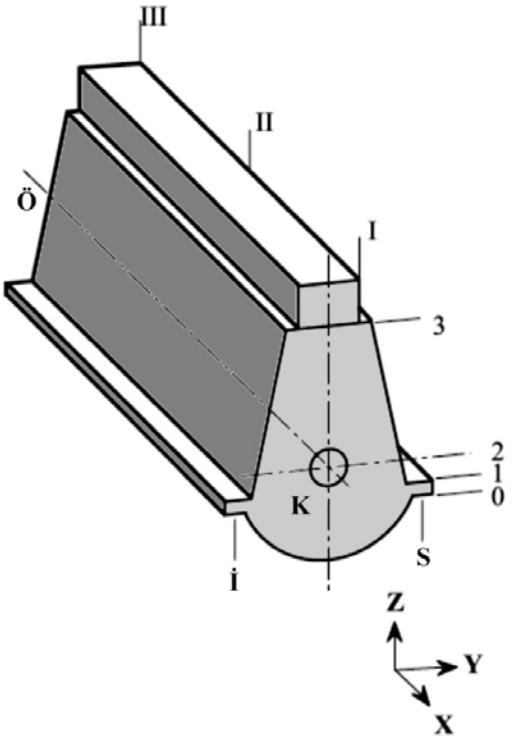
8.10 Öngörülen standartları aşan titreşim hızları, eğer geçici olup, eriştikleri değerlerde sürekli kalmıyorlarsa; **TL**'nun onayı alındıktan sonra bu bölgede çalışmaya izin verilir.

Mevcut standartların uygulanmasının iptali için her durum için ayrı ayrı olmak üzere, ancak **TL**'nun özel izni gereklidir.

8.11 Makine ve bileşenlerinin parçaları, yapısal ve malzeme testlerine, basınç ve sızma testlerine, denemelere tabi tutulacaktır. Aşağıda bahsedilen bütün testler **TL** gözetiminde gerçekleştirilmelidir.

8.12 Seri halinde üretilen parçalar için belirtilen testler yerine, **TL**'nca aynı değerde tanınan, **TL**'nun görüşü alınarak, diğer test metotları uygulanabilir.

8.13 **TL** test kapsamını gerektiği hallerde genişletme ve bu parçaları, kurallarda istenmemiş olsa bile bir testten geçirme hakkını saklı tutar.



Ölçüm yapılan taraf	İ	Kavrama flencinden ileri bakılınca iskele tarafı
	S	Kavrama flencinden ileri bakılınca sancak tarafı
Ölçüm yapılan yükseklik	0	Yatak
	1	Ayak üstü
	2	Krank mili yüksekliği
	3	Motor bloğu üst noktası
Ölçüm noktasının motor boyunca yeri	I	Kavrama / kıç taraf (K)
	II	Motorun ortası
	III	Ön taraf (Ö)

Şekil 1.8 Sıralı pistonlu motorların şematik görünüşü

8.14 Test edilmesi zorunlu olan parçalar, ancak testten geçirilmiş parçalarla yer değiştirebilirler.

8.15 Ana ve yardımcı makinaların gemiye montajından sonra makina tesislerinin işlerliği, ilgili yardımcı teçhizatlarla beraber gözden geçirilir. Yapımcıda **TL**'nun gözetiminde yeterli deneme yapılmamış ise, bütün güvenlik teçhizatı denenir.

İlave olarak, olanaklar elverdiğince ana sevk sistemi, öngörülen çalışma şartlarında bir seyir tecrübesi esnasında ayrıntılı denemeye tabi tutulur.

9. Korozyona Karşı Korunma

Korozyona maruz parçalar, korozyondan korunmak için korozyona dayanıklı malzemelerden üretilmeli veya korozyona karşı etkili bir koruyucu uygulanmalıdır (bkz. Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 22)

10. Makinaların Çalıştırılabilirliği / Kullanılabilirliği

10.1 Geminin makina donanımı, gemiyi "Ölü Gemi" durumundan kendi imkânları ile harekete geçirebilecek şekilde düzenlenmeli ve donatılmalıdır.

"Ölü Gemi" durumundan, elektrik üretimi de dâhil bütün makina donanımının devre dışı olduğu ve ilk hareket havası, akümülatörden temin edilen ilk hareket akımı, vs. gibi yardımcı enerjilerle ana makinaların devreye alınmasının ve ana elektrik enerjisi üreticilerinin tekrar çalıştırılmasının mümkün olmadığı anlaşılmalıdır.

"Ölü Gemi" durumundan çıkılabilmesi için, aynı anda tüm acil durum ihtiyaçların karşılanacağının garanti edilmesi halinde, acil durum jeneratörün kullanılmasına müsaade edilir.

10.2 “Ölü Gemi“ durumunda, sevk sistemi ve gerekli tüm yardımcı makinaların 30 dakikalık bir süre içinde tekrar çalıştırılması mümkün olmalıdır (Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 3.C’ye bakınız).

11. Kumanda ve Ayar Donanımı

11.1 Makina donanımı, yapımcının öngördüğü işletme koşullarının korunması için, çalıştırma talimatlarına uygun olarak kumanda edilebilecek şekilde donatılmalıdır.

11.1.1 Ana makina ve işletim için temel oluşturan sistemlerin kontrol donanımı için Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 9, B.3’e bakınız.

11.2 Ayar ve kumanda teçhizatına, elektrikli, havalı veya hidrolik enerji temin eden sistemdeki düşüş veya istenmeyen dalgalanma esnasında veya bir ayar veya kumanda zinciri içindeki bir kesilmede garanti edilecek

hususlar aşağıda verilmiştir:

- Teçhizatın, ayar edilen çalışma durumunda kalması veya eğer gerekli ise, çalışmayı mümkün olduğu kadar çok az saptıracak bir duruma gelmesi, (hata güvenliği durumu),

- Ayarlanan veya kumanda edilen makinaların devir sayılarının veya verdikleri gücün yükselmemesi,

- İstenmeyen bir harekete geçme olayına sebebiyet verilmemesi.

11.3 Elle çalıştırma

İletme önemi olan otomatik çalışmaya ayarlı veya uzaktan kumandalı her tesis, el ile ve tesisin bulunduğu yerden çalıştırılabilmelidir.

12. Sevk Sistemi

12.1 Manevra donanımı

Sevk donanımına ait her kumanda yerinin nasıl donatılacağı aşağıda belirtilmiştir:

- Sevk donanımı bütün çalışma kademeleri için ayarlanabilecek,

- Geminin gidiş yönü değiştirilebilecek,

- Sevk ünitesi veya pervane şaftı durdurulabilecek.

12.2 Uzaktan kumandalar

Ana sevk donanımının köprüden kumandası için Kısım 4-1, Otomasyon, Bölüm 5, A.2'deki kurallar geçerlidir.

12.3 Şaft ve ana makina sayısı birden fazla olan sistemler

Bir ana makinanın çalışmaması durumunda, geri kalan makinalarla gerektiğinde basit bir değiştirme olanağı ile geminin yürütülmesi sağlanmalıdır.

Birden fazla şaftlı sistemlerde, durdurulmuş olan şaftın gemi hareketi nedeniyle dönmesini önlemek için kilitleme tertibatı olmalıdır.

13. Döndürme Mekanizmaları (Torna Çark)

13.1 Makina donanımı uygun yeterli şekilde boyutlandırılmış bir (torna çark) döndürme mekanizması ile donatılmalıdır.

13.2 Döndürme mekanizmaları kendinden kilitlemeli olmalı ve elektrik motorları ise uygun bir frenleme sistemi ile durdurulmalıdır.

13.3 Döndürme mekanizmasının devrede olması halinde sevk donanımının ve yardımcı tahrik ünitelerinin çalışmasını önlemek için kendinden çalışabilen bir kilitleme donanımı ile güvenlik sağlanacaktır. Elle çalışan döndürme mekanizmalarında alternatif olarak, ikaz düzenleri kullanılabilir.

14. Çalıştırma ve Bakım Yönergeleri

14.1 Döndürme mekanizmasının devrede olması halinde sevk donanımının ve yardımcı tahrik ünitelerinin çalışmasını önlemek için kendinden çalışabilen bir kilitleme donanımı ile güvenlik sağlanacaktır. Elle çalışan döndürme mekanizmalarında alternatif olarak, ikaz düzenleri kullanılabilir.

Ek olarak, kazanların çalıştığı yerde, kazan ve brülörler için en önemli kullanma talimatlarını içeren ve net olarak okunabilir bir yazı levhası bulunur.

15. Makina Parçalarının İşaretlenmesi ve Etiketlenmesi

Hatalı devreye sokma veya gereksiz çalıştırmadan geniş ölçüde kaçınmak için, makina tesisinin ilk bakışta çalışma şekli bilinmeyen bütün kısımları yeterince işaretlenmeli ve tabelalarla tanıtılmalıdır.

16. Yakıtlar

16.1 Makinalar ve kazanlar için gerekli yakıtların alevlenme/parlama noktaları **(2)** 60°C'ın altında olamaz.

---

(2) *Burada önemli olan kapalı kapta 60°C'a kadar alevlenme noktasının belirlenmesidir.*

Bununla birlikte acil jeneratörleri tahrik eden makinalarda parlama noktası 60°C'ın altında olan yakıtlar kullanılabilir fakat parlama noktası 43°C'dan daha düşük yakıtların kullanılması gemilerde kabul edilemez.

16.2 Gemilerin sınırlı bölgelerde sefer yapması veya **TL**'dan onaylı güvenlik tedbirlerinin alınmış olması gibi özel hallerde, alevlenme noktası 43°C ile 60°C arasında olan yakıtlar da kullanılabilir. Bu durumda, yakıtın bulunduğu veya kullanıldığı ortam sıcaklıklarının, alevlenme noktasının daima 10°C altında olması şarttır.

16.3 Parlama noktası 43°C'ın altında olan yakıtların gemilerde kullanılabilmesi için, yakıt tanklarının makina dairesi dışına yerleştirilmesi gereklidir ve devre kuruluş düzenlemeleri için **TL** özel onayı alınmalıdır.

16.4 Geminin yükü olan gaz şeklindeki yakıtların kullanılması için Kısım 10, Sıvılaştırılmış Gaz Tankerleri'ne ait kurallar göz önüne alınır.

17. Soğutma Tesisleri

Soğutma odaları veya soğutma tesisleri için kalite güvence belgesi/sertifikası veya soğutma tesisi sertifikasına sahip olmayan soğutma tesislerine bu bölümde yer alan kural istekleri uygulanacaktır.

17.1 Kuralların uygulanabilmesi için soğutma tesisinin gemiye kalıcı olarak yerleştirilmiş olması ve geminin bir parçası olması gerekir.

17.2 Soğutma tesisleri **TL** Sörveyörünün gözetim ve denetimi altında ve onayıyla inşa edilecektir.

17.3 Grup 1 soğutucuları, insan sağlığına zararı olmadığı kanıtlanmış, tutuşmaz ve yanmaz özelliğe sahip R22 **(3)**, R134a, R404A, R407A, R407B, R407C, R410A ve R507 gibi soğutuculardan biri olması koşuluyla gemilerde kullanımına onay verilir.

17.4 Grup 2 soğutucular her ne kadar zehirli ve asitli olarak tanımlanabilseler de veya havayla hacimsel olarak en az %3,5 oranında karıştığında dahi tutuşabilmesi için hala az bir güvenlik payına sahip R717, Amonyak ve Amonyum gibi sıvılaştırılmış gazların gemilerde kullanılmasına onay verilir.

Amonyum buharı soğutma tesislerinde kullanılmayacaktır. Ek olarak bayrak devleti tarafından Amonyum kullanımına izin verilmeyen gemilerde kullanılmayacaktır.

17.5 Grup 3 soğutucuları havayla hacimsel olarak %3,5'dan daha az karışması halinde patlama riski taşıyan sıvı veya gazların gemilerde kullanımına onay verilmez. Ancak Etan ve Etilen gibi sıvılaştırılmış gazların gemilerde kullanımına **TL** özel izin verebilir.

17.6 Bayrak devleti tarafından uygun bulunması kaydıyla, soğutma tesislerinde kullanılan soğutucuların yedek tüpler veya özel korunaklı tanklar içerisinde depolanmasına ve bu haliyle gemide yedekleme amaçlı bulundurulmasına izin verilir.

17.7 Soğutucuların konulduğu tüpler dolum yerleri (ağızları) yukarı gelecek şekilde, uygun pozisyonda bulundurulacakları yere zincirlenerek bağlanacaktır ve aşırı ısınmalara karşı koruma düzeni sağlanacaktır. Soğutucu tüpleri sadece bu iş için ayrılan, özel olarak düzenlenmiş ve iyi havalandırılan bölmelere ya da soğutucu/dondurucu odalara konulabilir.

17.8 Soğutma odaları, soğutma makinalarının ve bağlı donanımın bulunduğu odalardan ve diğer servis alanlarından bölme perdeleriyle ayrılarak yalıtılacaktır.

17.9 Özel olarak tasarımlanmış bölmelere kurulmayan ya da kurulamayan soğutma makinaları için eğer konulacakları odalar işletme, bakım-tutum ve tamir açısından yeterince büyük ise **TL** tarafından konulmalarına onay verilir.

---

(3) *Ulusal kurallar ve Bayrak Devleti kuralları, MARPOL Annex VI Chapter III Reg.12 ile uyumlu olmalıdır ve hidro-kloroflorokarbon içeren montajlar 1 Ocak 2020 tarihinde veya daha sonra inşa edilmiş gemilerde yasaklanacaktır.*

17.10 Fanlı havalandırma sistemleri için uygulanacak kurallar aşağıda yer almaktadır:

- Grup 1 soğutucularının kullanıldığı soğutma odalarında, fanlı havalandırma sistemiyle ortam havası hacmi saatte en az 30 kez değiştirilecektir.

- Amonyumun soğutan olarak kullanıldığı soğutma odalarında, hava basma fanının sahip olması gereken en küçük kapasite aşağıdaki formülle bulunur:

$$\dot{V} = 60 \cdot \sqrt[3]{m^2} \qquad (7)$$

Ancak, saatteki hava değişim sayısı 40'dan daha az olmayacaktır.

Burada:

$\dot{V}$ = Fan basma kapasitesi, [m^3/h]

m = Sisteme konulan soğutucu akışkan kütlesi [kg].

Soğutucu olarak Amonyum kullanan soğutma sistemleri eğer havadan etkin yağmurlama sisteminin kurulu olduğu odalara yerleştirilecek ise; gereken en küçük fan basma kapasitesi yukarıdaki formülle hesaplanan değer %20 azaltılarak bulunur.

17.11 Devrede kullanılan soğutucu akışkanların gerektiğinde atmosfere doğrudan kaçışını sağlayacak düzenek yerleştirilmelidir. Güvenlik vanaları en büyük çalışma basıncı değerine göre ayarlanmalı ve dikkatsizlik sonucu ayarları değiştirilememelidir.

17.12 Güverteden veya koridordan soğuk odalara açılan giriş kapıları veya menteşeli/mafsallı kapaklar, hatayla kapanmaları olasılığına karşın içerden de açılabilme düzeneğine sahip olacaktır.

Bu tür odalar kumanda-kontrol kabinine bağlı ve sürekli çalışan ve izlenen alarm sistemi ile donatılacaktır.

17.13 Yalıtım malzemeleri kokusuz olmalı ve havadaki nemi barındırmamalıdır. Yalıtım malzemelerinin dış yüzeyi tanınmış standartlara göre tutuşmaya karşı yüksek dirençli olmalıdır. Poliüretan köpükler ve alev dirençliği tartışılır sahip yalıtım malzemelerinin dış yüzeyi metal veya eşdeğeri kaplamayla kaplanmış olmalıdır.

Soğutma odalarında kullanılan yalıtım malzemeleri **TL** onaylı olmalıdır. Cam yününün yalıtım için kullanıldığı yerlerde, üreticisi tarafından belirlenmiş işlemler uygulanarak döşeme yapılır ve üreticisinin önerilerine ve yönergelerine uyulur. Yalıtım malzemesinin alev ile doğrudan temas etmesi durumunda dayanıklılığı bağımsız testler ile kanıtlanmalıdır.

18. Makinaların Dairelerinin / Bulunduğu Yerlerin Havalandırması

18.1 Makina alanları yeterli havalandırmaya sahip olmalı, her türlü dış hava koşulunda makina ve kazanların tam yükte çalışabilmeleri için yeterli havalandırma yapılabilmelidir.

18.2 IMO'nun 1966 Uluslararası Yükleme Sınırı Sözleşmesi (ICLL) Regulation 19'a göre hava kanalları ve hava mazgalları her türlü kötü hava koşulunda açık bulundurulabilmeli ve yeterli hava akımı sağlanmalıdır.

18.3 Temiz havanın ortama basılmasına, kirli havanın dışarı atılmasına ve hava giriş/çıkış noktalarına gereken özen ve önem verilecektir. Hava debisi miktarı, basılan havanın odaya giriş noktaları ve hava dağıtım sistemi makina üreticisi isteklerine uygun ve makinanın kesintisiz en büyük güçte çalışmasını sağlayacak yeterlilikte olmalıdır.

18.4 Tutuşabilir, yanabilir herhangi bir gaz ya da buharın havalandırma kanalına girişini engelleyecek düzeneklere yer verilmeli ve önlemler alınmalıdır.

19. Sıcak yüzeyler ve yangından korunma

19.1 Sıcaklığı 60˚C'ı aşan yüzeylerin bulunduğu odalarda eğer seyir için en az 1 personelin de sürekli

bulundurulması gerekiyorsa; sıcak yüzeyler uygun şekilde yalıtılacak veya korunaklı hale getirilecektir.

19.2 Sıcaklığı 220°C'ı aşan yüzeylere sahip olabilecek makinaların, buhar hatlarının, kızgın yağ hatlarının, egzoz boru hatlarının, egzoz susturucularının, egzoz gazı kazanlarının ve türboşarjerlerin bulunduğu yerlerde, sıcak yüzeyler etkin bir şekilde yanmaz malzemeyle yalıtılarak korunacaktır. Bu tür yalıtımın uygulandığı yerlerde, yalıtım malzemesinin yağ emme, yağ geçirgenlik gibi özelliği olmayacaktır. Eğer yalıtım malzemesi yağ emme veya yağ geçirme özelliğine sahip ise; yalıtım malzemesi çelik zırh veya eşdeğer bir malzeme ile koruma altına alınacaktır.

19.3 Yangından korunma, yangın algılama ve yangın söndürme ile ilgili kural istekleri için Bölüm 18'e başvurulmalıdır.

E. Makina ve Kazan Dairesi Donanımı

1. İşletme ve İzleme Donanımı

1.1 Aletler, uyarı, gösterge ve işletme donanımı açık ve maksada uygun olarak tertiplenmelidir. Göz kamaştırmama, özellikle kaptan köprüsünde sağlanmalıdır.

İşletme ve izleme teçhizatı, donanımın önemli elemanlarının kolayca kumanda ve kontrol edilebileceği şekilde gruplandırılmalıdır.

Teçhizat ve aletlerin tertibinde aşağıda belirtilen istekler dikkate alınır:

- Rutubete, kir ve pislik birikimine karşı korunma,
- Aşırı sıcaklık değişimlerinden kaçınma,
- Yeterli havalandırma

Konsollarda ve dolaplarda, elektrikli ve hidrolik, buhar veya su ile çalışan teçhizat beraber bulunuyorsa, elektrikli teçhizat, sızıntıların meydana getireceği hasarlardan korunmalıdır. Klimatize edilmiş makina daireleri ve kumanda odalarında gereğinden fazla havalandırma sistemi öngörülür.

1.2 Basınç ölçerler (manometreler)

Basınç ölçerlerin (manometreler) taksimatları, öngörülen deneme basıncını gösterecek ölçüde olmalıdır. Kazanlarda, basınçlı kaplarda ve emniyet vanaları ile korunmuş sistemlerde müsaade edilen maksimum çalışma basıncı, basınç ölçerler üzerinde belirtilmelidir. Basınç ölçerler, basınç ileten kısımlardan ayrılmalıdır/yalıtılmalıdır veya basınç giriş devresi kapatılabilmelidir.

Basınç ölçerlere (manometreler) gelen boru devreleri, muhtemel akışkan sütunlarının oluşturacağı statik basınçların göstergeyi etkilemeyeceği şekilde döşenmeli ve tesis edilmelidir.

2. Makinalara ve Kazanlara Erişebilirlik

2.1 Makina ve kazan donanımlarına ve cihazlara kullanma ve bakım için ulaşılabilmelidir.

2.2 Makina devrelerinin şekillendirilmesinde (makina temellerinin dizaynı, boru devrelerinin ve kablo kanallarının döşenmesi, vs.) ve makinalarla cihazların yapımında (filtrelere, soğutuculara, vs. ye bağlanmalarında) 2.1 göz önünde bulundurulmalıdır.

3. Makina Kontrol Daireleri

Makina dairesindeki yangın esnasında birisi firar yolu olarak da kullanılabilmek şartıyla, kumanda odalarında en az iki çıkış bulunmalıdır.

4. Aydınlatma

Bütün çalışma yerlerinin, kontrol ve gözetleme aletlerinin kusursuz okunabileceği yeterlikte aydınlatılması gerekir, bunun için Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 11'e bakınız.

5. Sintine Kuyuları / Sintineler

5.1 Bütün sintine kuyuları ve sintineler kolay girilebilir, temizlenebilir ve görülebilir veya yeterince aydınlatılmış olmalıdır.

5.2 Elektrik makinalarının altındaki sintineler, çalışmadan dolayı meydana gelen meyillerde ve gemi hareketlerinde, sintine sularının makinalara girmesini önleyecek şekilde düzenlenmelidir.

5.3 Aşağıdaki mahaller için sintine seviyesi izlemesi sağlanacak ve sınır değerler aşıldığında içinde sürekli personel bulunan alarm noktasında gösterilecektir:

- İçinde personel bulunmayan "A" kategori ve diğer makina dairelerinde (AUT Klas İşaretli) en az 2 adet sintine seviyesi izleme göstergesi bulunacaktır. ("A" sınıfı makina dairesi tanımı ve diğer makina dairesi tanımları için A.2'ye bakınız).

- AUT klas işaretine bağlı olmaksızın, yüklü su hattı altında yer alan baş pervane ve dümen makinası dairesi gibi diğer personel bulunmayan makina mahallerinde, en az 1 adet sintine seviyesi izleme göstergesi bulunacaktır.

6. Havalandırma

Makina havalandırması, Tablo 1.3'de belirtilen ortam koşulları dikkate alınarak dizayn edilecektir. Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 16, E.2.4'e bakınız.

7. Gürültüyü Azaltma

"Gürültü Kodu" (MSC.337(91) ile kabul edilen) uygulanacaktır.

F. Güvenlik Donanımı ve Korunma Ölçüleri

1. Genel

Makina donanımı, kazalardan gelen tehlikenin genişlemesini sınırlayacak şekilde tertiplenmeli ve korumaya alınmalıdır. Ulusal kurallardan başka bilhassa aşağıda belirtilenlere de dikkat edilmelidir:

1.1 Hareketli kısımlar, volanlar, zincir ve kayışla tahrik sistemleri, hareketli kollar ve çalışma esnasında personele zarar verebilecek diğer parçalar, dokunmaya karşı koruyucu bir parça ile kapatılmalıdır. Aynı tedbir, ısıya karşı izole edilmemiş kızgın makina parçaları, borular ve cidarlara uygulanır (örneğin; hava kompresörlerinin basınç devreleri).

1.2 İçten yanmalı motorların ilk hareketi el krankları ile sağlanıyorsa motor çalışmaya başlayınca bunlar kendiliğinden devreden ayrılmalıdır.

Döner tertibatlarda, "Ölü-Adam" alarm devresi sağlanmalıdır.

1.3 Gaz bırakma ve boşaltma donanımları, dışarıya atılan maddenin, güvenli olarak boşaltılmasını sağlayacak şekilde tasarımlanmalıdır.

1.4 Çalışma yapılacak bölümlerin zemininde, kaymaz levhalar ve kaplama malzemeleri kullanılmalıdır.

1.5 Hizmet geçitleri, çalışma platformları, merdivenler ve çalışma esnasında dolaşılan diğer yerler vardavela ile emniyete alınmalıdır. Platformların ve döşemelerin boşluğa açılan kenarlarının etrafı personelin ve parçaların kayıp gitmesini önlemek için, bir eşik ile çevrilmelidir.

1.6 Buhar kazanlarının cam su seviye göstergeleri, koruma düzenleri ile teçhiz edilecektir.

1.7 Emniyet vanaları ve kapama elemanları güvenli bir şekilde çalıştırılabilmelidir. Gerektiğinde sabit basamaklar, merdivenler veya sahanlıklar yapılmalıdır.

1.8 Emniyet vanaları, istenmeyen hiç bir aşırı çalışma basıncı meydana gelmeyecek şekilde ayarlanmalıdır.

1.9 Buhar ve besi suyu, egzoz gaz kanalları, kazan ve diğer buhar veya kızgın su ileten cihazlar ve devreler etkin bir şekilde yalıtılmalıdır. Yalıtım malzemesi yanmaz olmalıdır. Yanıcı akışkanların veya rutubetin yalıtıma nüfuz edebileceği yerler, (kılıf geçirme) kaplama gibi uygun bir tarzda korunmalıdır.

G. Sesli iletişim ve sinyal donanımı

1. Sesli Haberleşme

Geminin kumanda yerleri ile makina dairesi ve dümen makina dairesi arasında her türlü çalışma şartlarında, ana enerji kaynağından bağımsız ve karşılıklı anlaşmayı pürüzsüz bir güvenle sağlayan konuşma bağlantıları bulunmalıdır (Bunun için Elektrik Kuralları Bölüm 9, C.5'e bakınız).

2. Mühendis Alarmı

Makina dairesinden veya makina kontrol odasından kumanda edilebilen ve mühendislerin yaşam mahallerinde çalıştırılabilecek bir alarm olmalıdır (Elektrik Kuralları, Bölüm 9, C.5'e bakınız).

3. Makina Telgrafı

Makina dairesinden kumandalı makina donanımı, makina telgrafı ile donatılmış olmalıdır.

Birden fazla şaft donanımlı tesislerde her donanım için bir telgraf bulunmalıdır.

Lokal kontrol istasyonları bir acil durum telgrafıyla donatılmalıdır.

4. Şaft Devir Göstergesi

Pervane şaftlarının devir sayısı ve dönüş yönü, hem kaptan köprüsünde ve hem de makina dairesinde gösterilmelidir. Küçük güçlü tesislerde gösterge uygulanmayabilir.

Şaft devri göstergelerinde, yasaklı hız aralığı işaretlenmelidir (Bölüm 6, Burulma Titreşimleri kurallarına bakınız).

5. Haberleşme ve Sinyal Aygıtlarının Tasarımı

Hareket yönünü değiştirme, haberleşme ve işletme kumanda cihazları, vs. kumanda yerinde bir arada olmalıdır.

Hareket yönünü değiştirme "ileri" veya "geri" durumu ana makina kumanda yerinde açık bir şekilde gösterilmelidir.

Sinyal cihazları, makinaların tam yükte çalışmaları durumunda, makina dairesinin her yerinden iyi bir şekilde görülebilmelidir.

Elektrikle çalışan kumanda haberleşmesi, sinyal ve alarm sistemlerinin tasarım ayrıntıları için Bölüm 18 ve Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 9'a bakınız.

H. Temel Donanım

1. Geminin yürütülmesi için önemli donanım, ana tahrik ve sevk sisteminin tümüdür.

2. Önemli (işlevsel olarak temel oluşturan) yardımcı makina ve tesisler:

- Geminin sevki ve manevrası için gereklidir,
- Geminin emniyetinin sürdürülmesi için gereklidir,
- İnsan yaşamının emniyetini sağlar,

aynı zamanda,

Özel klas işaretinin verilmesi ile ilgili olanları da içerir.

3. Önemli yardımcı makinalar ve tesisler, örneğin, aşağıda belirtilenleri içerir:

- Jeneratör üniteleri,
- Dümen makinası tesisi,
- Yakıt besleme üniteleri,
- Yağlama yağı pompaları,
- Soğutma suyu / soğutma maddesi pompaları,
- İlk hareket ve kumanda havası kompresörleri,
- Yardımcı ve ana makinalar için ilk hareket tesisleri,
- Doldurma havası üfleçleri/fanları,

- Egzoz gazı türboşarjerleri,
- Piç kontrollü pervane donanımı,
- Dümen pervaneler, “Z” tahrik uygulaması,
- Makina dairesi havalandırma fanları,
- Buhar, kızgın ve sıcak su üretme tesisleri,
- Kızgın yağlı ısıtma sistemleri,
- Yakıt yakma donanımı,
- Basınçlı kaplar ve ana devrelerdeki ısı değiştiriciler,
- Hidrolik pompalar,
- Yakıt temizleme üniteleri,
- Yakıt aktarma pompaları,
- Yağlama yağı temizleme üniteleri,
- Sintine ve balast pompaları,
- Yalpa dengeleme sistemleri,
- Yangın pompaları ve yangın söndürme donanımı,
- Demir ırgatı,
- Yanal iticiler,
- Tehlikeli alanlar için hava fanları,
- Ana makina torna çark sistemi,
- Baş ve kıç rampalar ve borda açıklıkları donanımı,
- Perde kapıları kapama donanımı.
- Kazan besleme suyu pompası

4. Özel klas işareti ile ilgili donanıma sahip gemilerdeki, belirli tipteki özel donanım da önemli donanım olarak sınıflandırılabilir.

I. Testler ve Denemeler

1. Makine ve bileşen parçaları, inşaat ve malzeme testlerine, basınç ve sızıntı testlerine ve denemelere tabi olacaktır.

Seri olarak üretilen parçalar söz konusu olduğunda, **TL** tarafından belirlenenle eşdeğer olarak kabul edilmesi koşuluyla, öngörülen testler yerine diğer test metotları kabul edilebilir.

2. **TL**, gerektiğinde, testlerin kapsamını artırma ve kurallara göre test edilmek için açıkça talep belirtilmemiş parçaları da test etme hakkını saklı tutar.

3. Ana ve yardımcı makineler monte edildikten sonra, ilgili yardımcı ekipman da dahil olmak üzere, makinenin operasyonel çalışması yanı sıra kurulumu aşağıdaki bölümlerdeki kural gerekliliklerine göre doğrulanacaktır. Emniyet fonksiyonları ve emniyet ekipmanları pratik olarak mümkün olduğu kadar test edilmelidir. Daha önceden **TL** gözetiminde yapılmış güvenlik ekipmanı testlerinin tekrarlanmasına gerek yoktur.

Ek olarak, makine kurulumunun tamamı, seyir tecrübesinde öngörülen hizmet koşullarında mümkün olduğunca test edilmelidir.

Testler, onaylanmış test programlarına göre yapılacaktır, bakınız. Klaslama ve Sörveyler, Bölüm 2, madde B.2.3.4.

4. Ana tahrik sistemleri geriye yanıt özelliklerini göstermek için testlerden geçecektir. Testler, en azından tahrik sisteminin manevra aralığı boyunca ve tüm kontrol konumlarından gerçekleştirilmelidir. Test plan tersane tarafından sağlanmalı ve sörveyör tarafından kabul edilmelidir. Üretici tarafından özel operasyonel özellikler tanımlanmışsa bunlar test planında olmalıdır. Ayrıca madde D.1.2 ve Bölüm 3 madde C.10.1.1’e bakınız.

5. Kumanda edilebilir piçli pervanelerin piç kanadı kontrol sistemini içeren sevk sistemi geri dönüş özellikleri seyir tecrübeleri esnasında gösterilecek ve kaydedilecektir.

BÖLÜM 2

İÇTEN YANMALI MAKİNALAR VE HAVA KOMPRESÖRLERİ

Sayfa

A. GENEL **2-** 3
1. Uygulama
2. Tanımlar
B. ONAYLANACAK DOKÜMANLAR **2-** 3
1. Genel
2. Lisansla Üretilen Makinalar
3. Tasarım Değişiklikleri
4. Makina Bileşenlerinin Onayı
C. MALZEMELER **2-** 4
1. Onaylanan Malzemeler
D. KRANKŞAFT TASARIMI **2-** 4
1. Genel
2. Gerilme Hesapları
3. Gerilme Konsantrasyon Katsayılarının Hesaplanması
4. İlave Eğilme Gerilmeleri
5. Eşdeğer Değişken Gerilmenin Hesabı
6. Yorulma Mukavemetinin Hesabı
7. Yarı-İmalat Krankşaftların Sıkı Geçme Bağlantılarının Hesabı
8. Kabul Edilme Kriterleri
E. TESTLER VE DENEMELER **2-** 24
1. Üretim Kontrolleri
2. Makina Bileşenlerinin Sertifikalandırılması
3. Dizel Makinaler için Tip Onayı Testleri
4. İçten Yanmalı Makinaların Fabrika Kabul Testleri ve Gemideki Denemeler
F. EMNİYET CİHAZLARI **2-** 41
1. Devir Sayısının Ayarlanması ve Aşırı Devir Sayılarına Karşı Makinanın Korunması
2. Silindir Aşırı Basıncı İkaz Cihazı
3. Krankkeyzin Havalandırılması
4. Krankkeyz Emniyet Cihazları
5. İlk Hareket Havası Sistemindeki Emniyet Cihazları
6. Yağlama Yağı Sistemindeki Emniyet Cihazları
7. Dolgu Havası Kanallarındaki Emniyet Cihazları
G. YARDIMCI SİSTEMLER **2-** 48
1. Genel
2. Yakıt Sistemi
3. Yakıt ve Yağlama Yağı Sistemlerine ait Filtrelerin Yerleştirilmesi
4. Yağlama Yağı Sistemi
5. Soğutma Sistemi
6. Dolgu Havası Sistemi
7. Egzoz Gazı Devreleri
H. İLK HAREKET DONANIMI **2-** 51
1. Genel
2. Basınçlı Hava ile İlk Hareket
3. Elektrikli İlk Hareket Donanımları
4. Emercensi Jeneratör Grubunun İlk Hareketi
5. Emercensi Yangın Söndürme Grubunun İlk Hareketi

I. KUMANDA TEÇHİZATI **2-** 54
1. Genel
2. Ana Makinalar
3. Yardımcı Makinalar
J. ALARM SİSTEMLERİ **2-** 55
1. Genel
2. Alarmın Kapsamı
K. MAKİNANIN LAYNA ALINMASI / YERLEŞTİRİLMESİ **2-** 55
1. Krankşaftın Layna Alınması
2. İzin Verilen Krank Veb Sapması
3. Krank Veb Sapması için Başvuru Değerleri
L. HAVA KOMPRESÖRLERİ **2-** 59
1. Genel
2. Malzemeler
3. Krankşaft Boyutları
4. Yapım ve Donatım
5. Testler
M. EGZOZ GAZI TEMİZLEME SİSTEMLERİ **2-** 61
1. Genel
2. Onay
3. Yerleşim Planı
4. Malzemeler
5. Kimyasal Tepkimeli Maddeler
6. Gemideki Denemeler
N. GAZ YA DA DİĞER DÜŞÜK PARLAMA NOKTALI YAKITLA YAKITLI MAKİNALAR **2-** 65
1. Kapsam ve Uygulama
2. İlave Kurallar ve Kılavuzlar
3. Tanımlar
4. Genel ve Operasyon Uygunluğu
5. Sunulacak Dökümanlar
6. Genel Kurallar
7. Sistemler
8. Güvenlik Teçhizatı ve Güvenlik Sistemleri
9. Testler
10. Makina Mahalleri
11. Eğitim
12. Özel Parçalar
13. Tadilat

Ek I - Krankşaft Dolgularında Gerilme Konsantrasyon Faktörünün Tanımı

Ek II - Yağ Kanallarının Kenarında Gerilme Konsantrasyon Faktörleri ve Gerilme Dağılımı

Ek III - Sonlu Elemanlar Metodu Kullanılarak Krankşaftların Veb Yuvarlatma Yarıçaplarında Gerilme Konsantrasyon Faktörlerinin Hesaplanması için Kılavuz

Ek IV - Yorulma Testlerini Değerlendirme Kılavuzu

Ek V - Yüzey İşlemine Tabi Tutulmuş Dolguların ve Yağ Deliği Çıkışlarının Hesabı İle İlgili Bilgiler

Ek VI - Krankşaftların Yağ Deliği Çıkışlarındaki Gerilme Yığılması Faktörlerinin Sonlu Elemanlar Yöntemi Kullanılarak Hesaplama Esasları

A. Genel

1. Uygulama

Bu bölümdeki kurallar, içten yanmalı ana ve yardımcı makinalar (emercensi üniteler dahil) ile hava kompresörleri için geçerlidir.

Bu kurallarda sözü edilen içten yanmalı makinalar:

- Dizel makinalar, sıvı yakıtlı
- Çift yakıtlı makinalar, sıvı ve/veya gaz yakıtlı
- Gaz makinaları, gaz yakıtlı

Çift yakıtlı ve gaz makinaları için kurallar N'de verilmektedir.

2. Tanımlar

2.1 Dizel Makina Tip

- Düşük Devirli Makinalar; Nominal devir sayısı 300 rpm'den düşük olan dizel makinalardır.
- Orta Devirli Makinalar; Nominal devir sayısı 300 rpm ve daha yüksek ancak 1400 rpm'den düşük olan dizel makinalardır.
- Yüksek Devirli Makinalar; Nominal devir sayısı 1400 rpm ve daha yüksek olan dizel makinalardır.

2.2 Nominal Güç

2.2.1 Nominal güç, üretici tarafından belirlenen normal bakım aralıklarında tasarlanan koşullarda çalışan makinanın nominal devir sayısında sürekli olarak ürettiği maksimum güçtür.

2.2.2 Bir makinanın nominal gücünün belirlenmesi için, nominal gücünün %110'u olan aşırı güçte ve ilgili devir sayısında bir saat süre ile kesintisiz çalıştığı kanıtlanmalıdır. Aşırı güç değerlerinden sapmalar için **TL** ile anlaşmaya varılacaktır.

2.2.3 Kural olarak, ana makinaların deneme yerinde çalışmasından sonra yakıt besleme sistemi, makinanın çalışması esnasında aşırı güce çıkmasına olanak vermeyecek şekilde ayarlanır. Yakıt besleme sisteminin sınırlandırılması, kalıcı olarak güvenliğe alınacaktır.

2.2.4 Elektrik jeneratörlerini tahrik edecek dizel makinaları, bu bölüm içerisinde bahsedilen şartlar çerçevesinde gemideki çalışmaları esnasında da aşırı yüklenebilmelidir.

2.2.5 **TL** onayına bağlı olarak, özel gemiler ve özel uygulamalar için dizel makinalar, maksimum sürekli güç (yakıt durdurma gücü) için tasarlanmış olabilir.

2.2.6 Ana makinalar için, güç aralıklarını gösteren bir güç diyagramı (Şekil 2.8) hazırlanmalıdır, makina servis şartlarında sürekli ve kısa periyotlarda çalışabilmelidir.

2.3 Ortam Koşulları

Sınırsız sefer alanında çalışan gemilerdeki dizel makinalar için güç tespitinde üreticiler tarafından aşağıda belirtilen ortam koşulları esas alınacaktır:

Atmosfer basıncı.....1 [bar]

Emilen havanın sıcaklığı.....45°C

Bağıl nem .....%60

Deniz suyu sıcaklığı (Dolgu havası soğutucularına giriş sıcaklığı)..... .....32°C

B. Onaylanacak Dokümanlar

1. Genel

Makina üreticisi tarafından her makina tipi için, bileşenlerin ve sistemlerin onayı veya incelenmesi ya da bunlar hakkında bilgi alınması amacıyla**,** Tablo 2.1, Tablo 2.2 ve Tablo 2.3'de belirtilen (uygulanabilir ise) resimler ve dökümanlar, **TL**'na gönderilir.

Gerektiği takdirde **TL** ilave dokümanların verilmesini isteyebilir. Bu durum, 3'deki tasarım değişikliklerine de uygulanır.

2. Lisansla Üretilen Makinalar

Lisansla üretilen her makina tipi için Lisans sahibi **TL**'na en az aşağıdaki dokümanları göndermelidir:

- Tablo 2.1, Tablo 2.2 ve Tablo 2.3'deki bütün resim ve dokümanların ve gerekiyorsa lisans sahibi ve lisans verenin kullandığı ilgili resimlerin karşılaştırılması;

- Değiştirilen elemanların eğer varsa, lisans verenin öngörülen değişiklikleri kabulüne ait açıklamaları ile birlikte Tablo 2.1, Tablo 2.2 ve Tablo 2.3'e göre bütün resimleri;

- Test ve sörveye esas olmak üzere resimlerin tam bir takımı ilgili **TL** ofisine gönderilecektir.

3. Tasarım Değişiklikleri

Bir makina tipi için **TL**'ndan alınan ilk onaydan sonra, önemli yapısal değişikliklerin kontrolüne yeterli ve Tablo 2.1, Tablo 2.2 ve Tablo 2.3'e uygun dökümanların verilmesi gerekir.

4. Makina Bileşenlerinin Onayı

Türboşarjerlerin, ısı değiştiricilerin, makinaya bağlı pompaların, vs. nin onay başvuruları, ilgili üreticiler tarafından **TL**'na yapılacaktır.

5. Seri Üretilen Makinalar

Trank pistonlu seri olarak üretilen makinalar, Klaslama ve Sörveyler Kuralı, Bölüm 2, F, Alternatif Sertifikasyon Programına uygun ve anlaşmaya varılmış bir sörvey düzenlemesi ile üretilebilir. Alternatif Sertifika Programının uygulamasındaki kapsam ve uygulama derecesi her bir durum için ayrı olarak anlaşmaya varılacaktır.

C. Malzemeler

1. Onaylanan Malzemeler

1.1 Dizel makinaların parçalarında kullanılan malzemelerin mekanik karakteristikleri **TL** Malzeme Kuralları'na uymalıdır. Tablo 2.4'de çeşitli parçalar için kabul edilen malzemeler gerekli minimum karakteristikler ve malzeme sertifikaları verilmiştir.

1.2 Kurallara uymayan özellikteki malzemeler **TL**'nun özel izniyle kullanılabilir. **TL** bu malzemelerin uygunluğunun gösterilmesini ister.

D. Krankşaft Tasarımı

1. Genel

1.1 Bu bölümün kurallarına uygun olarak sürekli nominal güçte ve devirde çalışabilecek şekilde tasarlanmış ana ve yardımcı dizel makinaların krankşaftlarının boyutlandırılması yapılacaktır.

Bu kuralları sağlamayan krankşaftlar için detaylı hesaplamalar veya ölçümler verildiği taktirde özel değerlendirme yapılacaktır.

Aşağıdaki durumlarda:

- Yüzey işlemesi yapılmış içbükey birleşme yerleri,

- Yorulma davranışını etkileyen test edilmiş parametreler,

- Ölçülmüş çalışma gerilmeleri

bilgileri özel istek halinde değerlendirilebilir.

1.2 Son yatakların dışında kalan kısımda bulunan ve bu bölümdeki gereksinimlere göre tasarlanan krankşaftların, bitişik şaftın çapına daha büyük yuvarlaklıkta ($r \geq 0{,}06 \cdot d$) veya koniklikte adaptasyonu yapılabilir.

1.3 Bu kurallar sadece tek parçalı dövme krankşaftlar ve yarı-imalat dövme veya dökme çelik krankşaftlarda, ana yataklar arasındaki bir krank dilimi için uygulanır.

1.4 Krankşaft boyutları yüksek gerilme altındaki bölgelerde yorulmaya karşı emniyet değerlendirilmesi temel alınacak şekilde belirlenecektir.

Hesaplar yapılırken ayrıca krankpin ile veb ve jurnal ile veb arasındaki geçiş bölgelerinin en yüksek gerilmeye maruz kaldığı da göz önünde bulundurulmalıdır.

Tablo 2.1 Bilgi için verilecek dokümanlar, uygulanırlığı çerçevesinde

No	Item	Quantity
1	Makinanın özellikleri (örneğin, genel makina bilgilerini içeren veriler **(7)**,proje kılavuzu, montaj elkitabı)	3
2	Makinanın enine kesiti	3
3	Makinanın boyuna kesiti	3
4	Döküm bedpleyt ve krankkeyz	1
5	Srast yatağı komple **(1)**	3
6	Döküm freym/freym kutusu/dişli kutusu **(2)**	1
7	Bağlantı rotları (tayrot)	1
8	Konnektin rot/biyel	3
9	Konnektin rot/biyel, komple **(3)**	3
10	Kroset, komple **(3)**	3
11	Piston rot, komple **(3)**	3
12	Piston, komple **(3)**	3
13	Döküm silindir ceketi/bloğu **(2)**	1
14	Silindir kaveri, komple **(3)**	1
15	Silindir layneri	1
16	Karşı ağırlıklar (krankşaft ile bütünleşik değilse), bağlantıları dahil	3
17	Kemşaft tahrik sistemi, komple **(3)**	1
18	Volan	1
19	Yakıt enjeksiyon pompası	1
20	Egzost borularının ve yakıt sistemi arızasıdan etkilenebilecek diğer yüksek sıcaklıklı kısımların izolasyon ve muhafaza sistemi, komple	3
	Elektronik kumandalı makinalar için, aşağıda belirtilenlerin konstrüksiyonu ve yerleşimi:	
21	Kumanda valfleri	3
22	Yüksek basınçlı pompalar	3
23	Yüksek basınçlı pompaların tahrik sistemi	3
24	İşletim ve bakım elkitabı **(4)**	1
25	FMEA – Hata Durumu Etki Analizi (HDEA) - (makina kumanda sistemi için) **(5)**	3
26	Döküm ve kaynak için üretim spesifikasyonu (işlem sırası)	1
27	Makina dizaynı ve servis bakımı ile ilgili kalite control sistemi bulguları	1
28	Makina üretimi ile ilgili kalite istekleri	1
29	Çevre testleri, kumanda bileşenleri ile ilgili tip onayı sertifikaları **(6)**	1

Dipnotlar:

(1) *Makina ile bütünleşik olanlar ve bedpleytin içine yerleştirilmeyenler için*

(2) *Yalnız bir silindir veya bir silindir konfigürasyonu için*

(3) *Bileşenlerin belirleyici numarası (örneğin resim numarası) dahil. Yalnızca, enine kesitte ve boyuna kesitte yeterli ayrıntının gösterilmediği durumlarda gereklidir.*

(4) *İşletme ve bakım el kitapları; bakımın tamamlanmasından sonar yapılacaktestlerle birlikte, fitingler/ayar elemanları dahil, kullanılacak tüm özel takımlar ve ölçüm aletlerine ait ayrıntıları da içeren bakım isteklerini (servis ve onarım) içerecektir.*
Mekanik bağlantıların montajı, üreticinin montaj talimatlarına uymalıdır. Bağlantıların montajı için gerekli olan özel aletler ve göstergeler, üretici tarafından temin edilecektir.

(5) *Makina üreticisinin teslim kapsamı içinde olan bütün system. Eğer makinalarda yakıt enjeksiyonu ve/veya valfleri için hidrolik, pnömatik veya elektronik kontrol sistemleri varsa, bir kontrol sistemi arızasının, makinanın işletimi ile ilgili ana servislerin devre dışı kalmasına neden olmayacağının ve makinanın stop etmesine veya kabul edilen performans kriterleri dışına çıkmasına neden olmayacağının kanıtlanması için bir Hata Durumu Etki Analizi (FMEA-HDEA) yapılmalıdır. HDEA raporları **TL** tarafında onaylanmaz. Dizel makinaların kontrol sistemlerinin HDEA prosesi için IACS Recommendation No.138'e bakınız.*

(6) *Testlerde; kontrol , koruma ve emniyet donanımının, **TL** Ek Kurallar, Kısım 1- Tip Testlerinin Yapılması ile İlgili Kurallar'da belirtilen test koşullarında öngörülen işlevleri sağladığı görülecektir.*

(7) *IACS UR M 44 Rev.9'a göre, "Internal Combustion Engine Approval Application Form and Data Sheet" doldurulmalı ve **TL**'na verilmelidir.*

Tablo 2.2 Onay için verilecek dokümanlar, uygulanırlığı çerçevesinde

No	Item	Quantity
1	Kaynaklı bedpleyt ve krankkeyz, kaynak ayrıntıları ve kaynak talimatları ile **(1), (2)**	3
2	Kaynaklı srast yatağı temel levhası, kaynak ayrıntıları ve kaynak talimatları ile **(1)**	3
3	Bedpleyt/yağ tankı kaynak resmi **(1)**	3
4	Kaynaklı freym/freym kutusu/dişli kutusu, kaynak ayrıntıları ve kaynak talimatları ile **(1), (2)**	3
5	Makina freymi, kaynak resimleri **(1), (2)**	3
6	Krankşaft ayrıntıları, herbir silindir için	3
7	Krankşaft montajı, komple, herbir silindir için	3
8	UR M 44 Rev. 9 Ek 3 ve UR M 53'e göre krankşaft hesapları (herbir silindir konfigürasyonu için)	3
9	Srast şaftı veya ara şaft (makina ile bütünleşik ise)	3
10	Şaft kaplin civataları	3
11	Ana parçaların malzeme özellikleri, tahribatsız malzeme testleri ve basınç testleri ile ilgili ayrıntılar **(3)**	3
	Makinanın aşağıdaki sistemlerinin şematik yerleşimi veya diğer eşdeğeri dokümanlar:	
12	İlk hareket havası devresi	3
13	Yakıt devresi	3
14	Yağlama yağı devresi	3
15	Soğutma suyu devresi	3
16	Hidrolik devresi	3
17	Hidrolik devresi (sübap hareketi)	3
18	Makinanın kumanda ve emniyet sistemi	3
19	Yüksek basınçlı yakıt boruları muhafaza sistemi, komple **(4)**	3
20	Akümülatörlerin yapısı (elektronik kumandalı makinalar için)	3
21	Merkezi akümülatörlerin yapısı (elektronik kumandalı makinalar için)	3
22	Krankkeyzin patlama emniyet valflerinin yerleşimi ve ayrıntıları (madde F.4'e bakınız). **(5)**	3
23	Krankkeyz patlama emniyet valflerinin hesap sonuçları (madde F.4'e bakınız)	3
24	Tip testi programının ve tip testi raporlarının ayrıntıları **(7)**	1
25	Yakıt püskürtme sisteminin yüksek basınçlı parçaları **(6)**	3
26	Yağ buharı algılama ve/veya alternative alarm düzenleri (Tablo 2.7'ye bakınız)	3
27	Boru devrelerinin mekanik birleştirme parçalarının ayrıntıları (Bölüm 16'ya bakınız)	3
28	Meyil sınırlarına uygunluğunu doğrulama dokümanları (Bölüm 1, Tablo 1.1'e bakınız)	3
29	**TL**, Kısım 5, Bölüm 10'da istenilen dokümanlar	3

Dipnotlar:

(1) *Malzemelerin ve kaynak prosedürlerinin onayı için. Kaynak prosedürü; ön ve son ısıl işlemleri, kaynak sarf malzemelerini ve montaj koşullarının ayrıntılarını içerecektir.*

(2) *Boyutları ve ayrıntıları farklı olan herbir silindir için.*

(3) ***TL** Malzeme Kuralları ile karşılaştırmak için gerekli NDT ve basınç testleri.*

(4) *Tüm makinalar.*

(5) *Yalnızca, silindir çapı 200 mm ve daha büyük veya krankkeyz hacmi 0,6 m^3 veya daha büyük makinalar için.*

(6) *Dokümanlar; basınçlar, boru ölçüleri ve malzemelerle ilgili ayrıntıları içerecektir.*

(7) *Tip testi raporu, tip testinin tamamlanmasını takiben verilebilir.*

Tablo 2.3 Bileşenlerin ve sistemlerin muayenesi ile ilgili dokümanlar

- Eş dizaynlı ve uygulamalı makinalara özel olarak dikkat edilecektir.
- Makina uygulamaları ile ilgili olarak IACS UR M 72'ye bakınız.

No	Item	Quantity
1	Makinanın özellikleri **(11)**	3
2	Ana parçaların malzeme özellikleri, tahribatsız malzeme testleri ve basınç testleri ile ilgili ayrıntılar **(1)**	3
3	Kaynaklı bedpleyt ve krankkeyz, kaynak ayrıntıları ve kaynak talimatları ile **(2)**	3
4	Kaynaklı srast yatağı temel levhası, kaynak ayrıntıları ve kaynak talimatları ile **(2)**	3
5	Kaynaklı freym/freym kutusu/dişli kutusu, kaynak ayrıntıları ve kaynak talimatları ile **(2)**	3
6	Krankşaft , montajı ve detayları	3
7	Srast şaftı veya ara şaft (makina ile bütünleşik ise)	3
8	Şaft kaplin civataları	3
9	Ana yataklar için civata ve saplamalar	3
10	Silindir kaverleri ve egzost valfi için civata ve saplamalar (iki stroklu dizayn)	3
11	Konektin rot için civata ve saplamalar	3
12	Bağlantı rotları (tayrot)	1
	Makinanın aşağıdaki sistemlerinin şematik yerleşimi veya diğer eşdeğeri dokümanlar **(3):**	
13	İlk hareket havası devresi	3
14	Yakıt devresi	3
15	Yağlama yağı devresi	3
16	Soğutma suyu devresi	3
17	Hidrolik devresi	3
18	Hidrolik devresi (sübap hareketi)	3
19	Makinanın kumanda ve emniyet sistemi	3
20	Yüksek basınçlı yakıt boruları muhafaza sistemi, komple **(4)**	3
21	Hidrolik yağ ve yakıt akümülatörlerinin yapısı	3
22	Yakıt püskürtme sisteminin yüksek basınçlı parçaları **(5)**	3
23	Krankkeyzin patlama emniyet valflerinin yerleşimi ve ayrıntıları (madde F.4'e bakınız). **(6)**	3
24	Yağ buharı algılama ve/veya alternative alarm düzenleri (Tablo 2.7'ye bakınız)	1
25	Silindir kaveri	3
26	Silindir bloğu, makina bloğu	3
27	Silindir layneri	3
28	Karşı ağırlıklar (krankşaft ile bütünleşik değilse), bağlantıları dahil	3
29	Konnektin rot	3
30	Kroset	3
31	Piston rot	3
32	Piston rot, komple **(7)**	3
33	Piston kafası	3
34	Kemşaft tahrik sistemi, komple **(7)**	1
35	Volan	1
36	Temel yerleşim planı (sadece ana makinalar için)	3
37	Yakıt enjeksiyon pompası	1
38	Egzost borularının ve yakıt sistemi arızasıdan etkilenebilecek diğer yüksek sıcaklıklı kısımların izolasyon ve muhafaza sistemi, komple	3
39	Damperlerin yapısı ve yerleşimi	3

No	Item	Quantity
	Elektronik kumandalı makinalar için, aşağıda belirtilenlerin montaj ve yerleşim resmi:	
40	Kumanda valfleri	
41	Yüksek basınçlı pompalar	
42	Yüksek basınçlı pompaların tahrik sistemi	
43	Valf gövdeleri, uygulaması varsa	
44	İşletim ve servis elkitabı **(8)**	
45	HDEA (FMEA)'dan elde edilen test program (makina control sistemi için) **(9)**	
46	Döküm ve kaynak için üretim spesifikasyonu (işlem sırası)	
47	Çevre testleri, kumanda bileşenleri ile ilgili tip onayı sertifikaları **(10)**	
48	Makina üretimi ile ilgili kalite istekleri	

Dipnotlar:

(1) ***TL*** *Malzeme Kuralları ile karşılaştırmak için gerekli NDT ve basınç testleri.*

(2) *Malzemelerin ve kaynak prosedürlerinin onayı için. Kaynak prosedürü; ön ve son ısıl işlemleri, kaynak sarf malzemelerini ve montaj koşullarının ayrıntılarını içerecektir.*

(3) *Ana ölçüler, işletim akışkanı ve maksimum çalışma basıncı gibi, makina üreticisi tarafından sağlanan sistem ayrıntıları*

(4) *Tüm makinalar.*

(5) *Dokümanlar; basınçlar, boru ölçüleri ve malzemelerle ilgili ayrıntıları içerecektir.*

(6) *Yalnızca, silindir çapı 200 mm ve daha büyük veya krankkey hacmi 0,6* m^3 *veya daha büyük makinalar için.*

(7) *Bileşenlerin belirleyici numarası (örneğin resim numarası) dahil.*

(8) *İşletme ve bakım el kitapları; bakımın tamamlanmasından sonar yapılacaktestlerle birlikte, fitingler/ayar elemanları dahil, kullanılacak tüm özel takımlar ve ölçüm aletlerine ait ayrıntıları da içeren bakım isteklerini (servis ve onarım) içerecektir. Mekanik bağlantıların montajı, üreticinin montaj talimatlarına uymalıdır. Bağlantıların montajı için gerekli olan özel aletler ve göstergeler, üretici tarafından temin edilecektir.*

(9) *Yakıt enjeksiyonu ve/veya valfleri için hidrolik, pnömatik veya elektronik kontrol sistemleri bulunan makinalar için gereklidir. Dizel makinaların kontrol sistemlerinin HDEA prosesi için IACS Recommendation No.138'e bakınız.*

(10) *Uygulaması varsa, özel bir uygulama için değiştirilen dokümanlar, bilgi veya onay için* ***TL****'na verilecektir. IACS UR M 44 Rev.9, madde 3.2.2.2, Ek 4 ve Ek 5'e bakınız.*

(11) *IACS UR M 44 Rev.9, Ek 3'e göre, "Internal Combustion Engine Approval Application Form and Data Sheet" doldurulmalı ve* ***TL****'na verilmelidir.*

Tablo 2.4 Onaylı malzemeler ve test sertifikası tipi

Onaylı malzemeler	TL Kuralları(*)	Parça adı	Test sertifikası (**)		
			A	B	C
Dövme çelik $R_m \geq 360$ N/mm^2	Bölüm 5,	Krankşaftlar	X	-	-
		Konnektin rotlar (biyel kolları)	X	-	-
		Piston rotları	X **(3)**	X **(4)**	-
		Krosetler	X **(3)**	X **(4)**	-
		Pistonlar ve piston kafaları	X **(3)**	X **(4)**	-
		Silindir kaverleri / silindir kafaları	X	-	-
		Kemşaft tahrik dişlileri	X **(3)**	X **(4)**	-
Haddelenmiş veya dövme yuvarlak çelik $R_m \geq 360$ N/mm^2	Bölüm 5,	Bağlantı rotları (tayrot)	X	-	-
		Cıvatalar ve saplamalar	X **(1)**	X **(2)**	-
Özel kalite dökme çelik $R_m \geq 440$ N/mm^2 ve Özel kalite dövme çelik $R_m \geq 440$ N/mm^2	Bölüm 6, Bölüm 5,	Yarı-imalat krankşaftlar için vebler veya pin ve vebleri ile bir bütün olan krank elemanları (throws)	X	-	-
Dökme çelik	Bölüm 6,	Yatak altlıkları (kaynağa elverişli)	X	-	-
		Pistonlar ve piston kafaları	X **(3)**	X **(4)**	-
		Silindir kaverleri / silindir kafaları	X **(1)**	X **(2)**	-
		Kemşaft tahrik dişlileri	X **(3)**	X **(4)**	-
Nodüler dökme demir, tercihen ferritik cins $R_m \geq 370$ N/mm^2	Bölüm 7,	Makina blokları	-	X **(1)**	-
		Bedpleytler	-	X **(1)**	-
		Silindir blokları	-	X **(1)**	-
		Pistonlar ve piston kafaları	X **(3)**	X **(4)**	-
		Silindir kaverleri / silindir kafaları	-	X **(1)**	-
		Volanlar	-	X **(1)**	-
		Valf gövdeleri	-	X **(1)**	-
Lamelli dökme demir $R_m \geq 220$ N/mm^2	Bölüm 7,	Makina blokları	-	-	X
		Bedpleytler	-	-	X
		Silindir blokları	-	-	X
		Silindir laynerleri	-	-	X
		Silindir kaverleri / silindir kafaları	-	-	X
		Volanlar	-	-	X
Tekne yapım çeliği, bütün **TL** kalite dereceleri, kalınlık ≤ 35 mm. levhalar için	Bölüm 3,	Kaynaklı silindir blokları	X	-	-
		Kaynaklı bedpleytler	X	-	-
		Kaynaklı freymler	X	-	-
Tekne yapım çeliği, **TL** kalite derecesi (B), kalınlık >35 mm. levhalar için		Kaynaklı çerçeveler	X	-	-
Kaynaklı konstrüksiyonlar için alaşımsız yapı çelikleri	Bölüm 3,				

(*) *Tüm ayrıntılar için **TL** Malzeme Kuralları'na bakınız.*

(**) *Test sertifikaları, aşağıdaki kısaltmalarla, **TL** Malzeme Kuralları, Test Prosedürlerine göre düzenlenecektir:*
*A : **TL** Malzeme Sertifikası, B : Üretici Muayene Sertifikası, C: Üretici Test Raporu*

(1) *Sadece silindir çapı >300 mm. için.*

(2) *Silindir çapı ≤ 300 mm. için.*

(3) *Sadece silindir çapı >400 mm. için.*

(4) *Silindir çapı ≤ 400 mm. için.*

Krankpin ve jurnallere giden yağ kanallarının çıkışları, yağ kanallarındaki yorulmaya karşı emniyet marjının dolgu yerlerinde kabul edilen değerden daha az olmayacak şekilde yapılmalıdır. **TL** tarafından istendiğinde makina üreticisi kendi yağ kanalı tasarımını destekleyecek dokümanı temin edecektir.

Krankşaft mukavemet hesapları başlangıçta nominal değişken yükleme sonucunda eğilme ve nominal burulma gerilmelerinin tespitinden oluşur. Bu gerilmeler şekil değiştirme enerjisi teorisini kullanarak (v. Mises Kriteri) uygun gerilme konsantrasyon faktörleri ile çarpıldığında eşdeğer değişken gerilmeyi verir. Bu eşdeğer değişken gerilme belirlenmiş krankşaft malzemesinin yorulma mukavemeti ile karşılaştırılır. Bu karşılaştırma krankşaftın yeterli olarak boyutlandırılıp boyutlandırılmadığını gösterecektir.

1.5 Krankşaft hesapları için, aşağıda listelenmiş döküman ve planlar temin edilecektir:

- Krankşaft geometrisi ile ilgili tüm bilgileri içeren krankşaft resmi
- Tip tanımı ve makina türü (düz, çatallı veya mafsallı biyel kollarına sahip, sıralı tip motor veya V tipi motor)
- Çalışma ve yanma yöntemi (2-strok veya 4-strok çevrim, doğrudan püskürtmeli, ön yanma odalı, vs.)
- Silindir sayısı
- Nominal güç [kW]
- Nominal devir hızı [min^{-1}]
- Dönme yönü (Şekil. 2.1)
- Ateşleme sırası ile ateşleme aralıkları ve gerekli olduğunda V-açısı α_V (Şekil. 2.1)
- Silindir çapı [mm]
- Strok [mm]
- Maksimum silindir basıncı P_{max} [bar]
- Dolgu havası basıncı [bar] (hava valfleri veya süpürme portları önünde, hangisi geçerliyse)
- Biyel kolu uzunluğu L_H [mm]
- Bir krank dişlisinin titreşen ağırlığı [kg] (V-tipi makinalarda, gerekli olduğunda, master ve mafsallı tip biyel kolu veya çatal ve iç biyel kolu olan silindir ünitelerinde)
- Eşit aralıklarda verilmiş sayısallaştırılmış gaz basıncı eğrisi (bar – krank açısı ekseninde , 5° CA (krank açısı)'dan daha küçük aralıklarda)
- Mafsallı tip biyel koluna sahip makinalarda (Şekil. 2.2'ye bakınız)
  - Bağlantı noktasına olan uzaklık L_A [mm]
  - Bağlantı açısı α_N [°]
  - Biyel kolu uzunluğu L_N [mm]
- Krankşaft malzeme detayları
  - Malzeme gösterimi (DIN, AISI, v.s.'ye göre)
  - Malzemenin mekanik özellikleri (boyuna test örneklerinden elde edilen en küçük değer),
    - Çekme dayanımı [N/mm^2]
    - Akma dayanımı [N/mm^2]
    - Kopma uzaması [%]
    - Uzama A_5 [%]
    - Darbe enerjisi – KV [J]
- Malzeme eritme yöntemi (açık fırın, elektrik fırını, vs.)
- Dövme tipi (serbest dövme, sürekli tane akışlı dövme, düşmeli-dövme, v.b, dövme prosesinin tanımı ile birlikte)
- Isıl işlem

- Ek V'e göre hesaplama yapılabilmesini sağlamak üzere dolgu, jurnal, pinlerin ve yağ deliklerinin yüzey işlemi:
  - Yüzey sertliği [HV]
  - Sertleşme derinliğinin fonksiyonu olarak sertlik
  - Yüzey sertleştirmesinin boyutu
- Değişken burulma gerilmelerinin özellikleri, bakınız 2.2.

2. Gerilme Hesapları

2.1 Eğilme momentleri ve kesme kuvvetlerinden dolayı oluşan değişken gerilmelerin hesabı

2.1.1 Kabuller

Hesaplar statik olarak belirli sistem kabulüne dayanır, gaz ve atalet kuvvetlerine maruz kalan ve bitişik yatakların ortasında jurnallerin desteklendiği sadece bir krank dilimi ele alınır. Eğilme uzunluğu olarak iki ana yatak arasındaki uzunluk alınır (mesafe L3), (Şekil. 2.3 ve 2.4).

Eğilme momentleri, M_{BR} ve M_{BT}, biyel kolu kuvvetlerinin eksene dik (radyal), F_R ve teğet, F_T bileşenleri nedeniyle üçgen eğilme momenti yükü esas alınarak ilgili kesitte hesaplanır (Şekil. 2.3).

Bir krankpinine etkiyen iki biyel kollu krank dilimleri için ilgili eğilme momentleri, iki üçgen eğilme momenti yüklerinin süperpoze edilmesi ile hesaplanır (Şekil. 2.4).

2.1.1.1 *V*eb'e etkiyen eğilme momentleri ve radyal kuvvetler

Eğilme momenti, M_{BRF} ve radyal kuvvet, Q_{RF} krank vebi kesitinde dolu vebin orta noktasına (L_1 mesafesinde) etki ettikleri kabul edilir ve biyel kolu kuvvetlerinin radyal bileşeninden türetilir.

Eğilme momentleri ve kesme kuvvetlerinden kaynaklanan nominal değişken eğilme ve normal gerilmeler krank *v*ebinin kesit alanı ile ilişkilendirilecektir. Bu referans kesit alanı, pinlerin bindirme yaptığı hattın ortasındaki veya pinler bindirme yapmıyorsa iki pinin ardışık hatlarının orta noktasındaki *v*eb kalınlığı W ve *v*eb genişliği B´den hesaplanır (Şekil 2.6).

2.1.1.2 Krankpin yağ deliği çıkışındaki eğilme

Krankpin kesitindeki yağ deliği boyunca iki ilgili eğilme momenti göz önüne alınır.

M_{BRO}, biyel kolu kuvvetinin radyal bileşeninin eğilme momentidir.

M_{BTO}, biyel kolu kuvvetinin teğet bileşeninin eğilme momentidir.

Bu eğilme momentleri nedeniyle oluşan değişken gerilmeler eksenel olarak delinmiş krankpinin kesit alanı ile ilişkilendirilecektir.

Ortalama eğilme gerilmeleri ihmal edilmektedir.

2.1.2 Nominal değişken eğilme ve kesme gerilmelerinin hesaplanması

Genel kaide olarak, gaz ve atalet kuvvetlerinden kaynaklanan krankpinine etkiyen radyal ve teğet kuvvetlerin bir çevrim boyunca bütün krank pozisyonları için hesaplarının yapılması gereklidir.

Bir çevrimde hesaplanan kuvvetler kullınalarak ve ana yatak orta noktasından olan mesafe göz önüne alınarak, 2.1.1.1 ve 2.1.1.2' de tanımlanan zamana göre eğilme momentleri M_{BRF}, M_{BRO}, M_{BTO} ve radyal kuvvetler Q_{RF} hesaplanacaktır.

V-tipi motorlarda, bir krank dilimine etki eden iki silindirin gaz ve atalet kuvvetlerinden hesaplanan eğilme momentleri faz farkına göre ve farklı dizaynlar (çatallı biyel kolu, eklemli tip biyel kolu veya bitişik biyel kolları) değerlendirilerek süperpoze edilecektir.

Bir krankşaftta farklı geometrik konfügürasyonlardaki kranklar (asimetrik kranklar gibi) için hesaplar tüm krank türlerini kapsayacaktır.

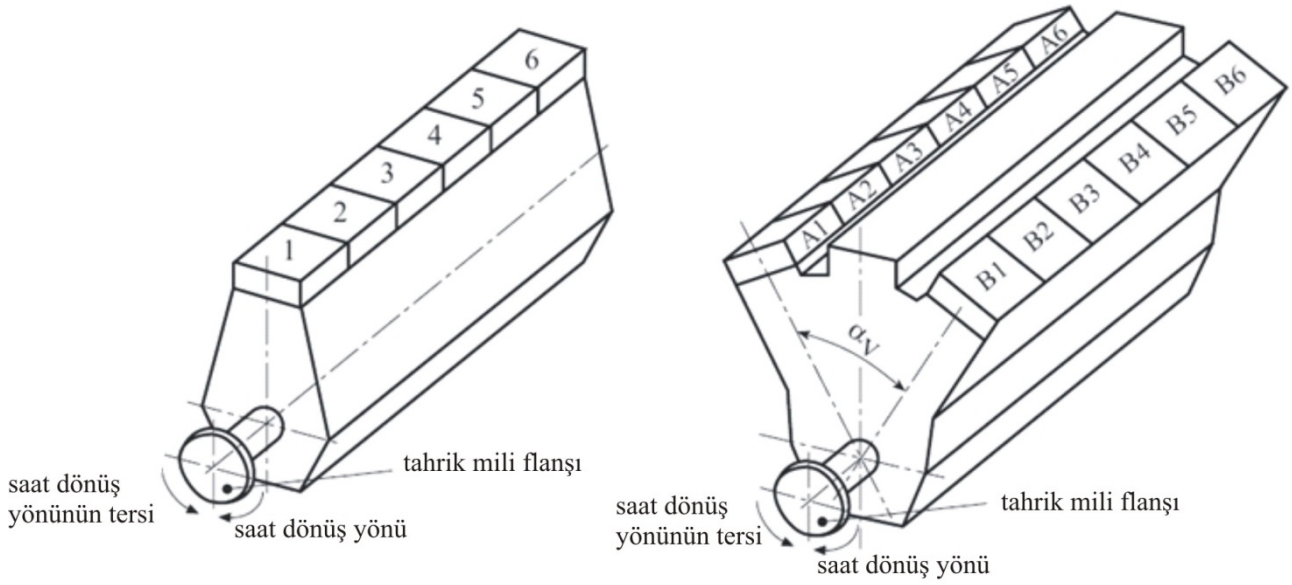
Belirleyici değişken değerler aşağıdaki bağıntıyla hesaplanacaktır:

$$X_N = \pm\frac{1}{2}(X_{max}-X_{min})$$

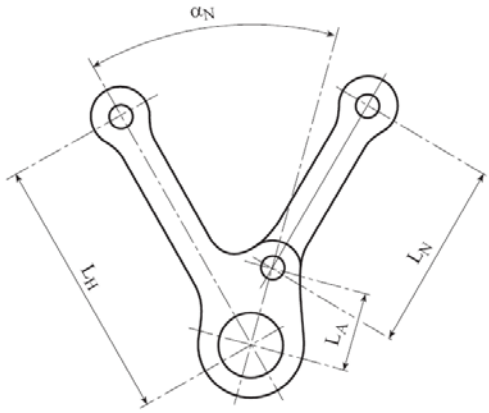
X_N = Değişken kuvvet, moment veya gerilme

X_{max} = Bir çevrimde en büyük değer

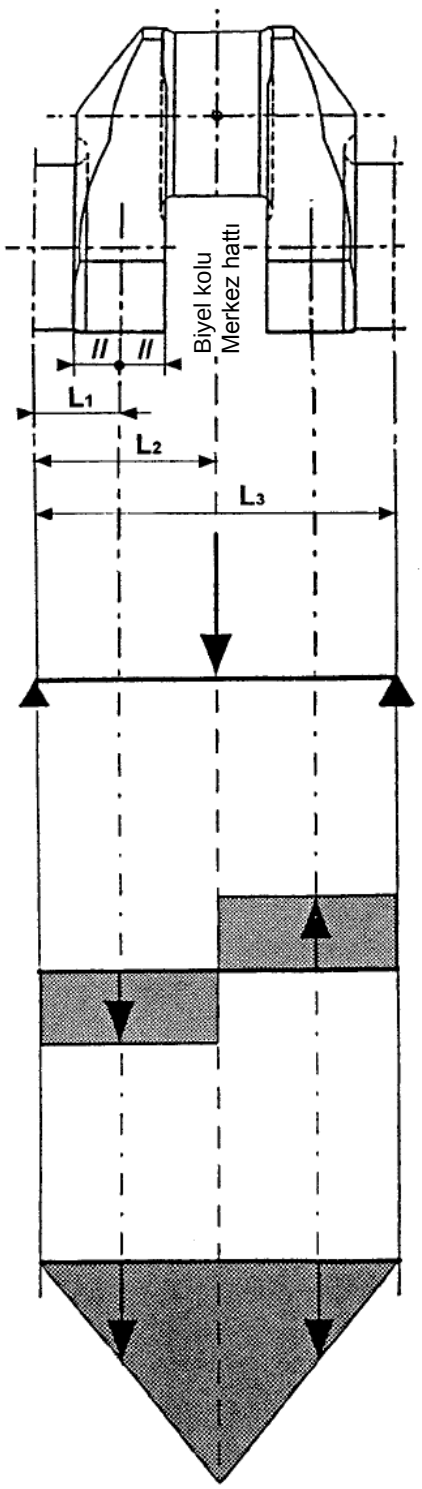
X_{min} = Bir çevrimde en küçük değer



Şekil 2.1 Silindirlerin işaretlenmesi



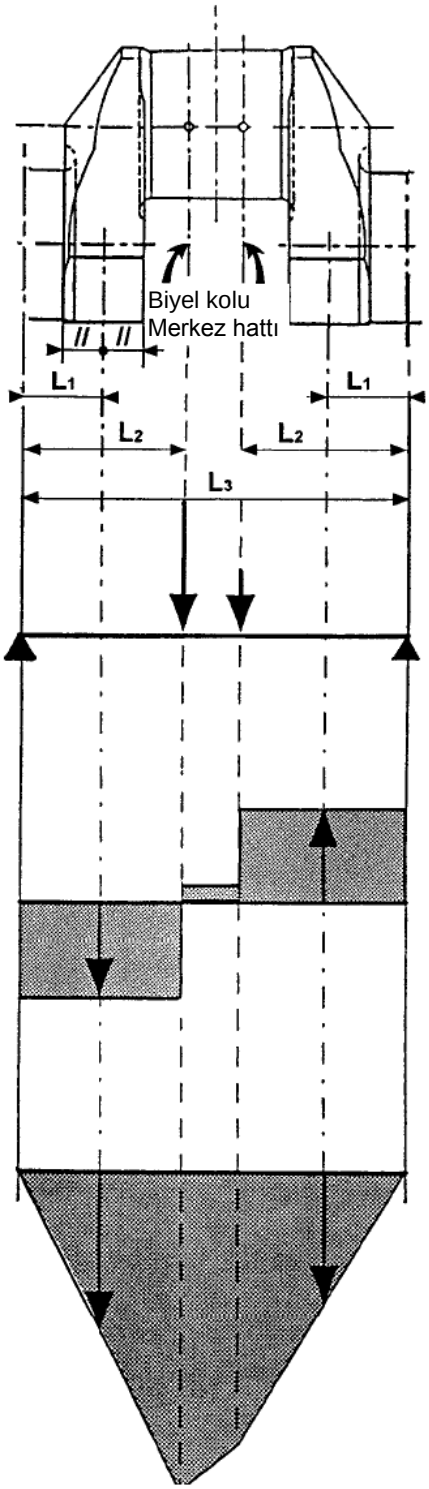
Şekil 2.2 Mafsallı tip biyel kolu



Biyel kolu bileşenlerin kuvvetleri (F_R veya F_T)

Radyal kesme kuvveti diyagramları (Q_R)

Eğilme momentleri diyagramları (M_{BR} veya M_{BT})



Şekil. 2.3 Sıralı tipte makina için krank dilimi

Şekil. 2.4 V–tipi iki bitişik biyel kollu makina için krank dilimi

L1 = Ana jurnal merkez hattı ile krank veb'i merkezi arasındaki mesafe
(bindirmesiz krankşaft için Şekil 2.6'ya da bakınız)
L2 = Ana jurnal merkez hattı ile konektin rot merkezi arasındaki mesafe
L3 = Bitişik iki ana jurnal merkezleri arasındaki mesafe

2.1.2.1 *V*eb kesitinde nominal değişken eğilme ve normal gerilmelerin hesaplanması

*V*eb kesitinde nominal eğilme ve normal gerilmelerin hesaplanması aşağıda verilmektedir:

$$\sigma_{BFN} = \pm \frac{M_{BRFN}}{W_{eqw}} \cdot 10^3 \cdot K_e$$

$$\sigma_{QFN} = \pm \frac{Q_{RFN}}{F} \cdot 10^3 \cdot K_e$$

σ_{BFN} = Nominal değişken eğilme gerilmesi [N/mm^2]

M_{BRFN} = Nominal değişken eğilme momenti [Nm] (Şekil 2.3 ve 2.4)

$$M_{BRFN} = \pm \frac{1}{2}\left(M_{BRF,max} - M_{BRF,min}\right)$$

W_{eqw} = Veb kesit alanına ait kesit modülü [mm^3]

$$W_{eqw} = \frac{B \cdot W^2}{6}$$

K_e = yan yana krank ve yatak kısıtlayıcısının etkisini bazı uzunluklarda dikkate alan amprik faktör

K_e = 0,8 2-stroklu motorlar için

= 1,0 4-stroklu motorlar için

$$Q_{RFN} = \pm \frac{1}{2}\left(Q_{RF,max} - Q_{RF,min}\right)$$

σ_{QFN} = Radyal kuvvet nedeniyle veb kesit alanında nominal değişken normal gerilme [N/mm^2]

Q_{RFN} = Veb kesit alanında radyal kuvvet [N] (Şekil 2.3 ve 2.4)

$$F = B \cdot W$$

F = *V*eb kesiti ile ilgili alan [mm^2]

2.1.2.2 Krankpin yağ deliği çıkışında nominal değişken eğilme gerilmesi

Nominal değişken eğilme gerilmesinin hesabı aşağıda verilmektedir:

$$\sigma_{BON} = \pm \frac{M_{BON}}{W_e} \cdot 10^3$$

σ_{BON} = Krank pin çapı ile ilgili nominal değişken eğilme gerilmesi [N/mm^2]

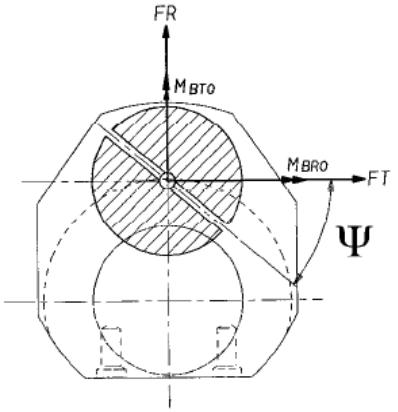
M_{BON} = Krankpin yağ deliği çıkışında hesaplanan değişken eğilme momenti [Nm]

$$M_{BON} = \pm \frac{1}{2}\left(M_{BO,max} - M_{BO,min}\right)$$

ile

$$M_{BO} = (M_{BTO} \cos\psi + M_{BRO} \sin\psi)$$

ve ψ [°] açısı için Şekil 2.5'e bakınız.



Şekil 2.5 Yağ deliği boyunca krankpin kesiti

W_e = Eksenel olarak delinmiş krankpin kesit alanına ait kesit modülü [mm^3]:

$$W_e = \frac{\pi}{32}\left[\frac{D^4 - D_{BH}^4}{D}\right]$$

2.1.3 Dolgulardaki Değişken Eğilme Gerilmesinin Hesaplanması

Krankpin ve jurnal dolgularındaki gerilmelerin hesabı aşağıdaki gibi yapılacaktır.

Krankpin dolgusu için:

$$\sigma_{BH} = \pm(\alpha_B \cdot \sigma_{BN})$$

σ_{BH} = Krankpini dolgusundaki değişken eğilme gerilmesi [N/mm^2],

α_B = Krankpini dolgusundaki gerilme konsantrasyon faktörü [–] (saptanması için 3'e bakınız)

Jurnal dolgusu için (yarı-imalat krankşaftlara uygulanmaz):

$$\sigma_{BG} = \pm\left(\beta_B \cdot \sigma_{BN} + \beta_Q \cdot \sigma_{QN}\right)$$

σ_{BG} = Jurnal dolgusundaki değişken eğilme gerilmesi [N/mm^2],

β_B = Jurnal dolgusundaki eğilme için gerilme konsantrasyon faktörü [–] (saptanması için 3'e bakınız),

β_Q = Kesme için gerilme konsantrasyon faktörü [–] (saptanması için 3'e bakınız)

2.1.4 Krankpin yağ deliği çıkışındaki değişken eğilme gerilmelerinin hesaplanması

$$\sigma_{BO} = \pm(\gamma_B \cdot \sigma_{BON})$$

σ_{BO} = Krankpin yağ deliği çıkışındaki değişken eğilme gerilmesi [N/mm^2],

γ_B = Krankpini yağ deliğindeki eğilme için gerilme konsantrasyon faktörü [–] (saptanması için 3'e bakınız)

2.2 Değişken burulma gerilmesinin hesaplanması

2.2.1 Genel

Nominal değişken burulma gerilmesinin hesabı makina üreticisi tarafından 2.1.2´de verilen bilgilere uygun şekilde yapılacaktır.

Bu hesaplardan elde edilen en büyük değerler **TL** tarafından, 5´e göre, eşdeğer değişken gerilme belirlenirken kullanılacaktır. Böyle bir en büyük değerin olmaması durumunda krankşaftın boyutlandırılması için, **TL**'nin tahmini bir sabit değer kullanması gerekecektir.

Makinada ve muhtemelen şaftlarında beklenen burulma titreşim gerilmelerinin tayininde zorlanmış titreşim hesabının yapılması için makina üreticisi adına **TL** görevlendirildiğinde, 1.5'e ilave olarak aşağıdaki bilgiler **TL**'ye teslim edilecektir:

- Motorun aşağıdakileri de içeren eşdeğer dinamik sistemi
  - Her ayrı parçanın kütle atalet momenti [kgm^2]
  - Ataletsiz burulma katılıkları [Nm/rad]
- Titreşim sönümleyicileri
  - Tip tanımı
  - Kütle atalet momentleri [kgm^2]
  - Ataletsiz burulma katılıkları [Nm/rad]
  - Sönümleme katsayıları [Nms]
- Volanlar
  - Kütle atalet momenti [kgm^2]

Eğer tüm donanım göz önüne alınıyorsa, yukarıdakilere ek olarak aşağıdaki bilgiler de temin edilecektir:

- Kaplin

Dinamik özellikleri ve sönümleme bilgisi

- Dişli donanımı bilgileri
  - Dişli şaftların, itme şaftlarının, ara şaftların ve pervane şaftlarının şaft çapları
- Şaftlar
  - İtme şaftlarının, ara şaftların ve pervane şaftlarının çapları
- Pervaneler
  - Pervane çapı
  - Kanat sayısı
  - Piç ve alan oranı
- Makina zorlamasının ilgili titreşim modları ile doğal frekansları ve harmoniklerinin vektör toplamları.
- Tüm önemli sistem elemanlarının özellikle açıkça gösterilmiş rezonans devir hızları ve sürekli işletim aralıklarının belirtildiği tahmini burulma titreşimi gerilmeleri

2.2.2 Nominal değişken burulma gerilmelerinin hesaplanması

Maksimum ve minimum değişken momentler, sistemin her kütle noktası ve tüm hız aralığı için iki stroklu makinalarda 1. mertebeden 15. mertebede dahil olmak üzere ve 4 stroklu motorlarda 0,5.mertebeden 12. mertebede dahil omak üzere zorlanmış titreşimlerin harmonik sentezi yoluyla hesaplanacaktır. Bu işlem yapılırken sistem içindeki sönümleme ve bazı istenmeyen durumlara (bazı silindirlerde ateşleme olmaması, yani sıkıştırma çevriminin oluştuğu ancak yanmanın oluşmadığı durum) karşı marjin oluşturulmalıdır. Geçici rejimde cevabın yeterli hassasiyette kayıt edilebilmesine imkan vermek için hız aralıkları uygun olarak seçilerek devir işletim sahasında bulunan rezonanslar tesbit edilecektir.Eksik Yanma Sıkıştırma çevriminde yanma gerçekleşmediğinde eksik oluşan silindir koşulu olarak tanımlanır.

Bu tip hesaplardan elde edilen değerler teslim edilecektir.

Değerlendirme için esas olan her kütle noktasındaki nominal değişken burulma gerilmesi aşağıdaki denklemden elde edilir:

$$\tau_N = \pm \frac{M_T}{W_p} \cdot 10^3$$

$$M_T = \pm \frac{1}{2}(M_{Tmax} - M_{Tmin})$$

$$W_p = \frac{\pi}{16}\left(\frac{D^4 - D_{BH}^4}{D}\right)$$

veya

$$W_p = \frac{\pi}{16}\left(\frac{D_G^4 - D_{BG}^4}{D_G}\right)$$

τ_N = Krankpin veya jurnalindeki nominal değişken burulma gerilmesi [N/mm^2],

M_{TN} = Maksimum değişken moment [Nm],

W_p = Krankpin veya jurnalinin delik kesit alanı ile ilgili polar kesit modülü [mm^3],

M_{Tmax} = Maksimum moment değeri [Nm]

M_{Tmin} = Minimum moment değeri [Nm]

Krankşaftın değerlendirilmesi ilgili eğilme gerilmesi ile birlikte burulma gerilmesine dayanmaktadır. Bu değerlendirme en düşük kabul edilme faktörü ile sonuçlanır. Yasaklanmış hız aralıkları gerekli olduğunda bu aralıklardaki burulma gerilmeleri kabul edilme faktörü hesaplarında göz önüne alınmayacaktır.

Yasaklanmış hız aralıkları, mevcudiyetlerinin uygun olmayan bir işletime yol açmayacakları şekilde düzenleneceklerdir. Nominal devir hızının $\lambda \geq 0{,}8$'in üzerinde bir hız oranında yasaklanmış hız aralığı olmayacaktır.

Krankşaftların onayı en küçük kabul edilebilirilik faktörü olan tesise dayalı olacaktır.

Her tesis için dolayısıyla, onaylanmış nominal değişken burulma gerilmesinin aşılmadığını kanıtlayan bir hesaplama yapılacaktır. Bu hesap değerlendirme için teslim edilecektir.

2.2.3 Dolgulardaki ve krankpin yağ delikleri çıkışındaki değişken burulma gerilmeleri

Gerilme hesapları krankpini, jurnal dolguları ve krankpini yağ deliği çıkışı için yapılacaktır.

Krankpini dolgusu için:

$$\tau_H = \pm(\alpha_T \cdot \tau_N)$$

τ_H = Krankpin dolgusundaki değişken burulma gerilmesi [N/mm^2],

α_T = Krankpin dolgusundaki burulma için gerilme konsantrasyon faktörü [–] (saptama için C'ye bakınız).

τ_N = Krankpin çapı ile ilgili değişken burulma gerilmesi [N/mm^2],

Jurnal dolgusu için (yarı-imalat krankşaftlara uygulanmaz):

$$\tau_G = \pm(\beta_T \cdot \tau_N)$$

τ_G = Jurnal dolgusundaki değişken burulma gerilmesi [N/mm^2],

β_T = Jurnal dolgusundaki burulma için gerilme konsantrasyon faktörü [–] (saptama için C'ye bakınız).

τ_N = Jurnal çapı ile ilgili değişken burulma gerilmesi [N/mm^2],

Krankpin yağ deliği çıkışı için:

$$\sigma_{TO} = \pm(\gamma_T \cdot \tau_N)$$

σ_{TO} = Krankpin yağ deliği çıkışında burulmadan dolayı değişken gerilme [N/mm^2],

γ_T = Krankpin yağ deliği çıkışında burulma için gerilme konsantrasyon faktörü [–] (saptama için C'ye bakınız),

τ_N = Krankpini çapı ile ilgili değişken burulma gerilmesi [N/mm^2].

3. Gerilme Konsantrasyon Katsayılarının Hesaplanması

3.1 Genel

Gerilme konsantrasyon faktörleri, dövme dolu-*v*eb tipi krankşaftların krankpini dolguları ve yağ deliklerine ve yarı-imalat krankşaftların krankpin dolgularına uygulanan 3.2, 3.3 ve 3.4'de verilen formüllere göre belirlenir. Yağ deliğini ilgilendiren gerilme konsantrasyon faktör formülü sadece radyal olarak delinen yağ delikleri halinde geçerlidir. Tüm formüller için dolgular hakkında FVV (Forschungsvereinigung Verbrennungs-kraftmaschinen)'nin ve yağ delikleri hakkında ESDU(Engineering Science Data Unit)'nun araştırmaları temel alınmıştır.

Krankşaftın geometrisi analitik stres faktörlerinin (SCF) sınırları dışında ise hesaplama metodu D.3.5 maddesinde detaylandırıldığı gibi olabilir.

Eğilme için gerilme konsantrasyon faktörleri (α_B, β_B) krankın orta kesitine etki eden eğilme zorlaması altında dolgularda oluşan maksimum eğilme gerilmesinin *v*eb kesit alanındaki nominal gerilmeye oranı olarak tarif edilirler.

Krankpin dolgusundaki basma için gerilme konsantrasyon faktörü (β_Q) radyal kuvvet nedeniyle dolguda oluşan maksimum eşdeğer gerilmenin (VON MISES) *v*eb kesit alanındaki nominal normal gerilmeye oranı olarak tarif edilir.

Burulma için gerilme konsantrasyon faktörleri (α_T, β_T) dolgularda burulma zorlaması altında oluşan maksimum burulma gerilmesinin, krankpini veya jurnalinin delik kesit alanındaki nominal gerilmeye oranı olarak tarif edilirler.

Eğilme (γ_B) ve burulma (γ_T) için gerilme konsantrasyon faktörleri, eğilme ve burulma yükleri altındaki krankpin yağ deliği çıkışında oluşan maksimum başlıca gerilmenin eksenel olarak delinmiş krankpin kesit alanı ile ilgili karşılık gelen nominal gerilmeye oranı olarak tarif edilirler.

Gerilme konsantrasyon faktörlerinin doğrudan değerlendirimesine imkan verecek güvenilir ölçümler ve/ veya hesaplamaların mevcut olduğu durumlarda, mevcut kurallara eşdeğer olduklarının belirlenmesi için ilgili dokümanlar ve analiz metodu **TL**'na teslim edilmelidir. Bu işlem, 3.2 – 3.4'de verilen ampirik formüllerde, boyutların geçerlilik aralığı dışında olduğunda daima yapılmalıdır.

Ek III ve VI'da gerilme yığılması faktörlerinin hesabında FE analizlerinin nasıl kullanıldığı anlatılmaktadır. Eşdeğer (von Mises) gerilmeler ile ana gerilmelerin karıştırılmamasına dikkate edilmelidir.

Gerilme konsantrasyon faktörlerinin hesabı için gereken tüm krank boyutları Şekil 2.6'da gösterilmiştir.

Gerçek boyutlar:

D = Krankpin çapı [mm],

D_{BH} = Krankpin deliğinin çapı [mm],

D_O = Krankpin yağ deliğinin çapı [mm],

R_H = krankpin dolgu yarıçapı [mm],

T_H = krankpinin girintisi [mm],

D_G = Jurnal çapı [mm].

D_{BG} = Jurnal deliğinin çapı [mm],

R_G = Jurnal dolgusunun yarıçapı [mm],

T_G = Jurnal dolgusunun girintisi [mm],

E = Pin eksen kaçıklığı [mm],

S = Pin bindirmesi [mm],

$$S = \frac{D + D_G}{2} - E$$

W(*) = *V*eb kalınlığı [mm],

B(*) = *V*eb genişliği [mm].

(*) 2-stroklu yarı-imalat krakşaftlar halinde:

- $T_H > R_H$ halinde, *v*eb kalınlığı aşağıdakine eşit alınmalıdır:

  $W_{red} = W - (T_H - R_H)$ (Şekil 2.6)

- Veb kalınlığı, B Şekil 2.6'ya göre krankpin dolgusu yarıçapının merkezinden alınmalıdır.

Aşağıdaki boyutlar gerilme konsantrasyon faktörlerinin hesabında kullanılacaklardır:

Tablo 2.5 Gerilme konsantrasyon faktörleri

Krankpin dolguları	**Jurnal dolguları**
$r = R_H / D$	**$r = R_G / D$**
$s = S/D$	
$w = W/D$ bindirmeli krankşaftlarda	
$w = W_{red}/D$ bindirmesiz krankşaftlarda	
$b = B/D$	
$d_O = D_O/D$	
$d_G = D_{BG}/D$	
$d_H = D_{BH}/D$	
$t_H = T_H/D$	
$t_G = T_G/D$	

Gerilme konsantrasyon faktörleri araştırmaların yapıldığı boyutların aralıklarında geçerlidir. Aralıklar aşağıda verilmektedir:

$$s \le 0{,}5$$

$$0.2 \le w \le 0{,}8$$

$$1.1 \le b \le 2{,}2$$

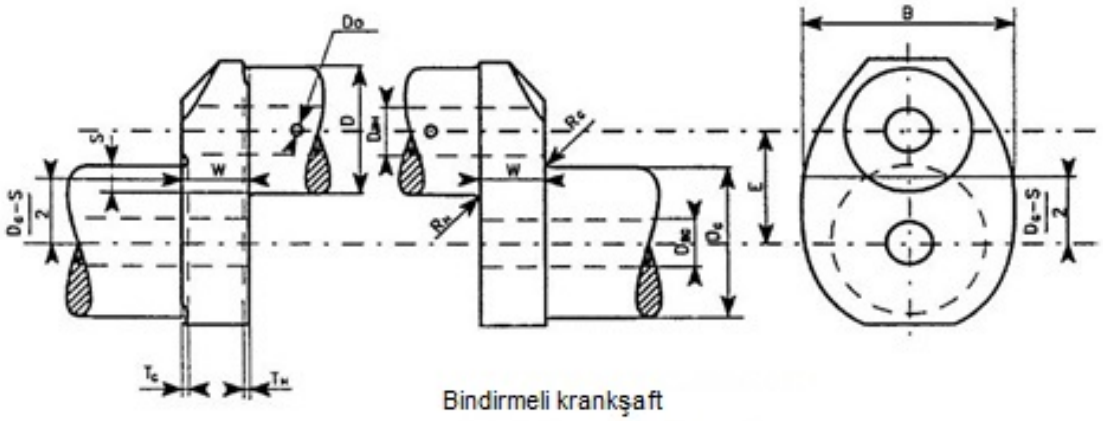
$$0.03 \le r \le 0{,}13$$

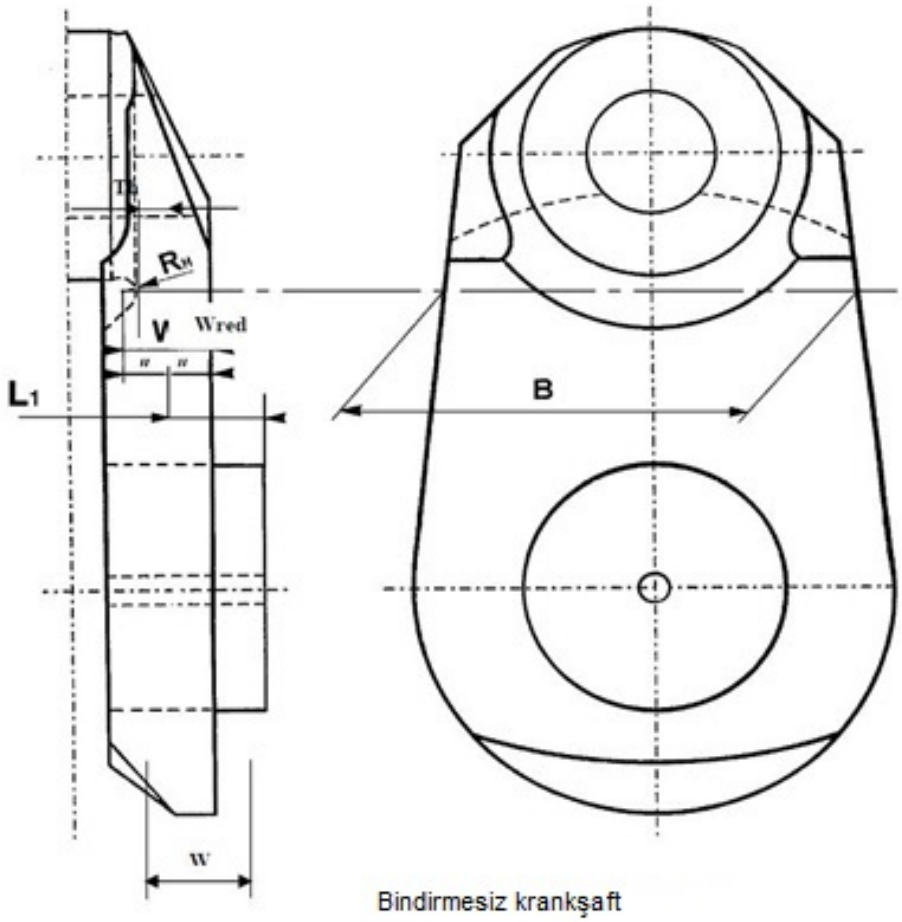
$$0 \le d_G \le 0{,}8$$

$$0 \le d_H \le 0{,}8$$

$$0 \le d_O \le 0{,}2$$

s'nin alt sınırları aşağıdaki hallerde büyük negatif değerler alabilecek şekilde genişletilebilir:





Şekil 2.6 Gerilme konsantrasyon faktörlerinin hesabı için gereken krank boyutları

Hesaplanan f(recess) < 1 ise f(recess) faktörü göz önüne alınmayacaktır, (yani f(recess)=1)

- S<-0,5 ise f(s,w) ve f(r,s), s'nin gerçek değeri için -0,5 alınarak belirlenecektir.

3.2 Krankpin dolgusu

Eğilme için gerilme konsantrasyon faktörü α_B :

$\alpha_B = 2{,}6914 \cdot f(s,w) \cdot f(w) \cdot f(b) \cdot f(r) \cdot f(d_G) \cdot f(d_H) \cdot f(recess)$

$f(s,w) = -4{,}1883 + 29{,}2004 \cdot w - 77{,}5925 \cdot w^2 + 91{,}9454 \cdot w^3 - 40{,}0416 \cdot w^4 + (1 - s) \cdot (9{,}5440 - 58{,}3480 \cdot w + 159{,}3415 \cdot w^2 - 192{,}5846 \cdot w^3 + 85{,}2916 \cdot w^4) + (1 - s)^2 \cdot (-3{,}8399 + 25{,}0444 \cdot w - 70{,}5571 \cdot w^2 + 87{,}0328 \cdot w^3 - 39{,}1832 \cdot w^4)$

$f(w) = 2{,}1790 \cdot w^{0{,}7171}$

$f(b) = 0{,}6840 - 0{,}0077 \cdot b + 0{,}1473 \cdot b^2$

$f(r) = 0{,}2081 \cdot r^{-0{,}5231}$

$f(d_G) = 0{,}9993 + 0{,}27 \cdot d_G - 1{,}0211 \cdot d_G^2 + 0{,}5306 \cdot d_G^3$

$f(d_H) = 0{,}9978 + 0{,}3145 \cdot d_H - 1{,}5241 \cdot d_H^2 + 2{,}4147 \cdot d_H^3$

$f(recess) = 1 + (t_H + t_G) \cdot (1{,}8 + 3{,}2 \cdot s)$

Burulma için gerilme konsantrasyon faktörü (α_T) :

$\alpha_T = 0{,}8 \cdot f(r,s) \cdot f(b) \cdot f(w)$

$f(r,s) = r^{[-0{,}322 + 0{,}1015 \cdot (1 - s)]}$

$f(b) = 7{,}8955 - 10{,}654 \cdot b + 5{,}3482 \cdot b^2 - 0{,}857 \cdot b^3$

$f(w) = w^{-0{,}145}$

krankpin ve jurnalin çapları ve dolgu yarıçapları aynı ise,

3.3 Jurnal dolgusu (yarı-imalat krankşaftlara uygulanmaz)

Eğilme için gerilme konsantrasyon faktörü β_B :

$\beta_B = 2{,}7146 \cdot f_B(s,w) \cdot f_B(w) \cdot f_B(b) \cdot f_B(r) \cdot f_B(d_G) \cdot f_B(d_H) \cdot f(recess)$

$f_B(s,w) = -1{,}7625 + 2{,}9821 \cdot w - 1{,}5276 \cdot w^2 + (1 - s) \cdot (5{,}1169 - 5{,}8089 \cdot w + 3{,}1391 \cdot w^2) + (1 - s)^2 \cdot (-2{,}1567 + 2{,}3297 \cdot w - 1{,}2952 \cdot w^2)$

$f_B(w) = 2{,}2242 \cdot w^{0{,}7548}$

$f_B(b) = 0{,}5616 + 0{,}1197 \cdot b + 0{,}1176 \cdot b^2$

$f_B(r) = 0{,}1908 \cdot r^{-0{,}5568}$

$f_B(d_G) = 1{,}0012 - 0{,}6441 \cdot d_G + 1{,}2265 \cdot d_G^2$

$f_B(d_H) = 1{,}0022 - 0{,}1903 \cdot d_H + 0{,}0073 \cdot d_H^2$

$f(recess) = 1 + (t_H + t_G) \cdot (1{,}8 + 3{,}2 \cdot s)$

Radyal kuvvetten dolayı basma için gerilme konsantrasyon faktörü β_Q :

$\beta_Q = 3{,}0128 \cdot f_Q(s) \cdot f_Q(w) \cdot f_Q(b) \cdot f_Q(r) \cdot f_Q(d_H) \cdot f(recess)$

$f_Q(s) = 0{,}4368 + 2{,}6130 \cdot (1 - s) - 1{,}5212 \cdot (1 - s)^2$

$f_Q(w) = w / (0{,}0637 + 0{,}9369 \cdot w)$

$f_Q(b) = -0{,}5 + b$

$f_Q(r) = 0{,}5331 \cdot r^{-0{,}2038}$

$f_Q(d_H) = 0{,}9937 - 1{,}1949 \cdot d_H + 1{,}7373 \cdot d_H^2$

$f(recess) = 1 + (t_H + t_G) \cdot (1{,}8 + 3{,}2 \cdot s)$

Burulma için gerilme konsantrasyon faktörü β_T :

$\beta_T = \alpha_T$

$\beta_T = 0{,}8 \cdot f(r,s) \cdot f(b) \cdot f(w)$

krankpin ve jurnalin çapları ve dolgu yarıçapları farklı ise

f(r,s), f(b) ve f(w) 3,2 uyarınca saptanacaklardır, (α_T'nin hesabına bakınız) bununla beraber jurnal dolgusunun yarıçapı jurnal çapı ile ilişkilendirilecektir:

$$r = \frac{R_G}{D_G}$$

3.4 Krankpin yağ deliği çıkışı

Eğilme için gerilme konsantrasyon faktörü γ_B:

$\gamma_B = 3 - 5{,}88\, d_O + 34{,}6\, d_O^2$

Burulma için gerilme konsantrasyon faktörü γ_T:

$\gamma_T = 4 - 6\, d_O + 30\, d_O^2$

4. İlave Eğilme Gerilmeleri

Dolgulardaki değişken eğilme gerilmelerine ek olarak (2.1.3'e bakınız) eksenden kaçıklık, bedpleyt deformasyonları ve eksenel ve eğilme titreşimleri nedeniyle oluşan ilave eğilme gerilmeleri aşağıdaki tabloda verilen σ_{add} tatbik edilerek göz önüne alınacaktır.

Tablo 2.6 İlave gerilme

Makina tipi	σ_{add} [N/mm^2]
Kroshedli makinalar	± 30 (*)
Trunk piston makinalar (krosetsiz)	± 10

(*) Ek ± 30 N/mm^2 gerilme iki bileşenden oluşmaktadır.

(1) *eksenel titreşimden oluşan ilave ± 20 N/mm^2 gerilme ve*

(2) *eksenden kaçıklık ve bedpleyt deformasyonundan kaynaklanan ilave ± 10 N/mm^2 gerilme*

± 20 N/mm^2 değerinin (motor/şaft/dişli donanımı/pervane) gibi dinamik sistemlerin (eksenel titreşim hesap sonuçlarının olmadığıdurumlarda eksenel titreşim bileşeni değerlendirilmesi için kullanılması tavsiye edilir.
Dinamik sistem için eksenel titreşim hesapları var ise , hesaplanan değerler kullanılabilir.

5. Eşdeğer Değişken Gerilmenin Hesabı

5.1 Genel

Krankpin dolgusunda, eğilme ve burulma iki farklı çift eksenli gerilme alanlarına yol açar. Eğilme ve burulma gerilmelerinin aynı zamanda ve aynı yerde oluştukları kabulüyle, bu gerilme alanları eşdeğer Von Mises gerilmesi ile temsil edilebilir (Ek I'e bakınız).

Sonuç olarak, eşdeğer değişken gerilme krankpin dolgusu ve jurnal dolgusu için Von Mises kriteri kullanılarak hesaplanacaktır.

Yağ deliği çıkışı için, eğilme ve burulma iki farklı gerilme alanına yol açar. Bu gerilme alanı, eğilme ve burulmanın aynı zamanda gerçekleştiği kabulüyle iki gerilme alanının kombinasyonu neticesinde elde edilen maksimum başlıca gerilmeye eşit bir eşdeğer gerilme ile temsil edilebilir (Ek II'ye bakınız).

Yukarıdaki iki farklı eşdeğer gerilme saptanması yolu, Von Mises kriterine göre değerlendirilen krankşaftların aynı yorulma mukavemeti değeri ile karşılaştırılabilen gerilmelere yol açar.

5.2 Eşdeğer değişken gerilme

Eşdeğer değişken gerilme değeri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır:

Krankpin dolgusu için:

$$\sigma_V = \pm\sqrt{(\sigma_{BH}+\sigma_{add})^2+3\cdot\tau_H^2}$$

Jurnal dolgusu için:

$$\sigma_V = \pm\sqrt{(\sigma_{BG}+\sigma_{add})^2+3\cdot\tau_G^2}$$

Krankpin yağ deliği çıkışı için:

$$\sigma_V = \pm\frac{1}{3}\sigma_{BO}\left[1+2\sqrt{1+\frac{9}{4}\left(\frac{\sigma_{TO}}{\sigma_{BO}}\right)^2}\right]$$

σ_V = Eşdeğer değişken gerilme [N/mm^2]

Diğer parametreler için D.2.1.3, D.2.2.3 ve D.4´e bakınız.

6. Yorulma Mukavemetinin Hesabı

Yorulma mukavemeti, dolguların en fazla gerilmeye maruz kaldığı noktalarda bir krankşaftın sürekli olarak mukavemet göstereceği eşdeğer değişken gerilme değeridir. Krankşaft için yorulma dayanımının gerçekçi bir şekilde ölçülemediği durumlarda, yorulma dayanımı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanabilir:

Krankpin çapına bağlı olarak:

$$\sigma_{DW} = \pm K \cdot (0{,}42 \cdot \sigma_B + 39{,}3) \cdot$$

$$\left[0{,}264 + 1{,}073 \cdot D^{-0.2} + \frac{785 - \sigma_B}{4900} + \frac{196}{\sigma_B} \cdot \sqrt{\frac{1}{R_X}}\right]$$

$R_X = R_H$: Dolgu alanı için

$R_X = D_O/2$: Yağ deliği alanı için:

Jurnal çapına bağlı olarak:

$$\sigma_{DW} = \pm K \cdot (0{,}42 \cdot \sigma_B + 39{,}3) \cdot$$

$$\left[0{,}264 + 1{,}073 \cdot D_G^{-0{,}2} + \frac{785 - \sigma_B}{4900} + \frac{196}{\sigma_B} \cdot \sqrt{\frac{1}{R_G}}\right]$$

σ_{DW} = Krankşaftın izin verilen yorulma dayanımı [N/mm^2],

K = Isıl işlem geçirmemiş farklı tipte dövme veya döküm krankşaftlar için faktör [–],

1'den büyük değerler sadece dolgu alanındaki yorulma mukavemeti için uygulanabilir. [-],

= 1,05 sürekli tane akışlı döküm dövme ve düşme ile dövme krankşaftlar için,

= 1,0 serbest şekillendirme dövme krankşaftlar için.

Dolgu alanında soğuk haddeleme işleminden geçirilmiş dökme çelik krankşaftlar için faktör.

= 0,93 **TL** onaylı soğuk haddeleme işlemini kullanan kuruluşlar tarafından üretilen dökme çelik krankşaftlar için.

σ_B = Krankşaft malzemesinin minimum çekme dayanımı [N/mm^2].

Diğer parametreler için D.3.1´e bakınız.

Uygulanan yüzey işlem prosesi **TL** onaylı olacaktır.

İşlenmiş dolguların yüzeyi ve yağ deliği çıkışının hesabıyla ilgili bilgiler Ek V'de verilmiştir.

Bununla beraber, , dolguların yüzeyi, yağ deliğinin çıkışı ve iç kısımı (minimum yağ deliği çapının 1,5 katı derinliğe kadar) pürüzsüz işlenmiş olmalı ve hesaplamalarda R_H, R_G ve R_x 2 mm'den daha az alınmamalıdır.

Alternatif olarak, krank şaftın yorulma mukavemeti, tam ölçülü krank kolu (veya krank şaftı) ya da tam ölçülü krank kolundan alınmış örneklerde yapılan deneyler sonucu belirlenebilir. Test sonuçlarının değerlendirilmesi için Ek IV'e bakınız.

7. Kabul Edilme Kriterleri

Krankşaftın yeterli boyutlandırılması eşdeğer değişken gerilme ve yorulma mukavemeti karşılaştırılması ile doğrulanır. Bu karşılaştırma krankpin dolgusu ve jurnal dolgusu, krankpin yağ deliği çıkışı için aşağıdaki formüle göre yapılmalıdır:

$$Q = \frac{\sigma_{DW}}{\sigma_V}$$

Q = Kabul edilebilirlik faktörü [–]

Krankşaftın yeterli boyutlandırılması her iki kabul edilebilirlik faktörünün küçüğünün aşağıdaki kriteri sağlaması ile garanti altına alınacaktır:

$$Q \geq 1{,}15$$

8. Yarı-imalat Krankşaftların Sıkı Geçme Bağlantılarının Hesabı

8.1 Genel

Sıkı geçme hesabı için gerekli olan tüm krank boyutları Şekil 2.7'de gösterilmektedir.

D_S = Sıkı geçme çapı [mm],

L_S = Sıkı geçme boyu [mm],

D_A = vebin dış çapı [mm],

veya

jurnallerin eksenleri ile vebin dış konturu arasındaki minimum mesafenin iki katı,

hangisi daha küçükse.

y = Jurnal ve pinin komşu kenarları arasındaki mesafe [mm].

$y \geq 0{,}05\ D_S$

y'nin 0,1. D_S 'den küçük olması halinde krankpin dolgusunda yorulma mukavemeti üzerinde sıkı geçmeden dolayı gerilme etkisine özel önem verilecektir.

Diğer parametreler için D.3.1'e bakınız. (Şekil. 2.6)

Jurnalden sıkı geçme çapına geçiş yarıçapı için, aşağıdakiler göz önüne alınmalıdır.

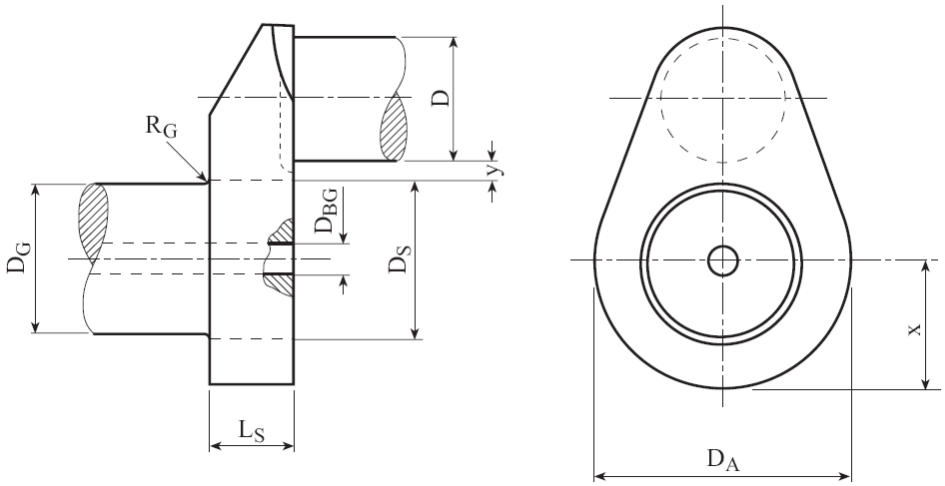
$R_G \geq 0{,}015 \cdot D_G$ ve $R_G \geq 0{,}5 \cdot (D_S - D_G)$

büyük olan değer alınmalıdır

Sıkı geçmenin boyut aşımı Z, 8.2 ve 8.3 maddeleri uyarınca hesaplanan Z_{min} ve Z_{max} sınırları arasında olmalıdır.

8.2'deki kondisyonun sağlanamaması durumunda çok bölgeli plastisite problemleri nedeniyle Z_{min} ve Z_{max}'ın hesabında 8.3 ve 8.4'teki yöntemler uygulanmaz.

Bu gibi durumlarda Z_{min} ve Z_{max}, FEM hesaplarına göre belirlenmelidir.



Şekil 2.7 Yarı-imalat krankşaft için krank dilimi

8.2 Jurnal pininde maksimum izin verilen delik

Jurnal pininde maksimum izin verilen delik çapı aşağıdaki formülden hesaplanır:

$$D_{BG} = D_S \sqrt{1 - \frac{4000 \cdot S_R \cdot M_{max}}{\mu \cdot \pi \cdot D_S^2 \cdot L_S \cdot \sigma_{SP}}}$$

S_R = Kayma için güvenlik faktörü [-], deneylerle kanıtlanmadıkça 2'den küçük değer alınmamalıdır.

M_{max} = 2.2.2 uyarınca mutlak maksimum moment M_{Tmax} [Nm]

μ = statik sürtünme katsayısı [-],deneylerle kanıtlanmadıkça 0.2'den büyük değer alınmamalıdır

σ_{SP} = Jurnal pini malzemesinin minimum akma gerilmesi [N/mm^2]

Bu koşul jurnal pin deliğindeki plastisitenin önlenmesini temin eder.

8.3 Sıkı geçmenin gerekli minimum boyut aşımı

Gerekli minimum boyut aşımı 8.3.1 ve 8.3.2 uyarınca hesaplanan değerin büyük olanı ile tesbit edilir.

8.3.1 Minimum boyut aşımının hesabı mutlak maksimum moment M_{max} taşıyan krank dilimi için hesaplanacaktır. M_{max} momenti krankşaftın çeşitli kütle noktaları için D.2.2 uyarınca saptanan M_{Tmax}, momentinin maksimum değerine karşılık gelmektedir.

$$Z_{min} \geq \frac{4{,}10^3}{\pi \cdot \mu} \cdot \frac{S_R \cdot M_{max}}{E_m \cdot D_S \cdot L_S} \cdot \frac{1 - Q_A^2 \cdot Q_S^2}{(1 - Q_A^2) \cdot (1 - Q_S^2)}$$

$$Q_A = \frac{D_S}{D_A}$$

$$Q_S = \frac{D_{BG}}{D_S}$$

Z_{min} = Minimum boyut aşımı [mm],

S_R = Kayma için güvenlik faktörü, deneylerle belgelenmedikçe 2'den küçük bir değer alınmayacaktır [–],

Q_A, Q_S = Değişik çapların oranı [–],

μ = Statik sürtünme katsayısı, 8.2'ye bakınız,

E_m = Young modülü [N/mm^2].

8.3.2 8.3.1'e ek olarak minimum boyut aşımı aşağıdaki formüle göre de hesaplanacaktır:

$$Z_{min} \geq \frac{\sigma_{SW} \cdot D_S}{E_m}$$

σ_{SW} = Krank veb malzemesinin minimum akma gerilmesi [N/mm^2].

8.4 Sıkı geçmenin maksimum izin verilen boyut aşımı

Maksimum izin verilen boyut aşımı aşağıdaki formül uyarınca hesaplanır:

$$Z_{max} \leq \frac{\sigma_{SW} \cdot D_S}{E_m} + \frac{0.8 \cdot D_S}{1000}$$

Z_{max} = Maksimum boyut aşımı [mm].

Bu koşul, dolguda sıkı geçmenin oluşturduğu ortalama gerilmeyi sınırlandırma amacına hizmet eder.

E. Testler ve Denemeler

1. Makina Üreticisinin Atölyesi ve İmalat Muayenesi

1.1 **TL** klasını alacak tüm makinaların üretim denetimi **TL** tarafından yapılır. Kapsam, üretici ile **TL** tarafından kararlaştırılacaktır.

1.2 Makina üreticisi, **TL** tarafından "Seri üretilen içten yanmalı makina üreticisi" onayını almışsa, bu makinalar 4´e göre test edilecektir.

1.3 Eğer atölye yeni kurulduysa veya yeni bir üretim hattı kurulduysa veya yeni bir makina tipi sözkonusuysa veya yeni bir üretim prosesi uygulandığında, her atölyede, makinaların montajı ve testleri **TL** onaylı olacaktır.

1.4 Üreticiler, uygun üretim ve test donanımına , nitelikli bir ekibe ve bir kalite yönetim sistemine sahip olmalıdır. Ürünlerin üniform bir üretim kalitesin e sahip olarak üretilmesini garanti altına almak için aşağıdaki husular sağlanmalıdır:

- Üretim tesisleri, bütün malzeme ve bileşenler belirtilen bir standarda göre işlenmiş ve üretilecek şekilde donatılır. Üretim tesisleri ve montaj hatları, işleme ünitelerini içeren, kaynak prosesleri, özel aletler, özel cihazlar, montaj ve test donanımları kaldırma ve taşıma cihazları gibi makinanın boyutu ve tipi, bileşenleri ve tasarlanan amaca uygun olmalıdır. Malzemeler ve bileşenler, üretici tarafından belirtilen üretim ve kalite talimatları ile uyumlu olacak şekilde üretilmeli ve **TL** tarafından kabul edilmelidir.

- Eğer gerekliyse dinamik tepki verme testi dahil olmak üzere, yük testleri için uygun muayene tezgahı sağlanmalıdır. Test için kullanılan tüm sıvılar, yakıt, yağlama yağı ve soğutma suyu gibi, tasarlanan amaca uygun; temiz, eğer gerekliyse ön ısıtma yapılmalı ve makina parçalarına zarar vermeyecek şekiilde olmalıdır.

- Uygulanabilirse, parçaların üretimi, montajı, testi ve nakliyesi ile kısmi sökme işlemleri için eğitimli personel bulunacaktır.

- Tersaneler dizel makinaların depolanması, yeniden montaj ve test prosesleri, makinaye veya onun parçalarına verilebilecek hasar riskini minimize etmelidir.

- Makina üreticilerinin atölyeleri, TL tarafından kabul edilen bir kalite yönetim sistemi olmalıdır.

2. Makina Bileşenlerinin Sertifikalandırılması

2.1 Genel

2.1.1 Makina üreticisi, **TL** tarafından sertifikalandırılacak olan makina tipine uygun bir kalite kontrol sistemine sahip olmalıdır. Kalite kontrol sistemi alt-yüklenicilere de uygulanır. **TL**, sistemi veya sistemin kısımlarını inceleme hakkına sahiptir. Malzemeler ve bileşenler, makina üreticisi tarafından belirlenen tüm üretim ve kalite talimatlarına uygun olarak üretilecektir. **TL**, belirli parçaların **TL** Sertifikası (SC), Üretici Sertifikası (W) veya Test Raporu (TR) ile doğrulanmasını ve dokümante edilmesini isteyecektir.

2.1.2 TL Sertifikası (SC)

Bu doküman, aşağıdakileri belirten ve **TL** tarafından düzenlenen bir belgedir:

- Kural isteklerine uygunluğu,

- Testlerin ve muayenelerin sertifikalandırılacak ürünün kendisi üzerinde veya sertifikalandırılacak üründen alınan numuneler üzerinde yapılmış olduğunu,

- Muayenelerin ve testlerin Sörveyörün gözetiminde veya özel anlaşmalara göre (ACS) yapıldığını.

2.1.3 Üretici Sertifikası (W)

Bu doküman, aşağıdakileri belirten ve üretici tarafından imzalanan bir belgedir:

- İsteklere uygunluğu,

- testlerin ve muayenelerin sertifikalandırılacak ürünün kendisi üzerinde veya sertifikalandırılacak üründe kullanılan ham malzemeden alınan numuneler üzerinde yapılmış olduğunu,

- Testlerin, üreticinin ilgili biriminin vasıflı temsilcisi gözetiminde yapıldığını ve imzalandığını.

Aşağıda belirtilen durumlarda, üretici sertifikası **TL** tarafından düzenlenen ve onaylanan bir sertifika olarak kabul edilebilir:

- Testler **TL** Sörveyörü gözetiminde yapılmışsa, veya

- **TL** ile üretici veya malzeme sağlayıcısı arasında Alternatif Sertifikalandırma Programı (ACS) anlaşması yürürlükte ise, veya

- Üretici sertifikası, **TL** tarafından kabul edilen ve üretici ve/veya malzeme sağlayıcısından bağımsız olan akredite bir üçüncü taraf kuruluş tarafından yapılmış testlerle destekleniyorsa.

2.1.4 Test Raporu (TR)

Bu doküman, aşağıdakileri belirten ve üretici tarafından imzalanan bir belgedir:

- İsteklere uygunluğu,

- Testlerin ve muayenelerin üründen alınan numuneler üzerinde yapılmış olduğunu.

2.1.5 Yukarıdaki dokümanlar, ürün dokümantasyonu amacıyla ve aynı zamanda çatlak algılama, boyut kontrolü, vb. gibi tekil muayene dokümantasyonu amacıyla kullanılır. **TL** ile anlaşmaya varıldığı takdirde, tekil testlerin ve muayenelerin dokümantasyonu, bileşenin üretim sürecinde izlenerek bir kontrol listesine sonuçların doldurulması suretiyle de sağlanabilir.

2.1.6 TR ve W, üzerinde anlaşmaya varılmış ve onaylanmış spesifikasyonlara uygunluğu yönünden sörveyör tarafından gözden geçirilir. SC, ACS başka bir düzenlemeyi gerektirmedikçe, sörveyörün testlere (grup veya tekil) nezaret ettiği anlamını taşır.

2.1.7 Üreticinin, dokümanları **TL** tarafından doğrudan talep edilmeyen parçalarla ilgili testler ve muayenelerle ilgili sorumluluğu devam eder.

Üretim yerleri, tüm malzemelerin ve bileşenlerin gerekli standartlara uygun olarak üretebilecek şekilde donatılacaktır. Bu donatım, üretim ve montaj hatlarını, işleme ünitelerini, özel takım ve cihazları, montaj ve test teçhizatını, tüm kaldırma ve taşıma donanımını içerir.

2.2 Dokümante edilecek parçalar

2.2.1 Dokümante edilecek parçaların kapsamı,makina tipine, boyutlarına ve parçanın kritikliğine bağlıdır.

2.2.2 Kullanılan semboller Tablo 2.6.A'da verilmiştir. Makina bileşenleri için gerekli dokümanların özeti Tablo 2.6.B'de listelenmiştir.

2.2.3 Tablo 2.6.B'de belirtilmeyen bileşenler ve malzemeler, tüm ayrıntıların verilmesi ve incelenmesi sonucunda **TL** tarafından değerlendirmeye alınacaktır.

Tablo 2.6.A Tablo 2.6.B'de kullanılan semboller

Sembol	Tanımlama
C	Kimyasal bileşim
CD	MPI veya DP ile çatlak algılama
CH	Krosetli makinalar
D	Silindir çapı [mm]
GJL	Kır dökme demir
GJS	Küresel grafitli dökme demir
GS	Çelik döküm
M	Mekanik özellikler
SC	**TL** sertifikası
TR	Test raporu
UT	Ultrasonik test
W	Üretici sertifikası
X	Ulaşılabilen yüzeylerin sörveyör tarafından gözle muayenesi

Tablo 2.6.B Makina bileşenleri için gerekli dokümantasyon listesi

Parça (4), (5), (6), (7)	Malzeme özellikleri (1)	Tahribatsız muayene (2)	Hidrolik test (3)	Yüzey koşulu dahil, boyut muayenesi	Görsel muayene (Sörveyör)	Uygulanan makinalar	Bileşen sertifikası
Kaynaklı bedpleyt	W (C+M)	W (UT+CD)			Montaj + Kaynak sonrası	Tümü	SC
Yatak enine kirişleri GS	W (C+M)	W (UT+CD)			X	Tümü	SC
Kaynaklı freym	W (C+M)	W (UT+CD)			Montaj + Kaynak sonrası	Tümü	SC
Silindir bloğu GJL			W (9)			CH	
Silindir bloğu GJS			W (9)			CH	
Kaynaklı silindir freymleri	W (C+M)	W (UT+CD)			Montaj + Kaynak sonrası	CH	SC
Makina bloğu GJL			W (9)			> 400 kW/sil.	
Makina bloğu GJS	W (M)		W (9)			> 400 kW/sil.	
Silindir layneri	W (C+M)		W (9)			D> 300 mm	
Silindir kaveri GJL			W			D> 300 mm	
Silindir kaveri GJS			W			D> 300 mm	
Silindir kaveri GS	W (C+M)	W (UT+CD)	W		X	D> 300 mm	SC
Dövme silindir kaveri	W (C+M)	W (UT+CD)	W		X	D> 300 mm	SC
Piston kafası GS	W (C+M)	W (UT+CD)			X	D> 400 mm	SC
Dövme piston kafası	W (C+M)	W (UT+CD)			X	D> 400 mm	SC
Tek parça olarak üretilen krankşaft	SC (C+M)	W (UT+CD)		W	Rastgele, iç köşeler ve yağ delikleri	Tümü	SC
Yarı-mamul krankşaft	Aşağıya bakınız	Aşağıya bakınız		Aşağıya bakınız	Aşağıya bakınız	Tümü	SC
Krank kolu	SC (C+M)	W (UT+CD)		W	Rastgele, iç köşeler ve sıkı geçmeler	Tümü	
Dövme ana jurnal ve flençli jurnaller	SC (C+M)	W (UT+CD)		W	Rastgele, sıkı geçmeler	Tümü	

Tablo 2.6.B Makina bileşenleri için gerekli dokümantasyon listesi (devam)

Parça (4), (5), (6), (7)	Malzeme özellikleri (1)	Tahribatsız muayene (2)	Hidrolik test (3)	Yüzey koşulu dahil, boyut muayenesi	Görsel muayene (Sörveyör)	Uygulanan makinalar	Bileşen sertifikası
Egzost gaz valfi muhafazası			W			CH	
Piston rot, uygulanabilirse	SC (C+M)	W (UT+CD) Nihai işlemeden (taşlama) sonra tekrar CD			Rastgele	D > 400 mm	SC
Kroset	SC (C+M)	W (UT+CD) Nihai işlemeden (taşlama ve parlatma) sonra tekrar CD			Rastgele	CH	SC
Kepli konektin rot	SC (C+M)	W (UT+CD)		W	Rastgele, tüm yüzeyler, özellikle bilyalı raspalananlar	Tümü	SC
Krankşaft kaplin civataları	SC (C+M)	W (UT+CD)		W	Rastgele, sıkı geçmeler	Tümü	SC
Ana yataklar için civata ve saplamalar	W (C+M)	W (UT+CD)				D> 300 mm	
Silindir kaverleri için civatalar ve saplamalar	W (C+M)	W (UT+CD)				D> 300 mm	
Konektin rotlar için civatalar ve saplamalar	W (C+M)	W (UT+CD)		TR, diş açılmasının		D> 300 mm	
Bağlantı rotu (tayrot)	W (C+M)	W (UT+CD)		TR, diş açılmasının	Rastgele	CH	SC
Yüksek basınçlı yakıt püskürtme pompası gövdesi			W			D> 300 mm	
			TR			D≤ 300 mm	
Yüksek basınçlı yakıt püskürtme valfleri (sadece özsürtünmesiz –autofretted-olmayanlar için			W			D> 300 mm	
			TR			D≤ 300 mm	
Yüksek basınçlı yakıt enjeksiyon sistemi dahil, yüksek basınçlı yakıt püskürtme boruları	W (C+M)		W özsürtünmesiz olmayanlar için			D> 300 mm	
			TR özsürtünmesiz olmayanlar için			D≤ 300 mm	
Yüksek basınçlı servo yakıt sistemi	W (C+M)		W			D> 300 mm	
			TR			D≤ 300 mm	

Tablo 2.6.B Makina bileşenleri için gerekli dokümantasyon listesi (devam)

Parça (4), (5), (6), (7)	Malzeme özellikleri (1)	Tahribatsız muayene (2)	Hidrolik test (3)	Yüzey koşulu dahil, boyut muayenesi	Görsel muayene (Sörveyör)	Uygulanan makinalar	Bileşen sertifikası
Soğutucu,her iki taraf (8)	W (C+M)		W			D> 300 mm	
Yüksek basınçlı yakıt enjeksiyon veya servo yakıt sistemi akümülatörleri	W (C+M)		W			Akümülatör kapasitesi > 0,5 l olan tüm makinalar	
Valflerin hidrolik tahrikleri için borular, pompalar, aktüatörler, vb., varsa	W (C+M)		W			> 800 kW/sil.	
Makina tahrikli pompalar (yağlama, su, yakıt, sintine)			W			> 800 kW/sil.	
Ana yatak, kroset yatağı ve krankpin yatağı	TR (C)	TR (ana malzeme ile yatak metali arasındaki tam temas için UT)		W		> 800 kW/sil.	

Notes

(1) *Malzeme özellikleri, kimyasal bileşimi, mekanik özellikleri ve yüzey sertleştirme (sertlik, derinlik ve yayılım), bilya ile raspalama ve haddeleme (yayılım ve uygulanan kuvvet) gibi yüzey işlemlerini içerir.*

(2) *Tahribatsız muayene, örneğin, ultrasonic testler, MPI veya DP ile çatlak algılama anlamındadır.*

(3) *Hidrolik testler, bileşenin su/yağ tarafına uygulanır. Parçalar, makisimum çalışma basıncının 1,5 katına eşit basınçla test edilecektir. Yakıt püskürtme sistemin yüksek basınçlı parçaları, maksimum çalışma basıncının 1,5 katına eşit basınçla veya maksimum çalışma basıncı + 300 bar basınçla (hangisi küçükse) test edilecektir. Dizaynın veya test özelliklerinin bu test isteklerinde değişiklik yapılmasını gerektirdiği hallerde, özel değerlendirme yapılabilir.*

(4) *Türboşarjerler için Bölüm 3'e bakınız..*

(5) *Krankkeyz emniyet valfleri tip testli olacaktır.*

(6) *Yağ buharı algılama sistemi tip testli olacaktır.*

(7) *Devir sayısı gvernörü ve aşırı devir koruma düzeni için F.'ye bakınız.*

(8) *Doldurma havası soğutucusunun sadece su tarafı test edilecektir.*

(9) *Hidrolik testler, soğutma suyu ile doldurulan ve silindirle veya silindir layneri ile temasta bulunan suyu içeren işlevi bulunan parçalar için de gereklidir.*

3. Dizel Makinalar için Tip Onayı Testleri

3.1 Genel

3.1.1 İçten yanmalı makinaların tip onayı; resimlerin onayı, spesifikasyonun onayı, üretimin uygunluğu, tip testi programının onayı, makinaları tip testleri, elde edilen sonuçların gözden geçirilmesi ve tip onayı sertifikasının düzenlemesi aşamalarından oluşur. Tip onay sertifikasının maksimum geçerlilik süresi 5 yıldır.

3.2 Amaçlar

3.2.1 Tip testi, makina yapımcısı tarafından belirlenen, öngörülen tipik çalışma yüklerini temsil edecek, gerekli yorulma toleransları ile çalışma sırasındaki olası bozulmaları kapsayacak şekilde yapılacaktır.

3.2.2 Tip testi aşağıda belirtilenlere uygulanır:

- Yüksek püskürme basıncı, maksimum silindir basıncı, vb. nedeniyle yüksek gerilmeler etkisinde kalabilen konektin rotlar, kemşaftlar, rulmanlar ve yaylı damperler gibi tekrarlı yüksek yorulmaya (HCF) maruz parçalar,

- Boşta - tam yükte- boşta çalışma gibi değişken yüklemelerin sıklıkla etkisinde olan parçalar gibi tekrarlı düşük yorulmaya (LCF) maruz parçalar,

- Makinanın izin verilen maksimum güçte, izin verilen en düşük basınçla ve/veya izin verilen en yüksek yağ giriş sıcaklığında çalışması gibi, alarm sisteminin sınırlarında çalışma.

3.3 Geçerlilik

3.3.1 Tip onayı, klaslamaya tabi olan gemilere monte edilmesi öngörülen her yeni makina tipi için geçerlidir.

3.3.2 Herhangibir üretim yerinde, belirli bir makina tipi için yapılan tip testi, her üretim yerinin **TL** tarafından uygun bulunması koşuluyla, ana üretici veya lisans verilen firmalar tarafından üretilen aynı tipteki tüm makinalar için geçerli kabul edilecektir.

3.3.3 Makina tipi aşağıda belirtilen şekilde tanımlanır:

- Çap ve strok

- Püskürtme yöntemi (doğrudan veya dolaylı)

- Valf ve enjeksiyonun çalışma şekli (kemlerle veya elektronik kumandalı)

- Yakıt türü (sıvı, çift yakıtlı, gas)

- Çalışma stroku (4-stroklu, 2-stroklu)

- Turbo-şarj sistemi (atımlı veya sabit basınçlı)- Doldurma havası soğutma sistemi (örneğin; İnterkulerli veya interkulersiz)

- Silindir düzeni (sıralı veya V) **(1)**

- Silindir gücü, devri ve basıncı **(2)**

---

(1) *Bir tip testi, farklı sayıdaki silindirleri kapsadığı kabul edilir. Ancak, sıralı bir makinanın tip testi, her zaman V versiyonu kapsamaz.* ***TL****'na göre V-versiyonu için ayrı bir tip testi gerekebilir. Diğer yandan, bmep büyük olmadıkça, V-makinaların tip testi, sıralı makinaları kapsar.*
Eksenel krankşaft titreşimi, kemşaft tahrik sistemindeki burulma titreşimi ve krankşaftlar, vb. hususlar silindir sayısı ile önemli ölçüde değişim gösterebilir ve tip testi için seçilecek makinaya etki edebilir.

(2) *Makina test edilen kategori ve basınçla sınırlı olarak tip onaylıdır (% 100 MCR).*

*Klaslanan kategorinin % 100'ünün başarılı servis deneyimi kanıtlarının verilmesi koşuluyla, tip testi yapılmış makinaya göre artış oranı aşağıdaki sınırlar içinde kalmak koşuluyla yeni tip testi yapılmaksızın bir artışa (dizayn onayı varsa *) izin verilebilir:*
- maksimum yanma basıncında % 5, veya
- ortalama efektif basınçta % 5, veya
- rpm'de % 5
Mühendislik analizlerinin ve benzeri uygulama alanlarındaki başarılı servis deneyimi kanıtlarının (uygulama klaslanmamış olsa dahi) veya dahili test dokümanlarının verilmesi ve artış oranının aşağıdaki sınırlar içinde kalması koşuluyla, yeni bir tip testi yapılmaksızın, maksimum onaylı gücün % 10' a kadar artımına izin verilebilir:
-maksimum yanma basıncında % 10, veya
- ortalama efektif basınçta % 10, veya
- rpm'de % 10

** Değişim varsa, sadece krankşaft hesapları ve krankşaft resimleri.*

Yeniden sınıflandırılan makina

Eğer bir makina dizayn onayına sahipse ve A aşamasında yapılan iç testin, tip testine göre daha yüksek bir derecede olduğu dokümante edilirse, aşağıda belirtilenlerle ilgili Genişletilmiş Teslim Testi Raporunun verilmesi halinde, tip onayı arttırılmış güç/mep/rpm ‘ e uygun olarak genişletilebilir:

- Aşırı hızda test (sadece nominal hız arttırılmış ise)

- Nominal güç, yani yük noktası 1’e karşılık gelen, % 100 torkda ve % 100 devirde % 100 güçte, ikisi arasında bir saat olacak şekilde 2 ölçüm,

- Yük noktası 3’e karşılık gelen % 100 devirdeki izin verilen maksimum torkta (normalde % 110) veya yük noktası 3a’ya karşılık gelen, nominal pervane eğrisine uygun devirde ve izin verilen maksimum güçte (normalde % 110), ½ saat,

- Yük noktası 2’ye karşılık gelen izin verilen maksimum devirde % 100 güçte, ½ saat.

Bütünleştirme testi

Alt sistemlerin (turboşarjer, makina kumanda sistemi, çift yakıt, egzost gazı işlemleri..) onayı için komple mekanik, hidrolik ve elektronik sistemlerinin davranışının öngörüldüğü şekilde olduğunu kanıtlayan bütünleştirme testi yapılabilir. Bu testlerin kapsamı, makinanın tepkisi dikkate alınarak, dizayner/lisans sahibi tarafından önerilecektir.

3.4 Emniyet önlemleri

3.4.1 Testler yapılmadan önce, testlere katılan personel için emniyetle ilgili tüm donanım üretici/tersane tarafından hazırlanacak, çalışır durumda olması sağlanacak ve doğru işlev gördüğü doğrulanacaktır.

3.4.2 Bu husus özellikle krankkeyz patlama durumu korumasına, aynı zamanda aşırı devir korumasına ve diğer durdurma işlevlerine uygulanacaktır.

3.4.3 Yüksek basınçlı yakıt borularının muhafazalarının ve boru bağlantılarının doğru bir şekilde perdelenmesi (3.8.9’da yangın önlemleri konusunda istenilen şekilde) muayenesi yapılacaktır.

3.4.4 Monte edildiğinde, tornaçark donanımının kilitlenme testi yapılacaktır.

3.5 Test programı

3.5.1 Tip onayı testi 3 aşamada yapılır:

3.5.1.1 A aşaması – iç testler

Bu testler, makinanın geliştirilmesi sırasında yapılan testler, işlev testlerini, ölçüm parametrelerinin toplanmasını ve test saatlerinin kaydedilmesini içerir. **TL** tarafından istenilen veya dizayner tarafından öngörülen test sonuçları B aşamasının başlamasından önce **TL**’na verilecektir.

3.5.1.2 B aşaması – tip testi

Bu test **TL** sörveyörünün huzurunda yapılır.

3.5.1.3 C aşaması – bileşenlerin muayenesi

Bu aşama, makina bileşenlerinin, **TL** tarafından istenilen kapsamdaki muayenesidir

3.5.2 Tüm tip testi programı **TL** onayına tabidir. Sörveyörün testlere katılımının kapsamı, asgari olarak B ve C aşamalarında olmak üzere, her durum için ayrı ayrı kararlaştırılacaktır.

3.5.3 Katılımlı tip testlerinden (B ve C aşamaları) önce yapılan testler de tüm tip testi programının bir parçası olarak kabul edilecektir.

3.5.4 Tüm tip teslerinin tamamlanmasını takiben (A aşamasından C aşaması sonuna kadar) bir tip testi raporu incelenmek üzere **TL**’na verilecektir. Tip test raporu şunları içerecektir:

- A aşamasında yapılan testlerin genel tanımı. Kayıtlar, **TL**’na sunulmak üzere, yapımcının kalite yönetim birimi tarafından muhafaza edilecektir.

- B aşamasında yapılan yük ve işlev testlerinin ayrıntılı tanımı.

- C aşamasındaki muayene sonuçları.

3.5.5 Madde 3.2'de istenildiği şekilde, tip testi dizaynınj doğruluğunu ve öngörülen çalışma koşullarına uygunluğunu doğrulamalıdır. LCF ve dayanım testi gibi özel testler, normalde A aşaması sırasında yapılacaktır.

3.5.6 Gemilerde kullanılan yüksek devirli makinalar, normalde, tam yükte 100 saat dayanım testine tabi tutulacaktır. Gemi dışı kullanım sahalarında, uzun süreli servis deneyimi bulunan makinaların tip testi için veya tanınmış tipte bir makinanın tip onayının 3.3'de verilen sınırların dışında genişletilmesi için, tip testinden istisnalar veya basitleştirmeler yapılabilir.

Boşta çalışmadan tam yüke sık sık yük değişimlerine maruz olabilen yüksek hızlı teknelerin sevk makinalarıkumanda sisteminin izin verdiği (eğer otomatik kumanda yoksa işletim el kitabında belirtilen) en sert yük değişimi kullanılarak en az 500 çevrimde (boşta-tam yükte- boşta) test edilecektir. Her çevrimin süresi sıcak parçalarının karalı sıcaklığa ulaşmasına yeterli olacaktır.

3.6 Ölçümler ve kayıtlar

3.6.1 Tüm testler sırasında ortam koşulları (hava sıcaklığı, hava basıncı ve nem) kaydedilecektir.

3.6.2 Asgari olarak, aşağıda belirtilen makina verileri ölçülecek ve kaydedilecektir:

- Makina rpm'i
- Tork
- Her silindir için maksimum yanma basıncı **(3)**
- Her silindir için ortalama nominal basınç **(3)**
- Doldurma havası basıncı ve sıcaklığı
- Egzost gazı sıcaklığı
- Yakıt mili konumu veya makina yükü ile ilgili benzeri parametre
- Turboşarjer devri
- Öngörülen kullanım ile ilgili (sevk, yardımcı, emercensi) kumanda ve izleme için gereken tüm makina parametreleri

3.7 A aşaması - iç testler

3.7.1 İç testler sırasında makina, makina üreticisi için önemli olan yüklerde çalıştırılacak ve çalışma değerleri kaydedilecektir. Test edilecek yükleme durumları, uygulanan tip onayı programında belirtilen testleri de kapsayacaktır.

3.7.2 Asgari olarak aşağıda belirtilen durumlar test edilecektir:

- Normal durum :

Devamlı çalışmada, maksimum nominal gücünün %25, %50, %75, %100 ve %110 değerindeki yükleme noktaları.

- Normal (teorik) pervane eğrisi üzerinde ve sevk makinasının sabit devir sayısında (uygulanabilir ise çalıştırma modunda, yani kumanda edilebilir piçli pervanenin tahriki), ve

- Jeneratörler için sabit devir sayısında, yüksüz ve nominal devirde test dahil.

---

(3) *Standart üretimlerinde bu tür ölçümlere uygun olmayan silindir kaverlerine sahip makinalarda, bu amaçla yapılan özel silindir kaverleri kullanılabilir. Böyle durumlarda, ölçümler A aşamasının bir parçası olarak yapılır ve uygun şekilde dokümante edilir. Gerekli görülen hallerde (örneğin, çift yakıtlı makinalarda), yöntemin güvenirliğinin dokümante edilmesi koşuluyla, maksimum yanma basıncı ve ortalama nominal basınç ölçümleri dolaylı yollarla yapılabilir.*

Yukarıda listelenen verilerin eldesinde kullanılan cihazların kalibrasyon kayıtları testlerde bulunan Sörveyöre veriecek ve Sörveyör tarafından incelenecektir.

Dizayn değerlendirmesi ile bağlantılı olarak ilave ölçümlerin yaıplası gerekebilir.

- İzin verilen çalışma bölgesinin sınır noktaları. Bu sınır noktaları, makina üreticisi tarafından belirlenecektir.

- Yüksek devirli makinalarda, dizayn değerlendirmesine bağlı olarak istenilen şekilde 100 saat tam yük testi ve düşük çevrimli yorulma testi uygulanır.

- **TL** tarafından istenilen veya dizayner tarafından öngörülen makina kısımlarının özel testleri

3.8 B aşaması – tip testi

3.8.1 Aşağıda listelenen testler Sörveyörün gözetiminde yapılacaktır. Testler tamamlandıktan sonra elde edilen sonuçlar kaydedilecek ve sörveyör tarafından imza edilecektir.

3.8.2 Aşırı devir testi yapılacak ve aşırı devir durdurma sistemi ayar noktaları dahilinde, makinanın gerçek aşırı devrinedeniyle bir hasarlanma olmadığı gösterilecektir. Bu test, üreticinin seçimine bağlı olarak, devir aşımı sırasında yüklü veya yüksüz olarak yapılabilir.

3.8.3 Yükleme noktaları

Makina, güç/devir sayısı diyagramına uygun olarak çalıştırılacaktır (Şekil 2.8'e bakınız). Test sırasında çeşitli yükleme noktalarının ölçülen ve kaydedilen çalışma verileri, madde 3.6'da listelenen tüm makina parametrelerini içermelidir.

Her bir yükleme noktasının çalışma zamanı, makina büyüklüğüne (süreklilik konumuna ulaşılınca) ve işletim verilerinin toplanma süresine bağlıdır. Normalde her bir yük noktası başına 0,5 saatlik bir çalışma süresi kabul edilebilir, ancak sörveyörün gözle muayenesi için yeterli zaman verilmelidir.

3.8.4 Yükleme noktaları aşağıda verilmiştir:

- Yükleme noktası 1'e karşılık gelen, mominal güçte (MCR), yani % 100 torkda ve % 100 devirde, % 100 güçte, normalde iki saatlik çalıştırma. Veri toplama 1'er saatlik ara ile yapılmalıdır. Eğer, makinanın alarm sisteminin tanımladığı sınırlarda (örneğin, yağlama yağı basıncı ve giriş sıcaklığının alarm düzeylerinde) çalıştırma gerekiyorsa, test bu koşullarda yapılmalıdır.

- Yükleme noktası 2'ye karşılık gelen, izin verilen en büyük devir sayısındaki % 100 güçte çalıştırma.

- Yükleme noktası 3'e karşılık gelen, %100 devir sayısında, izin verilen en büyük torkda (en az ve normalde % 110) veya yükleme noktası 3a'ya karşılık gelen, nominal pervane eğrisine göre % 103,2 devir sayısında, izin verilen maksimum güçte (en az ve normalde % 110). 3a yükleme noktası, sadece sabit piçli pervaneleri veya su jetlerini tahrik eden makinalara uygulanır. 3 yükleme noktası, tüm diğer amaçlar için geçerlidir.

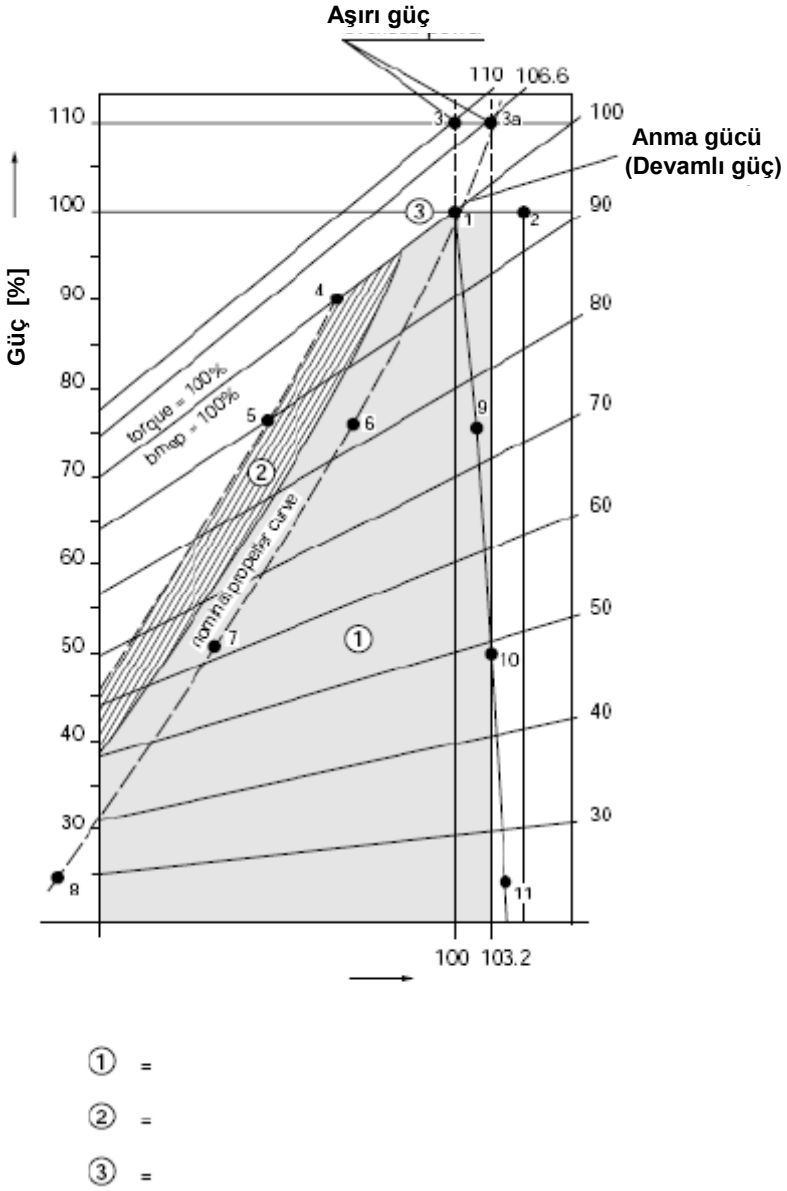
3 yükleme noktası (veya uygulamaya göre 3a yükleme noktası), aralıklı çalışma için onaylanan aşırı yüke karşılık gelen yükle değiştirilecektir. Bu durum, % 110 MCR'yi aşan aşırı yükleme için uygulanır. Onaylı aralıklı aşırı yük % 110'dan küçükse, söz konusu aşırı yük % 100 MCR'deki yük noktası ile değiştirilmelidir. Bu durumda % 110 MCR yük noktası aynı kalır.

- Yükleme noktası 4'e karşılık gelen %100 torkdaki izin verilen minimum devirde.

- Yükleme noktası 5'e karşılık gelen %90 torkdaki izin verilen minimum devirde (sadece sevk makinalarına uygulanır).

- Makinanın öngörülen kullanım amacına bağlı olarak, yükleme noktası 6, 7 ve 8'e karşılık gelen, nominal pervane eğrisine uygun devirdeki (yani % 90,8, % 79,3 ve % 62,9 devirde) veya yükleme noktası 9, 10 ve 11'e karşılk gelen nominal sabit devir ayarındaki kısmi yüklemede(örneğin nominal gücün % 75, % 50 ve % 25'inde) çalıştırma.

- CP pervanelerle birlikte kullanım ile sınırlandırılmayan krosetli makinalar, izin verilen maksimum makina devrinde, yüksüz olarak test edilecektir.



Şekil 2.8 Yükleme noktaları

3.8.5 Tüm bu yükleme noktalarındaki makina parametreleri, belirlenen ve onaylı değerler içinde bulunmalıdır.

3.8.6 Hasarlı turboşarjer ile çalıştırma

2 stroklu sevk makinaları için, turboşarjerin hasarlanması durumu için ulaşılabilecek devamlı güç belirlencektir.

Sabit piçli pervaneyi tahrik eden makinalar, bir turboşarjer devre dışı kaldığında, teorik pervane eğrisi boyunca tam devirin % 40'ında (rpm) devamlı olarak çalışabilmelidir(bu test, turboşarjeri by-pas ederek, turboşarjer rotor şaftını sabitleyerek veya rotoru çıkararak yapılabilir).

Not:*Makina üreticisi, ulaşılabilir gücün devamlı olup olmadığını bildirmelidir. Eğer bir zaman sınırlaması varsa, izin verilen çalıştırma süresi belirtilmelidir.*

3.8.7 İşlev testleri

- Makina üreticisi tarafından belirtilen nominal pervane eğrisine göre sevk makinasının en düşük devri doğrulanacaktır (su-freni ile çalışsa dahi). Bu çalıtırma sırasında alarm oluşmayacaktır

- İlk hareket için minimum hava basıncının ve miktarının belirlenmesi için, tek yönlü makinalarda ilk hareket manevrası, çift yönlü makinalarda ilk hareket ve dönüş yönü değiştirme manevraları yapılacaktır.

- Regülatör testleri: F. maddesine uygun testler yapılacaktır.

3.8.8 Entegrasyon testi

Elektronik kumandalı dizel makinalar için, mekanik, hidrolik ve elektronik sistemlerin tepkilerinin, öngörülen tüm işletme durumlarında, planlanan şekilde olduğunun gösterilmesi açısından entegrasyon testleri yapılacaktır. Bu testlerin kapsamı, Tablo 2.1'de istenilen HDEA'inden seçilen durumlar için **TL** ile anlaşmaya varılarak belirlenecektir.

3.8.9 Yangından koruma önlemleri

Yüksek basınçlı yakıt devrelerinin gömleklenmesi, yanıcı sıvıları içeren devrelerdeki boru bağlantılarının muhafazası ve sıcak yüzeylerin yalıtılması ile ilgili isteklere uygunluğun doğrulaması yapılacaktır:

- Makina, sızıntıların algılanma sistemi dahil, yüksek basınçlı yakıt devrelerinin gömleklenmesi ve yanıcı sıvıları içeren devrelerdeki boru bağlantılarının muhafazası yönlerinden muayene edilecektir.

- Makina % 100 yükte ve alternatif olarak onaylı aralıklı aşırı yükte çalışırken sıcak yüzeylerin doğru olarak yalıtıldığı doğrulanacaktır. Yüzey sıcaklıklarının okunması, İnfrared Termoscanning Cihazı kullanılarak yapılacaktır. **TL** tarafından onaylı olması koşuluyla eşdeğer ölçüm cihazları kullanılabilir. Okunan değerler, temaslı termometre kullanılarak rastgele doğrulanacaktır.

3.9 C aşaması – muayene için açma

3.9.1 Krankşaft deflekşınları (dizayner tarafından) belirlenen koşullarda ölçülecektir (spesifikasyonu olmayan makinalar hariç).

3.9.2 Deniz tipi yüksek devirli makinalar, tip testinden sonra komple muayene için sökülecektir.

3.9.3 Tüm diğer makinalar, sıralı makinalar için bir silindirin, V makinalar iki silindirin bileşenlerinin testinden sonra aşağıda belirtilen şekilde muayene edilecektir (deniz dışı alanlarda uzun süreli denenmiş olan makinalar için açma kapsamı daraltılabilir):

- Piston çıkarılır ve demonte edilir

- Kroset yatağı demonte edilir

- Guide planes

- Konnektin rod yatakları (büyük ve küçük uçlar) demonte edilir (yatağın arka tarafının temas yüzeylerinin tırtıllanması ve aşınmasına özel olarak dikkat edilecektir).

- Ana yatak demonte edilecektir

- Silindir gömleği monte edilmiş konumda

- Silindir kaveri, valfler demonte edilecektir

- Kaver açık halde kem tahrik dişlisi veya zinciri, kemşaft ve krankkeyz (bu muayene için makina tornaçark ile döndürülebilir olmalıdır)

3.9.4 V-makinalar için, silindir üniteleri her iki silindir gurubundan ve farklı krank kollarından seçilecektir.

3.9.5 Sörveyörün gerekli görmesi halinde, makinanın daha kapsamlı bir şekilde açılması gerekebilir.

4. İçten Yanmalı Makinaların Fabrika Kabul Testleri ve Gemideki Tecrübeler

4.1 Emniyet önlemleri

4.1.1 Testler yapılmadan önce, testlere katılan personel için emniyetle ilgili tüm donanım üretici/tersane tarafından hazırlanacak ve çalışır durumda olması sağlanacaktır.

4.1.2 Bu husus özellikle krankkeyz patlama durumu korumasına, aynı zamanda aşırı devir korumasına ve diğer durdurma işlevlerine uygulanacaktır.

4.1.3 Aşırı devir koruma düzeni, o makina için tip testi sırasında gösterilen aşırı devir değerinden fazla olmayan bir değere ayarlanacaktır. Bu ayar noktası Sörveyör tarafından doğrulanacaktır.

4.2 Genel

4.2.1 Herhangibir resmi testten önce makinalar, üretici tarafından öngörülen şekilde hazırlanmalıdır.

4.2.2 Madde 4.3.3'de istenilen yüklere göre test tezgahı uygun şekilde hazırlanmalıdır. Yakıt, yağlama yağı ve soğutma suyu gibi, test için kullanılacak tüm akışkanlar öngörülen amaca uygun olacaktır. Örneğin, bu akışkanlar temiz olmalı, gerekirse ısıtılmalı ve makina parçalarına zarar vermemelidir. Bu husus, sadece test amacıyla, geçici veya tekrarlı şekilde kullanılan tüm akışkanlar için geçerlidir.

4.2.3 Testler, atölye testleri ve gemideki testlerden (liman ve seyir tecrübeleri) oluşur.

4.2.4 Makinaların aşağıda belirtilen özellikleri muayene edilecektir:

- Sızıntı algılaması için kullanılan sistem dahil olmak üzere, yüksek basınçlı yakıt devresinin gömleklenmesi.
- Yanıcı sıvıları içeren boruların birleşimlerindeki muhafazalar.
- Tip testi sırasında elde edilen eşdeğer ölçümlerle karşılaştırılacak olan rastgele sıcaklık okumaları vasıtasıyla sıcak yüzeylerin izolasyonu.

Bu muayene, makina nominal güçte çalışırken yapılacaktır. Testlere katılan sörveyörün kararına göre, temaslı termometrelerın kullanımı kabul edilebilir. Eğer tip onayı testinden sonra izolasyon değişimi yapılmışsa, **TL** 3.8.9'da istenilen sıcaklık ölçümlerini talep edebilir.

4.2.5 Bu muayeneler normalde, sörveyörün gözetiminde üretici tarafından yapılan atölye testleri sırasında yapılacaktır. Ancak, **TL**'nun kararına bağlı olarak bu muayenelerin bir kısmı gemide yapılabilir.

4.3 Fabrika testleri (fabrika kabul testleri)

4.3.1 Amaçlar

Atölye testlerinin amacı; güç, yagına karşı emniyet, onaylı limitlere ve işlevselliğe uygunluk (örneğin maksimum basınç) gibi dizayn özelliklerinin doğrulanması ve işletim aşamasında atıf yapılacak referans değerlerinin veya esasların belirlenmesidir.

4.3.2 Kayıtlar

4.3.2.1 Aşağıdaki ortam test koşulları kaydedilecektir:

- Ortam hava sıcaklığı
- Ortam hava basıncı
- Atmosferik nem

4.3.2.2 Gerekli her bir yük noktası için aşağıdaki parametreler kaydedilecektir:

- Güç ve devir
- Yakıt indeksi (veya eşdeğeri okuma)
- Maksimum yanma basınçları (sadece silindir kaverlerinin bu ölçümlerin yapılmasına uygun dizayn edildiği hallerde)
- Türbinden önce ve her silindirden egzost gazı sıcaklığı (Bölüm 2 – Tablo 2.7, Bölüm 4 – Madde B.7, Bölüm 8 – Tablo 8.1 ve 8.2 'de istenilen izleme kapsamında)
- Doldurma havası sıcaklığı
- Doldurma havası basıncı
- Turboşarjer devri (Bölüm 4 – Madde B.7'de istenilen izleme kapsamında).

4.3.2.3 Talep halinde, cihazların kalibrasyon kayıtları, testlere katılan sörveyöre verilecektir.

4.3.2.4 Makinanın test edileceği tüm aşamalarda, ilgili işletim değerleri, makina üreticisi tarafından ölçülecek ve kaydedilecektir. Tüm sonuçlar, makina üreticisi tarafından yayınlanacak olan kabul protokolunda yer alacaktır. Bu sonuçlara, makina dizayneri tarafından gerekli görülmesi halinde krankşaft deflekşınları da dahil edilecektir.

4.3.2.5 Her durumda, çeşitli yükleme noktalarında yapılan tüm ölçümler, kararlı çalışma durumunda gerçekleştirilecektir. Ancak, tüm yükleme noktaları için, sörveyörün görsel muayeneyi yapmasaına yetecek süre sağlanacaktır. MCR ile ilgili okumalar (yani % 100 güç - ilgili devir sayısındaki maksimum nominal devamlı güç-) normalde 30 dakika aralıkla en az iki defa yapılacaktır.

4.3.3 Test yükleri

4.3.3.1 Çeşitli makina uygulamaları ile ilgili test yükleri aşağıda verilmiştir. Ayrıca; makina uygulaması, servis deneyimleri, veya diğer ilgili nedenlere bağlı olarak, testlerin kapsamı genişletilebilir.

Not:
*Testlerin genel kapsamının eşdeğer bulunması halinde, ayrıntılı testlere alternatifler hususunda **TL** ile üretici anlaşmaya varabilir.*

4.3.3.2 Sadece pervaneyi veya kanatçıkları tahrik eden sevk makinaları

4.3.3.2.1 İlgili n_0 devir sayısındaki % 100 güç (MCR):

En az 60 dakika.

4.3.3.2.2 1,032 n_0 devir sayısındaki % 110 güç:

Kayıtlar, hangisi kısa ise, 15 dakika sonra veya kararlı duruma ulaşıldıktan sonra yapılacaktır.

Not:
Herbir farklı makina/turboşarjer konfigürasyonu için sadece bir kez gereklidir.

4.3.3.2.3 Onaylı aralıklı aşırı yükleme (uygulaması varsa):

Üretici ile anlaşmaya varılacak sürede test.

4.3.3.2.5 Yön değiştirme manevraları (uygulaması varsa)

Not:
*Test tezgahındaki çalıştırmadan sonra, aralıklı aşırıyük gücü **TL** tarafından onaylanmadıkça, yakıt besleme sistemi, çalışma sırasında aşırı yük gücü verilemeyecek surette ayarlanacaktır.*

4.3.3.3 Elektrikli sevk jeneratörlerini tahrik eden makinalar

4.3.3.3.1 İlgili n_0 devir sayısındaki % 100 güç (MCR):

En az 60 dakika

4.3.3.3.2 n_0 devir sayısında % 110 güç:

15 dakika – kararlı duruma ulaşıldıktan sonra.

4.3.3.3.3 Madde F'ye uygunluk yönünden regülatör testleri yapılacaktır.

4.3.3.3.4 % 75, % 50 ve % 25 güçte ve boşta çalıştırma, sıralama makina üreticisi tarafından seçilecektir.

Not:
Test tezgahındaki çalıştırmadan sonra, yakıt besleme sistemi, gemiye montajdan sonra çalışma sırasında tam güç artı geçiş ayarlaması için % 10 fazlalık verilecek surette ayarlanacaktır. Geçiş aşırı yük kapasitesi, makinanın % 100 yükte dahi gerekli geçiş ayarlama kapasitesinin elde edilmesi ve makina stop etmeden önce elektrik dağıtım sistemindeki koruma sisteminin kullanılması bakımından gereklidir.

4.3.3.4 Yardımcı amaçlarla kullanılan jeneratörleri tahrik eden makinalar

Testler 4.3.3.3'e göre yapılacaktır.

4.3.3.5 Güç aktarma jeneratörünü (PTO) de tahrik eden sevk makinaları

4.3.3.5.1 İlgili n_0 devir sayısındaki % 100 güç (MCR):

En az 60 dakika

4.3.3.5.2 n_0 devir sayısında % 110 güç:

15 dakika – kararlı duruma ulaşıldıktan sonra.

4.3.3.5.3 Onaylı aralıklı aşırı yükleme (uygulaması varsa):

Üretici ile anlaşmaya varılacak sürede test.

4.3.3.5.4 Nominal pervane eğrisine göre veya n_0 sabit devrinde % 90 (veya normal devamlı seyir gücünde), % 75, % 50 ve % 25 güçte çalıştırma, sıralama makina üreticisi tarafından seçilecektir.

Not:
Test tezgahındaki çalıştırmadan sonra, yakıt besleme sistemi, gemiye montajdan sonra çalışma sırasında tam güç artı geçiş ayarlaması için bir fazlalık verilecek surette ayarlanacaktır. Geçiş aşırı yük kapasitesi, makina stop etmeden önce çıkış sistemi bileşenlerinin elektrik koruma sisteminin aktive edilmesi bakımından gereklidir. Bu fazlalık makina gücünün % 10'u olabilir ancak, en az PTO gücünün % 10'u olmalıdır.

4.3.3.6 Yardımcıları tahrik eden makinalar

4.3.3.6.1 İlgili n_0 devir sayısındaki % 100 güç (MCR):

En az 30 dakika

4.3.3.6.2 n_0 devir sayısında % 110 güç:

15 dakika – kararlı duruma ulaşıldıktan sonra.

4.3.3.6.3 Onaylı aralıklı aşırı yükleme (uygulaması varsa):

Üretici ile anlaşmaya varılacak sürede test

4.3.3.6.4 Değişken devirli makinalar için, nominal güç tüketim eğrisine göre % 75, % 50 ve % 25 güçte çalıştırma, sıralama makina üreticisi tarafından seçilecektir.

Not:
Test tezgahındaki çalıştırmadan sonra, yakıt besleme sistemi, aralıklı aşırı yük gücü onaylanmadıkça, normalde serviste aşırı yük gücü verilemeyecek surette ayarlanacaktır. Bu durumda, yakıt besleme sistemi, söz konusu güçte bloke olacaktır.

4.3.4 Makina ile uyumlu turboşarjer

4.3.4.1 Kompresör diyagramı

Turboşarjerler, birlikte çalışacağı makinanın, tüm çalışma koşullarında ve arttırılmış çalışma koşullarında, dalgalanma olmadan çalışabileceği bir kompresör karakteristiğine sahip olacaktır.

Tekleme ve ani yük azalması gibi anormal, ancak izin verilen çalışma koşullarında, devamlı dalgalanma olmayacaktır.

Bu bölümdeki *dalgalanma* ve *devamlı dalgalanma* tanımları aşağıda verilmiştir:

Dalgalanma, makinanın süpürme alanından patlamaya-benzer gürültüye veya işitilebilir düzeyde yüksek titreşime neden olan bir olgudur.

Devamlı dalgalanma, birden fazla ve tekrarlı oluşan dalgalanmadır.

4.3.4.2 Dalgalanma sınırının doğrulanması

Sevk makinalarıında kullanılan C sınıfı turboşarjerler, makinanın fabrika testleri sırasında, aşağıda belirtilen şekilde, dalgalanma sınırı bakımından kontrol edilecektir. Makinanın ve turboşarjerin benzer konfigürasyonunda (aynı nozul ringi dahil), daha önce test edilmiş ve olumlu sonuç alınmış durumlarda, bu testler yapılmayabilir.

4 stroklu makinalar için:

Aşağıda belirtilenler, dalgalanma görülmeksizin gerçekleştirilecektir:

- Maksimum devamlı güç ve devirde (=%100), devir, sabit torkla (yakıt indeksi) % 90 güce indirilecektir.

- % 80 devirde % 50 güç ile (= sabit piç için pervane karakteristiği), torku sabit tutarak (yakıt indeksi) devir % 72'ye indirilecektir.

2 stroklu makinalar için:

Dalgalanma sınırı, aşağıdaki yöntemlerin en az biri ile gösterilecektir:

- Makinanın fabrika testinde belirlenen çalışma karakteristikleri, turboşarjerin kompresör diyagramına işaretlenecektir (test donanımına belirlenen). Tam yükte çalışmada en az % 10 fazlalık olacaktır, yani dalgalanma sınırında (basınç dalgalanması olmaksızın) çalışma akışı, teorik (kütle) akışının % 10 üzerinde olacaktır.

- En az bir silindirdeki ani yakıt kesilmesi, devamlı dalgalanmaya yol açmayacak ve turboşarjer 20 saniye içinde yeni yükte kararlı hale gelecektir. Birden fazla turboşarjerli uygulamalarda, her turboşarjerin üst akışı yönüne en yakın silindirlere yakıt beslemesi kesilecektir.

Bu test iki farklı makina yükünde yapılacaktır:

- Bir silindirin teklemesi durumunda izin verilen maksimum güç

- Doldurma havası basıncının yaklaşık 0,6 bar olduğu duruma karşılık gelen makina yükü (yardımcı blover çalışmaksızın)

- Gücün, maksimum devamlı gücün % 100'ünden aniden % 50'sine düşmesi, devamlı dalgalanmaya yol açmayacak ve turboşarjer 20 saniye içinde yeni yükte kararlı hale gelecektir.

4.3.5 Entegrasyon testleri

Elektronik kumandalı makinalar için, tüm mekanik, hidrolik ve elektronik sistemlerin tepkilerinin, öngörülen tüm işletme durumlarında, planlanan şekilde olduğunun gösterilmesi açısından fabrikada entegrasyon testleri yapılacaktır. Eğer testlerin fabrikada yapılması elverişli değilse, bu testler seyir tecrübesi sırasında yapılabilir.
Bu testlerin kapsamı, Tablo 2.1, Tablo 2.2 ve Tablo 2.3'te istenilen HDEA'inden seçilen durumlar için **TL** ile anlaşmaya varılarak belirlenecektir.

4.3.6 Bileşenlerin muayeneleri

Fabrika testlerinden sonra muayeneye sunulacak bileşenlerin rastgele kontrolü **TL**'nun kararına bırakılmıştır.

4.4 Gemideki denemeler (*)

4.4.1 Amaçlar

Gemideki testlerin amacı; güç iletimi ile, sistemdeki tahrik edilen makinaların, kontrol sistemlerinin ve makina için gerekli olan yardımcı sistemlerin uyumlu çalıştığının, makina/gemi kontrol sistemlerinin bütünleştiğinin ve FAT (fabrika kabul testleri) sırasında bakılmayan hususların doğrulanmasıdır.

4.4.2 İlk hareket kapasitesi

İlk hareket maddesinin kapasitesinin gerekli sayıdaki ilk hareket denemesini karşıladığının doğrulanması için ilk hareket manevrası yapılacaktır.

4.4.3 İzleme ve alarm sistemi

Fabrika testleri sırasında doğrulananlar hariç, tüm makinaların izleme ve alarm sistemleri kapsamlı olarak kontrol edilecektir.

4.4.4 Test yüklemeleri

4.4.4.1 Çeşitli makina uygulamaları ile ilgili test yükleri aşağıda verilmiştir. Ayrıca; makina uygulaması, servis deneyimleri, veya diğer ilgili nedenlere bağlı olarak, testlerin kapsamı genişletilebilir.

4.4.4.2 Makinanın, kullanımı öngörülen yakıtla çalışmaya uygunluğu gösterilecektir.

---

*(*) Madde 4.4 – Gemideki denemeler'deki istekler, makinalara, **TL** tarafından aşağıdaki şekilde üniform olarak uygulanacaktır.*

i) sertifikalandırma için 1 Temmuz 2016'da veya daha sonra başvurusu yapılanlar,veya

ii) inşa kontratı 1 Temmuz 2016 veya daha sonra olan gemilere monte edilenler.

Not:
Yasal düzenlemeler nedeniyle, aşağıda listelenilenler dışındaki testlerin yapılması gerekebilir (örneğin EEDI doğrulaması).

4.4.4.3 Sabit piçli pervaneyi veya kanatçıkları tahrik eden sevk makinakları

4.4.4.3.1 Makinanın n_0 nominal devir sayısında:

En az 4 saat.

4.4.4.3.2 Makinanın 1,032 n_0 devir sayısındaki (eğer makina ayarları izin verirse, 4.3.3.1'e bakınız):

30 dakika.

4.4.4.3.3 Onaylı aralıklı aşırı yükleme (uygulaması varsa):

Üretici ile anlaşmaya varılacak sürede test.

4.4.4.3.4 Makinanın minimum devir sayısı belirlenecektir.

4.4.4.3.5 Yönü değiştirilebilen makinaların ters yönde çalışma yeteneği gösterilecektir.

Not:
Resolution MSC. 137 (76)'ya göre durdurma testleri sırasında, yasaklı devir aralığı durumu ile ilgili ilave istekler için 4.4.5.1'e bakınız.

4.4.4.4 Kumanda edilebilir piçli pervaneleri tahrik eden sevk makinaları

4.4.4.4.1 Pervane piçinin nominal makina gücünü (veya % 100'e ulaşılamıyorsa ulaşılabilen maksimum gücü) verdiği, makinanın n_0 nominal devir sayısında:

En az 4 saat.

4.4.4.4.2 Onaylı aralıklı aşırı yükleme (uygulaması varsa):

Üretici ile anlaşmaya varılacak sürede test.

4.4.4.4.3 Manevraya uygun ters piçle, yasaklı devir aralığı durumu için 4.4.5.1'deki ilave isteklere bakınız.

4.4.4.5 Elektrikli sevk ve/veya ana elektrik güç kaynağı jeneratörünü (lerini) tahrik eden makina(lar)

4.4.4.5.1 % 100 güçte (jeneratörün nominal elektrik gücü):

En az 60 dakika.

4.4.4.5.2 % 110 güçte (jeneratörün nominal elektrik gücü):

En az 10 dakika.

Not:
Her makina en az 60 dakika süreyle, jeneratörün % 100 elektrik gücünde ve en az 10 dakika süreyle % 110 elektrik gücünde test edilecektir. Bu test, mümkünse, birkaç jeneratörün güç dağıtımı vasıtasıyla, % 100 sevk gücüyle (yani, sevk için gereken toplam elektrik motoru kapasitesiyle) test edilmesi gereken elektrikli sevk sistemi testi sırasında yapılabilir. Bu testin süresi, tüm döner makinaların kararlı çalışma sıcaklığına ulaşmasına yetecek kadar veya en az 4 saat olacaktır. Yukarıda belirtilen sevk sistemi testi sırasında zaman yetersizliği nedeniyle test edilemeyen bazı jeneratör setleri için gereken testler ayrı olarak yapılacaktır.

4.4.4.5.3 Jeneratörün tahrik makinasının ve regülatörün Madde F'de tanımlanan yük kademelerinin karşılama kapasitesi gösterilecektir.

4.4.4.6 Güç aktarma jeneratörünü (PTO) de tahrik eden sevk makinaları

4.4.4.6.1 İlgili n_0 devir sayısındaki % 100 makina gücü (MCR):

En az 4 saat

4.4.4.6.2 Makinanın n_0 devir sayısındaki (A'da yapılmadıkça) % 100 pervane branş gücünde:

2 saat

4.4.4.6.3 Makinanın n_0 devir sayısındaki % 100 PTO branş gücünde:

En az 1 saat

4.4.4.7 Yardımcıları tahrik eden makinalar

4.4.4.7.1 İlgili n_0 devir sayısındaki % 100 makina gücü (MCR):

En az 30 dakika

4.4.4.7.2 Onaylı aralıklı aşırı yükleme:

Onaylı sürede test.

4.4.5 Burulma titreşimleri

4.4.5.1 Yasaklı devir aralığı

Yasaklı devir aralığı (bsr) kaçınılmaz ise, gerek hızlanmada ve gerekse yavaşlamada, bu aralıktan geçiş gösterilecektir. Ölçülen süre kaydedilecek ve varsa, onaylı dokümanda belirtilen sürelere eşit veya altında olacaktır. Bu husus, özellikle durdurma testinde olmak üzere, ters yönde dönmede bsr'den geçişi de kapsar.

Not:
Hem el kumandalı ve hem de otomatik geçiş sistemlerine uygulanır.

Tüm bu gösterimler sırasındaki gemi draftı ve hızı kaydedilecektir. Kumanda edilebilir piçli pervane kullanılıyorsa, piç de kaydedilecektir.

Makinanın, bsr'nin gerek üst ve gerekse alt sınır değerlerindeki kararlı çalışması (kararlı yakıt indeksi) kontrol edilecektir. Kararlı yakıt indeksi, efektif strokun % 5'inden daha az bir osilasyon aralığı anlamındadır (boşta çalışmadan tam indekse).

4.4.6 Topraklama

İşletim sırasında, krankşaft/şaft ile tekne arasındaki elektrik potansiyeli (gerilim) farkının, ana makinalar için makina üreticisi tarafından bildirilen sınırları aşmamasının sağlanması gereklidir. Bunun için, uygun topraklama düzeni ve izin verilen gerilim potansiyelininin sınır değerlerinin izlenmesi sağlanacaktır.

F. Emniyet Cihazları

1. Devir Sayısının Ayarlanması ve Aşırı Devir Sayılarına Karşı Makinanın Korunması

1.1 Ana ve yardımcı makinalar

1.1.1 Bir elektrik jeneratörünü döndürmekle yükümlü olmayan her dizel makinayı, nominal devir sayısının %15'inden fazla bir devir sayısına çıkamayacak şekilde ayarlanmış bir devir sayısı governörü veya regülatörü ile donatılmalıdır.

1.1.2 Devreden ayrılabilen (kavramalı) veya kumanda edilebilir piçli bir pervaneyi döndüren 220 kW veya daha büyük nominal güçteki her ana makina, normal governörden ayrı olarak, makinanın nominal devirsayısının %20'sinin üstündeki devir sayısına makina devrinin yükselmesini önleyecek ek bir aşırı devir sayısı koruyucusu ile donatılmalıdır.

Benzer tertibat **TL** tarafından onaylanabilir.

1.2 Elektrik jeneratörlerini çalıştıran makinalar

1.2.1 Ana veya emercensi elektrik jeneratörlerini çalıştıran her dizel makina, nominal frekansın %10'undan fazla geçici frekans değişimi önlenecek ve maksimum elektrik kademe yükü bağlandığı veya kesildiğinde, en fazla 5 saniyede kararlı duruma gelebilecek tarzda donatılacaktır.

Jeneratörün nominal gücüne eşdeğer bir kademe yükü devreye alındığında, 1.1.1'de istenilen aşırı devir sayısı cihazının müdahalesine neden olmaması koşuluyla, geçici devir sayısının nominal devir sayısının %10'unu aşması kabul edilebilir.

1.2.2 Nominal gücü 220 kW veya daha fazla olan bir dizel makinayı, normal governöre ek olarak, nominal devir sayısının %15'inin üstündeki devir sayısına makina devrinin yükselmesini önleyecek bir aşırı devir sayısı koruyucusu ile donatılmalıdır.

1.2.3 Dizel makinaları, gemi elektrik sisteminin özel koşullarına uygun olmalı ve bunlara göre dizayn edilmelidir.

Yükleme aşağıda belirtildiği gibi iki kademede uygulanır:

Sıfır yükten, %50'ye kadar ani yükleme yapılır. Müteakiben jeneratör gücünün geri kalan %50'si 1.2.1 ve 1.2.4'deki koşullar gözönüne alınarak yüklenir.

İki kademeden daha fazla yükleme (Şekil 2.9) aşağıdaki koşullar altında kabul edilebilir:

- Gemi elektrik sisteminin, böyle bir jeneratör tertibatının kullanılmasına uygun olarak dizayn edilmesi;
- İki kademeden fazla yüklemenin gemi elektrik sisteminin dizaynında göz önüne alınmış ve resimlerin kontrolü ile onaylanmış olması;
- Gemideki denemeler sırasında işlev testleri itirazsız yapılacaktır. Elektrik sisteminin yüklenmesi sırasında, ana teçhizatın bir kararma sonrasında sıralı devreye alınması ve elektrik sisteminin normale döndürülmesi de dikkate alınmalıdır.
- Bundan başka jeneratörlerin paralel çalışması ve bir jeneratörün devreden çıkması halinde gemi elektrik sisteminin emniyeti kanıtlanmalıdır.

1.2.4 Devir sayısı 5 saniye zarfında müsaade edilen δ_r kalıcı devir sayısı değişikliği bölgesi içinde kararlı duruma gelmelidir. Kalan devir sayısı değişimi, verilen güce ait devir sayısının % 1'ini geçmemesi halinde kararlı duruma erişildiği kabul edilir.

1.2.5 Paralel çalışan jeneratör takımının dizel makinalarının devir sayısı ayarlayıcıları (governörleri), karakteristik eğrileri Elektrik Kurallarında belirtilenlerden büyük sapmalar göstermemelidir.

1.2.6 Stand-by devreleri besleyen jeneratör grupları, makinanın soğuk olması halinde de gerekli istekleri yerine getirebilmelidir. İlk hareket ve yükleme olayı yaklaşık 30 saniye sonra tamamlanmalıdır.

1.2.7 Emercensi jeneratör grupları aşağıdaki hallerde dahi yukarıda belirtilen governör koşullarını sağlamalıdırlar:

- Toplam tüketici yükleri aniden uygulandığında, veya
- Toplam tüketici yükleri aşağıdaki koşullarda adımlar halinde uygulandığında:
- Ana panodaki kesinti sonrasında toplam yük 45 saniye içinde verildiğinde
- Maksimum adım yükü beyan edildiğinde ve sınandığında
- Güç dağıtım sistemi beyan edilen maksimum adım yükü aşılmayacak şekilde dizayn edildiğinde
- Yukarıdakilerle zaman gecikmelerinin ve yükleme sırasının uygunluğu gemi seyir tecrübelerinde sınanmalıdır.

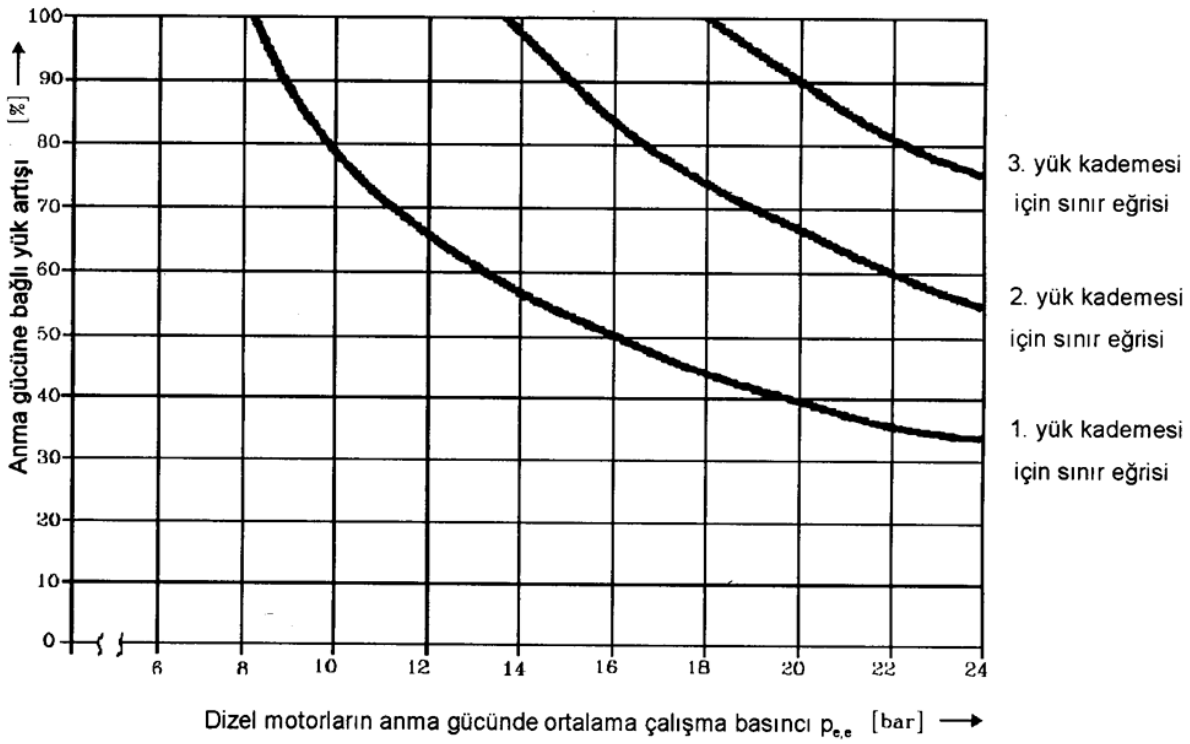
1.2.8 1.2'de sözü edilen makinaların governörleri, toplam güç alanındaki nominal devir sayısının bir ayarında en fazla %5'lik sapmaya müsaade etmelidir.

1.2.9 Ayar mekanizmalarının devir sayısı değiştirme hızı, uygun olan kısa bir zaman aralığında mükemmel bir uyum sağlayabilmelidir.

Hız karakteristiği bütün güç alanında olanaklar elverdiğince lineer olarak değişmelidir.

Paralel çalışmaları öngörülen dizel jeneratör grupları için, teorik lineer hız karakteristiğinden kalıcı sapma, nominal devir sayısının %1'inden fazla bir değere varmamalıdır.

1.2.10 Paralel çalışan alternatif akım jeneratör grupları için, dizel makinaların governör karakteristikleri, toplam yük %20 ile %100 sınırları arasındayken herhangi bir jeneratör üzerindeki yük, toplam yükün jeneratörün hissesine düşen miktarı ile en büyük makinanın nominal gücünün %15'inden fazlası veya söz konusu birim makinanın nominal gücünün %25'inden fazlasından, hangisi daha küçükse, farklı olmayacak şekilde ayarlanmalıdır.



Şekil 2.9 4 stroklu dizel makinalarının, ortalama çalışma basıncının fonksiyonu olarak sıfır yükten nominal gücüne kadar kademe, kademe yüklenmesi için sınır eğrileri

Paralel çalıştırılmak istenen bir alternatif akım jeneratörü için, governörü normal frekansta nominal yükün %5'ini aşmayacak ayar yüküne izin verecek hassasiyetle ayarlanmasını mümkün kılacak imkanlar temin edilecektir.

1.1 ve 1.2 için Notlar:

- *Nominal gücü ve ilgili nominal devir sayısından, o verilerle, makinaların ilgili tesislerde çalışacağı anlaşılmalıdır.*

- *Bağımsız bir aşırı devir koruyucusundan, hareket tertibatı dahil, bütün kısımları normal governörden bağımsız olarak çalışan bir cihaz anlaşılmalıdır.*

1.3 Elektriksel / elektronik governörlerin kullanılması

1.3.1 Governörler ve bunlara ilişkin kumanda elemanları, ilgili makinanın kontrolü için, yapım kurallarındaki çalışma koşullarına ve makina üreticisinin belirttiği isteklere uygun olmalıdır. Tekil sevk makinalarında, governör veya aktüatörün arızalanması halinde, makinanın kumandasının diğer bir kontrol düzeni ile yapılabilmesi sağlanmalıdır.

1.1 ve 1.2 de belirtilen her bir uygulama için istenilen ayar koşulları, governörler tarafından sağlanmalıdır.

Elektronik governörler ve bunlara ilişkin kumanda elemanlarının tip testi yapılmalıdır.

Güç sağlanması konusu için Elektrik Kuralları Bölüm 9, B.8'e bakınız.

1.3.2 Ana makinadan istenenler

Sevk tesislerinde, devamlı devir sayısı kontrolü veya bir arızadan sonra derhal devir sayısı kontrolünün mümkün olabilmesi, en az aşağıdaki isteklerden biri yerine getirilerek sağlanmalıdır:

- Governör sisteminde bağımsız "back-up" sistemi bulunmalıdır.

veya

- Ayrı korunmalı bir güç kaynağına bağlı elle devreye sokulabilen fazladan bir governör tertibatı olmalıdır.

veya

- Makinanın manevrası için uygun, elle çalışan yakıt girişi kontrol sistemi olmalıdır.

Governörün sisteminin arızalanması makinanın çalışma koşullarında tehlike meydana getirmemelidir, makinanın devir sayısı ve gücü artmamalıdır.

Governör sisteminin arızalarını belirten bir alarm tertibatı olmalıdır.

1.3.3 Elektrik jeneratörlerini çalıştıran yardımcı makinalarda istenenler

Her yardımcı makinanın kendine ait bir governör sistemi olmalıdır.

Governör sisteminin arızalanması halinde injeksiyon pompasının yakıt girişi "0" konumuna gelmelidir. Governör arızalarını belirten bir alarm tertibatı olmalıdır.

1.3.4 Geminin "0" konumundan harekete geçebilmesi için zorunlu olan özel şartlar yerine getirilecektir (**TL** Elektrik Kurallarına bakınız).

2. Silindir Aşırı Basıncı İkaz Cihazı

2.1 Silindir çapı 230 mm.den büyük makinaların bütün silindirleri, silindir aşırı basıncını haber veren bir ikaz cihazı ile donatılmalıdır. Bu ikaz cihazının ses verme başlangıcı için ayar basıncı, nominal gücündeki yanma sonu basıncının %40 daha fazla bir basınç değerini geçemez.

2.2 Uygun bir makina tasarımı ile veya kontrollü işlevler vasıtasıyla silindir basıncının aşırı yükselmesi önleniyorsa, ikaz cihazı konulmayabilir.

3. Krankkeyzin Havalandırılması

3.1 Krankkeyzin havalandırılması ve krankkeyze hava girişine neden olabilecek düzenlemeler kabul edilmez. Gaz makinaları için, **TL** Cilt C, Kısım 10, Sıvılaştırılmış Gaz Tankerleri Bölüm 16'ya bakınız.

3.2 Krankkeyzin havalandırma boruları

3.2.1 Krankkeyz havalandırma boruları öngörülüyorsa, borularının net boyutu krankkeyz patlamasından sonra havanın içeriye girmesini minimize etmek için mümkün olduğunca küçük yapılmalıdır.

3.2.2 Örneğin; yağlama yağı buharlarının konsontrasyonunun izlenmesi için yağlama yağı buharlarının emilmesi öngörülüyorsa, krankkeyzdeki vakum değeri 2,5 mbar'ı aşmamalıdır.

3.2.3 İki veya daha fazla sayıdaki makinanın krankkeyz havalandırma boruları biribirleriyle bağlantılı olamaz. Uygun önlemlerle bağlantılı sistemlerin etkileşimi önleniyorsa, bu hususta muafiyet tanınabilir.

3.2.4 İki zamanlı makinalarda yağlama yağı buharları, krankkeyzden makinanın dolgu havası devresine ve makinanın hava emiş borusuna geçmemelidir.

4. Krankkeyz Emniyet Cihazları

4.1 Boşaltma valfleri

4.1.1 Krankkeyz emniyet teçhizatı tip onaylı olmalıdır. **TL** "Type Testing Procedure for Crankcase Explosion Relief Valves"'e bakınız.

4.1.2 Silindir çapı 200 mm. den büyük veya krankkeyz hacmi 0,6 m^3'e eşit ve daha yukarı olan bütün makinalarda, krankkeyzdeki aşırı basınca karşı emniyet valfleri bulunmalıdır.

Kemşaft veya benzeri tahrik sistemlerini içeren dişli veya zincir kutuları gibi, krankkeyz ile bağlantılı olan diğer bütün bölümlerin hacmi aynı şekilde 0,6 m^3'ü geçiyorsa, ek emniyet valfleri ile donatılmalıdır.

4.1.3 Silindir çapı 200 mm. den büyük ve 250 mm. den küçük veya buna eşit olan makinaların krankkeyzinin her iki ucunda en az birer emniyet valfi bulunmalıdır. Eğer sekizden fazla krank dilimi varsa bu taktirde krankkeyzin yaklaşık orta yerine ek bir emniyet valfi yerleştirilmelidir.

Silindir çapı 250 mm. den büyük 300 mm. den küçük veya buna eşit olan makinaların her iki krank diliminden birinde en az bir emniyet valfi bulunmalıdır. Bunların toplamı ikiden az olamaz.

Silindir çapı 300 mm. den büyük olan makinaların her krank diliminin bulunduğu bölümde en az bir emniyet valfi bulunmalıdır.

4.1.4 Bir emniyet valfinin serbest boşaltma alanı en az 45 cm^2 olmalıdır.

Bir makinada krankkeyzdeki aşırı basınca karşı güvenceyi sağlayan emniyet valflerinin toplam serbestkesit alanı, krankkeyz hacminin beher m^3'ü için 115 cm^2 'den az olamaz.

4.1.2 ve 4.1.4 için Notlar :

- *Krankkeyzin brüt hacminin belirlenmesinde, burada bulunan sabit yapı parçalarının hacmi hesaplanan hacimden düşülebilir.*

- *Enine kesit alan toplamı, m^3 başına 115 cm^2'den büyük olan bir yüzey ile krankkeyze bağlantılı bir hacmin bağımsız bir hacim olarak kabul edilmesine gerek yoktur. Bu alanın hesabında, alanı 45 cm^2'den küçük olan kesit alanları dikkate alınmaz.*

- *Gerekli görülen her bir emniyet valfi yerine, her birinin serbest kesiti 45 cm^2'den az olmamak şartıyla küçük kesitli iki emniyet valfinden fazlası konulamaz.*

4.1.5 Emniyet donanımı, krankkeyz patlamasında, basıncın boşaltılması için ani hareketli ve kendinden kapanır olacaktır. Bunlar, çalışma sırasında yağ geçirmez şekilde kapanmalı ve krankkeyze olan hava akımını önlemelidir. Emniyet valflerinin çalışması sırasında meydana gelen gaz akımı çevredeki insanlar için tehlike yaratmamalı, örneğin, bir koruma levhası vasıtasıyla saptırılmalıdır. Koruma levhasının, donanımın operasyonel verimini olumsuz etkilemeyeceği gösterilmelidir. Emniyet valfi diskleri, valf tam açık durumda iken şok yüklerine dayanabilecek sünek malzemeden yapılmalıdır.

Emniyet valfleri; krankkeyzdeki en fazla 0,2 barlık bir basınç farkında tam olarak açılacaktır.

4.1.6 Emniyet valfleri; krankkeyzde basıncın boşalmasını sağlayan ve bir krankkeyz patlamasını takiben alevin geçişini önleyen bir alev tutucu ile teçhiz edilecektir.

4.1.7 Emniyet donanımına, aşağıdaki bilgileri içeren, uygun işaretlemeler yapılacaktır:

- Üreticinin adı ve adresi,

- Tip ve boyut,

- Boşaltma alanı,

- Üretim tarihi (Ay / yıl),

- Bağlantı yönü.

4.2 Krankkeyz kapakları ve muayene delikleri

4.2.1 Krankkeyz kapakları ve bunlara ait donanımlar, emniyet teçhizatının çalışması sırasında meydana gelen basıncın etkisiyle kalıcı şekil değişikliğine uğramayacak şekilde boyutlandırılmalıdır. Krankkeyz kapaklarının, bir krankeyz patlamasıyla yerinden kolayca çıkmaması ya da yer değiştirmemesi için emniyetli bir şekilde bağlanması gerekir.

4.2.2 Krankkeyz kapakları ve menteşeli muayene delikleri, istenmeden kapanmayı etkin bir şekilde önleyecek uygun düzenler ile donatılmalıdır.

4.2.3 Makinanın kumanda yerine veya gerektiğinde makinanın her iki tarafındaki krankkeyz kapağına bir uyarı levhası konulacaktır. Uyarı levhasında, makinanın durmasından sonra, yeterli soğumayı sağlayacak makul bir süre geçmeden krankkeyz kapaklarının veya muayene deliklerinin açılmayacağı gösterilecektir.

4.3 Yağ buharı algılama / izleme ve alarm sistemi (yağ buharı algılayıcısı)

4.3.1 Silindir çapı >300 mm. veya nominal gücü 2250 kW ve daha fazla olan makinalarda, krankkeyz yağ buharı algılayıcıları veya makina yatak sıcaklığı izleme (tüm yataklar örneğin; jurnal ve konnektin rod yatakları) veya eşdeğer cihazlar (aynı zamanda UI

SC228'e bakınız) bulunacaktır. Yağ buharı algılayıcılarının, "Type Testing Procedure for Crankcase Oil Mist Detection and Alarm Equipment" dökümanı ile uyumlu olacak şekilde tip testi yapılacaktır.

Emniyet ekipmanı olarak kullanılan makina yatak sıcaklığı izleme veya eşdeğer cihazlar, **TL** tip onaylı olmalıdır.

Krankkeyz patlamalarının riskini engellemek üzere belirli, yüksek hızlı makinalara uygulanan önlemler **TL** tarafından eşdeğer cihaz olarak kabul edilebilir.

4.3.2 Çoklu makina tesislerinde, her makina için ayrı bir yağ buharı algılayıcısı ve ayrı bir alarm bulunacaktır.

4.3.3 Yağ buharı algılayıcıları tip onaylı olacaktır.

Yağ buharı algılama düzenlemeleri "Type Testing Procedure for Crankcase Oil Mist Detection and Alarm Equipment" dökümanı ve 4.3.2 ile 4.3.13 arasındaki maddeler ile uyumlu olacak şekilde test edilmelidir.

Yağ buharı algılama sistemi için alarmlar ve kapatmalar Kısım 4-1, Otomasyon, Bölüm 4 ve Bölüm 8 ile uyumlu olmalıdır, aynı zamanda Tablo 2.7 ve sistem yerleşimleri de Kısım 4-1, Otomasyon ile uyumlu olmalıdır.

4.3.4 Yağ buharı algılayıcıları, makina tasarımcısının ve sistem üreticisinin talimat ve tavsiyelerine göre monte edilecektir.

4.3.5 Fonksiyonel testler ve algılayıcılar ile birlikte ekipmanların algılama ve alarm sistemleri **TL** ile anlaşmaya varılacak test prosedürlerine göre "makina boşta çalışırken" ve "makina normal işletim koşullarında çalışırken" üreticinin yerindeki test mahallinde ve gemide işlev testleri olarak yapılacaktır.

4.3.6 Algılayıcıların alarmları ve kapatılması Tablo 2.7'ye göre olacaktır.

4.3.7 Cihazlar ve donanımdaki işlevsel arızalarda alarm verilecektir.

4.3.8 Yağ buharı algılayıcısı, yağ buharı konsantrasyonunun belirlenmesinde kullanılan merceğin, bilgi ve alarm gösterimlerin güvenirliğine etki edecek derecede gölgelenmiş olduğunu göstermelidir.

4.3.9 Algılayıcıda, programlanabilir elektronik sistemlerin kullanımı söz konusu ise, düzenlemeler **TL**, Elektrik Kuralları Bölüm 10'daki isteklere uygun olacaktır.

4.3.10 Sıralı yağ buharı algılama / izleme düzenlemesi varsa, örnekleme sıklığı ve süresi, mümkün olduğunca kısa olacaktır.

4.3.11 Yağ buharı algılayıcısının ayrıntılarını ve yerleşimini gösterir plan, onay için verilecektir. Dokümanlarda aşağıdaki ayrıntılar yer alacaktır:

- Algılayıcı / izleyici'ye ait boruların boyutları ile birlikte, boru yerleşimini ve makina krankkeyz örnekleme noktalarını gösteren makina yağ buharı algılayıcısı şematik yerleşim resmi,
- Krankkeyz düzenlemesi ve geometrisi dikkate alınarak seçilen örnekleme noktaları ve örnek alma oranı (varsa) ile yağ buharının birikmesi öngörülen krankkeyz atmosferinin doğrulanması ile ilgili kanıtlar.
- Bakım ve test el kitapları,
- Algılama / izleme sisteminin tip onayı veya makina üzerindeki işlev testlerine ait bilgiler,

4.3.12 Bakım ve test el kitapları gibi sistemle birlikte verilen dokümanların bir kopyası gemide bulunacaktır.

4.3.13 Yağ buharı algılayıcısından alınan okumalar ve alarm bilgileri makinadan uzakta yer alan, emniyetli bir yerden okunabilmelidir.

4.3.14 Krankkeyz içinde potansiyel patlayıcı koşulların (nedenden bağımsız olarak, örneğin, yağ buharı, gaz, sıcak noktalar, vb.) oluşumunu önleyici alternatif yöntemlerin sağlandığı hallerde, ayrıntılar, değerlendirilmek üzere **TL**'na verilecektir. Onay için verilecek ayrıntılarda, aşağıdaki bilgiler yer alacaktır:

- Makinanın özellikleri; tip, güç, devir sayısı, strok, çap ve krankkeyz hacmi (varsa krankkeyze bağlı bütün bölümlerin hacimleri),

- Krankkeyz içinde potansiyel patlayıcı koşulların oluşumunu önleyici düzenlemelerin ayrıntıları, örneğin; yatak sıcaklığı izleme, yağ sıçrama sıcaklığı, krankkeyz basıncını izleme, yeniden sirkülasyon düzenlemesi, krankkeyz atmosferini izleme,

- Servis deneyimleri ile birlikte, potansiyel patlayıcı koşulların oluşumunu önlemede, yapılan düzenlemelerin etkinliğinin kanıtı,

- Çalıştırma, bakım ve test talimatları.

4.4 Potansiyel krankkeyz patlaması riskini en aza indirmek üzere alternatif aktif teknolojilerin kullanımı öngörüldüğünde, yerleşim detayları ve işlevler, onay için **TL**'na verilecektir.

4.5 Krankkeyz güvenlik cihazları tip onaylı olmalıdır.

4.6 Güvenlik cihazlarının ayrıntı ve yerleştirilmelerini gösteren planlar onay için teslim edilecektir.

4.7 Güvenlik cihazları üreticinin belirli bir makinaya donatımı yapılacak ilgili boyut ve tipteki valfe ait donatım ve bakım el kitabının bir kopyası ile beraber temin edilecektir. El kitabı aşağıdaki bilgileri içerecektir:

- Valfın tanımı, fonksiyon detayları ve tasarım limitleri.

- Tip test sertifikasının kopyası.

- Kurulum talimatları.

- Test ve sızdırmazlık tertibatlarının yenilenmesini içeren bakım talimatları.

- Krankkeyz patlamasını takiben yapılacak faaliyetler.

Bu el kitabının bir kopyası gemide bulundurulacaktır.

4.8 Krankkeyz patlamasını en aza indirmek üzere krankkeys içine inert gaz uygulanmasının önerilmesi durumunda, düzenleme, detayları ile birlikte değerlendirme için **TL**'na sunulacaktır.

5. İlk Hareket Havası Sistemindeki Emniyet Cihazları

İlk hareket valflerinin çalışmamasından dolayı meydana gelecek patlamalara karşı ilk hareket havası ana devrelerini korumak için aşağıdaki donanımlar öngörülür.

5.1 Her makina için hareket havası devresinde kesici bir geri döndürmez valf bulundurulur.

5.2 Silindir çapı 230 mm. den büyük makinalarda alev tepmesine karşı bir alev tutucu olmalı ve bu da:

- Doğrudan çift yönlü makinalarda her bir silindirin ilk hareket valfinden evvel,

- Tek yönlü makinalarda her bir makinanın ana ilk hareket havası donanımının önünde olmalıdır.

5.3 Eşit değerde emniyet donanımları **TL** tarafından onaylanabilir.

6. Yağlama Yağı Sistemindeki Emniyet Cihazları

Nominal gücü 220 kW veya daha fazla olan her makina, yağlama yağı teminindeki aksaklık durumunda makinayı kendiliğinden durduran tertibatla donatılmalıdır. Emercensi jeneratörü ve emercensi yangın pompasını çalıştıran makinalar bunun dışındadır. Bu makinalar için bir alarm sağlanacaktır.

7. Dolgu Havası Kanallarındaki Emniyet Cihazları

İki zamanlı makinaların dolgu havası kanalları aşırı basınca karşı, emniyet valfleri ile korunacaktır.

G. Yardımcı Sistemler

1. Genel

Boru devreleri sistemi ve yedek filtre donanımları için ek olarak Bölüm 16 uygulanacaktır.

2. Yakıt Sistemi

2.1 Genel

2.1.1 Yakıt püskürtme devrelerinde yalnız metal sızdırmazlık elemanları veya buna eşdeğer kabul edilen boru bağlantı şekilleri uygun görülür.

2.1.2 Yakıt besleme ve geri dönüş devreleri, yakıt besleme sisteminde istenmeyen bir geri tepme basıncı meydana gelmeyecek şekilde döşenmelidir. Bu amaçla **TL** tarafından kabul edilen geri tepme basınç söndürücüsü (amortisör) eğer gerekli ise makina tarafına konulmalıdır.

2.1.3 Yakıt sisteminin tüm bileşenleri, sistem için öngörülen maksimum yüksek basınçlara dayanacak şekilde dizayn edilecektir.

2.1.4 Eğer yakıt sistemine sınırlı ömürlü yakıt rezervuar veya damperleri konulmuşsa, overal talimatı ile birlikte ömür bilgileri de makina üreticisi tarafından ilgili el kitabına dahil edilecektir.

2.1.3 Yakıt devreleri; yüksek sıcaklıklı ünitelerin, buhar devrelerinin, egzoz manifoldlarının, susturucuların veya 7.1'e göre izole edilmesi gereken diğer donanımın hemen üstünde veya yakınında yer almayacaktır. Mümkünse, yakıt devreleri; sıcak yüzeylerden, elektrik tesislerinden veya diğer potansiyel tutuşturucu kaynaklardan yeterince uzakta yer almalı ve tutuşturucu kaynaklara yakıt püskürmesi veya sızıntısı önlenecek tarzda muhafazaya alınmalı veya uygun şekilde korunmalıdır. Bu boru devrelerindeki bağlantı sayısı en azda tutulacaktır.

2.2 Korunma

2.2.1 İçten yanmalı makinaların kullanım amacı ve yerleşimine bakılmaksızın dış yakıt püskürtme devreleri(püskürtme pompası ve püskürtme valfi arasındaki yüksek basınç devresi) gömlekli boru ile korunur. Böylece sızan yakıt

- Emniyetle toplanır,
- Basınçsız olarak boşaltılır,
- Etkili olarak izlenir ve alarm verilir.

2.2.2 Yakıt geri dönüş devrelerinde basınç dalgalanmaları 20 bar'dan büyük olursa, bu devreler de aynı şekilde muhafaza altına alınmalıdır.

2.2.3 Yüksek basınçlı yakıt boruları ve gömlek dış borusu, sabit olarak monte edilecektir.

2.2.4 Muhafaza elemanı olarak hortum şeklindeki boruların kullanılması durumunda, bunlar belirtilen amaca uygun olmalı ve **TL** tarafından onaylanmalıdır.

2.3 Sızan yakıtın drenajı

Sızan yakıtın etkin bir şekilde akıtılmasını ve makinanın yağlama yağı ile karışmamasını sağlayıcı tasarım önlemleri alınmalıdır.

2.4 Isıtma, ısının yalıtımı, tekrar dolaşım

Ön ısıtmalı yakıtla çalışan makinaların püskürtme devreleri dahil yakıt devreleri, ısı kaybına karşı yalıtılmalı ve eğer gerekli ise, devreye ısıtma sağlanmalıdır.

Yakıt dolaşımının sağlanması için gerekli önlem alınmalıdır.

2.5 Yakıt karışımları

Fuel oil ve diğer sıvıların karışımı ile çalışan makinalar için, yakıt işleme sistemindeki arızadan sonra makinanın çalışmasının durdurulabilmesi sağlanmalıdır.

3. Yakıt ve Yağlama Yağı Sistemlerine ait Filtrelerin Yerleştirilmesi

3.1 Makinanın üzerinde bulunan yakıt veyağlama yağı filtreleri, hareketli parçalar üzerinde olmayacak ve sıcak parçalarla doğrudan doğruya yakınlığı bulunmayacak şekilde tertiplenmelidir.

3.2 Şayet 3.1'e uygun yerleştirme yapılamıyorsa, kızgın parçalar ve dönen kısımlar yeterince muhafaza altına alınmalıdır.

3.3 Yakıt filtreleri, sızıntıların uygun bir yolla toplanabileceği şekilde düzenlenmelidir. Şayet filtrenin açılması halinde yağ dışarı akabiliyorsa, aynı şey yağlama yağı filtresi için de geçerlidir.

3.4 Çalışma sırasında sırası değiştirilebilen iki veya daha fazla bölmeli filtreler, herhangi bir bölmesini açmadan evvel basıncı düşürme ve servise almadan evvel de havasını giderme işlemlerinin güvenli bir şekilde yapılabileceği teçhizat ile donatılmalıdır. Bunun için kural olarak bir kapama valfi kullanılır. Hangi filtre bölmesinin devrede veya devre dışı olduğu, açıkça ve her an için izlenebilmelidir.

3.5 Makinalara yakıt beslemesi kesilmeksizin temizleme yapabilmek için paralel konulan yakıt filtreleri (örneğin; dubleks filtreler), basınç altındaki filtrenin yanlışlıkla açılması olasılığını en aza indirecek düzenlerle donatılacaktır. Filtreler/filtre odacıkları, aşağıda belirtilenler yönünden gerekli şekilde donatılacaktır:

- Çalışma sırasında havalandırma,
- Açılmadan önce basıncı giderme

Bu amaçla, güvenli bir yere açılan dreyn borusuna sahip valfler veya musluklar kullanılacaktır.

Birden fazla jeneratöre sahip gemiler için jeneratör dizel makinalarının yağ filtrelerine, Bölüm 16, H.3.4.1'de yer alan gereklilikler uygulanabilir.

3.6 Ayrıca filtreler için Bölüm 14'deki istekler dikkate alınacaktır.

4. Yağlama Yağı Sistemi

4.1 Yağlama yağı sistemi, yağlama yağının temizlenmesi, soğutulması, vs. için genel şartları Bölüm 16, H içermektedir. Boru devresi yerleşimi için, 2.1.3 uygulanacaktır.

4.1.1 Yağ deposu olarak da görev yapan ıslak karterli makinalar, çalışma sırasında da yağ seviyesinitespit edebilme ve gerektiğinde yağ ikmali yapabilme olanakları bulunacak şekilde donatılmış olmalıdır. Yağın tamamıyla boşaltılmasını sağlayacak tertibat bulunmalıdır.

4.1.2 İki veya daha fazla makinanın krankkeyzlerinden yağ boşaltma devrelerinin birleştirilerek götürülmesi kabul edilmez.

4.1.3 Sızıntı tankından çıkan dreyn devresinin uçları, dreyn tankı yağ seviyesi altında olacaktır.

4.2 Yağlama yağı pompaları ve makinaların teçhizatı için Bölüm 16, H.3 geçerlidir.

4.2.1 Üzerinde bulunduğu makina tarafından tahrik edilen ana yağlama yağı pompaları, makina çalıştığı sürece, yağlama yağını temin edecek şekilde tasarlanmalıdır.

4.2.2 Ana yağlama yağı pompalarını tahrik eden ana makinalar, bağımsız çalışan stand-by pompalarla donatılmalıdır.

4.2.3 Her birine ait bağımsız yağlama donanımı olan birden fazla ana makinalı sistemlerde, ana yağlama pompalarının gemide değiştirilmesine olanak varsa, montaja hazır durumda olan yedek pompalar stand-by pompa olarak kabul edilebilir.

4.2.4 Makinaların çalışması için gerekli olan silindir yağlaması ile ilgili olan ve elektronik dozlama ünitesi ile teçhiz edilen yağlama yağı sistemleri **TL** tarafından onaylanmalıdır.

5. Soğutma Sistemi

5.1 Soğutma suyu pompaları kendinden olan makinaların teçhizatı ve soğutma suyu devresinin tertibi için Bölüm 16, I ve K'ya bakınız.

5.1.1 Makinaya bağlı ana soğutma suyu pompaları, bütün çalışma koşullarında, soğutma suyu teminini devam ettirebilecek şekilde tertiplenmelidir.

5.1.2 Ana soğutma suyu pompalarını tahrik eden ana makinalar, bağımsız çalışan stand-by pompalarla veya bağımsız çalışan stand-by pompaları olansoğutma suyu sistemlerine bağlantı yapılabilecek şekilde donatılmalıdır.

5.1.3 Her birine ait bağımsız tatlı su soğutma donanımı olan birden fazla ana makinalı sistemlerde, ana tatlı su soğutma pompalarının gemide değiştirilmesine olanak varsa, montaja hazır durumda olan yedek pompalar stand-by pompa olarak kabul edilebilir. Ana pompalar tatlı soğutma suyu sisteminden kapama valfleriyle ayrılabilmelidir.

5.2 Soğutma havası makina dairesinden emiliyorsa, soğutma sisteminin tasarımında en az 45°C'lık bir ortam sıcaklığı esas alınmalıdır.

Hava soğutmalı makinaların soğutulması sonucu ısınan hava, makinanın yer aldığı ortamda kabul edilmeyen bir ısınmaya sebep olmamalıdır. Kural olarak bu ısınan hava özel kanallarla açık havaya atılmalıdır.

5.3 Eğer makinalar, yakıt yakan tesislerin çalıştığı ortamlarda tertiplenmişse, ek olarak Bölüm 15, A.5 de dikkate alınmalıdır.

6. Dolgu Havası Sistemi

6.1 Egzoz gazı türboşarjeri

6.1.1 Egzoz gazı türboşarjerlerinin yapısı ve denenmesi için Bölüm 4, geçerlidir.

6.1.2 Egzoz gazı türboşarjerleri, makinanın bütün çalışma aralığında, kritik devir sayısı sahası gösteremezler.

6.1.3 Egzoz gazı türboşarjerinin devrede ve devre dışı olması durumunda da yağlama yağı temini güvenli olmalıdır.

6.1.4 Güvenli bir çalışmayı mümkün kılmak için ana makinalar düşük devir sayılarında da dolgu havası ile beslenmelidir.

İki zamanlı makinalarda, gerektiğinde, makinadanbağımsız çalışan veya doğrudan makinadan hareket alan dolgu havası kompresörü öngörülmelidir.

6.1.5 Eğer bir makina düşük devir sayısı aralığında ve manevra sırasında, yalnız makinadan bağımsız çalışan dolgu havası kompresörü vasıtası ile çalıştırılabiliyorsa, bu takdirde, stand-by bir dolgu havası kompresörü veya kabul edilen yapı türünde eşdeğer bir cihaz tertiplenmelidir.

6.1.6 Bir türboşarjerin devre dışı kalması halinde ana makinayla emercensi bir çalışma mümkün olmalıdır.

6.2 Dolgu havasının soğutulması

6.2.1 Dolgu havası soğutucularının imalatı ve testi Bölüm 14 uyarınca yapılacaktır.

6.2.2 Makina üreticisi tarafından belirlenen sıcaklık aralığında, dolgu havası sıcaklığının ayarlanmasını mümkün kılan tertibatlar öngörülmelidir.

6.2.3 Dolgu havası soğutuculu makinaların, dolgu havası devreleri, yeterli bir su dreyni tertibatı ile donatılmalıdır.

6.3 Yangın söndürme donanımı

Krosetli makinalarda, silindirlerle açık bağlantılı olan dolgu havası mahalleri, makina dairesi yangın söndürme sisteminden bağımsız ve onaylanmış bir yangın söndürme sistemine bağlanmalıdır. (Bölüm 18, Tablo 18.2'ye bakınız.)

7. Egzoz Gazı Devreleri

7.1 Egzoz gazı devreleri, üst yüzeylerindeki sıcaklığı 220°C'ı geçmeyecek şekilde yalıtılmalı veya soğutulmalıdır.

Yalıtım malzemesi yanmaz tipte olmalıdır.

7.2 Bölüm 16, M egzoz gazı devrelerine ait genel kuralları içermektedir.

H. İlk Hareket Donanımı

1. Genel

İlk hareket donanımı, makinaları, Bölüm 1, D.10.1'e göre "dead-ship" durumundan gemideki olanakları kullanarak harekete geçirebilmelidir.

2. Basınçlı Hava ile İlk Hareket

2.1 Basınçlı hava ile ilk harekete geçen ana makinalar için en az iki adet ilk hareket havası kompresörü öngörülmelidir. Hava kompresörlerinin en az bir adedi ana makinadan bağımsız olarak çalışmalı ve gerekli toplam kapasitenin en az %50'sini üretebilmelidir.

2.2 İlk hareket havası kompresörlerinin toplam kapasitesi, 2.4 ve 2.5'e uygun olarak ölçülendirilen ilk hareket havası tüplerini bir saat içinde atmosfer basıncından en son basınca kadar doldurulabilecek şekilde seçilmelidir.

Kural olarak kompresörler eşit güçte seçilirler. Bu husus, H.1'e uygun olarak istenen bir emercensi kompresör için dikkate alınmaz.

2.3 Ana makina, basınçlı hava ile ilk harekete geçirilecek ise, ilk hareket havası gereksiniminin tümü, en az iki hava tüpüne yaklaşık eşit miktarda bölünerek, bunlardan birinin bağımsız kullanılabilmesi sağlanmalıdır.

2.4 İlk hareket havası tüplerinin toplam hacmi, ara dolgu yapmadan çift yönlü her makinayla "ileri" ve "geri" dönüş yönü değiştirilerek birbirinin peşi sıra 12

adetten az olamayacak şekilde ilk hareket manevrası yapılabilecek ve tek yönlü her makinayla ise, kumanda edilebilir piçli bir pervaneyi döndürmesi veya karşı yönde döndürme momenti olmaksızın bir ilk hareketin mümkün olması durumunda 6 adetten az olmayacak ilk hareket manevrasını sağlayabilecek şekilde ölçülendirilmelidir.

2.5 Birden fazla makinalı tesislerde, her bir makinanın ilk hareket manevrası sayısı, sevk sisteminin tasarımına bağlı olarak **TL**'nun onayı ile azaltılabilir.

2.6 Yardımcı makinaların ilk hareket sistemleri veya pnömatik regülasyon ve manevra tertibatları veya düdük donanımı, ana ilk hareket havası tüplerinden besleniyorsa, bu takdirde bunların hava ihtiyacı, ana ilk hareket havası tüplerinin kapasitesinin hesaplanmasında dikkate alınmalıdır.

2.7 2.6'da belirtilenler dışında yüksek kapasitede hava kullanıcıları, ana ilk hareket havası sistemine bağlanamazlar. Bunun için hava sağlayan ayrı olanaklar öngörülmelidir. **TL**'nun onayı ile bundan sapmalar yapılabilir.

2.8 Eğer yardımcı makinaların ilk hareketi basınçlı hava ile yapılıyorsa, her makina için peşpeşe üç start için yeterli hava kapasitesi sağlanacaktır.

2.9 Eğer farklı makinaların ilk hareket havası sistemleri bir şişeden besleniyorsa, şişenin hava basıncının, farklı sistemlerin minimum ilk hareket havası basıncının en yüksek olanının altına düşmemesi sağlanacaktır.

2.10 İlk Hareket Havası Miktarının Yaklaşık Hesabı

2.10.1 Çift yönlü makina donanımı için ilk hareket havası

Çift yönlü çalışan bir ana makina için sağlanacak ilk hareket havasının önceden tespiti; ilk hareket havası tüplerinde, 30 bar başlangıç basıncı, 9 bar son basınç olmak üzere aşağıda belirtildiği gibi yapılabilir:

$$J = a \cdot \sqrt[3]{\frac{H}{D}} \cdot \left(z + b \cdot p_{e,e} \cdot n_A + 0{,}9\right) \cdot V_h \cdot c$$

J = İlk hareket havası tüplerinin toplam hacmi, [dm^3]

D = Silindir çapı, [mm]

H = Strok, [mm]

V_h = Bir silindirin strok hacmi (çift tesirli makinalarda silindirin üst kısmındaki strok hacmi), [dm^3]

$p_{e,zul}$ = İlk hareket havası tüpünde müsaade edilen en yüksek çalışma basıncı, [bar]

z = Silindir sayısı, [-]

$p_{e,e}$ = Nominal gücünde, silindir içindeki ortalama efektif çalışma basıncı, [bar]

a = 0,4714 İki zamanlı makinalarda

a = 0,4190 Dört zamanlı makinalarda

b = 0,059 İki zamanlı makinalarda

b = 0,056 Dört zamanlı makinalarda

c = 1 alınır, $p_{e,zul}$ = 30 bar ise

$p_{e,zul}$, 30 bardan fazla ve eğer basınç düşürücü valf öngörülmemiş ise, aşağıdaki formülden hesaplanır:

$$c = \frac{0.0584}{1\text{-}e^{\left(0.11-0.05\cdot \ln p_{e,zul}\right)}}$$

e = Euler sayısı (2,718.....) [-]

$p_{e,zul}$, 30 bardan fazla ve eğer basınç düşürücü valf öngörülerek $p_{e,zul}$ basıncı, P_A ilk hareket basıncına düşürülmüş ise, bu takdirde (c) değeri Şekil 2.10'den alınır.

(n_A) için aşağıdaki değerler formülde kullanılır:

$n_o \leq 1000$ olduğunda $n_A = 0{,}06 \cdot n_o + 14$

ve,

$n_o > 1000$ olduğunda $n_A = 0{,}25 \cdot n_o - 176$

n_o = Nominal devir sayısı [d/dak]

2.10.2 Tek yönlü makina donanımları için ilk hareket havası

Kumanda edilebilir piçli bir pervaneyi döndüren veya karşı momentsiz bir ilk hareketin mümkün olduğu yerde, tek yönlü çalışan her ana makina için, hesaplanan ilk hareket havası ihtiyacı, 6 manevraya yetecek miktardan az olmamak şartıyla 0,5 · J ye indirilebilir.

2.11 Buz klası notasyonu ile ilgili ek kurallar için aynı zamanda Bölüm 19, D.1'e bakınız.

3. Elektrikli İlk Hareket Donanımları

3.1 Ana makinaların elektrikle ilk harekete geçirilmesi halinde, birbirinden bağımsız iki adet ilk hareket bataryası öngörülür. Bataryalar birbirleriyle paralel bağlanamayacak şekilde tertiplenmelidir. Her bir bataryanın soğuk durumundaki ana makinanın ilk harekete geçmesi mümkün olmalıdır.

Bataryaların toplam gücü, basınçlı hava ile ilk hareket için istenen H.2.4 ve H.2.5 maddelerindeki ilk hareket manevrası sayısını, 30 dakika içinde hiç şarj edilmeden, sağlamaya yeterli olmalıdır.

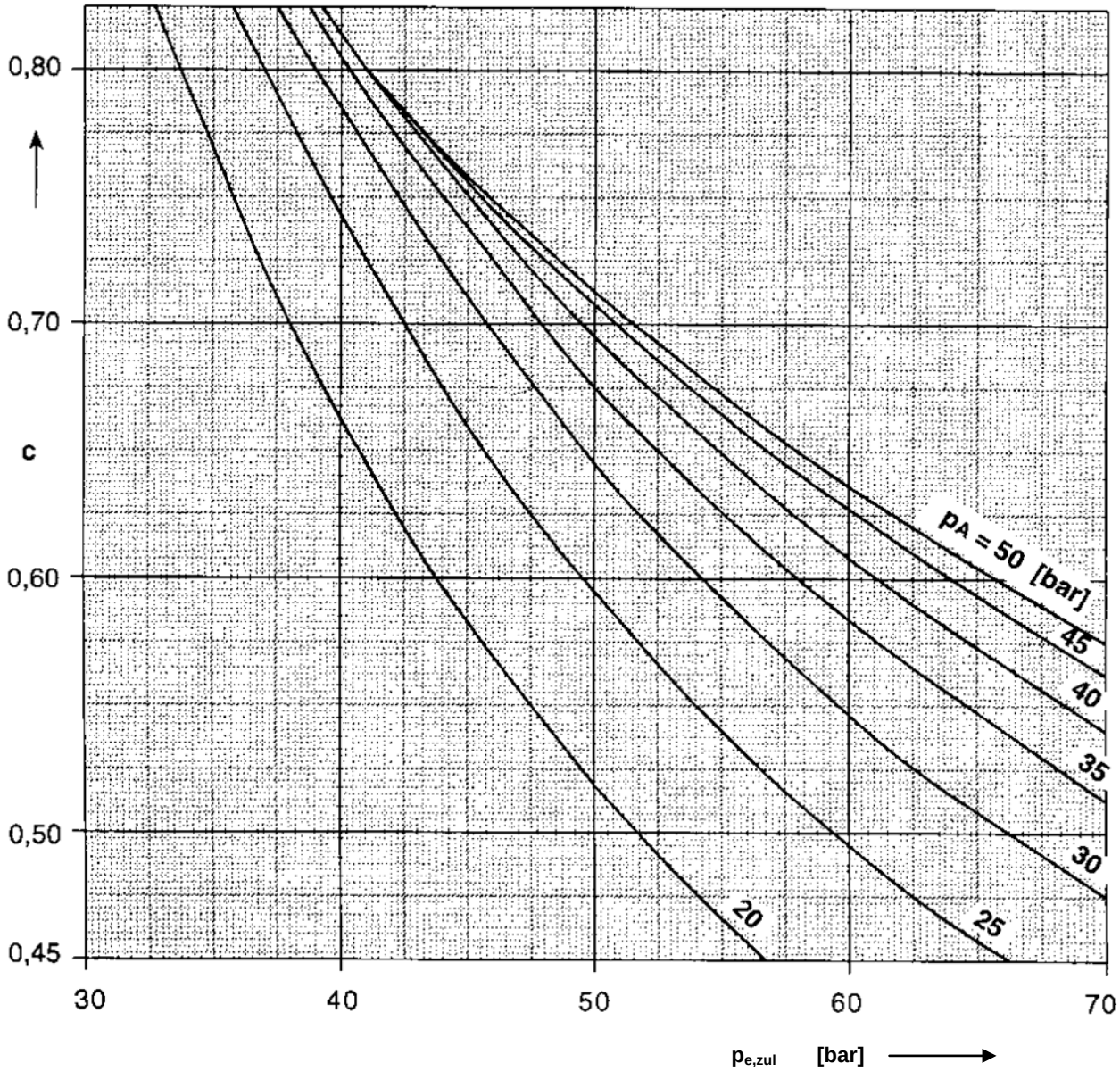
3.2 İki veya daha fazla yardımcı makina elektrikle ilk harekete geçiriliyorsa devreleri, birbirlerinden bağımsız iki batarya ile donatılmalıdır. Ana makinaların ilk hareket bataryalarının kullanılmasına müsaade edilir.

Bataryaların gücü, her makina için en az üç defa ilk hareket manevrası yaptıracak yeterlilikte olmalıdır.

Yukarıda belirtilen yardımcı makinaların yalnız bir tanesinin elektrikle ilk harekete geçirilmesi durumunda bir tek batarya yeterlidir.

3.3 İlk hareket bataryaları yalnız ilk hareket için (gerektiğinde ön kızdırma için) ve makinaya ait izleme tertibatı için kullanılır.

3.4 Bataryaların şarj durumlarını sürekli korumak ve izlemek için gerekli önlemler alınmalıdır.



Şekil 2.10 Basınç düşürücü valfin bulunması durumunda (c) değeri

4. Emercensi Jeneratör Grubunun İlk Hareketi

4.1 Emercensi jeneratör grubu, 0°C sıcaklıkta dahi derhal çalıştırılabilecek şekilde tasarlanmalıdır.

Eğer grup yalnız yüksek sıcaklıklarda çalıştırılabiliyorsa veya düşük bir ortam sıcaklığı olasılığı mevcutsa, bu takdirde derhal çalıştırmayı garanti altına almak için ısıtma teçhizatı öngörülmelidir.

Grubun çalışmaya hazır olması, her türlü hava ve deniz koşullarında garanti edilmiş olmalıdır.

Hava giriş ve çıkışlarına ait açıklıklardaki gerekli yangın kapakları, yalnız yangın durumunda kapatılacak, bunun dışında ise daima açık tutulacaktır. Bu maksatla uyarı levhaları kullanılmalıdır. Cihazlara bağlı olarak otomatik haraket eden yangın kapaklarında alarma gerek yoktur. Hava giriş ve çıkış açıklıklarında su geçmez kapaklara müsaade edilmez.

4.2 Otomatik olarak ilk harekete geçmesi gereken her emercensi jeneratör grubu, **TL** tarafından onaylanan ve peşpeşe en az üç defa ilk hareket olanağı sağlayabilen güce sahip bir ilk hareket teçhizatı ile donatılır (**TL**, Elektrik Kuralları, Bölüm 7, D.6'ya bakınız).

Ek olarak, 30 dakika içinde ilave 3 harekete geçirme işlemi yapabilen ikinci bir enerji kaynağı sağlanacaktır. Grubun elle de ilk harekete geçirilebilmesi halinde bu istek uygulanmayabilir.

4.3 İlk hareket donanımının hazır bulunmasını garanti etmek için;

- Elektrikli ve hidrolik ilk hareket sistemlerinin emercensi kontrol tablosundan beslenmesi,

- Basınçlı hava ile ilk hareket sisteminin, ana ve yardımcı hava tüplerinden bir geri döndürmez valf vasıtasıyla veya emercensi kontrol tablosu üzerinden enerjisi sağlanan bir emercensi hava kompresöründen beslenmesi,

- İlk hareket, doldurma ve enerji depolama teçhizatının emercensi jeneratör odasında bulundurulması sağlanmalıdır.

4.4 Otomatik bir ilk hareket şart koşulmamış ise, kolla, yay kuvvetiyle, el hidroliği veya ateşleme kapsülü gibi, elle ilk hareket sağlayan güvenli sistemler kullanılabilir.

4.5 Doğrudan elle bir hareket olanağı yoksa, elle ilk hareket metodu da uygulanabileceği ve 4.2 ile 4.3'e uyan ilk hareket tertibatı öngörülmelidir.

4.6 Emercensi jeneratör grubuna ait ilk hareket tertibatı yalnız emercensi jeneratör grubunun ilk hareketi amacıyla kullanılır.

5. Emercensi Yangın Söndürme Grubunun İlk Hareketi

5.1 Emercensi yangın söndürme pompalarını çalıştıran dizel makinaları, 0°C bir sıcaklıkta dahi emniyetli bir şekilde elle ilk harekete geçirilebilecek tarzda tasarlanmalıdır.

Makinanın yalnız yüksek sıcaklıklarda ilk harekete geçebilir durumda olması veya düşük sıcaklığın ortaya çıkma olasılığının bulunması halinde, güvenli bir ilk hareketi garanti etmek için ısıtma tertibatı öngörülmelidir.

5.2 Kolla bir ilk hareket uygulanamıyorsa, emercensi yangın söndürme grubu, **TL**'nun kabul edeceği ve 30 dakika içinde en az 6 ilk hareket sağlayabilen, bunun ilk ikisini de ilk 10 dakika içinde mümkün kılan bir ilk hareket tertibatı ile donatılmalıdır.

I. Kumanda Teçhizatı

1. Genel

İnsansız makina tesisleri için, aşağıdakilere ilave olarak, Kısım 4-1, Otomasyon'da belirtilenler de dikkate alınmalıdır.

2. Ana Makinalar

2.1 Lokal kumanda istasyonu

Sevk sisteminin emercensi çalıştırılması için, sistemi çalıştırabilmek ve izlemek üzere bir lokal kumanda istasyonu tertiplenir.

2.1.1 Ana makinanın lokal kumanda istasyonundaTablo 2.7'deki parametreleri açık olarak belirlemek için göstergeler tertiplenir.

2.1.2 Lokal kumanda istasyonunda veya doğrudan makina üzerinde sıcaklık göstergeleri bulunmalıdır.

2.1.3 Dişli donanımı ve kumanda edilebilir piçli pervane sistemlerinde, ana makina lokal kumanda istasyonunda emercensi çalışma için istenen kontrol göstergeleri ve kumanda cihazları tertiplenir.

2.1.4 Devir sayısı göstergelerinde, kritik devir sayısı bölgeleri kırmızı ile işaretlenmelidir.

2.2 Makina kontrol odası / gemi kumanda merkezi

Uzaktan kumandalı veya kontrollü sevk sistemi için Tablo 2.7'de verilen kontrol göstergeleri donatılmalıdır, Kısım 4-1, Otomasyon'a bakınız.

2.3 Köprü / seyir merkezi

2.3.1 Kontrol istasyonu bölgesinde, sevk sistemi için önemli çalışma parametreleri bulunmalıdır.

2.3.2 Aşağıdaki kumanda cihazları bağımsız olarak tertiplenir:

- Ana makinanın devir sayısı / dönme yönü,
- Şaftın devir sayısı / dönme yönü,
- Pervane piçi (kumanda edilebilen piçli pervaneler),
- İlk hareket hava basıncı,
- Kumanda havası basıncı.

2.3.3 Toplam gücü 600 kW'a kadar olan makina donanımlarında, **TL** ile anlaşarak basitleştirilebilir.

3. Yardımcı Makinalar

Yardımcı makinalar ve emercensi makinalar için Tablo 2.7'deki kontroller asgari olarak sağlanacaktır.

J. Alarm Sistemleri

1. Genel

1.1 Aşağıdaki kurallar, hiçbir derecede otomasyonu olmayan konvansiyonel makina tesislerine uygulanır.

1.2 Bu kurallara göre alarm tabirinden, anormal çalışma parametrelerinin görsel ve sesle haber verilmesi anlaşılır.

2. Alarmın Kapsamı

Ana, yardımcı ve emercensi makinalar için Tablo 2.7'ye göre alarmlar sağlanmalıdır.

K. Makinanın Layna Alınması / Yataklama

Makinanın layna alınması / yataklaması ile ilgili **TL** Ek Kurallar, Sevk Sisteminin Temellere Yerleştirilmesi İçin Kurallar'ına bakınız.

1. Krankşaftın layna alınması

Gemide bir makinanın her layna alınmasından sonra krankşaftın durumu, krank veb sapması ölçülerek ve/veya diğer uygun yollarla kontrol edilir.

Bunun için:

- Geminin çektiği suyu/yükleme durumu, ve;
- Makinanın çalışma durumu – soğuk / ön ısıtma / sıcak,

sabit tutulmalıdır.

2. İzin Verilen Krank Veb Sapması

Müsaade edilebilen sapma değerleri, makina üreticisi tarafından belirtilmemişse, **TL**'nun başvuru değerleri karar verme ölçüsü olarak esas alınır.

3. Krank Veb Sapması için Başvuru Değerleri

3.1 Çeşitli tip makinalarda krank veb sapması için makina üreticileri tarafından söz konusu edilen değerlerden bağımsız olarak, bir krank veb sapmasının yeterliliği için uygun değer, krank veblerinin sapma uzunluğu (r_o) a bağlı olarak Şekil 2.12'dan alınabilir.

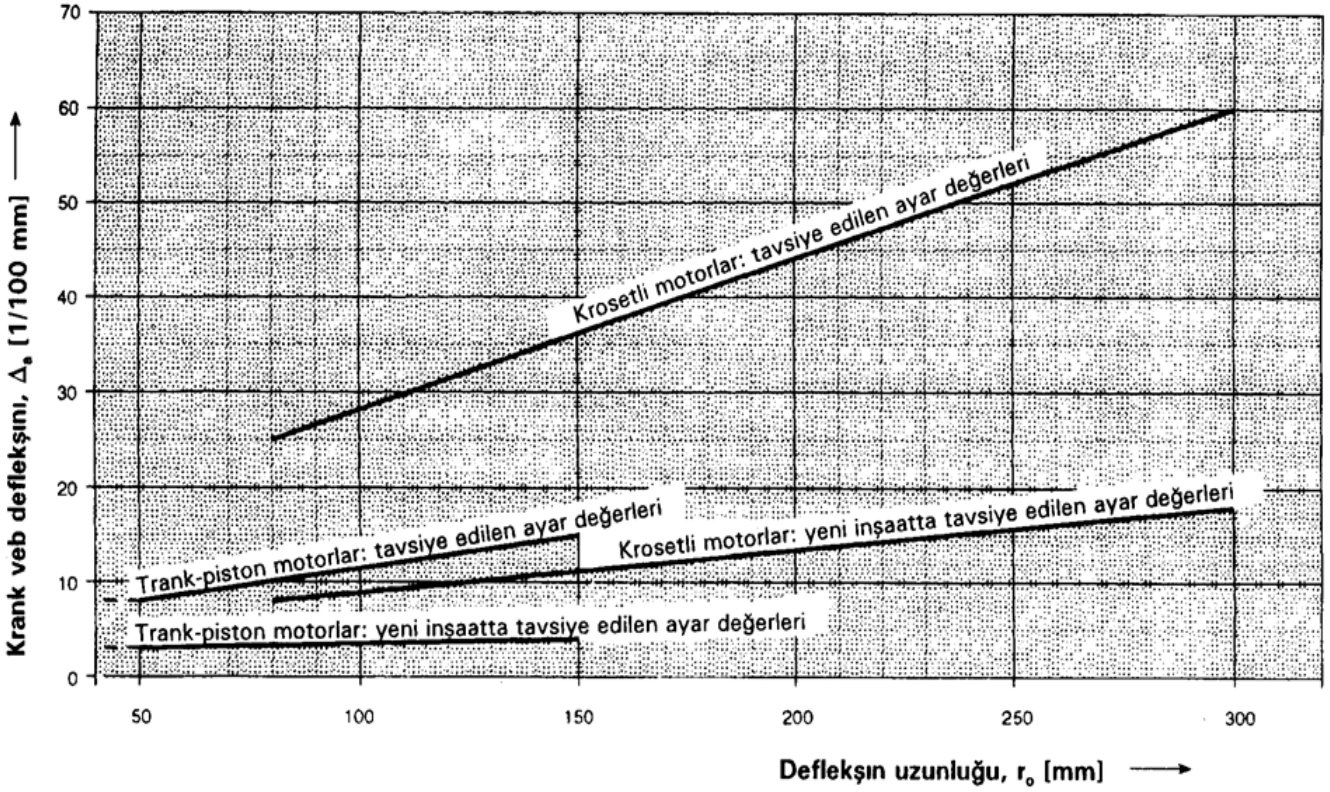
Eğer bu değerler aşılmamışsa, krankşaftın ve de krankşaft yataklarının kabul edilmeyen ek bir zorlamaya maruz kalmadığı sonucuna varılabilir.

Tablo 2.7 Alarmlar ve göstergeler

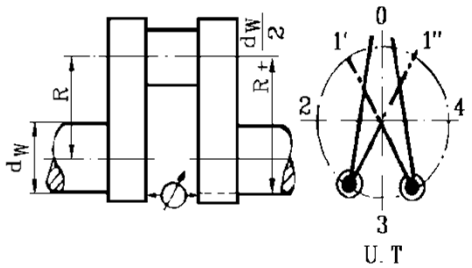
Tanım	Sevk makinaları	Yardımcı makinalar	Emercensi makinalar
Devir sayısı / dönme yönü	I		
Makina aşırı devri **(5)**	A, S	A, S	A, S
Makina girişinde yağlama yağı basıncı	I, L, **(9)**, S	I, L, **(9)**, S	I, L **(9)**
Makina girişinde yağlama yağı sıcaklığı	I, H	I **(5)**, H **(5)**	I **(5)**, H **(5)**
Makina girişinde yakıt basıncı	I	I	
Makina girişinde yakıt sıcaklığı **(1)**	I	I	
Yüksek basınç borularından yakıt sızıntısı	A	A	A
Makina girişinde silindir soğutma suyu basıncı	I, L	I **(4)**, L **(4)**	I **(4)**, L **(4)**
Makina çıkışında silindir soğutma suyu / havası sıcaklığı	I, H	I, H	I, H
Silindir basıncı **(10)**	H	H	H
Makina girişinde piston soğutma maddesi basıncı	I, L		
Makina çıkışında piston soğutma maddesi sıcaklığı	I, H		
Silindir girişinde dolgu havası basıncı	I		
Dolgu havası kuleri girişinde dolgu havası sıcaklığı	I		
Dolgu havası kuleri çıkışında dolgu havası sıcaklığı	I, H		
İlk hareket havası basıncı	I, L		
Kumanda havası basıncı	I, L		
Egzoz gazı sıcaklığı **(2)**	I, H **(3)**		
Krankkeyzde yağ buharı konsantrasyonu veya alternatif izleme sistemi **(6) (7) (8)**	I, H	I, H	I, H

(1) *Sadece ağır yakıtla çalışan makinalar için.*
(2) *Boyutların izin verdiği hallerde, her silindir çıkışında ve türbo şarjerin giriş ve çıkışında.*
(3) *Sadece türbo şarjer çıkışında.*
(4) *Soğutma suyu basıncı veya akımı.*
(5) *Sadece makina gücü ≥220 kW için.*
(6) *Gücü >2250 kW veya silindir çapı >300 mm. olan makinalar için.*
(7) *Alternatif izleme yöntemleri **TL** tarafından onaylanabilir.*
(8) *Düşük hızlı makinalar için makina yavaşlatma işlevi, orta ve yüksek hızlı makinalar için kapatma işlevi sağlanmalıdır.*
(9) *Sadece makina gücü >37 kW için.*
(10) *Silindir çapı >230 mm. olan makinalar için*

I : Gösterge
A: Alarm
H: Üst sınır alarmı
L : Alt sınır alarmı
S : Durdurma



Şekil. 2.11 Krank veb sapması için başvuru değerleri



Şekil. 2.12 Krank veb sapması ölçüleri

3.2 Krank veb sapmalarının ölçülmesi için uyarılar

Krank veb sapması için krank pin merkez hattından ölçüm mesafesi, R + (d_w/2)'dir. (Şekil 2.12'a bakınız).

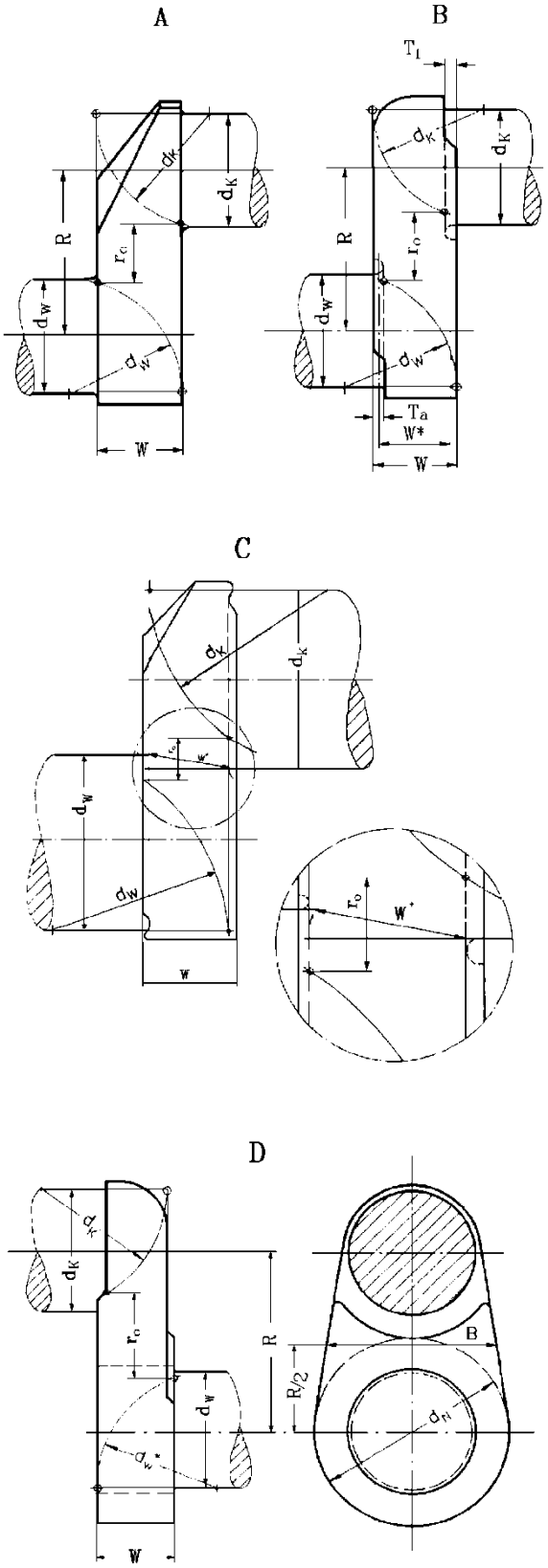
Veblerin sapması Δa yalnız karşı karşıya bulunan krank durumları arasında bir anlam ifade eder (Şekil 2.12'a bakınız), yani 0-3 arası, düşey ayarlamanın ve yatak düşüklüğünün, aynı şekilde 2-4 arası, layna alma sırasında yanlamasına yatak kaymasının ve yatağın aşınmasının değerlendirilmesi için belirlenir.

(0) ölçme yerinin biyel kolu tarafından kapatılması halinde 1' ve 1" den alınan ölçü değerlerinin ortalaması kullanılır.

3.3 Krank veb sapması uzunluğunun, r_o saptanması

- Şekil 2.13'deki tek parça dövülmüş ve düşme ile dövülmüş krankşaftlar (A, B ve C);

- Yarı-imalat krankşaftlar, Şekil 2.13, (D).



Şekil 2.13 Dövülmüş (A, B ve C) ve yarı-imalat (D) krankşaft tipleri

Semboller:

R = Krank yarıçapı, [mm]

H = Strok (2R), [mm]

d_k = Krank pin çapı, [mm]

d_w = Jurnal çapı, [mm]

d_N = Sıkı geçme delik çapı, [mm]

W = Eksenel veb kalınlığı, [mm]

B = R/2 mesafesinde veb genişliği, [mm]

T_i = Veb kesiğinin derinliği (krank pin tarafında), mm]

T_a = Veb kesiğinin derinliği (jurnal tarafında), [mm]

s = Pin/jurnal bindirmesi [mm].

$$= \frac{(d_k + d_w)}{2} - R$$

Pinlerin/jurnallerin negatif bindirmesi (s<0) halinde sapma uzunluğu r_o, Şekil 2.13, A'ya uygun olarak krank veb sapma uzunluğu aşağıdaki formülle elde edilir:

$$r_0 = 0{,}5\cdot(H+d_k+d_w)-W\left[\left(\sqrt{\frac{2\cdot d_k}{W}-1}+\sqrt{\frac{2\cdot d_w}{W}-1}\right)\right]$$

Krank veb arka girintilerinde formüldeki W yerine, aşağıdaki değer konulur:

$$W^* = W - \frac{(T_i + T_a)}{2}$$

Yarı-imalat krankşaftlarda Şekil 2.13, D'ye uygun olarak karekök altındaki d_w yerine, aşağıdaki değer konulur:

$$d_W^* = 1/3(d_N - d_W) + d_W$$

Pinlerin/jurnallerin pozitif bindirmesi halinde (s≥0), Şekil 2.13, C'ye uygun olarak W yerine aşağıdaki değer konulur:

$$W^* = \sqrt{(W - T_i - T_a)^2 + [0,5(d_k + d_W - H)]^2}$$

Alışılmış uygulamalar için;

Tek parça dövülmüş krankşaftlarda :

B/d_w = 1,37 den 1,51 e kadar, ve

Yarı-imalat krankşaftlarda :

B/d_w = 1,51 den 1,63 e kadar

olanlarda B'nin etkisi, Şekil 2.11'deki Δ_a dan r_o değerinin normal hesaplanması ile göz önüne alınır. B/d_w nin yukarıdakilerden farklı olduğu değerleri için (örneğin; yuvarlak levha, oval krank vebler, vs.) B'nin değişik desteklenme etkilerini göz önüne alan fiktif bir veb kalınlığı W^{**} aşağıdaki bağıntılardan elde edilir ve W yerine konur:

$$W^{**} = W^* \cdot \sqrt[3]{B/d_W - 0,44}$$ Tek parça dövülmüş krankşaftlar için

$$W^{**} = W^* \cdot \sqrt[3]{B/d_W - 0,57}$$ Yarı-imalat krankşaftlar için

L. Hava Kompresörleri

1. Genel

1.1 Kapsam

Bu kurallar normal olarak deniz tipindeki pistonlu kompresörlere uygulanır. Üretimde, aşağıdaki kurallar ve hesap formülleri uygulanmayan kompresörlerin, gemi kullanımı için uygunluğu **TL**'na kanıtlanmalıdır.

1.2 Onay dökümanları

Her kompresör tipinin boyuna ve enine kesit resimleri, krankşaft ve konnektin rot resimleri, üçer kopya olarak **TL**'na sunulur.

2. Malzemeler

2.1 Onaylanmış malzemeler

Pistonlu kompresörlerin krankşaftları ve konnektin rotlarıgenel olarak çelikten, çelik dökümden veya nodüler dökme demirden imal edilmelidir. Özel alaşımlı dökme demir kullanımı **TL**'nun onayını gerektirir.

2.2 Malzeme testi

Krankşaftın hesaplanan pin çapı > 50 mm. olması halinde bir malzeme testi yapılır. Pin çapları ≤ 50 mm. olması halinde üretici sertifikası yeterlidir.

3. Krankşaft Boyutları

3.1 Jurnallerin ve krankpinlerin çapları aşağıdaki gibi belirlenir:

$$d_k = 0.126 \cdot \sqrt[3]{D^2 \cdot p_c \cdot C_1 \cdot C_w \cdot (2 \cdot H + f \cdot L)}$$

Burada:

d_K = Jurnallerin/pinlerin en küçük çapı, [mm]

D = Tek kademeli kompresörde silindir çapı, [mm]

= D_{Hd} İki kademeli ayrı pistonlu kompresörde ikinci kademe silindir çapı,

= $1,4 \cdot D_{Hd}$ Şekil 2.14'de gösterildiği gibi tek bir pistonda iki kademeli olan kompresörde,

= $\sqrt{D_{Nd}^2 - D_{Hd}^2}$ Şekil 2.15'de gösterildiği gibi iki farklı çapı olan pistonlu iki kademeli kompresörde,

p_C = Dizayn basıncı PR, 40 bar'a kadar uygulanır [bar]

H = Piston stroku, [mm]

L = Bir krankın iki ana yatak arasında bulunması halinde ana yatak merkezleri arasındaki uzaklık. İki ana yatak arasında farklı açıda iki krank bulunması halinde L yerine L_1 = 0,85 L

veya bir krank üzerine iki veya üç konnektin rot bağlanması halinde L yerine L_2=0,95 L alınır. [mm]

f = 1,0 Silindirler sıra halinde

= 1,2 Silindirler 90° açılı

= 1,5 Silindirler 60° açılı

= 1,8 Silindirler 45° açılı tertiplenmiş ise;

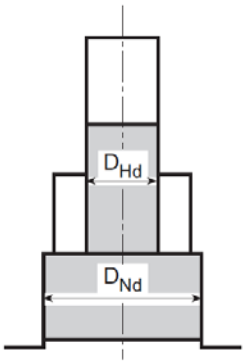
} V veya W şeklinde

C_1 = Tablo 2.8'den alınan sabit katsayı, [-]

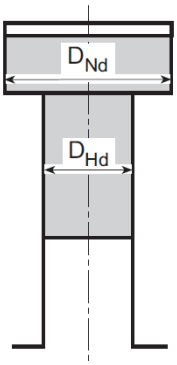
z = Silindir sayısı, [-]

C_w = Tablo 2.9 veya 2.10'dan alınan malzeme faktörü, [-]

R_m = En küçük çekme mukavemeti. [N/mm^2]



Şekil. 2.14



Şekil 2.15

Tablo 2.8 C_1 değerleri

z	1	2	4	6	≥ 8
C_1	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4

3.2 Uygun şekil verme metodu uygulanarak krankşaftın malzemesinin mukavemet değeri arttırılabiliniyorsa, (d_k) için daha küçük değerler kabul edilebilir.

Tablo 2.9 Çelik şaftlar için C_w değerleri

R_m	400	440	480	520	560	600	640	≥680	(1) 720	(1) ≥760
C_w	1,03	0,94	0,91	0,85	0,79	0,77	0,74	0,70	0,66	0,64
(1) Yalnız düşey dövülmüş krankşaftlar için.										

Tablo 2.10 Nodüler dökme demir için C_w değerleri

R_m	370	400	500	600	700	≥800
C_w	1.20	1.10	1.08	0.98	0.94	0.90

4. Yapım ve Donatım

4.1 Genel

4.1.1 Su ile soğutmada en az 32 °C'lik bir deniz suyu sıcaklığı, hava ile soğutmada ise en az 45°C'lik bir hava sıcaklığı esas alınır. Aksi halde, geminin sefer hattı, kompresörün gemideki çalışma yeri ve soğutma havasının emildiği yer nedeniyle oluşabilecek yüksek sıcaklıkların göz önüne alınması zorunludur.

Tatlı su ile soğutmada soğutma suyunun giriş sıcaklığı 40°C'ı geçemez.

4.1.2 Kompresörlerin ve soğutucuların serbest çıkışı olmayan soğutma suyu kanalları, emniyet valfleri veya yeterli kesitte su püskürtme levhaları ile donatılmalıdır.

4.1.3 Kompresörün soğutma suyu kanalında yüksek basınç kademesi hava soğutucuları bulunmalıdır.

4.2 Emniyet valfleri ve basınç göstergeleri

4.2.1 Bir kompresörün her kademesinde uygun, kitlenmez bir emniyet valfi bulunmalı, bu aynı zamanda basınçlı boru devresinin tıkanmasında müsaade edilen çalışma üst basıncının %10'undan fazla bir aşımı önlemelidir. Emniyet valflerine, yetkisiz kişilerin ayar yapması önlenmiş olmaldır.

4.2.2 Bir kompresörün her kademesinde uygun bir basınç göstergesi bulunmalıdır. Basınç göstergesinin taksimatı üzerinde duruma göre uygun çalışma üst basıncı işaretlenmelidir.

4.2.3 Kompresörün bir kademesinin birden fazla tek başına kapanabilen silindirlerinin olması halinde, her silindirde bir emniyet valfinin ve bir basınç göstergesinin bulunması gerekir.

4.3 Basınç mahalli yağlanan hava kompresörleri

4.3.1 Sıkıştırılan havanın, bağımsız kademelerin doğrudan çıkışlarında ölçülen sıcaklığı, çok kademeli kompresörlerde 160°C'ı, tek kademeli kompresörlerde 200°C'ı geçemez; çıkış basıncı 10 bar'a kadar olanlarda 20°C civarında daha yüksek bir sıcaklığa müsaade edilir.

4.3.2 Güç ihtiyacı 20 kW'ın üzerinde olan kompresörlerde termometre, mümkünse teker teker basınç çıkışlarında bulunmalıdır. Bu mümkün değilse, basınçlı boru devresinin giriş tarafına takılmalıdır. Müsaade edilen en yüksek sıcaklıklar termometrelerin üzerine işaretlenmelidir.

4.3.3 Bütün hava kompresörlerinde, son kademenin arkasında bir su tutucusu ve nihai soğutucu bulunmalıdır.

4.3.4 Su tutucuları, nihai soğutucular ve kademeler arası basınçlı hava mahalleri, en alt noktalarından tahliye edilebilmelidir.

Otomatik olarak devreye giren kompresörler için, basınçlı yağlama sisteminin arızalanması durumunda, bağımsız olarak tahrik edilen kompresörler otomatik olarak kapatılmalı, kuler ve su tutucular için uygun bir otomatik su tahliye olanağı sağlanmalıdır (aynı zamanda uygunsa işletme sırasında).

4.4 İsim levhası

Her kompresörde aşağıdaki bilgileri taşıyan bir isim levhası bulunmalıdır :

- Üretici,
- Üretim yılı,
- Gerçek emilen hacim (m^3/h),
- Çıkış basıncı (bar),
- Devir sayısı (devir/dakika),
- Güç ihtiyacı (kW).

5. Testler

5.1 Basınç testleri

5.1.1 Silindirlere ve silindir gömleklerine, ilgili kademenin son sıkıştırma basıncının 1,5 katı bir su basıncı testi uygulanmalıdır.

5.1.2 Hava kompresörlerinin ara ve son soğutucularının basınçlı hava altındaki hacimlerine, ilgili kademenin son sıkıştırma basıncının 1,5 katı bir subasıncı testi uygulanmalıdır.

5.2 Son incelemeler ve tecrübeler

Kompresörlere, imalatçı atölyesinde **TL**'nun gözetiminde bir performans testi uygulanmalı ve son inceleme yapılmalıdır.

M. Egzoz Gazı Temizleme Sistemleri

1. Genel

Egzoz gazı temizleme sistemleri, uygun yasal gereklilikleri sağlamalıdır. MARPOL Sözleşmesi'nde öngörülen uluslararası sefer yapan gemilerdeki gereklilikler göz önünde bulundurulmalıdır. Islak egzoz gazı temizleme sistemlerinde (temizleyici sistem) IMO Resolution MEPC.259(68) uygulanır.

1.1 Uygulama

Aşağıdaki istekler, içten yanmalı makinalar, yakma fırınları, buhar kazanlarının egzoz gazlarından gelen egzoz gazı temizleme sistemlerine uygulandığında nitrojen oksit (NOx), sülfür oksit (SOx) veya gelen partikül miktarlarında azalma olur.

2. Onay

Eğer gemiye egzoz gaz temizleme sistemi yerleştirilirse, yerleşim detayları ve işlevinin tanımı onay için **TL**'ye sunulmalıdır.

2.1 Onay için sunulacak dökümanlar

Onay için, sistemin ana boyutlarını gösteren resimler, donatım istekleri ve işletim özelliklerini içeren

dökümantasyon ve resim onaya sunulmalıdır. Eğer uygulması varsa operasyon el kitabı, emercensi işletim talimatlarını içermelidir.

2.2 Onay sertifikası

Gerekli dökümanların değerlendirilmesinden sonra sonuçların uygun bulunmasının ardından, sörveyör gözetiminde gemi üzerinde gerçekleştirilecek testlerin başarı ile tamamlanmasından sonra **TL** onay sertifikası düzenler.

3. Yerleşim Planı

3.1 Sistem yerleşim planı ve montaj

Egzoz gaz temizleme sistemi, her bir yanmalı makina veya yanma tesisi için bağımsız olmalıdır. Yanabilen malzemelerin kullanımında ve yapısal yangından korunmada genel istekler sağlanmalıdır.. Sistemin ısıl genleşmesi ve bunun gemi bünyesine ve egzoz borularının mekanik bağlantılarına etkisi dikkate alınmalıdır. Bölüm 16, M'de egzoz gaz hatları için verilen istekler göz önünde bulundurulmalıdır. Egzoz gaz temizleme sisteminde son işlem donatımı için en az bir adet muayene deliği bulundurmalıdır.

Egzoz gaz temizleme sistemlerinde, muayene ve bakım için gerekli düzenlemeler yapılmış olmalı. Uygulanabildiği ölçüde, iç parçaların değişimi veya sökümü mümkün olmalıdır.

3.2 Baypas

Egzoz gaz temizleme sistemi tek bir ana sevk makinası için düzenlendiğinde klapeli valfler veya diğer uygun kesme cihazları yardımıyla sistem arızası durumunda kesintisiz makina işletimine izin verecek bay-pass sistemi olmalıdır. Baypas, makina tam yükte çalışırken oluşan maksimum egzoz gaz akışı için tasarlanmalıdır.

Çok makinalı tesiste bulunan bir motora uygulanan egzoz gaz temizleme sistemlerinde baypas sisteminden vazgeçilebilir.

3.3 Ek basınç kaybı

Egzoz gaz sisteminde toplam basınç kaybı, egzoz gaz temizleme sisteminden gelen ek basınç kayıpları da dahil olmak üzere hiçbir yükleme koşulunda makina üreticisi tarafından belirtilen izin verilen maksimum egzoz gazı karşı basınç değerini aşmamalıdır.

3.4 Maksimum gaz basıncı

Üretici tarafından, egzoz boru sistemi için belirtilen maksimum basınç değeri aşılmamalıdır. Egzoz gaz temizleme sistemi, yanmalı motorun turboşarjerinin üst akışı yönünde konumlandırıldıysa bu duruma özel olarak dikkat edilmelidir (Örneğin; Büyük çaptaki iki stroklu dizel makinalarla kullanılan seçici katalitik indirgeme sistemi).

3.5 Egzoz gaz borusu salınım karakteristikleri

Egzoz gaz temizleme sisteminin montajı ve işletimi, yanmalı makinanin egzoz borusu üzerinde makinanin emniyetsiz çalışma koşullarına sebep olacak ters etki yaratmamalıdır.

3.6 Kurum

Egzoz gaz temizleme sistemi civarında veya içinde duman çöküntüsü olması engellenmelidri. . Bu durum ek bir yangın riski oluşturuyorsa kurum kabul edilemez.

3.7 Boru sisteminde titreşimler

Egzoz boru sistemide dahil olmak üzere egzoz gaz temizleme sisteminin tasarım ve montajında boru sisteminde mekanik hasar oluşmasını önlemek için , gemi makinası tarafından uyarılmış titreşimler, gaz titreşimleri veya gemi bünyesi boyunca iletilen titreşimler göz önüne alınmalıdır Sönümleme sistemi ve/veya kompensatörlerin donatılmasına önem verilmelidir.

3.8 İşletme parametrelerinin izlenmesi

Egzoz gaz temizleme sisteminin ana işletme parametreleri izlenmeli ve olası anormallikler için gösterge olarak kullanılabilmelidir. Minimum aşağıdaki işletme parametreleri izlenmelidir:

Egzoz gaz temizleme sisteminin giriş gaz sıcaklığı

- Egzoz gaz temizleme sisteminin çıkış gaz sıcaklığı
- Egzoz gaz temizleme sistemi boyunca basınç düşmesi
- Makina egzoz gazı karşı basıncı
- Klapeli valflerin pozisyonu

4. Malzemeler

Egzoz gaz temizleme sisteminin bütün malzemeleri, bağlantı boruları ve kimyasal tepkime maddesi dozaj ünitesi yanmaz olmalıdır. Uygulanabildiği ölçüde, egzoz gaz boruları ile ilgili Bölüm 16, M'deki kurallar yerine getirilmelidir.

5. Kimyasal Tepkimeli Maddeler

5.1 Azaltıcı madde

Seçici Katalitik Azaltım (Selective Catalytic Reduction – SCR) tipindeki egzost gazı temizleme sisteminde kullanılan azaltıcı maddeler (amonyak, çözünmüş amonyak, üre ve benzerleri), bu tür maddeler için onaylanmış malzemelerden yapılan tanklarda ve borularda depolanmalı ve taşınmalıdır, Bölüm 16'ya bakınız.

Daha fazla bilgi için UI MPC 105 ve Karar MEPC 260(68) ile değiştirilmiş MEPC.198(62)'ye bakınız.

5.2 Amonyak Atımı

Seçici Katalitik Azaltım (SCR) tipindeki egzoz gaz temizleme sistemleri uygulandığında, aşırı amonyak atımı önlenmelidir.

5.3 Yıkama suyu kriteri

Egzoz gazları su ile yıkandığında, disçarç edilen yıkama suyu IMO Resolution MEPC.259(68)'da bahsedilen kriter ile uyumlu olmalıdır.

5.4 SCR azaltıcıların depolanması ve kullanımı

5.4.1 Genel

NO_x Teknik Kod'un 2.2.5 maddesinde ve diğer maddelerinde, seçeneklerden biri Seçici Katalitik Azaltım (SCR) olan NO_x azaltıcı donanımın kullanımını öngörmektedir. SCR, üre/su çözeltisi veya istisnai hallerde, sulu amonyak veya susuz amonyak gibi bir azaltıcının kullanımını gerektirir. Buradaki istekler, teknede önemli miktarda taşınan SCR azaltıcıların depolanması ve kullanımı ile ilgili düzenlemelere uygulanır.

5.4.2 Üre bazlı amonyak kullanılan azaltıcılar (örneğin % 40 / % 60 üre/su çözeltisi)

5.4.2.1 Üre bazlı amonyak kullanıldığında (örneğin, ISO 18611-1'de belirtilen AUS 40-sulu üre çözeltisi), depolama tankı, olası sızıntıların toplanacağı ve sıcak yüzeylerle teması önleneceği şekilde düzenlenecektir. Tüm borularda ve diğer tank geçişlerinde, tank'a bağlı olan elle kapatma valfleri bulunacaktır. Tank ve boru devresi onaylanacaktır.

5.4.2.2 Depolama tankı makina dairesi içinde yer alabilir.

5.4.2.3 Depolama tankı, belirli çözelti konsantrasyonlarına uygulanan aşırı yüksek veya düşük sıcaklıklara karşı korunacaktır. Bubub için, geminin çalışma alanına bağlı olarak, ısıtma ve/veya soğutma sisteminin tesisi gerekebilir. Sulu üre tankının içeriğinin depolan sırasında bozulmasını önlemek üzere, ilgili tanınmış standartlar (ISO 18611-3 gibi) tarafından tavsiye edilen fiziki koşullar dikkate alınacaktır.

5.4.2.4 Eğer üre depolama tankı kapalı bir bölmeye yerleştirilirse, bu bölme, yaşama mahalleri, servis mahalleri veya kontrol istasyonları havalandırma sisteminden bağımsız olan ve saatte en az 6 kez hava değişimi sağlayan, etkin bir mekanik besleme ve egzost havalandırma sistemi ile teçhiz edilecektir. Havalandırma sistemine bölmenin dışından kumanda edilebilecek ve depolama tankının boş olması ve havasının bütünüyle boşaltılmış olması durumu hariç olmak üzere, sürekli olarak çalışması sağlanacaktır.Havalandırma sistemi durursa, bölmenin dışında her bir giriş noktasının yakınında ve bölme

içinde sesli ve görsel alarm verilecek, ayrıca havalandırmanın devamının gerektiğini belirtir bir ikaz bildirimi sağlanacaktır.

Alternatif olarak, üre depolama tankının makina dairesi içine yerleştirildiği hallerde, makina dairesi genel havalandırma sisteminin depolama tankı civarında etkin bir hava sirkülasyonu sağlanacak şekilde düzenlenmesi ve depolama tankının boş olması ve havasının bütünüyle boşaltılmış olması durumu hariç olmak üzere, sürekli olarak çalışmasının sağlanması halinde, ayrı bir havalandırma sistemine gerek yoktur.

5.4.2.5 Her üre depolama tankında sıcaklık ve seviye izleme donanımı bulunacaktır. Ayrıca, yüksek ve alçak seviye alarmları ile yüksek ve düşük sıcaklık alarmları da sağlanacaktır.

5.4.2.6 Üre bazlı amonyak çözeltisi bünye tanklarında depolanıyorsa, dizayn ve yapım aşamalarında aşağıda belirtilenler dikkate alınacaktır:

- Bu tanklar, tekne bünyesinin bir parçası olarak dizayn ve imal edilebilir (örneğin çift dip tankı, borda tankı).
- Bu tanklar uygun bir anti-korrozif boya ile boyanacak ve yakıt ve tatlı su tanklarına bitişik olarak yerleştirilmeyecektir.
- Bu tanklar, derin tank yapısı için tekne ve birincil takviye elemanlarına uygulanan yapısal isteklere göre dizayn ve imal edilecektir.
- Bu tanklara, asgari olak, seviye göstergesi, sıcaklık ölçeri, yüksek sıcaklık alarmı, düşük seviye alarmı, vb. konulacaktır.
- Bu tanklar geminin stabilite hesaplarına dahil edilecektir.

5.4.2.7 Azaltıcı boru devreleri ve havalandırma sistemleri, geminin diğer boru devreleri ve/veya sistemlerinden bağımsız olacaktır. Azaltıcı boru devreleri, yaşama mahalleri, servis mahalleri veya kontrol istasyonlarında yer almayacaktır. Depolama tankının hava firar boruları, açık güvertedeki emniyetli bir mahalde sona erecek ve tank hava firar sistemi, üre tankına su girişi önlenecek tarzda düzenlenecektir.

5.4.2.8 Azaltıcı çözeltisi ile temasta olan boru devreleri, tanklar ve diğer bileşenler, bu tür uygulamalara uygun olduğu belirlenmiş uygun kalitede yanmaz malzemeden olacaktır.

5.4.2.9 Mürettebatın korunması amacıyla, gemide uygun kişisel koruyucu donanım bulunacaktır. Göz yıkama ve emniyet duşları sağlanacaktır. Bu göz yıkama istasyonları ve emniyet duşlarının yerleri ve sayıları, ayrıntılı yerleşim aranjmanından belirlenecektir.

5.4.12.10 Üre depolama tankları; ürenin boşaltılabileceği, havasının giderilebileceği ve havalandırılacağı şekilde düzenlenecektir.

5.4.3 Sulu amonyak kullanılan azaltıcılar (% 28 veya daha düşük konsantrasyonlu amonyak)

Üre bazlı bir azaltıcının kullanımının uygun olmadığının kanıtlandığı durumlar hariç, SCR sisteminde azaltıcı olarak sulu amonyak kullanılmayacaktır. Azaltıcı olarak sulu amonyağın kullanılması halinde bunun doldurulması , taşınması ve kullanımı risk esaslı bir analiz sonucunda belirlenecektir.

5.4.4 Susuz amonyak kullanılan azaltıcılar (ağırlıkça % 99,5 veya daha yüksek konsantrasyonlu amonyak)

Üre bazlı bir azaltıcının kullanımının uygun olmadığının kanıtlandığı ve Bayrak İdaresinin kullanımını uygun bulduğu durumlar hariç , SCR sisteminde azaltıcı olarak susuz amonyak kullanılmayacaktır. Üre bazlı azaltıcının kullanımının uygun olmaması halinde ayrıca, sulu amonyak kullanımının da uygun olmadığı kanıtlanacaktır. Azaltıcı olarak susuz amonyağın kullanılması halinde bunun doldurulması , taşınması ve kullanımı risk esaslı bir analiz sonucunda belirlenecektir.

6. Gemideki Yapılacak Testler

Egzoz gazı temizleme ve baypas sisteminin muayene ve işlevsel testleri Sörveyör gözetiminde yapılacaktır

N. Gaz ya da Diğer Düşük Parlama Noktalı Yakıtla Yakıtlı Makinalar

1. Kapsam ve Uygulama

1.1 Yakıt olarak gaz ya da diğer düşük parlama noktalı yakıt kullanan içten yanmalı makinalar aşağıdaki gereklilikleri sağlamalıdır.

Bu istekler aşağıdaki kriterleri sağlayan gaz ya da diğer düşük parlama noktalı yakıtla yakıtlı makinalara uygulanabilir:

- Doğal gaz ya da diğer parlama noktalı yakıt kullanan makinalar
- Gaz yakıtla veya fuel oil kullanan makinalar (çift yakıtlı makinalar), veya tekli gaz yakıtlı makinalar (sadece gazla işletilen)
- Düşük veya yüksek basınçlı gaz besleme sistemli makinalar

1.2 Makina tasarımı ve makina emniyet kriterleri göz önüne alınarak her bir durum için özel dizayn özellikleri değerlendirmeye alınacaktır.

2. İlave Kurallar ve Kılavuzlar

2.1 Gaz yada diğer düşük parlama noktalı yakıtla yakıtlı makinaler, **TL** Kuralları Kısım 78 – Gaz ya da Diğer Düşük Parlama Noktalı Yakıt Kullanan Gemilerin Klaslanması için Kurallar'da tanımlanan gereklilikleri genel anlamda sağlayacaktır.

2.2 Makina Kuralları, Bölüm 2'de belirtilen A'dan N'ye kadar olan kurallar uygulanabildiği ölçüde gaz yakıtlı makinalar için de geçerlidir.

2.3 **TL** Kuralları Kısım 78 – Gaz ya da Diğer Düşük Parlama Noktalı Yakıt Kullanan Gemilerin Klaslanması için Kurallar, gaz yakıtı depolama tankından beslenen gaz yakıtlarına uygulanır.

2.4 **TL** Cilt C, Kısım 10, Sıvılaştırılmış Gaz Taşıyıcılar Kuralları, sıvılaştırılmış gaz taşıyıcı kargo buharlaşma kaybından beslenen gaz yakıtlarına uygulanır.

3. Tanımlar

3.1 **TL** Kuralları Kısım 78 – Gaz ya da Diğer Düşük Parlama Noktalı Yakıt Kullanan Gemilerin Klaslanması için Kurallar'da verilen yakıt olarak gazın kullanılması durumunda geçerli olan tanımlar uygulanır.

3.2 **Gaz emme valfi**: Makinanın gerçek gaz ihtiyacına göre makinaya gaz beslemesi yapılmasının kontrolünde makina üzerindeki valf veya enjektör.

3.3 **Emniyet kavramı**: Gaz yakıtı ile ilgili emniyet felsefesini tanımlayan dökümandır.

Normal işletme şartlarında bu yakıt türünün taşıdığı riskler olası arıza senaryoları ve bunların kontrol önlemlerini tanımlar.

4. Genel ve İşletimsel Uygunluk

4.1 Gaz yakıtlı makinaların emniyet, işletme koşulları ve güvenilirliği , marine dizel yakıtlı makinaları ile eşdeğerinde olmalıdır.

4.2 Makina, beklenilen bütün çalışma koşullarında, tam güç aralığında emniyetli ve güvenilir bir işletme kapasitesine sahip olmalıdır.

4.3 Makinaya besleme yapılan gaz yakıtın bileşimi ve minimum metan sayısı, makina üreticisinin verilerine uygun olmalıdır. Eğer gaz bileşimi veya metan sayısı belirtilen limitleri aşarsa, tehlikeli bir durum oluşmamalıdır.

4.4 Önemli sistemlerin (ana sevk, elektrikli güç üretimi, v.s.) yedeklemsi ile ilgili olarak genel kurallar dikkate alınmalıdır. Aynı temel kurallar, yakıtlı makina montajlarında geçerli olduğu gibi gaz yakıtlı makinalara da uygulanır.

4.5 Gaz yakıtlı makina donanımlarının düzenlemesinde kesinti (black-out) ve ölü gemi

koşullarını takiben yapılacak işlemler dikkatlice değerlendirilmelidir.

4.6 Gaz yakıtlı makina tesisinin işletme olanakları makina harici gaz beslemenin otomatik kapatması gibi emniyet fonksiyonları tarafından, fuel yakıtlı makina donanımlarından daha aşağı seviyede olmamalıdır. Ayrıca, gaz depolama sistemi, gaz besleme sistemi veya diğer makina donanımlarındaki gaz kaçakları diğer makinaların sevk ya da elektrik gücünün üretilmesi gibi ana işlevlerini yapamamasına sebep olacak otomotik kapatmalara neden olmamalıdır.

4.7 Tek makinalı ana sevk tesislerinde bütün sistem, gaz beslemesi makina dairesi emniyet konsepti ve gazlı makina tasarımı, işletimsel uygulanabilirlik ve yedeklemeye bağlı olarak değerlendirilmelidir.

4.8 Genel olarak, gaz besleme sisteminde olabilecek bir arıza durumunda yakıt moduna geçebilen çift yakıtlı makinalar , sadece gaz yakıtlı makinaların uygulanabilir olduğu tek makinalı ana sevk tesislerinde dikate alınmalıdır.

5. Sunulacak Dökümanlar

5.1 B'de belirtilen dokümanlar ve, **TL** Kuralları Kısım 78 – Gaz ya da Diğer Düşük Parlama Noktalı Yakıt Kullanan Gemilerin Klaslanması için Kurallar'da tanımlanan dökümanlara ek olarak, Tablo 2.11'de listelenen dökümanlar her biri ayrı ayrı gözden geçirilerek üç kopya olarak onaya sunulmalıdır.

6. Genel Kurallar

TL Kuralları Kısım 78 – Gaz ya da Diğer Düşük Parlama Noktalı Yakıt Kullanan Gemilerin Klaslanması için Kurallar, Bölüm A-1'de bahsedilen kurallar göz önünde bulundurulmalıdır.

6.1 Gaz besleme konsepti

6.1.1 Gaz yakıtlı makinalar, Emercensi Kapatma (ESD) veya Gaz Emniyet Kavramlarına göre tasarlanmalıdır (tanımlar ve kurallar için **TL** Kuralları Kısım 78 – Gaz ya da Diğer Düşük Parlama Noktalı Yakıt Kullanan Gemilerin Klaslanması için Kurallar'a bakınız).

Tablo 2.11 Gaz yakıtlı makinalar için sunulacak dökümanlar

Madde No.	Tanım
1	Yakıt olarak kullanılacak gaza bağlı olarak genel makina tanımı
2	Makina özelliklerinin ve teknik dataların belirtildiği bir döküman
3	İzin verilen gaz özelliklerine ait veriler
4	Yakıt olarak kullanılacak gaza bağlı olarak FMEA analizini içeren makina emniyet konsepti,
5	Tehlikeli alanların tanımı
6	Makina dairesi yerleşimi ve ekipmanlarına bağlı olarak makina tipi için genel donatım kitapçığı
7	Makina için çift cidar boru sistemini ve havalandırma sistemini de içeren (şematik yerleşim, detaylar, montaj, işlevsel tanım)gaz yakıt sistemi,
8	Dolgu havası sistemi (şematik yerleşim, detaylar, montaj, işlevsel tanım)
9	Makina egzoz gaz sistemi (şematik yerleşim, montaj)
10	Krankkeyz patlatma emniyet valfleri, hava giriş manifold ve egzoz manifoldu (minimum sayı ve boyutun belirlenmesi için gerekli olan özellikler, yerleşim, korumalı manifoldların işletme parametreleri) aynı zamanda 8.3.3.4'ü bakınız.
11	Makina kontrol sistemi (şematik yerleşim, işlevsel tanım, özellikler)
12	Ateşleme sistemi (şematik yerleşim, işlevsel tanım, özellikler)
13	Yanma izleme sistemi (şematik yerleşim, işlevsel tanım, özellikler)
14	Makina izleme sistemi (şematik yerleşim, işlevsel tanım, özellikler)
15	Makina alarm ve emniyet sistemi (şematik yerleşim, işlevsel tanım, özellikler)
16	Makina için gaz algılama sistemi (şematik yerleşim, işlevsel tanım, özellikler)
17	Makina kontrol-, ateşleme-, alarm-, emniyet-, izleme sistemi, v.s. (özellikler, tip onaylar)
18	Tip onaylı ekipmanların listesi
19	Patlama korumalı elektrikli ekipmanların listesi ve sertifikada belirtilen özelliklerini de içeren bilgi.
20	Gaz algılama sistemi için test prosedürü
21	Gaz sızdırmazlığı için test prosedürü
22	Sistem işletmesinde görevli personel için gerekli eğitim ile ilgili genel bilgilendirme.

6.1.2 Genel tasarım prensibi (ESD veya Gaz Emniyet Kavramı), makina dairesi yerleşimi, makina dairesi emniyet kavramı yedekleme kavramı, sevk tesisi, v.s ile ilgili kabul edilebilir uygulamaların seviyesini belirleyecektir.

6.2 Tek gaz yakıtlı makinalar için kurallar

6.2.1 Genel olarak, tek gaz yakıtlı makinalar elektrik gücü üreten tesisler için uygundur.

6.2.2 Mekanik pervane tahrikleri için tek gaz yakıtlı makinaların kullanılması için özel değerlendirme yapılmalıdır.

6.3 Çift yakıtlı makinalar için kurallar

6.3.1 Çift yakıtlı makinalar, çift yakıt tipi pilot yakıtı ateşlemesi yapabilen ve hızlı bir şekilde sadece akar yakıt türüne geçebilecek nitelikde olmalıdır.

6.3.2 Makina çalıştırılacağı zaman sadece akaryakıt kullanılmalıdır.

6.3.3 Makinanın işletimi kararsız iken, ve/veya manevra ve liman operasyonları sırasında prensip olarak, sadece akaryakıt kullanılmalıdır.

6.3.4 Gaz yakıt beslemesinin kapatılması veya gaz operasyonu ile ilgili makina arızasında makinalar, sadece akaryakıt ile işletimi devam ettirebilecek kapasitede olmalıdır.

6.3.5 Genel olarak, yakıt değişim prosesi sırasında makinanın gücü ve hızı etkilenmemelidir. Değişim sırasında makina gücü ve hızındaki dalgalanmaları minimuma indirecek bir otomatik sistem donatılmalıdır.

6.3.6 Gaz modundan yakıt moduna değişim her işletme şartında olabilmelidir.

7. Sistemler

TL Kuralları Kısım 78 – Gaz ya da Diğer Düşük Parlama Noktalı Yakıt Kullanan Gemilerin Klaslanması için Kurallar'da bahsedilen kurallar göz önünde bulundurulmalıdır.

7.1 Soğutma suyu sistemi

7.1.1 Eğer gaz yakıtın doğrudan soğutma suyu sistemi içerisine sızma olasılığı varsa, soğutma suyu sisteminin gazdan arındırılması sağlanmalıdır.

7.1.2 Uygun gaz detektörleri (algılayıcıları) donatılmalıdır.

7.1.3 Hava borularında alev tutucular donatılmalıdır.

7.2 Yağlama yağı sistemi

7.2.1 Eğer gaz yakıtın doğrudan yağlama yağı sistemi içerisine sızma olasılığı varsa, yağlama yağı sisteminin gazdan arındırılması sağlanmalıdır.

7.2.2 Uygun gaz detektörleri (algılayıcıları) donatılmalıdır.

7.2.3 Hava borularında alev tutucular donatılmalıdır.

7.3 Yakıt sistemi

7.3.1 Eğer gaz yakıtın doğrudan yakıt sistemi içerisine sızma olasılığı varsa, yakıt sisteminin gazdan arındırılması sağlanmalıdır.

7.3.2 Uygun gaz detektörleri (algılayıcıları) donatılmalıdır.

7.3.3 Havalandırma borularında alev tutucular donatılmalıdır.

7.4 Harici gaz besleme sistemi

7.4.1 Harici gaz besleme sistemi, tüm işletme koşullarında üretici tarafından tanımlanan makina girişindeki gerekli gaz koşulları ve özellikleri (sıcaklık, basınç, v.s.) sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.

7.4.2 Makina, gazın sıvı durumda çalıştırılması için tasarlanmamışsa makinaya yapılan beslemede gazın sıvı durumda olmadığı garanti altına alacak düzenlemeler yapılmış olmalıdır.

7.4.3 Otomatik besleme kapatma valfine ilave olarak her bir makinanın gaz besleme hattına elle kontrol

edilen valf yerleştirilmelidir.

7.5 Makina üzerindeki gaz sistemi

7.5.1 Genel kurallar

7.5.1.1 makina üzerindeki gaz borularının düzenlenmesinde makinanın işletimi sırasında oluşacak titreşimler ve hareketler göz önünde alınmış olmalıdır.

7.5.1.2 Gaz borusunun patlaması veya aşırı basınç kaybı durumunda, gaz beslemesini otomatik olarak kapatacak düzenleme yapılmış olmalıdır.

7.5.2 Düşük basınçlı gaz beslemesi

7.5.2.1 FMEA sistemi tarafından belirlendiği üzere gibi makina üzerindeki gaz besleme sisteminde alev tutucular donatılacaktır.

7.5.2.2 Gaz giriş valfi, her bir silindir girişine doğrudan yerleştirilmelidir. Genel olarak, gaz ile yanma havasının karışımı silindir girişinden önce bir yerde yer almayacaktır.

7.5.2.3 Ortak gaz giriş valfi yoluyla giren gaz ile yanma havasının silindir girişinden önceki karışımı emniyet kavramı ve FMEA sistemi tarafından kabul edilebilir bir risk seviyesi olarak belirlenmiş ise kabul edilebilir.

7.5.3 Yüksek basınçlı gaz beslemesi

7.5.3.1 Çift yakıtlı makinaların gaz besleme manifoldu girişinde alev tutucular donatılmalıdır..

7.5.3.2 Yüksek basınçlı gaz yanma havası ile ön karıştırma yapmaksızın doğrudan silindirlerin içine gönderilecektir.

7.5.3.3 Makina üzerindeki yüksek basınçlı gaz boruları, çift cidar olacak ve sızıntı algılama olanağı düzenlenecektir. Dış boru, içteki yüksek basınç borusunda meydana gelebilecek sızıntılara dayanabilecek şekilde tasarlanmalıdır.

7.5.4 Gaz giriş valfi

7.5.4.1 Gaz giriş valfi, makinanın gerçek gaz ihtiyacına göre makina kontrol sistemi tarafından kontrol edilmelidir.

7.5.4.2 Kontrolsüz gaz girişi , dizayn önlemleri veya uygun algılama ve alarm sistemleri yardımıyla önlenecektir.

7.6 Ateşleme sistemi

7.6.1 Genel kurallar

Ateşleme sistemleri genel kullanımda elektrik kıvılcımlı buji (tek gaz yakıtlı makinalar) veya pilot akar yakıt enjeksiyonu nu(çift yakıtlı makinalar) kullanır.

7.6.1.1 Ateşleme sistemi, bütün çalışma koşullarında gazın yeterince ateşlemesini sağlamalı ve yeterli ateşleme enerjisini oluşturabilmelidir.

7.6.1.2 Makinayı çalıştırmadan önce, enjeksiyon veya yakıt beslemesi yapılmadan makina havalandırılmalıdır.

7.6.1.3 Makinaya gaz girişini aktif hale getirmeden önce ateşleme sistemi, düzgün çalıştığını doğrulamak amacıyla otomatik olarak kontrol edilmelidir.

7.6.1.4 Her silindir için yanma izlenmelidir. Eksik yanma ve yanma vuruntusu saptanmalıdır.

7.6.1.5 Ateşleme sisteminin FMEA sistemi tarafından emniyetli ve güvenilir çalıştığı ispat ve dökümante edilmelidir.

7.6.1.6 Makinanın durdurulması sırasında gaz yakıtı beslemesi, ateşleme kaynağından önce otomatik olarak kapatılmalıdır.

7.6.2 Kıvılcımlı ateşleme

Kıvılcım ateşlemeli makina için, eğer, gaz giriş valfinin çalışmasından makul ve belirli bir süre içinde her silindirindeki ateşleme makina üzerindeki izleme sistemi tarafından algılanmamışsa, gaz besleme otomatik olarak kapanmalı, harekete geçirme sonlandırılmalıdır. Yanmamış gaz karışımı egzoz sisteminden alınmalıdır.

7.6.3 Pilot enjeksiyon ile ateşleme

7.6.3.1 Gaz yakıtının emilmesinden önce her silindir üzerindeki pilot enjeksiyon sisteminin düzgün çalıştığı doğrulanmalıdır.

7.6.3.2 Bir makina çalıştırılmaya her zaman sadece akaryakıt ile başlanmalıdır.

7.7. Elektrikli sistemler

7.7.1 Tehlikeli alanlara yerleştirilmiş ateşleme kaynağı olabilecek elektrikli ekipman, elektrikli sensörler, v.s' için önlemler alınacaktır.

7.7.2 Tehlikeli alanlardaki elektrikli ekipman ve sensörler için **TL** Elektrik Kuralları, Bölüm 1'de yer alan patlama korumasına yönelik gereklilikler göz önünde bulundurulmalıdır.

7.7.3 Tetikleme sisteminin emniyet sisteminin gaz beslemesini kapatması durumunda, FMEA sistemi tarafından belirlenen sistemler çalışabilir kalacaktır. Her zaman çalışabilir durumda kalması gereken ve belirlenen sistemler. Bu sistemler aşağıdakilerle sınırlı kalmamak kaydıyla havalandırma sistemi, inert gaz sistemi ve gaz algılama sistemleridir.

7.8 Makina kontrol-, izleme-, alarm-, ve emniyet sistemleri

7.8.1 Genel kurallar

7.8.1.1 Makinaya gaz beslemesi ve gazbeslemesi yapan valflerin (çift blok ve sızıntı valfi, merkezi gaz valfi) otomatik aktivasyonu, **TL** Kuralları Kısım 78 – Gaz ya da Diğer Düşük Parlama Noktalı Yakıt Kullanan Gemilerin Klaslanması için Kurallar ve **TL** Cilt C, Kısım 10, Sıvılaştırılmış Gaz Taşıyıcıları kurallarına uygun olacaktır.

7.8.1.2 Vuruntu ve eksik yanmyı önlemek için yanma koşulları kontrol edilecek vuruntu yanması ve eksik ateşleme algılanmalıdır.

7.8.1.3 Makina operasyon modu her zaman operasyon görevlisince açıkça görülebilecektir.

7.8.1.4 İzleme, alarm ve emniyet sistemleri için gerekli araçların kapsamı ile ilgili kılavuz Tablo 2.12'de verilmiştir. Makina tasarımına, emniyet kavramına ve FMEA sistemine bağlı olarak , Tablo 2.12'ye göre olası hata modu sapmaları kabul edilebilir.

7.8.2 Gaz algılama

7.8.2.1 Kesintisiz bir gaz algılama sistemi sağlanmalıdır (**TL** Kuralları Kısım 78 – Gaz ya da Diğer Düşük Parlama Noktalı Yakıt Kullanan Gemilerin Klaslanması için Kurallar, Bölüm A-1'e bakınız).

7.8.2.2 Gaz algılama sistemi, makinaya gaz beslemesi sürdükçe çalışmalıdır.

7.8.2.3 Kılavuz olarak, gaz algılama sistemi Tablo 2.12'de bahsedilen makinanın bölümlerini kapsamalıdır. Makina tasarımına, emniyet kavramı ve FMEA sisteminin Tablo 2.12'ye göre kabul edilebilir.

7.8.2.4 FMEA sistemince kabul edilebilir bulunuyorsa belirli mahaller için kesintisiz gaz algılama sistemi yerine elle gaz algılama sistemi olabilir.

7.8.3 Hız kontrolü ve yük kabulü

7.8.3.1 Genel olarak, F.1'deki kurallar göz önünde bulundurulmalıdır.

7.8.3.2 Geminin güç yönetim sisteminin tasarımı ile ilgili olarak F.1.2.3'de yer alan kurallar uygulanır.

7.8.3.3 Şekil 2.9'da gösterilen elektrik jeneratörlerini çalıştıran makinaların minimum gerekli kademe yükleme kabiliyeti muhafiyeti, sınırlı kademe yükleme kabiliyetindeki gaz yakıtlı makinalar için de kabul edilebilir.

7.9 Egzoz gaz sistemi ve havalandırma sistemi

7.9.1 Gaz yakıtlı makina egzoz gaz boruları yapısal yangından korunma kuralları dikkate alınarak birbirlerinden ayrı yerleştirilmelidir.

7.9.2 Egzoz gaz sistemi dahil makina, havalandırılmalıdır:

- Her makina çalıştırmaya başlamadan önce,
- Arıza başladıktan sonra,
- Gaz yakıtlı makinanın, akaryakıt operasyonu tarafından takip edilmeyen her bir gaz operasyonundan sonra.

7.9.3 Havalandırma sisteminin kontrolü otomasyon sistemine dahil edilmiş olmalıdır. Arıza durumunda alarma çalışmalıdır.

8. Güvenlik Teçhizatı ve Güvenlik Sistemleri

TL Kuralları Kısım 78 – Gaz ya da Diğer Düşük Parlama Noktalı Yakıt Kullanan Gemilerin Klaslanması için Kurallar'da belirtilen temel kurallara uyulacaktır.

8.1 Emniyet kavramı ve FMEA sistemi

8.1.1 Emniyet kavramı gaz yakıtı ve özel olarak bu tür yakıtın oluşturacağı risklerle ilgili güvenlik felsefesini tarif eder . Emniyet kavramı aynı zamanda, olası arıza senaryolarını ve buna bağlı kontrol önlemlerini tarif eder.

8.1.2 FMEA sistemi içerisinde gaz yakıtı ile ilişkili olası arıza modları, makina ve çevre etkileri ve ayrıca oluşma olasılığı ile etkileri azaltma gibi detaylar içerecek şekilde değerlendirilecek ve incelenecektir.

Doğrulama testleri tanımlanmalıdır. Aşağıda belirtilenlerle sınırlanmamak kaydı ile incelemeler;

- Hem makina içine hem de makina dairesine gaz kaçağı – gaz beslemesinin kapatılması (Bu arada , , 7.7.3'e göre çalışmasını yürütmesi gereken sistemler göz önünde bulundurulmalıdır)
- Yetersiz /vuruntulu yanma
- Bahsedilen gaz bileşiminden sapma
- Ateşleme sistemi arızası
- Makinaya kontrolsüz gaz girişi
- Çift yakıtlı makinalar için gazdan akaryakıta ve aksi yönde geçiş prosesi
- Krankkeyz , süpürme havası sistemi ve egzoz gaz sistemi patlamaları,
- Eğer silindirin dışındaysa kontrolsüz gaz – hava karışımı prosesi,
- Diğer sistemlerinin etkileşimi, , örneğin; kontrol sistemi, gaz beslemesi

8.2 Krankkeyz emniyet donanımı

8.2.1 Piston arızası

Piston arızası ve anormal piston kaçağı algılanmalı ve alarma geçilmelidir.

8.2.2 Krankkeyz

8.2.2.1 Krankkeyz havalandırma borularında alev tutucular teçhiz edilmelidir.

8.2.2.2 Krankkeyzde gaz birikmesinin potansiyel tehlikesi değerlendirilmeli ve emniyet kavramının içinde kalmalıdır. (8.1'e bakınız).

8.2.3 Krankkeyzden gazın tahliyesi ve Inert Gaz Uygulaması

8.2.3.1 Krankkeyzde gaz konsantrasyonunun ölçümü için önlem alınmalıdır.

8.2.3.2 Makina çalışmıyorken inert gaz enjeksiyonu gibi uygun önlemler yardımıyla gaz – hava karışımının krankkeyzden tahliyesi sağlanmalıdır.

8.2.3.3 Bakım için krankkeyzi açmadan önce uygun önlemlerle krankkeyzden inert gazın boşaltılması sağlanacaktır.

8.2.3.4 Krankkeyz kapakları açılmadan önce yakıt ve inert gaz için serbest atmosfere boşaltıldığı yerlerde kolayca görünen yerlere işaret -tabelalar yerleştirilmelidir.

Not:
Örneğin; aşağıdaki durumlarda gazın krankkeyz içine inert otomatik enjeksiyonu tavsiye edilir,

- *Makina emercensi durdurulması,*
- *Yağ buhar algılama ve ayrıca yatak ve layner sıcaklık alarmı*
- *Makina dairesinde yangın algılama*

Tablo 2.12 Gaz yakıtlı makinalar için gerekli aletlerin belirleyici kapsamı

	Gösterge, alarm kapatma (1)	Her makinaya gaz beslemesinin kapatılması (çift blok ve sızıntı valfi) (1)	Makina dairesine gaz beslemesinin kapatılması (ana gaz valfi) (1)	Yorum
Gaz beslemesi				
Gaz basıncı	I.L.H			
Gaz sıcaklığı	I.L.H			
Gaz giriş valf(ler)i arızası	A.S **(2)**	X		Sızdırmazlık yağ soğutma arızasını v.s dahil
İnert gaz beslemesinin basıncı	I.L			
Gaz borusunun patlaması veya aşırı gaz kaçağı	A.S	X	X	
Arıza korunması veya gaz örtülü boru sisteminin vakumu	A.S **(2)**	X	X	Gaz emniyet kavramı
Gaz algılama				
Hava manifoldunda gaz konsantrasyonu	H			
Krankkeyzde gaz konsantrasyonu	H			
Egzoz manifoldunda gaz konsantrasyonu	H			
Her piston altında gaz konsantrasyonu **(3)**	H			
Gaz örtülü boru sisteminde gaz konsantrasyonu	H.S **(2)**	X	X	
Makina dairesinde gaz konsantrasyonu	H.S	X	X	
Krankkeyz				
Basınç	H.S	X	X	
Sıcaklık **(4)**	H.S	X	X	
Yağ buharı konsantrasyonu	H.S	X	X	
Yanmayı izleme				
Her silindirde eksik ateşleme	A.S **(2)**	X		
Her silindirde vuruntu	A.S **(2)**	X		
Silindir basıncı	H.L.S **(2)**	X		
Yük sapması	A.S **(2)**	X		
Kıvılcım ateşlemeli system veya pilot enjeksiyon sistemi arızası	A.S **(2)**	X		
Egzoz gazı				
Turboşarjer giriş ve çıkışında egzoz gazı sıcaklığı	I.H			
Her silindirde egzoz gazı sıcaklığı	I.L.H.S **(2)**	X		
Egzoz gazı ortalama sıcaklığından sapma	L.H.S **(2)**	X		
Çeşitli				
Gaz yanması kontrol sisteminde arıza	A.S **(2)**	X		
Gaz örtülü boru sisteminin havalandırma arızası	A			Gaz emniyet kavramı
Egzoz gazı havalandırma sistemi arızası	A			
Makina durdurulması	A.S	X		Harici veya elle aktif hale getirilen

I : Gösterge
A : Alarm
L : Düşük seviye alarmı
H : Yüksek seviye alarmı
S : Durdurma
X : Aktivasyon
(1) *Genel olarak, gaz beslemesinin kapatılması ve makina durdurulması ön alarmsız tetikleme ile yapılmayacaktır.*
(2) *Sürekli emniyet uygulanacak çift yakıtlı makinalar için otomotik kapatma yerine ,akaryakıt moduna otomatik değişim yapan sistem. Kullanılmalıdır.*
(3) *Kroset tipi makinalar*
(4) *Laynerlerin ve yatakların sıcaklığı*

8.3 Patlama emniyet valfleri

8.3.1 Genel kurallar

8.3.1.1 Patlama emniyet valfleri, bir patlama olayından sonra sıkıca kapanmalıdır.

8.3.1.2 Patlama emniyet valflerinin boşaltma ağızları, herhangi bir ateşleme kaynağından uzak emniyetli bir yerde boşaltım yapmalıdır. Düzenleme , personel yaralanma riskini minimize etmelidir.

8.3.2 Krankkeyz patlama emniyet valfleri

8.3.2.1 Patlama emniyet valfleri için (örneğin; patlama emniyet valfleri, yağ buharı algılama, v.s.) F.4'de bahsedilen kurallar göz önünde bulundurulacaktır.

8.3.2.2 Her bir krank diliminde krankkeyz patlama emniyet valfleri temin edilmelidir.

8.3.2.3 Krankkeyz patlama emniyet valfleri için gerekli minimum toplam emniyet alanı, makina üreticisi tarafından gaz – hava karışımının ve yağ buharının patlamaları düşünülerek değerlendirilmelidir.

8.3.3 Diğer patlama emniyet valfleri

8.3.3.1 TL Kuralları Kısım 78 – Gaz ya da Diğer Düşük Parlama Noktalı Yakıt Kullanan Gemilerin Klaslanması için Kurallar'da belirtildiği üzere patlama emniyet valfleri, yanma havası giriş manifoldları ve egzoz manifoldları için donatılmalıdır.

8.3.3.2 Patlama emniyet valfleri genellikle **TL** tarafından gaz yakıtlı makinaların giriş ve egzoz manifoldlarındaki uygulama için onaylı olmalıdır.

8.3.3.3 Emniyet valflerinin onayı için aşağıdaki dökümanlar sunulmalıdır (Genellikle patlama emniyet valfinin üreticisi tarafından):

- Patlama emniyet valfinin resimleri (kesit resimleri, detaylar, montaj, v.s.)
- Patlama emniyet valfinin özelliklerini içeren veriler (maksimum çalışma basıncı ,maksimum çalışma sıcaklığı, açma basıncı, efektif güvenlik alanı gibi operasyon koşullarına ait özellikler) ,
- Test raporları

8.3.3.4 8.3.3.3'deki onaylara ek olarak, her makina tipi için patlama emniyet valflerinin yerleşimi onaylanmalıdır. Aşağıdaki dökümanlar sunulmalıdır (çoğunlukla makina üreticisi tarafından):

- Patlama emniyet valflerinin yerleşim resmi (sayı, tip, lokasyon, v.s. içeren)
- Korunan parçaların resimleri (hava giriş manifoldu, egzoz manifoldu, v.s.) (maksimum çalışma basıncı, maksimum çalışma sıcaklığı, maksimum izin verilen patlama basıncı v.s dahil özellikler ,.)
- Gerçek düzenlemede alev tutucuların etkinliği için kanıt
- Patlamada basınç düşürmenin etkinliği için kanıt (yeterli düşürme hızı, yeterli düşürme basıncı)

Not:
Uygun testlerle veya teorik analizlerle kanıt sağlanabilir.

9. Testler

9.1 Gaz yakıtlı makinalar için tip onay testi

9.1.1 Gaz yakıtlı makinalar **TL**'ndan tip onaylı olmalıdır.

9.1.2 E.4'deki tip onay testinin kapsamı gaz yakıtlı makinalar için geçerli olduğu kadarıyla uygulanır. Belirli gaz durumlarını yansıtan ilave veya farklı gereklilikler aşağıda listelenmiştir. Tip test programı için **TL** ile anlaşılmalıdır.

9.1.3 Testler:

- Yük kabul testi ve yükün kesilmesi
- Yakıt değişim prosedürleri (çift yakıtlı makinalar için)
- Yanmayı izleme
- Emniyet sistemi
- Alarm sistemi

- İzleme sistemi
- Kontrol sistemi
- Gaz algılama
- Gaz borularının ve çift cidarlı boruların ve kanalların sızdırmazlık testleri
- Ateşleme sistemi
- Otomatik gaz kesmesi
- Turboşarjer tahliye kapağı, baypas, v.s.
- Havalandırma sistemi
- Başlatma, durdurma, emercensi durdurma
- FMEA sisteminden kaynaklanan doğrulama testleri

9.2 Atölye denemeleri

E.5'deki gerekliliklere ek olarak aşağıdaki maddeler gaz yakıtlı makinaların atölye denemeleri sırasında test edilmelidir:

- Gaz sisteminin sızdırmazlık testi
- Yanmayı izleme sistemlerinin testi
- Gaz kesmesi ve yakıt değişim (çift yakıtlı makinalar) prosedürlerinin testi

9.3 Gemideki tecrübeler

E.6'daki gerekliliklere ek olarak gemideki tecrübeler sırasında aşağıdaki testler yapılmalıdır:

- Gaz sisteminin sızdırmazlık testi
- Yanmayı izleme sistemlerinin testi
- Gaz kesmesi ve yakıt değişim (çift yakıtlı makinalar) prosedürlerinin testi
- Havalandırma ve gaz algılama sistemlerinin testi

10. Makina Mahalleri

10.1 Patlayıcı, yanıcı veya zehirli gaz konsantrasyonlarının birikmesini önlemek için makina civarında yeterli hava değişimi ve hava akımı sağlanmalıdır.

10.2 Makina dairesindeki hava akımının yönü, gaz kaçaklarının akışının potansiyel ateşleme kaynaklarına doğru olmasını önleyecek şekilde düzenlenmelidir.

10.3 Makina daireleri, mahal içindeki gaz yakıtlı makinalarda oluşabilecek patlama durumunda makina dairesinden dışarıya basınç düşümüne izin verebilecek yeterli açıklıklara sahip olmalıdır.

10.4 Girilecek makina mahallinde gaz yakıtlı makina bulunduğunu bildirmek amacıyla düzenlenen işaret tabelaları uygun yerlerde sabit olarak konumlandırılmalıdır.

11. Eğitim

Gemi içerisindeki gaz yakıtlı makinaları işleten personel, gemiye yerleştirilen özel makina, gaz besleme sistemleri, emniyet- ve kontrol sistemleri, v.s'nin işletimi ile ilgili olarak gerekli eğitimi almış olmaldır.

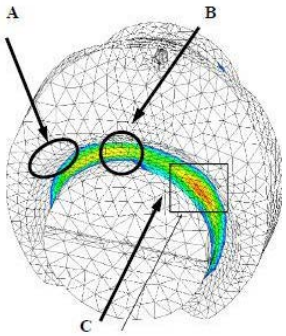
12. Özel Parçalar

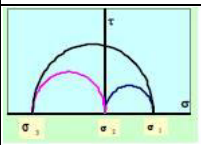
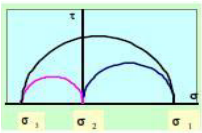
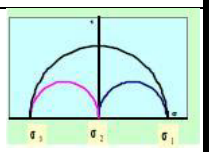
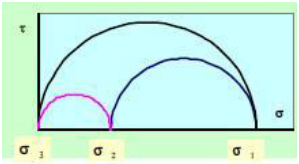
Sınırlı kullanım ömrü olan parçalar ve ayrıca gaz yakıtlı makinaların güvenilir bir şekilde işletimi ve emniyeti için gerekli olan özel parçaların yedekleri , büyük önem taşırlar, , Bölüm 17'de belirtilen isteklere ek olarak gemide bulundurulmalıdır.

13. Tadilat

Mevcut dizel makinalardan gaz yakıtlı veya çift yakıtlı makinalara dönüşüm prosedürü için **TL** ile anlaşma yapılmalıdır.

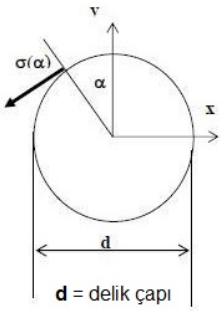
EK I - KRANKŞAFT DOLGULARINDA GERİLME KONSANTRASYON FAKTÖRÜNÜN TANIMI

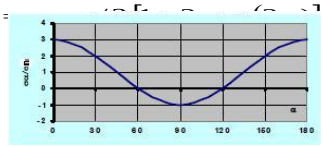
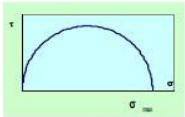
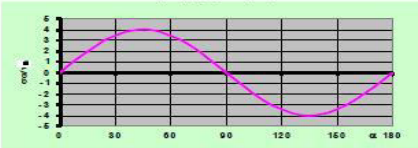
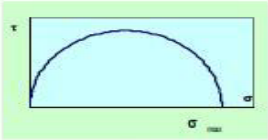
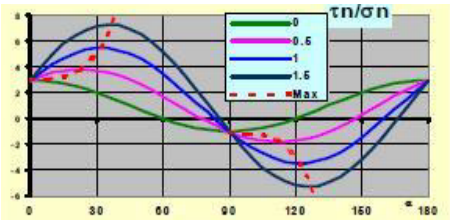
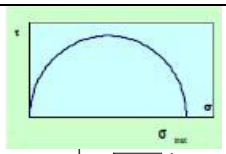


	Gerilme	$\text{Max}\,\lVert\sigma_3\rVert$	$\text{Max}\,\sigma_1$	
Burulma yükü	En büyük gerilmelerin lokasyonu	**A**	**C**	**B**
	Tipik temel gerilme sistemi Mohr dairesi diyagramı $\sigma_2 = 0$ ile	 $\lVert\sigma_3\rVert > \sigma_1$	 $\sigma_1 > \lVert\sigma_3\rVert$	 $\sigma_1 \approx \lVert\sigma_3\rVert$
	Eşdeğer gerilme ve gerilme konsantrasyon faktörü	$\tau_{\text{equiv}} = \dfrac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$ $\text{S.C.F.} = \dfrac{\tau_{equiv}}{\tau_n}\ for\,\alpha_T, \beta_T$		
Eğilme yükü	En büyük gerilmelerin lokasyonu	**B**	**B**	**B**
	Tipik temel gerilme sistemi Mohr dairesi diyagramı $\sigma_3 = 0$ ile	 $\sigma_2 \neq 0$		
	Eşdeğer gerilme ve gerilme konsantrasyon faktörü	$\sigma_{equiv} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^{\ 2} - \sigma_1.\sigma_2}$ $S.C.F. = \dfrac{\sigma_{equiv}}{\sigma_n}\ for\,\alpha_B, \beta_B, \beta_Q$		

Şekil 1.1 Krankşaft dolgularında gerilme konsantrasyon faktörünün tanımı

EK II - YAĞ KANALLARININ KENARINDA GERİLME KONSANTRASYON FAKTÖRLERİ VE GERİLME DAĞILIMI



Gerilme tipi	Nominal gerilme tensörü	Kenar etrafında tek eksenli dağılma	Mohr dairesi diyagramı
Çekme	$\begin{bmatrix} \sigma n & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$		 $\gamma_B = \sigma_{max} / \sigma_n \ for\ \alpha = k\pi$
Kesme	$\begin{bmatrix} 0 & \tau n \\ \tau n & 0 \end{bmatrix}$		 $\gamma_T = \sigma_{max} / \tau_n \ for\ \ \alpha = \frac{\pi}{4} + k\frac{\pi}{2}$
Çekme+kesme	$\begin{bmatrix} \sigma n & \tau n \\ \tau n & 0 \end{bmatrix}$	$\sigma_\alpha = \frac{\gamma_B}{3}\sigma_n\left\{1+2\left[\cos(2\alpha)+\frac{3}{2}\frac{\gamma_\tau}{\gamma_B}\frac{\tau_n}{\sigma_n}\sin(2\alpha)\right]\right\}$ 	 $\sigma_{max} = \frac{\gamma_B}{3}\sigma_n\left[1+2\sqrt{1+\frac{9}{4}\left(\frac{\gamma_T}{\gamma_B}\frac{\tau_n}{\sigma_n}\right)^2}\right]$ $for\ \alpha\frac{1}{2}tg^{-1}\left(\frac{3\gamma_T\tau_n}{2\gamma_B\sigma_n}\right)$

Şekil 2.1 Yağ kanallarının kenarında gerilme konsantrasyon faktörleri ve gerilme dağılımı

EK III – SONLU ELEMANLAR METODU KULLANILARAK KRANKŞAFTLARIN VEB YUVARLATMA YARIÇAPLARINDA GERİLME KONSANTRASYON FAKTÖRLERİNİN HESAPLANMASI İÇİN KILAVUZ

1. Genel

Analizin amacı, krankşaftların yuvarlatmalarında analitik olarak hesaplanmış gerilme konsantrasyon faktörlerine (SCF) alternatif olarak sonlu elemanlar metodu ile hesaplanma yöntemleri geliştirmektir. Analitik metod, değişik krank geometrilerinden alınan gerilme ölçer ölçümlerinden geliştirilen amprik formül temeline dayanır ve benzer şekilde bu formülün uygulaması geometriler ile sınırlandırılmıştır.

Bu dökümanda yer alan kurallara göre hesaplanan gerilme konsantrasyon faktörleri, jurnal ve pin dolgularındaki nominal gerilmelerin sonlu elemanlar metodu kullanılarak hesaplanan gerilmelere oranı olarak tanımlanmıştır. Bu bölümdeki belirtilen yöntem ya da alternatifi bir yöntem kullanıldığında von Misses gerilmeleri, eğilme ve burulma ana gerilmelerinin hesabında kullanılacaktır.

Prosedür ve değerlendirme kılavuzları, hem yekpare kranklar hem de yarı imalat kranklar (jurnal dolguları hariç) için geçerlidir.

Analiz, lineer elastik sonlu elemanlar analizi olarak yürütülmeli ve uygun büyüklükteki birim yükleri bütün yükleme durumlarına uygulanmalıdır.

Yağ deliklerindeki gerilme konsantrasyon faktör (SCF) hesabı bu bölümde yer almamaktadır.

FE çözücüsünün eleman hassasiyetinin kontrol edilmesi tavsiye edilir, örneğin; basit eğilme ve burulma için analitik çözüm ile basit geometrinin sonlu elemanlar metodu ile modellenerek elde edilen sonucun kıyaslanması.

Sınır elemanları metodu (BEM), sonlu elemanlar metodu (FEM) yerine kullanılabilir.

2. Model gereksinimleri

Sonlu elemanlar modelini oluşturmak için tavsiye ve anlayışlar 2.1'de verilmiştir. Nihai sonlu elemanlar modeli için 2.3'deki gereksinimleri karşılamak zorunludur.

2.1 Eleman mesh tavsiyeleri

Mesh kalite kriterini karşılamak için gerilme konsantrasyon faktörlerinin değerlendirilmesi amacıyla sonlu eleman modeli oluşturulması aşağıdaki tavsiyelere göre yapılmalıdır.

- Model, ana yatak merkez hattından karşı taraftaki ana yatak merkez hattına kadar komple bir krankı ihtiva eder

- Yuvarlatma civarında kullanılacak eleman tipleri:
  - 10 nod dört yüzlü eleman
  - 8 nod altı yüzlü eleman
  - 20 nod altı yüzlü eleman

- yuvarlatma yarıçaplarında mesh özellikleri.

Aşağıdakiler krank düzleminden ±90 derece çevresel yönde uygulanmalıdır:

- Maksimum eleman boyutu, bütün yuvarlatma boyunca çevresel yöndeki gibi a=r/4 olacaktır. 20 nodlu altı yüzlü elemanlar kullanıldığında, çevresel yöndeki eleman boyutu 5a'ya kadar çıkartılabilir.

Çoklu yarıçap yuvarlatmalarında r, yerel dolgu yarıçapıdır. (Eğer 8 nodlu altı yüzlü elemanlar kullanılırsa, kalite kriterini karşılamak için daha küçük eleman boyutları gereklidir.)

- Dolgu derinlik yönlerinde eleman boyutları için tavsiye edilen yöntem:
  - Birinci tabaka kalınlığı eleman boyutu a'ya eşit olacak
  - İkinci tabaka kalınlığı eleman boyutu 2a'ya eşit olacak
  - Üçüncü tabaka kalınlığı eleman boyutu 3a'ya eşit olacak
- Veb kalınlığı boyunca minimum 6 eleman
- Genellikle krank yuvası çözücünün nümerik stabilitesi için uygun olmalıdır.
- Karşı ağırlıklar sadece krankın global katılığını önemli derecede etkilediği zamanlarda modellenmelidir.
- Global katılık üzerindeki etkinin ihmal edildiği ve dolguya yakınlık 2r'den fazla olduğunda yağ kanallarının modellenmesine gerek yoktur, şekil 2.1'e bakınız.
- Ağırlık azaltması için açılan kanal ve delikler modellenmelidir.
- Alt modelleme, kullanılabilir.

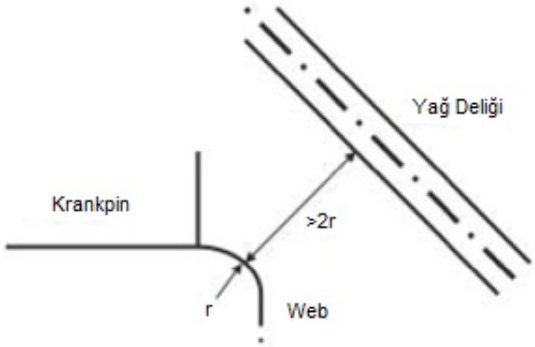
2.2 Malzeme

Sonlu elemanlar analizinde Young Modülü (E) ve Poisson's oranı (ν) gereklidir. Öncelikle gerilim hesaplanır ve gerilme, bu malzeme parametreleri kullanılarak gerilimlerden elde edilir.

Güvenilir malzeme parametreleri kullanılacaktır. Malzeme parametreleri literatürden ya da malzemeyi temsilen malzemeden numunelerdem elde edilebilir.

Çelik için aşağıdaki tavsiye edilir:

E= $2.05 \cdot 10^5$ MPa ve ν =0.3.



Şekil 2.1 Dolguya yakın yağ deliği

2.3 Eleman mesh kalite kriteri

Eğer gerçek eleman meshi SCF değerlendirmesi için kontrol edilen alanda aşağıdaki kriterlerden herhangi birini iyileştirilmiş ikinci bir mesh ile hesaplama yapılacaktır.

2.3.1 Temel gerilmeler kriteri

Mesh kalitesi, yuvarlatma yüzeyine normal gerilme bileşenin kontrolü ile sağlanmalıdır. İdealde bu gerilme sıfır olmalıdır. . Temel gerilmeler σ_1, σ_2 ve σ_3 için aşağıdaki kriter sağlanacaktır:

$$\min\left(|\sigma 1|, |\sigma 2|, |\sigma 3|\right) < 0.03.\mathit{maks}\left(|\sigma 1|, |\sigma 2|, |\sigma 3|\right)$$

2.3.2 Ortalaması alınmış/alınmamış gerilmeler kriteri

Bu kriter, yuvarlatma için gerilme konsantrasyon faktörünün (SCF) hesaplanmasında elemanların yüzeyndeki gerilme sonuçlarının süreksizliğinin gözlemlenmesi temeline dayanır:

- Nodlara bağlanmış her bir elemandan hesaplanan ortalaması alınmamış noda_i gerilme sonuçları, incelenen bölgede nod_i da %100 ortalaması alınmış nodal gerilme sonuçlarından %5'den az değişiklik gösterebilir.

3. Yükleme durumları

Bu bölümde analitik olarak belirlenen gerilme konsantrasyon faktörünü (SCF) için aşağıda verilen yükleme durumlarının hesaplanması gerekmektedir:

3.1 Burulma

benzer şekilde FVV ile yapılan testler için kullanılan test aparatı yapı sadece burulma ile yüklenecektir. Modelde, uçlardaki yüzeylerde yüzey eğriliği bastırılacaktır.

Krankşaft ekseninde merkez noda moment uygulancaaktır. Bu nod, 6 serbestlik derecesi olan ana nod gibi davranır ve uçtaki yüzeyin tüm nodlarına rijit bir şekilde bağlanmalıdır.

Sınır ve yük koşulları hem sıralı silindirli hem de V tipi makinalar için geçerlidir.

Hem jurnal hem krank pin yuvarlatmalarında da bütün nodlar için temel gerilmeler çıkartılacak ve eşdeğer burulma gerilmesi hesaplanacaktır:

$$\tau_{esdeger} = \text{maks}\left(\frac{|\sigma 1 - \sigma 2|}{2}, \frac{|\sigma 2 - \sigma 3|}{2}, \frac{|\sigma 1 - -\sigma 3|}{2}\right)$$

Sonraki gerilme konsantrasyon faktörü hesaplaması için maksimum değer alınır:

$$\alpha_\tau = \frac{\tau_{esdeger,\alpha}}{\tau_n}$$

$$\beta_T = \frac{\tau_{esdeger,\beta}}{\tau_N}$$

Burada τ_N, D.2.2.2'de burulma momenti T ile birlikte krankpin ve sırasıyla jurnali referans veren nominal burulma gerilmesidir:

$$\tau_N = \frac{T}{W_p}$$

3.2 Sadece eğilme (4 noktalı eğilme)

Kullanılan test aparatına benzer şekilde FVV tarafından yapılan testler için yapı sadece eğilme ile yüklenecektir. Modelde, uçlardaki yüzeylerde yüzey eğriliği bastırılacaktır. Krankşaft ekseninde yer alan merkez noda moment uygulanmalıdır. Bu nod, 6 serbestlik derecesi olan ana nod gibi davranır ve uçtaki yüzeyin tüm nodlarına rijit bir şekilde bağlanmalıdır. Sınır ve yük koşulları hem sıralı silindirli hem de V tipi makinalar için geçerlidir.

Hem jurnal hem pin dolgularında bütün nodlar için von Mises eşdeğer gerilmeleri $\sigma_{esdeger}$ çıkartılacaktır. Maksimum değere göre gerilme konsantrasyon faktörü hesaplamak için kullanılacaktır:

$$\alpha_\beta = \frac{\sigma_{esdeger,\alpha}}{\sigma_N}$$

$$\beta_B = \frac{\sigma_{esdeger,\beta}}{\sigma_N}$$

Nominal gerilme σ_N, D.2.1.2.1'de belirtildiği gibi eğilme moment M ile birlikte hesaplanacaktır.

$$\sigma_N = \frac{M}{W_{esdeger}}$$

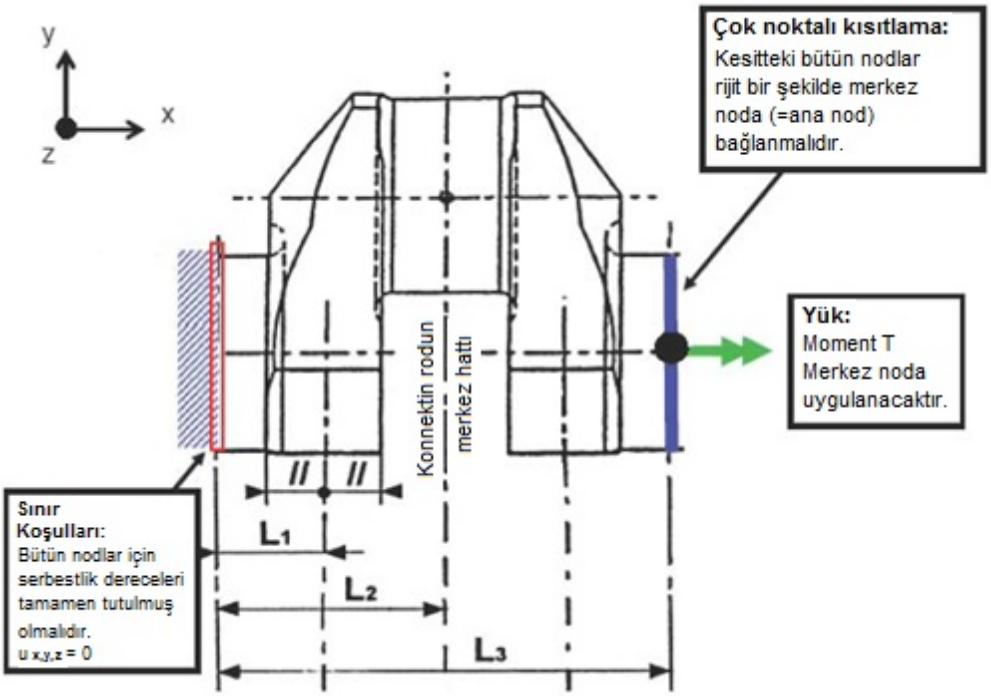
3.3 Kesme kuvveti ile birlikte eğilme (3 noktalı eğilme)

Bu yükleme durumu, jurnal yuvaraltmasında saf enine kuvvet (radyal kuvvet, β_Q) için gerilme konsantrasyon faktörünü hesaplamak için kullanılır.

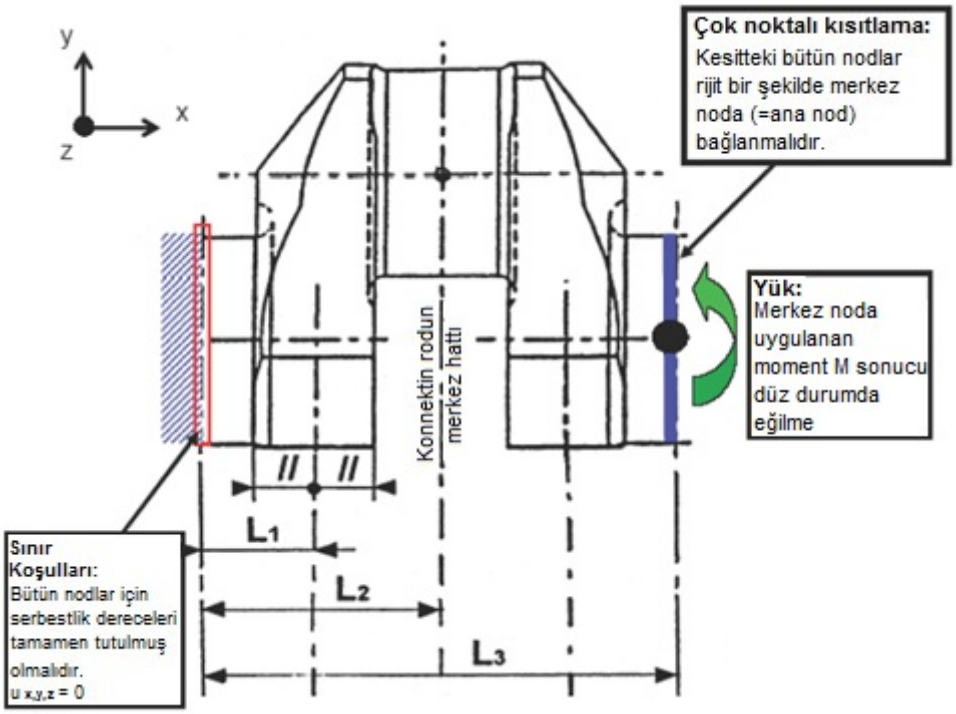
Kullanılan test aparatına benzer şekilde FVV tarafından yapılan testler için yapı 3 noktalı eğilme ile yüklenecektir. Modelde, uçlardaki yüzeylerde yüzey eğriliği bastırılacaktır. Bütün nodlar rijit bir şekilde merkez noda bağlanacak; sınır koşulları merkez nodlara uygulanacaktır. Bu nodlar, 6 serbestlik derecesi olan ana nod gibi davranır.

Konnektin rodun merkez hattında pin üzerinde yer alan merkez noda kuvvet uygulanacaktır. Bu nod, pin kesit alanının bütün nodlarına bağlanacaktır. Kesit alanının eğriliği bastırılmayacaktır.

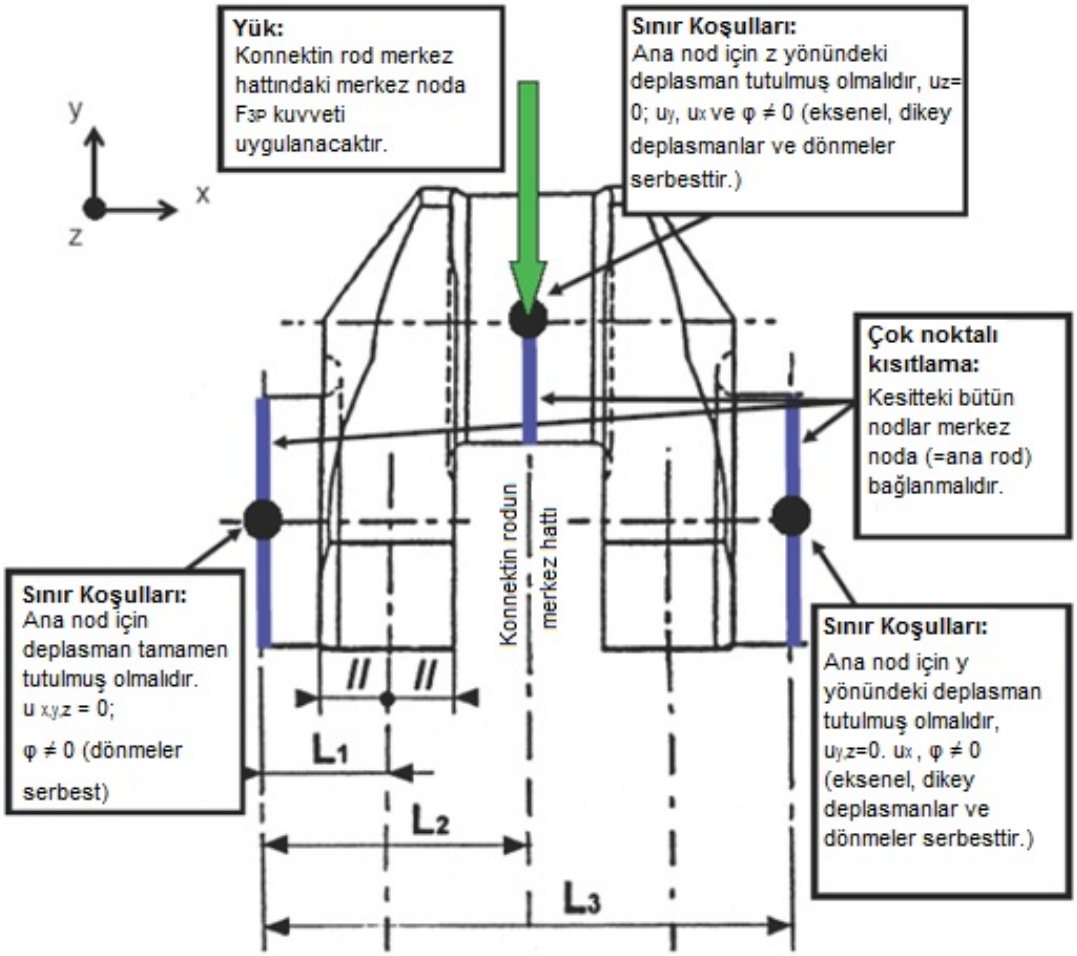
Sınır ve yük koşulları hem sıralı silindirli hem de V tipi makinalar için geçerlidir. V tipi makinalar sadece bir tane konnektin rod kuvveti ile modellenebilir. İki tane konnektin rod kuvveti kullanıldığında, gerilme konsantrasyon faktöründe kayda değer bir değişiklik olmayacaktır.



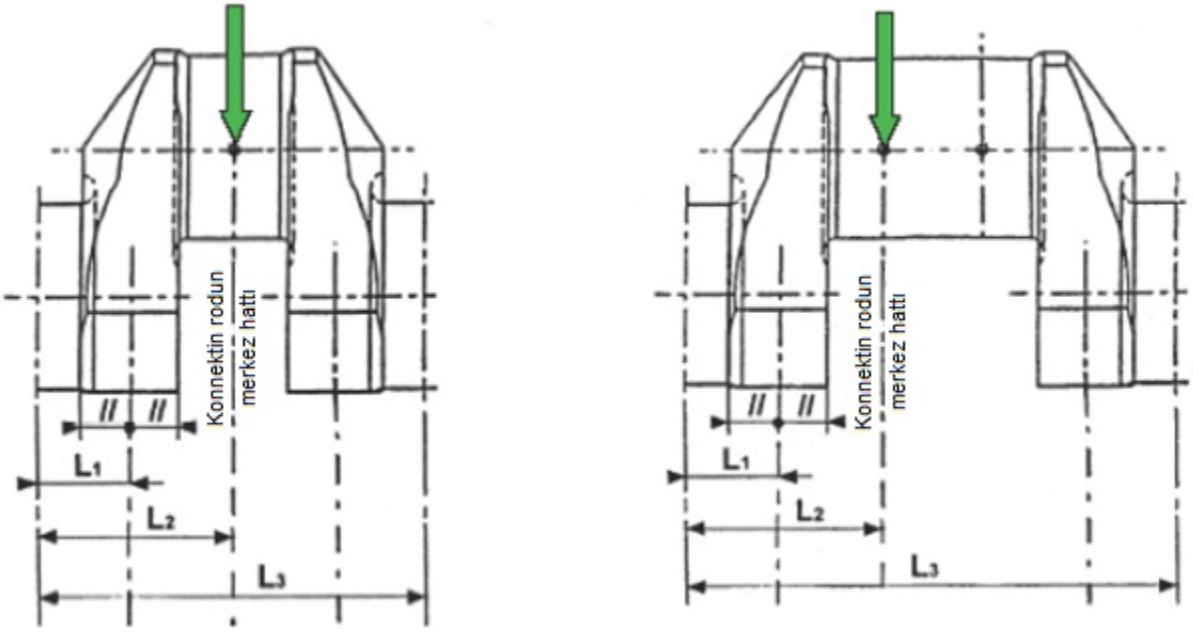
Şekil 3.1 Burulma yükleme durumu için sınır ve yükleme koşulları



Şekil 3.2 Saf eğilme yükleme durumu için sınır ve yükleme koşulları



Şekil 3.3 Sıralı silindirli makinaların 3 noktalı eğilme yükleme durumu için sınır ve yükleme koşulları



Şekil 3.4 Sıralı silindirli ve V tipi makinalarda yükleme uygulamaları

Jurnal yuvarlatmasındaki maksimum eşdeğer von Mises gerilmesi σ_{3P} değerlendirilecektir. Jurnal yuvarlatmasındaki gerilme konsantrasyon faktörü aşağıda gösterildiği şekilde 2 yolla belirlenebilir:

3.3.1 Metod 1

Bu metod FVV testlerine benzerdir. 3 ve 4 noktalı eğilmelerden elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi birleştirilmiştir:

$$\sigma_{3P} = \sigma_{N3P} \cdot \beta_B + \sigma_{Q3P} \cdot \beta_Q$$

Burada:

σ_{3P} = Sonlu elemanlar hesabı ile bulunur.

σ_{N3P} = Gerçek konnektin rodun merkez hattına uygulanan kuvvetten F_{3P} [N] ötürü veb merkezindeki nominal eğilme gerilmesi , şekil 3.4'e bakınız.

β_B = 3.2'de açıklanmıştır.

$$\sigma_{Q3P} = \frac{Q_{3P}}{(B.W)}$$

Burada Q_{3P}, gerçek konnektin rodun merkez hattına uygulanan kuvvetten F_{3P} [N] ötürü veb'deki radyal (kesme) kuvvetidir, şekil 2.3 ve 2.4'e bakınız.

3.3.2 Metod 2

Bu metod FVV testleri ile benzer değildir. Statik olarak belirlenen, iki yatak ile desteklenen bir krank kolundan oluşan sistemde eğilme momenti ve radyal (kesme) kuvvet orantılıdır. Bu sebepten ötürü jurnal yuvarlatması gerilme konsantrasyon faktörü, doğrudan 3 noktalı eğilme sonlu eleman hesabı ile bulunabilir. Gerilme konsantrasyon faktörü daha sonradan aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

Semboller için 3.3.1'e bakınız.

Bu metod kullanıldığında radyal kuvvet ve gerilme tespiti bu bölümde gereksiz olur. Jurnal yuvarlatmasındaki değişken eğilme gerilmesi D.2.1.3'e göre değerlendirilecektir:

$$\sigma_{BG} A_ \pm \left|\beta_{BQ} \cdot \sigma_{BFN}\right|$$

Bu metod krankpin yuvarlatmasına uygulanmaz ve bu gerilme konsantrasyon faktörü (SCF) hesaplama metou, bu bölümde yer alan statik sistem olarak farz edilenlerin dışındakiler için kullanılazmaz..

$$\beta_{BQ} = \frac{\sigma_{3P}}{\sigma_{N3P}}$$

EK IV

YORULMA TESTLERİNİ DEĞERLENDİRME KILAVUZU

Sayfa

A. GİRİŞ ..... **A--** 2

1. Küçük numune testi

2. Tam-boyutlu krank kolu testi

B. TEST SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ ..... **A -** 2

1. Prensipler

2. Merdiven yöntemi

3. Modifiye merdiven yöntemi

4. Numunenin ortalaması ve standart sapmasının hesaplanması

5. Ortalama yorulma sınırı için emniyet aralığı

6. Standart sapma için emniyet aralığı

C. KÜÇÜK NUMUNE TESTİ ..... **A -** 2

1. Eğilme yorulma mukavemetinin belirlenmesi

2. Burulma yorulma mukavemetinin belirlenmesi

3. Diğer test konumları

4. Test sonuçlarının birbiriyle bağlantısı

D. TAM BOYUTLU TEST ..... **A -** 2

1. Hidrolik atınım

2. Rezonans testi

3. Sonuçların kullanılması ve krankşaftın kabul edilebilirliği

E. BENZER KRANKŞAFTLAR İÇİN MEVCUT SONUÇLARIN KULLANILMASI ..... **A -** 2

A. Giriş

Yorulma testleri iki ana gruba ayrılabilir; küçük numunelerin testi ve tam boyutlu krank kollarının testi. Testler, bu dokümanda verilen merdiven yöntemi veya modifiye merdiven yöntemi kullanılarak yapılabilir. Diğer istatistiksel değerlendirme yöntemleri de uygulanabilir.

1. Küçük numune testi

Dolgu yüzeyi işlenmemiş krankşaftlar için yorulma mukavemeti, tam boyutlu krank kolundan alınan küçük numunelerin test edilmesi suretiyle belirlenebilir. Dolguların civarındaki diğer alanların, dolguda kalıcı gerilme bırakan yüzey işlemesi yapılıyorsa, bu yaklaşım uygulanamaz.

Bu yaklaşımın bir avantajı, daha sonra imal edilebilecek çok sayıda numune olmasıdır. Diğer bir avantaj ise testlerin çeşitli gerilme oranları (R-oranları) ve/veya çeşitli durumlar için yapılabilmesidir (örneğin aksiyal, eğilme ve burulma, çentikli veya çentiksiz). Bu ise, kritik düzlem kriteri ile kullanılacak olan malzeme verisinin değerlendirilmesi için gereklidir.

2. Tam boyutlu krank kolu testi

Yüzey işlemesine tabi tutulmuş krankşaftlar için yorulma mukavemeti sadece tam boyutlu krank kollarının testi ile belirlenebilir. Maliyet nedeniyle, az sayıda krank kolunun kullanımı söz konusudur. Yük, 3 veya 4 noktalı eğilme düzeneği ile hidrolik aktüatörler vasıtasıyla veya rezonans test donanımında bir uyarıcı vasıtasıyla uygulanabilir. İkincisi daha sık kullanılır, ancak genelde gerilme oranı R= -1 ile sınırlanır.

B. Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

1. Prensipler

Krankşaft, yorulma testinden önce, kalite kontrol prosedürlerinin gerektirdiği testlere tabi tutulmalıdır, örneğin kimyasal bileşim, mekanik özellikler, yüzey sertliği, sertlik derinliği ve yayılımı, dolgu yüzey pürüzlülüğü, vb. testleri.

Test numuneleri, kabul aralığının “alt ucu”’nu temsil edecek tarzda hazırlanmalıdır, örneğin, indüksiyonla sertleştirilmiş krankşaftlar için bunun anlamı, kabul edilebilir sertlik derinliğinin alt aralığı, dolgu boyunca en kısa yayılım, vb.’dir. Aksi halde, test sonuçlarının ortalama değeri, bir emniyet aralığı ile düzeltilmelidir: gerek örnek ortalaması ve gerekse standart sapma için % 90 emniyet aralığı kullanılabilir.

M 53’ün uygulanması halinde test sonuçları, yukarıda belirtilen % 90 emniyet aralığı uygulanarak veya uygulanmayarak, ortalama yorulma mukavemetini temsil edecek şekilde değerlendirilecektir. Standart sapma, % 90 emniyet dikkate alınarak değerlendirilmelidir. Neticede, yorulma mukavemeti olarak kullanılacak sonuç, ortalama yorulma mukavemeti eksi bir standart sapmadır.

Eğer değerlendirmeden amaç, (statik) mekanik özellikler ile yorulma mukavemeti arasındaki bağıntının belirlenmesi ise, bu bağıntıda gerçek (ölçülen) mekanik özellikler esas alınmalıdır. Verilen minimum özellkler esas alınmazlar.

Madde 4’de verilen hesaplama tekniği, original merdiven yöntemi için geliştirilmiştir. Ancak, modifiye merdiven yöntemi için benzeri bir yöntem olmadığından, bu yöntem her ikisi için de uygulanır.

2. Merdiven yöntemi

Orijinal merdiven yönteminde, birinci numune, öngörülen ortalama yorulma mukavemetine karşılık gelen bir gerilmeye tabi tutulur. Eğer numune 10^7 çevrime dayanırsa ayrılır ve diğer numune öncekinden bir kademe yüksek bir gerilmeye tabi tutulur, yani dayanımı takiben bir sonraki numune bir öncekinden bir kademe yüksek gerilme için control edilir. Artım, öngörülen standart sapma seviyesine karşılık gelecek şekilde seçilmelidir.

Bir numunenin 10^7 çevrime dayanamadığı hallerde, elde edilen çevrim sayısı not edilir ve bir sonraki numune öncekinden bir kademe aşağıdaki bir gerilmeye tabi tutulur. Bu yaklaşımda, kusurların ve geçerlerin toplamı numunelerin sayısına eşittir.

Bu original merdiven yöntemi sadece çok sayıda numunenin bulunduğu haller için uygundur. Simülasyonlarda, bir merdiven testinde yaklaşık olarak 25 numunenin kullanımının yeterli hassasiyette sonuç verdiği belirlenmiştir.

3. Modifiye merdiven yöntemi

Sınırlı sayıda numunenin mevcut olduğu hallerde, modifiye merdiven yönteminin uygulanması tavsiye edilir. Burada, ilk numune, ortalama yorulma mukavemetinin oldukça altında br gerilmeye tabi tutulur. Bu numune 10^7 çevrime dayanırsa, aynı numune, bir öncekinden bir kademe üsste bir gerilme seviyesine tabi tutulur. Artım, öngörülen standart sapma seviyesine karşılık gelecek şekilde seçilmelidir. Bu teste, aynı numune dayanımını yitirinceye kadar devam edilir.

Daha sonar çevrim sayısı kaydedilir ve yeni bir numune, önceki numunenin dayanımını yitirdiği gerilmenin en az iki kademe altındaki bir gerilmeye tabi tutulur.

Bu yaklaşımda, dayanımın yitirilme sayısı genelde numune sayısına eşittir. 10^7 çevrime ulaşılan geçer numune sayısı da numunelerin sayısına eşittir.

Bazı sonuçların geçer numunenin bir üst seviyede test edilmesinin (özellikle yüksek ortalama gerilmede) yorulma sınırını arttırma eğilimi gösterdiğinden, modifiye merdiven yöntemi ile elde edilen sonuçlar dikkatle kullanılmalıdır. Ancak, bu deneyim etkisi, yüksek mukavemetli çelikler (örneğin UTS > 800 MPa) daha azdır.

Eğer emniyet hesabı isteniyorsa veya gerekli ise, test numunelerinin minimum sayısı 3'dür.

4. Numunenin ortalaması ve standart sapmasının hesaplanması

5 krank kolu için belirli sayıda örnek bir sonraki teste tabi tutulur. Modifiye merdiven yöntemi ve Dixon and Mood değerlendirme yöntemi kullanıldığında, 5'i geçer 5'i kusur olmak üzere, numune sayısı 10 olacaktır. yani:

Numune sayısı, n=10

Ayrıca, yöntem ikiye ayrılır

Daha seyrek görülen kusurdur C=1

Dah bsyrek görülen geçerdir C=2

Yöntemde sadece, test sonucunda daha seyrek görülme kullanılır yani, geçerden daha fazla kusur varsa, bu durumda geçer sayısı (veya tersi) kullanılır.

Modifiye merdiven yönteminde, geçer ve kusur sayısı genelde eşittir.

Ancak, testler başarısız da olabilir, örneğin, bir numune, daha önceki kusurun iki kademe altındaki testte kusurlu olursa, , geçerlerin sayısı kusurların sayısından az olabilir. Diğer yönden, eğer bu beklenmeyen başlangıç kusuru, nisbeten yüksek çevrim sayısında görülür ise, bundan önceki seviyenin geçer olarak tanımı mümkündür.

Burada da uygulanabilen (özellikle birkaç numunede yapılan testlerde), maksimum olasılık teorisinden elde edilen, Dixon ve Mood yaklaşımı, merdiven yöntemi sonuçlarından numune ortalaması ve standart sapmanın hesabı için basit yaklaşık eşitlikler vermektedir. Numune ortalaması aşağıdaki şekilde hesaplanabilir:

$$\bar{S}_a = S_{a0} + d \cdot \left(\frac{A}{F} - \frac{1}{2} \right) \quad \text{C=1 ise}$$

$$\bar{S}_a = S_{a0} + d \cdot \left(\frac{A}{F} - \frac{1}{2} \right) \quad \text{C=2 ise}$$

Standard sapma aşağıda gibi bulunabilir:

$$s = 1.62 \cdot d \cdot \left(\frac{F \cdot \bar{B} - A^2}{F^2} + 0.029 \right)$$

burada:

S_{a0} , daha seyrek görülen en düşük gerilme seviyesidir.

d , gerilme artımıdır.

$F = \Sigma fi$

$A = \Sigma i \cdot fi$

$B = \Sigma\, i^2 \cdot fi$

i gerilme seviyesi sayısıdır.

fi , i gerilme seviyesinde numune sayısıdır.

Standart sapma ile ilgili formül yaklaşık olup, aşağıdaki koşullarda kullanılablir:

$$\frac{B \cdot F - A^2}{F^2} > 0{,}3$$

ve

$$0{,}5 \cdot s < d < 1{,}5 \cdot s$$

Eğer bu iki koşuldan herhangibiri sağlanamazsa, yeni bir merdiven testi yapılmalı veya emniyetli tarafta kalmak üzere, standart sapma oldukça büyük alınmalıdır.

Eğer d artımı, s standart sapmasından hayli büyükse, yöntem, daha küçük bir standart sapma ve hafifçe yüksek örnek ortalamasını verir. Bunlar, artım ile standart sapma arasındaki fark nisbeten küçük olduğunda hesaplanan değerlerle karşılaştırılır.

Eğer d artımı, s standart sapmasından çok daha küçükse, yöntem, daha büyük bir standart sapma ve hafifçe küçük bir örnek ortalaması verir.

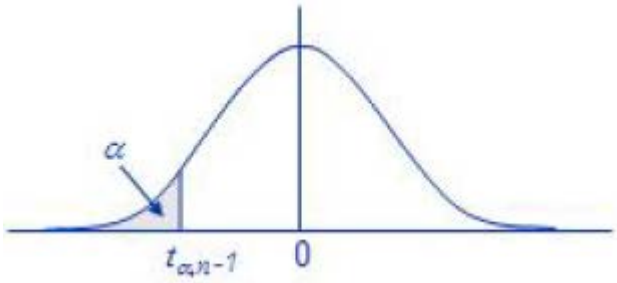
5. Ortalama yorulma sınırı için emniyet aralığı

Eğer merdiven yorulma testi tekrarlanırsa, örnek ortalaması ve standart sapma, büyük olasılıkla önceki testten farklı olacaktır. Bu nedenle, tekrar test değerlerinin, örnek ortalaması için bir emniyet aralığı kullanılarak seçilen yorulma sınırının üzerinde olacağı bir emniyetin garanti edilmesi gereklidir.

Örnek ortalama değeri için belirsiz değişkenli emniyet aralığının, ortalama etrafında simetrik bir dağılım gösteren t-dağılımına (student's t-dağılımı olarak da adlandırılır) göre dağıldığı bilinir.

Eğer S_a n örnek serisinde ampirik ortalama ve s ampirik standart sapma ise (değişken değerlerin normalde belirsiz örnek ortalaması ve belirsiz değişken olarak dağıldığı), $(1 - \alpha) \cdot 100\%$ ortalama için emniyet aralığı:

$$P\left(S_a - t_{\alpha,n-1} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} < S_{ax\%}\right) = 1 - \alpha$$



Örnek ortalama için normalde kullanılan emniyet seviyesi % 90'dır. Bunun anlamı, tekrar testlerinden elde edilen örnek ortalamasının % 90'ı, seçilen emniyet seviyesi ile hesaplanan değerin üzerinde olduğudur. Şekilde $(1 - \alpha)$ 100 örnek ortalama için emniyet aralığındaki t değeri gösterilmektedir.

Şekil 2.1. Student's t-dağılımı

Bileşke emniyet aralığı, örnek değerlerin ampirik ortalamasına göre simetriktir ve alt uç noktası aşağıdaki gibi bulunabilir:

$$S_{ax\%} = S_a - t_{\alpha,n-1} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Bu değer, azaltılmış yorulma sınırının elde edilmesinde kullanılacak olan ortalama yorulma sınırıdır (popülasyon değeri). Burada kusur olasılığı sınırları dikkate alınmıştır..

6. Standart sapma için emniyet aralığı

Normal gelişigüzel bir değişkenin değişimi ile ilgili emniyet aralığının, n-1 serbestlik dereceli chi-kare dağılımına sahip olduğu bilinmektedir.

n örnekten kabul edilen yorulma test değeri, σ^2 değişimli normal gelişigüzel değişkendir ve s^2 ampirik değişime sahiptir. Burada a (1 -α) · 100% emniyet aralığı:

$$P\left(\frac{(n-1)s^2}{\sigma^2} < \chi^2_{\alpha,n-1}\right) = 1-\alpha$$

Standart sapma için (1 – α) · 100% emniyet aralığı değişimin emniyet aralığının üst sınırının kare kökünden elde edilir ve şu şekilde bulunabilir

$$s_{x\%} = \sqrt{\frac{n-1}{\chi^2_{\alpha,n-1}}} \cdot s$$

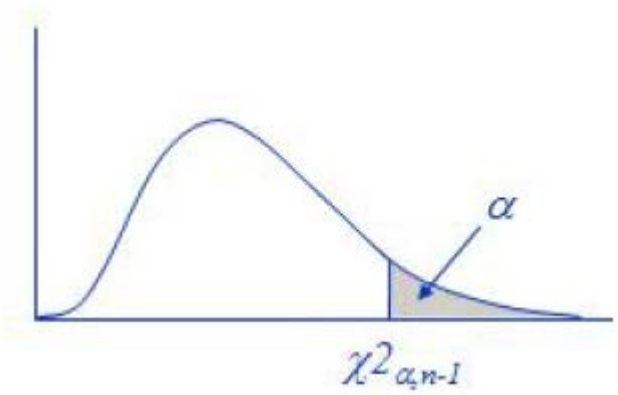
Bu standart sapma (popülasyon değeri), yorulma sınırının elde edilmesinde kullanılacaktır. Burada kusur olasılığı sınırları dikkate alınmıştır

C. Küçük Numune Testi

Bu bağlamda, küçük numunenin, bir krank kolundan alınan numunelerden biri olarak değerlendirilir. Numunelerin dolgu yorulma mukavemetini temsil ettiğinden, bunlar dolguya yakın olarak alınmalıdır. Şekil 3.1'e bakınız.

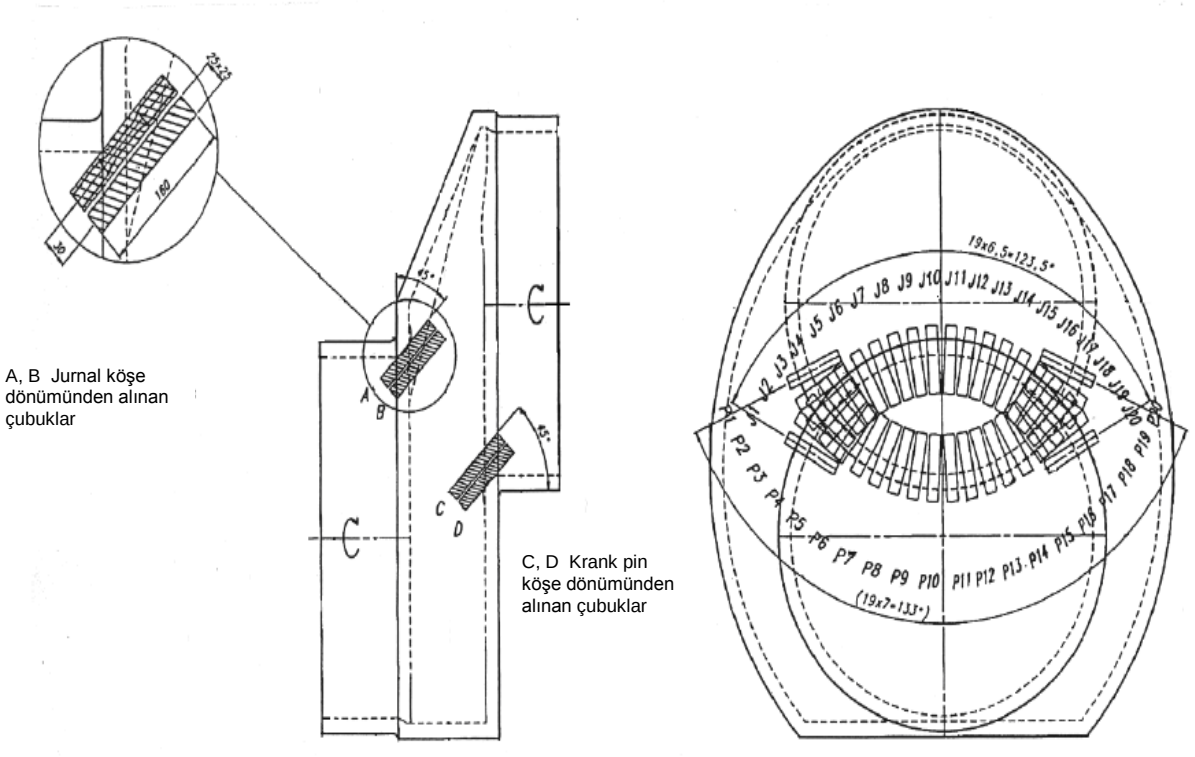
Numune testindeki ana gerilme doğrultusunun, tam boyutlu krank kolundakine eşdeğer olmasına dikkat edilmelidir. Sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak doğrulama yapılması önerilir.

Mekanik özelliklerin (statik) kalite control prosedürlerinde belirtilen şekilde belirlenecektir.



Standart sapmadaki emniyet seviyesi, tekrar testleri Için standart sapmaların, yorulma testi standart sapmasından elde edilen üst sınırın altında olmasını sağlamak için kullanılır. Şekilde (1 - α) 100 değişim için emniyet aralığının chi-kare dağılımı gösterilmektedir.

Şekil 2.2. Chi-kare dağılımı



Şekil 3.1. Bir krank kolunda numunenin alınma yerleri

1. Eğilme yorulma mukavemetinin belirlenmesi

Gerilme değişimi etkisi ile ilgili belirsizliklerin önlenmesi için çentiksiz numunelerin kullanılması önerilir. İtme-çekme test yöntemi (gerilme oranı R=-1) tercih edilir, ancak kritik düzlem kriteri açısından diğer gerilme ranları ve yöntemler de kullanılabilir.

İtme-çekme testindeki ana gerilme doğrultusunun, tam boyutlu krank kolunun ana gerilme doğrultusu ile çakışmasını sağlamak üzere (başka bilgi mevcut değilse) numune, Şekil 3.1'de görüldüğü üzere 45 derece açılı olarak alınacaktır.

A. Eğer testin amacı yüksek pürüzsüzlüğün etkisinin belgelendirilmesi ise, çevresel yönde yaklaşık olarak 120 derecedeki konumlardan alınan test örnekleri kullanılabilir. Şekil 3.1'e bakınız.

B. Eğer testin amacı sürekli tane akışlı (cgf) dövmenin etkisinin belgelendirilmesi ise, numuneler krank düzlemi yakını ile sınırlandırılmalıdır.

2. Burulma yorulma mukavemetinin belirlenmesi

A. Eğer numuneler burulma testine tabi tutulacaksa, örneklerin seçimi yukarıda eğilme için istenilenle aynıdır. Değerlendirmede gerilme değişimi etkisi dikkate alınmalıdır.

B. Eğer numuneler itme-çekme testine tabi tutulacaksa ve başka bir bilgi mevcut değilse, numune ile tam boyutlu krank kolunun ana gerilme doğrultularının çakıştırılması için, numune krank düzlemi ile 45 derece açı yapacak şekilde alınmalıdır. Numunenin dolgu boyunca krankşaftın orta düzleminden alınması halinde, burulma nedeniyle çatlak doğrultusunda yeniden örneklemeyi mümkün kılmak üzere, bu düzlem pin merkez noktası etrafında döner (sonuçlar uygun burulma değerlerine dönüştürülecektir).

3. Diğer test konumları

Eğer tstin amacı yorulma özelliklerini belirlemek is eve krankşaft cgf elde edilecek şekilde dövülmüşse, numuneler genelde mekanik testler için alınan numulerde olduğu gibi, şaftın uzun kısmından boyuna doğrultuda alınabilir. Burada, şaftın uzun kısmının krankşaftın bir parçası olarak ısıl işleme tati tutulmuş olması ve boyutun, krank şaft ile benzeri su verme özelliğini yansıtacak şekilde olması şarttır.

Uzun şaft kısmından elde edilen test sonuçlarını kullanırken, bu partçadaki tane akışının, krank dolgularını ne derecede temsil ettiği dikkate alınmalıdır.

4. Test sonuçlarının birbiriyle bağlantısı

Numunenin testinden elde edilen yorulma mukavemeti, uygun bir yöntemle tam boyutlu krankşaft yorulma mukavemetine dönüştürülecektir (boyut etkisi).

Bu bölümde belirtilen testlerden elde edilen eğilme yorulma özelliklerini kullanırken, diğer (non cgf) dövmelerle karşılaştırıldığında yüksek değerlerin elde edildiği sürekli tane akışlı (cgf) dövmenin, normal olarak burulma yorulma mukavemetini aynı derecede iyileştirmediği göz önüne alınmalıdır.

Bu gibi durumlarda, ya burulma testlerinin de yapılması veya burulma mukavemeti için daha ihtiyatlı değerlendirme yapılması (örneğin cgf hesaba katılmaksızın) önerilir. Bu yaklaşım, Gough Pollard kriterinin kullanılmasında uygulanır. Ancak, bu yaklaşım von Mise veya Findley gibi çok-eksenli bir kriterin kullanımında kabul edilmez.

Eğer bulunan eğilme ve burulma yorulmaları oranı √3'den önemli derecede farklı ise, von Mises kriteri yerine Gough Pollard kriterinin kullanılması değerlendirilmelidir. Ayrıca,kritik düzlem kriterleri kullanılırsa, cgf'nin yorulma mukavemeti yönünden malzemeyi homojen olmayan hale getireceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bunun anlamı, malzeme özelliklerinin düzlemin doğrultusu ile değişeceğidir.

Etki faktörlerinin ilavesi dikkatle yapılmalıdır. Örneğin, pürüzsüz çelik için belirli bir ilave dokümante edilmişse, cgf için K-faktörü ile birleştirilmesine gerek yoktur.

Pürüzsüz ve cgf olarak dövülmüş bir krankşafttan alınan örneklerle doğrudan test tercih edilir.

D. Tam Boyutlu Test

1. Hidrolik atınım

Bir krankşaftın, 3 veya 4 noktalı eğilme ve burulma testi için bir hidrolik test düzeneği kullanılabilir. Burada herhangibir R-oranıyla test mümkündür.

Testin başlangıcında, uygulanan yükün, düz şaft kısımında gerinim ölçer (strain gauge) ölçümü ile doğrulanması gerekli ise de, öçlüm sırasında yükü kontrol etmek için kullanılmasına gerek yoktur. Dolgu gerilmelerinin kontrolu için gerinim ölçer kullanımı uygun olur.

Ayrıca test düzeneği, Ek III (madde 3.1 - 3.3)'de tanımlanan sınır koşullarını da sağlaması önemlidir.

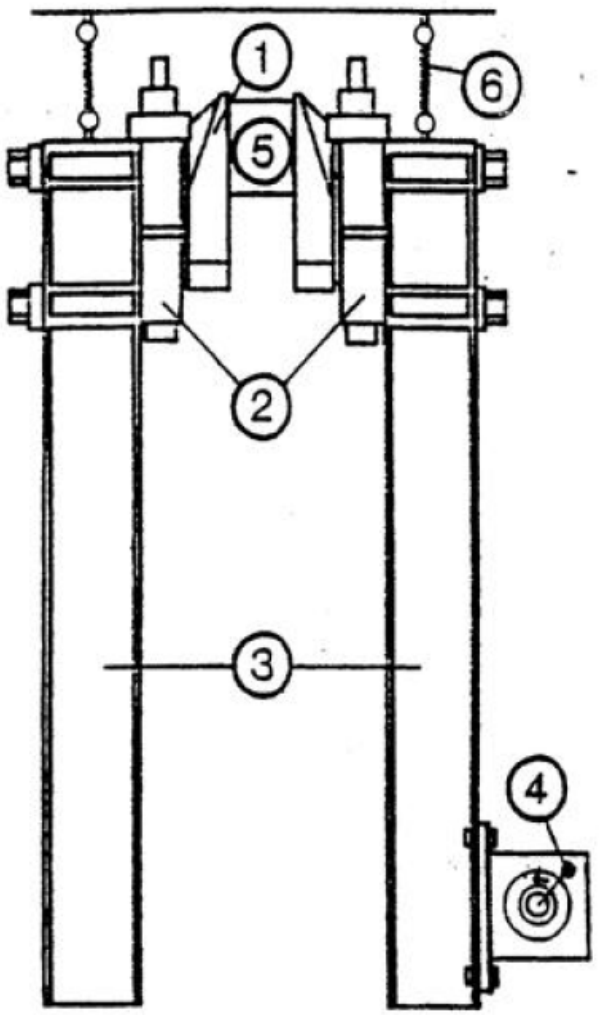
Mekanik özellikler (statik), kalite control prosedürlerinde belirtildiği şekilde belirlenecektir.

2. Rezonans testi

Eğilme yorulması test düzeneği normalde R= -1 oranı ile çalışır. Rezonansa yakın çalışma nedeniyle, enerji tüketimi orta derecededir. Ayrıca, frekans nisbeten yüksektir, yani 10^7 çevrime birkaç günde ulaşılabilir. Şekil 4.1'de test düzeneği yerleşimi gösterilmektedir.

Uygulanan yük, düz şaft kısımında gerinim ölçer (strain gauge) ölçümü ile doğrulanmalıdır. Dolgu gerilmelerinin kontrolu için gerinim ölçer kullanımı uygun olur.

Jurnalin bağlama donanımı, çenelerin kenarları altındaki kısma önemli aşınma hasarı vermesini önleyecek tarzda düzenlenmelidir. Jurnal dolguları ile çeneler arasında belirli bir mesafe varsa, yükleme 4 noktalı eğilmeden oluşur ve bu nedenle jurnal dolgusuna da temsil eder.



1 Krank kolu

2 Montaj elemanları

3 I kirişi

4 Hız kontrollü motorla balanssız tahrik

5 Yükü ayarlama ve izleme için gerinim ölçer (strain gauge)

6 Elastik bağlantı

Şekil 4.1 Eğilme yükü ile rezonans testi düzeneği örneği

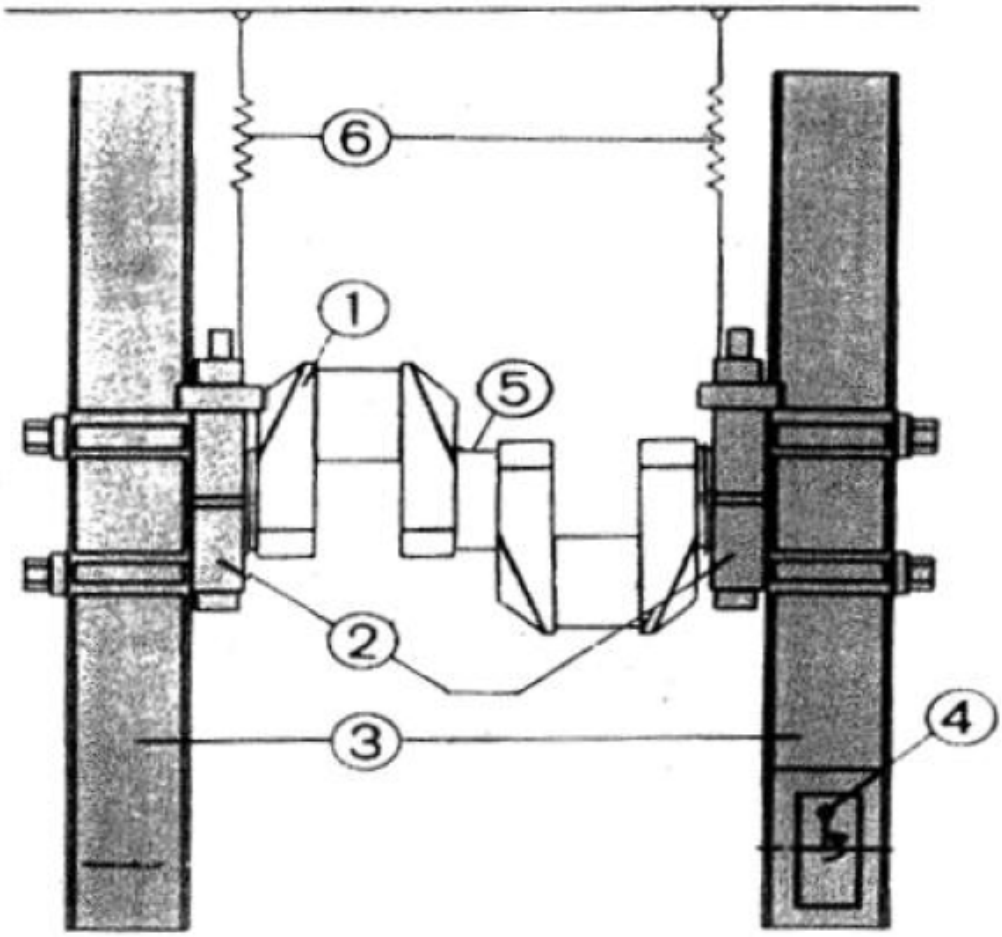
Bir makinada, krank pin dolguları normalde R oranı -1'in biraz üzerinde ve jurnal dolguları -1'in biraz altında çalışır. Gerekli görülürse, bir yay ön yüklemesi ile ortalama bir yükün uygulanması mümkündür (R=-1'den sapma).

Burulma yorulması için Şekil 4.2'de gösterilen bir test düzeneği yapılabilir. Bir krank kolunun burulmaya maruz kalması halinde, krank pinin bükülmesi jurnali yana doğru hareket ettirir. Bir burulma rezonans test düzeneğinde tek bir krank kolu test ediliyorsa, çene ağırlığı ile birlikte jurnaller şiddetle yanlara doğru titreşir.

Çene ile bağlı olan ağırlıkların bu yanal hareketi, özellikle kranklar yaklaşık olarak aynı doğrultuda ise, iki krank kolunun yerleşimi ile azaltılabilir. Ancak ortadaki jurnal daha fazla hareket eder.

Yanal hareketlerin bir miktar eğilme gerilmesine neden olması dolayısıyla, krank pinin düz kısmına da, test sonuçları üzerinde etkisi olabilecek olası eğilmenin ölçülmesi için, gerinim ölçerler konulmalıdır.

Benzer şekilde, eğilme durumu için de, düz şaft kısmında gerinim ölçerler vasıtasıyla, uygulanan yük doğrulanacaktır. Dolgu gerilmelerinin kontrolu için gerinim ölçer kullanımı uygun olur.



1	Krank kolu	4	Motor tahrikli ekzantrik ağırlık
2	Bağlantı çeneleri	5	Gerinim ölçer (strain gauge)
3	I kirişi	6	Elastik bağlantı

Şekil 4.2. Çift krank kolunun burulma yükü ile rezonans testi düzeneği örneği

3. Sonuçların kullanılması ve krankşaftın kabul edilebilirliği

Krankşafın kabulünde, test edilen eğilme ve burulma yorulma mukavemetinin sonuçlarının hesapla kombine edilmesi için (M 53.7'ye bakınız) aşağıdaki durumlarda Gough-Pollard yaklaşımı kullanılabilir:

Krank pin çapı ile ilgili olarak:

$$\sigma = \left(\sqrt{\left(\frac{\sigma_{BH}}{\sigma_{DWCT}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{BH}}{\tau_{DWCT}} \right)^2} \right)^{-1}$$

burada:

σ_{DWCT} eğilme testinden elde edilen yorulma mukavemeti

τ_{DWCT} burulma testinden elde edilen yorulma mukavemeti

Krank pin yağ deliği ile ilgili olarak:

$$\sigma = \left(\sqrt{\left(\frac{\sigma_{BO}}{\sigma_{DWOT}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{\tau O}}{\tau_{DWOT}} \right)^2} \right)^{-1}$$

burada:

σ_{DWOT} eğilme testinden elde edilen yorulma mukavemeti

τ_{DWOT} burulma testinden elde edilen yorulma mukavemeti

Jurnal çapı ile ilgili olarak:

$$\sigma = \left(\sqrt{\left(\frac{\sigma_{BG}}{\sigma_{DWJT}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{G}}{\tau_{DWJT}} \right)^2} \right)^{-1}$$

burada:

σ_{DWJT} eğilme testinden elde edilen yorulma mukavemeti

τ_{DWJT} burulma testinden elde edilen yorulma mukavemeti

Yüzey işlemi nedeniyle yorulma mukavemetindeki artışın yukarıdaki durumlarda aynı olduğu kabul edilen hallerde, yüzey işlemiminin dikkate alınmadığı hallerdeki hesaplara göre, sadece en kritik yerlerde test yapılması yeterlidir.

E. Benzer Krankşaftlar İçin Mevcut Sonuçların Kullanılması

Yüzey işlemi yapılmamış dolgular veya yağ delikleri için, aşağıdaki koşullarla, benzeri krankşaftlarda yapılan testlerle elde edilen yorulma özellikleri kullanılabilir:

- **Malzeme:**
  - Benzeri tip malzeme
  - Aynı veya daha yüksek düzeyde pürüzsüzlük
  - Aynı mekanik özellikler kabul edilebilir (sertleşebilme-boyut bağlantısı)
- **Geometri:**
  - Gerilme değişiminin boyut etkisindeki farkı önemsiz olmalı, aksi halde dikkate alınmalıdır.
  - Ana gerilme yönü eşdeğer olmalı. Bakınız madde C.
- **Üretim:**
  - Benzeri üretim yöntemi.

İndüksiyonla sertleştirilmiş veya gazlı nitrürlenmiş krankşaftlar, gerek yüzey gerekse öz kısmına geçiş bölgesinde yorulmaya karşı dayanım gösterirler. Tam boyutlu krankşaftların yorulma testleri ile belirlenen yüzey yorulma mukavemeti (yüzeyde yorulma başlangıçı oluşumu durumunda), test edilen krankşaftla aynı veya benzeri dizayna sahip krankşaftlar için kullanılabilir. Benzeri dizaynla, benzeri malzeme tipinin ve yüzey sertliğinin kullanıldığı ve dolgu yarıçapı ile sertleşme derinliğinin, test edilen krankşafta göre farkının ± 30 % arasında olduğu anlaşılmalıdır.

Geçiş bölgesindeki yorulma başlangıcı, ya yüzeyin altında, yani sert tabakanın altında, veya sertleşmenin sona erdiği yüzeyde olabilir. Öz kısmına geçişteki yorulma

mukavemeti, yorulma başlangıcının öz kısmına geçişte oluşması koşuluyla, yukarıda belirtilen yorulma testleriyle belirlenebilir. Sadece öz kısım malzemesi ile yapılan testler, geçiş bölgesinde çekme artık gerilmeleri bulunmadığından, temsili olamaz.

Son zamanlarda yapılan araştırmalarda aşağıda belirtilenler belirlenmiştir: başlangıç noktası olarak işlev gören bazı iç kusurların etrafında difüzyonla biriken hidrojen tutulması nedeniyle yüzey altı çatlak başlangıcı ile çok yüksek çevrimlerde yorulma sınırında azalmalar olabilir.

Bu durumlarda, 10^7'nin her on yıllık çevrim için yorulma sınırında belirli bir yüzde indirim yapılması uygun olacaktır. Yukitaka Murakami'nin "Metal Fatigue: Effects of Small Defects and Non-metallic Inclusions" yayınına göre, özellikle hidrojen miktarının yüksek olduğu hallerde, her on yıl başına % 5 indirim önerilir.

EK V

YÜZEY İŞLEMİNE TABİ TUTULMUŞ DOLGULARIN ve YAĞ DELİĞİ ÇIKIŞLARININ HESABI İLE İLGİLİ BİLGİLER

Sayfa

A. GİRİŞ ..... **A -** 22

B. YÜZEY İŞLEMLERİNİN TANIMI ..... **A -** 22

1. Yüzey işlemi yöntemleri

C. HESAPLAMA ESASLARI ..... **A -** 22

1. Lokal dolgu gerilmelerinin belirlenmesi

2. Yağ deliği gerilmelerinin belirlenmesi

3. Kabul kriterleri

D. İNDÜKSİYONLA SERTLEŞTİRME ..... **A -** 26

1. Lokal yorulma mukavemeti

E. NİTRÜRLEME ..... **A -** 28

1. Lokal yorulma mukavemeti

F. SOĞUK ŞEKİL VERME ..... **A -** 30

1. Bir bilya vasıtasıyla darbe ile sertleştirme

2. Soğuk haddeleme

A. Giriş

Bu Ek yüzey işlemine tabi tutulmuş dolgular ve yağ deliği çıkışları ile ilgilidir. Burada çeşitli yüzey işlemleri tanımlanmış ve hesaplama amacıyla bazı ampirik formüller verilmiştir. Hesaplama açısından emniyetli sahada kalmak amacıyla ihtiyatlı formüller uygulanmıştır.

Ölçümlerin ve varsa özgün bilgilerin kullanılmasına dikkat edilmelidir. Ancak, geniş dağılım durumunda (örneğin artık gerilmeler) hesaplamada emniyetli saha kalmak amacıyla, değerler aralığın en ucundan seçilmelidir.

B. Yüzey İşlemlerinin Tanımı

"Yüzey işlemi" terimi, yüzeyden öz kısmına kadar, - sertlik, kimyasal özellik veya artık gerilmeler gibi- malzeme özelliklerinde düzgünsüzlüklere neden olan, termal, kimyasal veya mekanik işlemleri kapsar.

1. Yüzey işlemi yöntemleri

Aşağıdaki listede olası işlem yöntemleri ve yorulma mukavemeti için belirleyici olan, özellikler üzerindeki etkileri verilmektedir.

Deniz tipi makinalar için sadece indüksiyonla sertleştirme, nitrürleme, soğuk haddeleme ve darbe ile toklaştırmanın dikkate alındığı, diğer yöntemlerin ve yukarıda belirtilenlerin ikili veya çoklu kombinasyonlarının incelenmediği göz önüne alınmalıdır. Ayrıca, kalıpta su verme de indüksiyonla sertleştirme ile benzer şekilde değerlendirilebilir.

Tablo 2.1 Yüzey işlemi yöntemleri ve etki ettiği özellikler

İşlem yöntemi	Etkileri
• İndüksiyonla sertleştirme	Sertlik ve artık gerilmeler
• Nitrürleme	Kimyasal özellik, sertlik ve artık gerilmeler
• Sementasyon	Kimyasal özellik, sertlik ve artık gerilmeler
• Kalıpta su verme (temperleme yok)	Sertlik ve artık gerilmeler
• Soğuk haddeleme	Artık gerilmeler
• Darbe ile sertleştirme	Artık gerilmeler
• Bilya ile yüzey sertleştirme	Artık gerilmeler
• Lazer ile yüzey sertleştirme	Artık gerilmeler
• Tane baskılama	Artık gerilmeler

C. Hesaplama Esasları

Ana prensip; değişken çalışma gerilmelerinin, ilerleyen çatlaklar görilmeksizin, local yorulma mukavemetinin (yüzey işlemi etkisi dahil) altında kalmasıdır, detaylar için F.1'e de bakınız. Daha sonra belirli bir emniyet faktörüne bölünür. Bu durum, tüm dolguya veya yağ deliği kenarlarına, işlemden etkilenen bölgenin altındaki bir derinliğe kadar yüzeyin altı da dahil olmak üzere (yani öz kısmına kadar olan derinliğe kadar) uygulanır..

Lokal yorulma mukavemeti değerlendirilirken, local sertliğin, artık gerilmenin ve ana çalışma gerilmesinin etkileri dahil edilecektir. Özellikle yüzey altı çatlağının başlangıcı açısından, "giga-çevrim etkisi", emniyet sınırı seçimi ile dikkate alınmalıdır.

Konsantre gerilme alanında sertleştirme/toklaştırma yayılımininın dikkate alınması hayati önem arzeder. Sertleştirme/toklaştırmanın sona erdiği geçişlerde, önemli artık çekme gerilmeleri bulunması olasıdır.

Bu durum bir "zayıf nokta" oluşturur ve yüksek gerilmeli bir alanla çakışması önemlidir.

Tüm gerilme yığılması alanında ve işlemin derinliğinin yaklaşık 1,2 katı derinliğe kadar bölgede değişken ve ortalama çalışma gerilmeleri bilinmelidir. Aşağıdaki şekilde, indüksiyonla sertleştirme durumu için bu prensibi gösterir. Yatay eksen dolgu kenarının derinliği (yüzeye dik) veya yüzey boyunca alınır.

Kabul kriteri, yüzeyden öz kısmına ve dolgu yüzeyi boyunca oluşan maksimum gerilme yığılması noktasından gövdeye doğru kademeli olarak uygulanmalıdır.

1. Lokal dolgu gerilmelerinin belirlenmesi

Dolgu kenarları boyunca ve sertleştirilmiş tabakanın bir miktar altına kadar olan derinlikteki yüzey altındaki gerilmelerin bilinmesi gereklidir. Normalde bu gerilmeler, Ek III'de belirtilen şekilde FEA vasıtasıyla bulunacaktır. Ancak, yüzey altı bölgesindeki eleman boyutu ile yüzeydeki boyut aynı olmalıdır. Sadece krank pin sertleştirilmesi için küçük eleman boyutu, sert tabakanın yüzeyi boyunca devam etmelidir.

Eğer FEA yapılmazsa, sadeleştirilmiş bir yaklaşım kullanılabilir. Eğer uygulama aralığında ise ve bağıl gerilme değişimi dolgu yarıçapı ile ters orantılı ise, Bölüm 2 madde D.3'de (UR M53) belirtilen ampirik olarak hesaplanan gerilme yığılması faktörleri (SCFs) esas alınabilir.

Eğilme ve burulma gerilmeleri ayrı ayrı ele alınmalıdır. Bunların kombinasyonları, kabul edilebilirlik kriteri ile incelenir.

Minimum sertleştirme derinlikli yüzey altı geçiş bölgesi gerilmeleri, dolgu yüzeyine dik eksen boyunca local gerilme konsantrasyonu faktörleri vasıtasıyla hesaplanabilir. Bu $\alpha_{B\text{-local}}$ *ve* $\alpha_{T\text{-local}}$ fonksiyonları, farklı gerilme dağılımları nedeniyle farklı formlara sahiptir.

α_B ve α_T SCF'leri yüzeyde geçerlidir. Lokal $\alpha_{B\text{-local}}$ ve $\alpha_{T\text{-local}}$ derinlik arttıkça düşer. Yüzeydeki bağıl gerilme dağılımları, gerilme arttırıcılarının cinsine bağlıdır, ancak krank pin dolguları için , eğilmede $2/R_H$ ve burulmada $1/R_H$ olarak sadeleştirilebilir.

Jurnal dolguları benzer şekilde R_G ve D_G kullanılarak ele alınır. Nominal gerilmelerin, eğilme için yüzeyden, krank pin dolgusu ile jurnal dolgusu arasındaki veb'in orta noktasına kadar ve burulma için krank pin veya jurnal merkezine kadar lineer Kabul edilir.

Lokal SCF'ler, eğilme için Şekil 3.2'de görüldüğü gibi 3.1 eşitliğine göre ve burulma için Şekil 3.3'de görüldüğü gibi 3.2 eşitliğine göre t derinliğinin fonksiyonlarıdır.

$$\alpha_{B-local} = (\alpha_B - 1)\cdot e^{\frac{-2\cdot t}{R_H}} + 1 - \left(\frac{2\cdot t}{\sqrt{W^2+S^2}}\right)^{\frac{0.6}{\sqrt{\alpha_B}}} \qquad \textbf{(3.1)}$$

$$\alpha_{T-local} = (\alpha_T - 1)\cdot e^{\frac{-t}{R_H}} + 1 - \left(\frac{2\cdot t}{D}\right)^{\frac{1}{\sqrt{\alpha_T}}} \qquad \textbf{(3.2)}$$

Eğer pin sadece sertleştirilmiş ise ve sertleştirilmiş bölgenin sonu, maksimum sertleştirme derinliğinin 3 katından daha yakın ise, geçiş bölgesindeki fiili gerilmelerin belirlenmesi için FEA kullanılmalıdır.

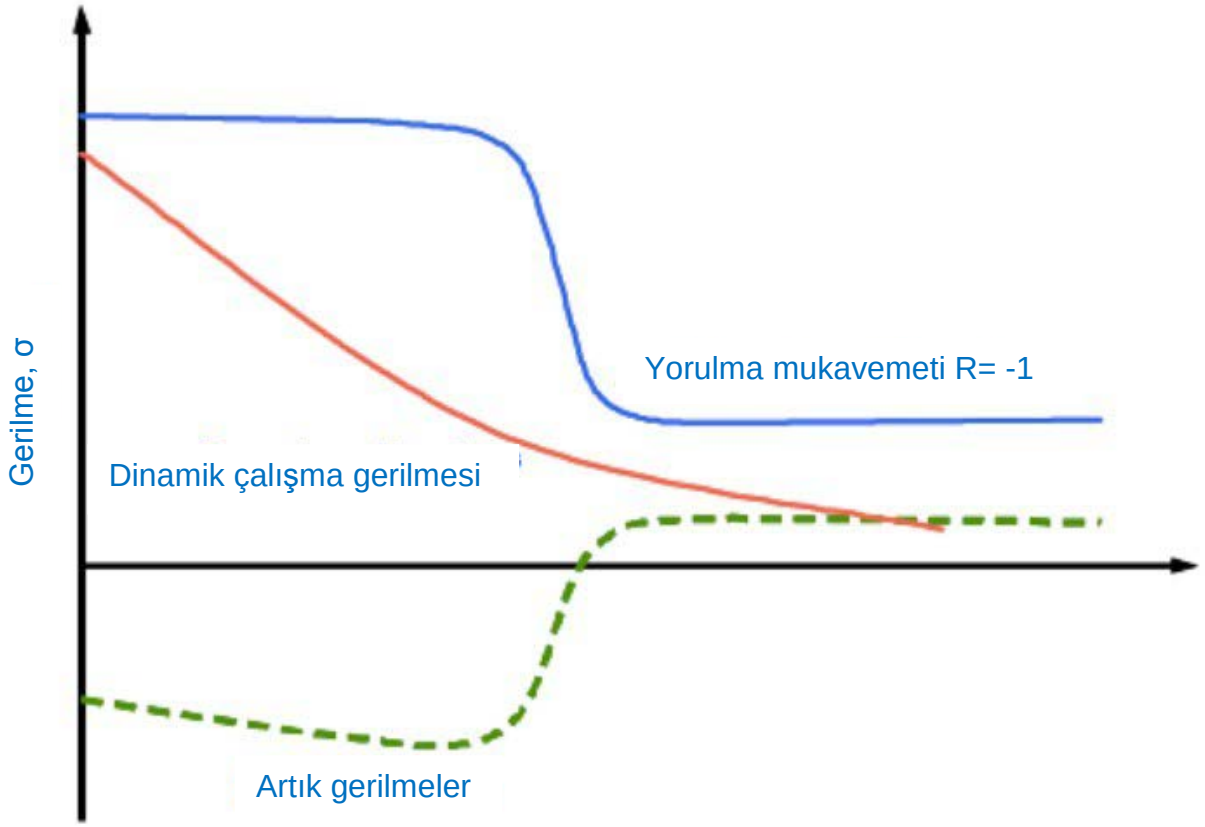
2. Yağ deliği gerilmelerinin belirlenmesi

Yağ deliğindeki gerilmeler de FEA ile belirlenebilir.

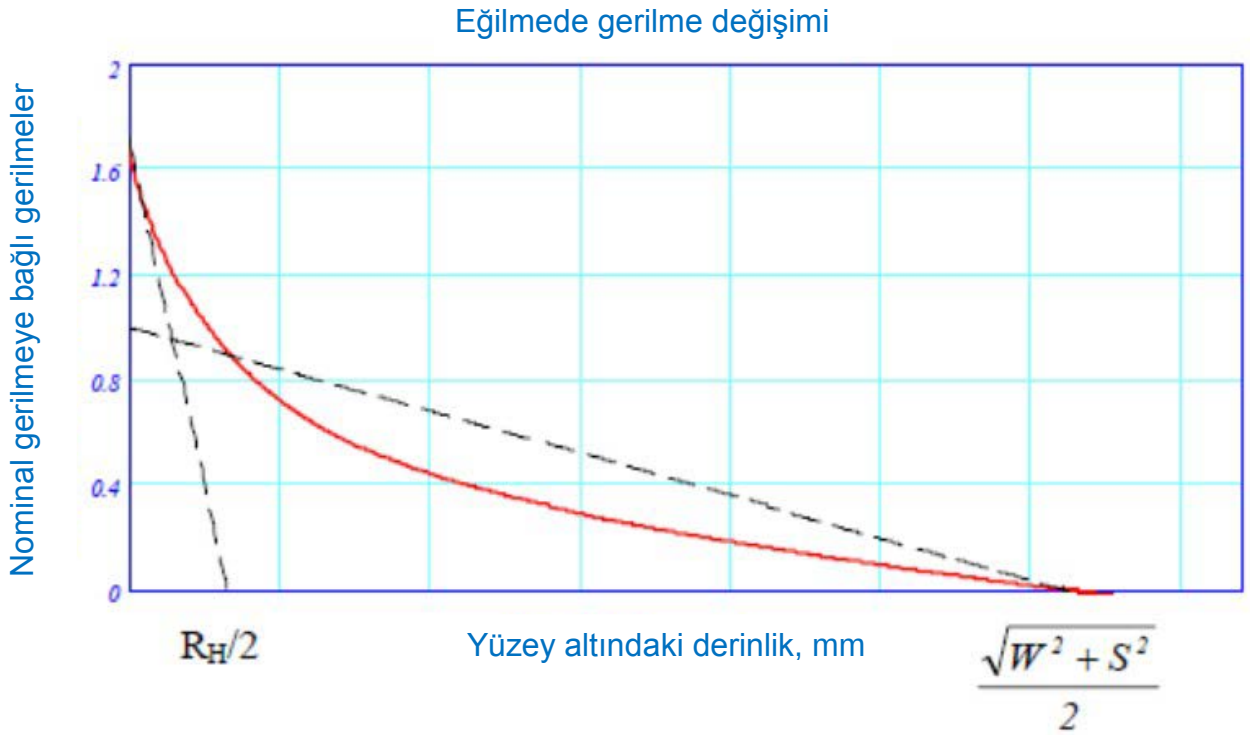
Eleman boyutu D_0 yağ deliği çapının 1/8'inden az ve eleman ağ kalitesi kriterleri Ek III'deki gibi olmalıdır. Eleman ağı, sertleştirme derinliğine karşılık gelen radyal derinliğin yeterince ötesine kadar devam etmelidir.

FEA'nde uygulanacak yükler döndürme moment – Ek III madde 3.1'e bakınız- ve Ek III madde 3.2'de belirtilen 4 noktalı eğilmedeki eğilme momentidir.

Eğer FEA yapılmazsa, sadeleştirilmiş bir yaklaşım kullanılabilir. Eğer uygulama aralığında ise, Bölüm 2 madde D.3'de (UR M53) belirtilen ampirik olarak hesaplanan gerilme yığılması faktörleri (SCFs) esas alınabilir. Pik gerilmelerin olduğu noktadaki eğilme ve burulma gerilmeleri, Bölüm 2 madde D.5'deki (UR M53) gibi birleştirilir.



Şekil 3.1. Derinliğin fonksiyonu olan gerilmeler, genel prensipler



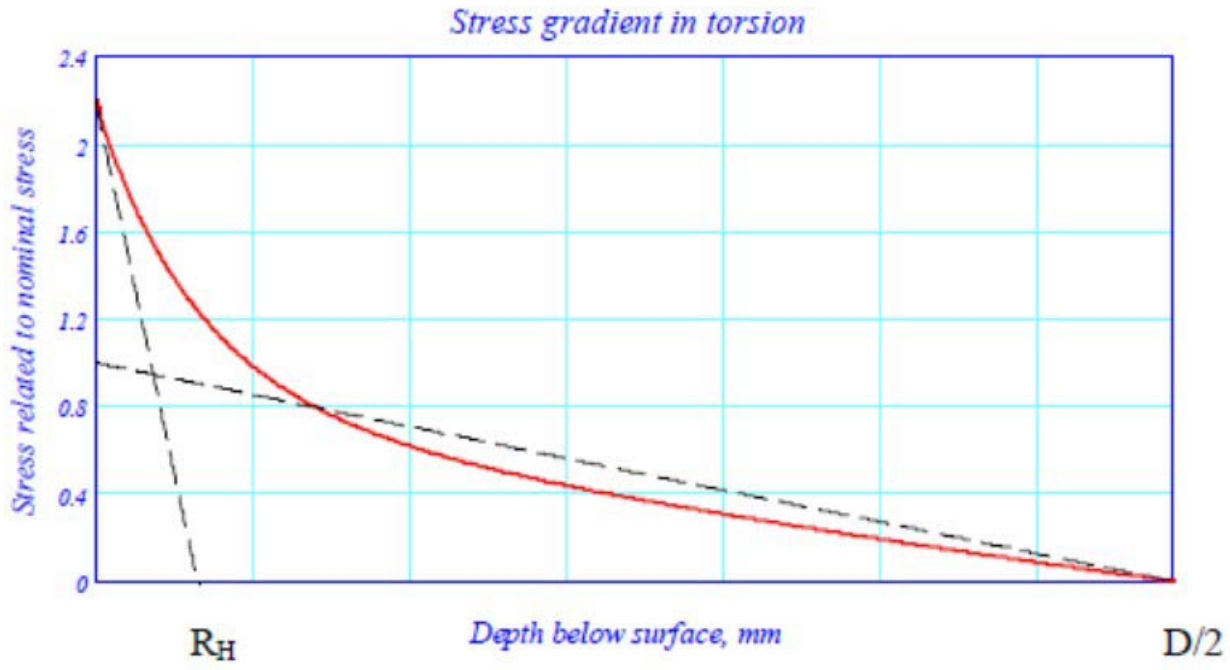
Şekil 3.2. Krank pin'de derinliğin fonksiyonu olan eğilme SCF'leri. Jurnal dolgusu için ilgili SCF, R_H yerine R_G konularak bulunabilir

Şekil 3.4'de sert ve yumuşak malzeme arasındaki geçiş bölgesinde sertlikte lokal düşmeyi göstermektedir. Bu düşme, QT yöntemindeki su vermeden sonraki temperleme sıcaklığına da bağlıdır.

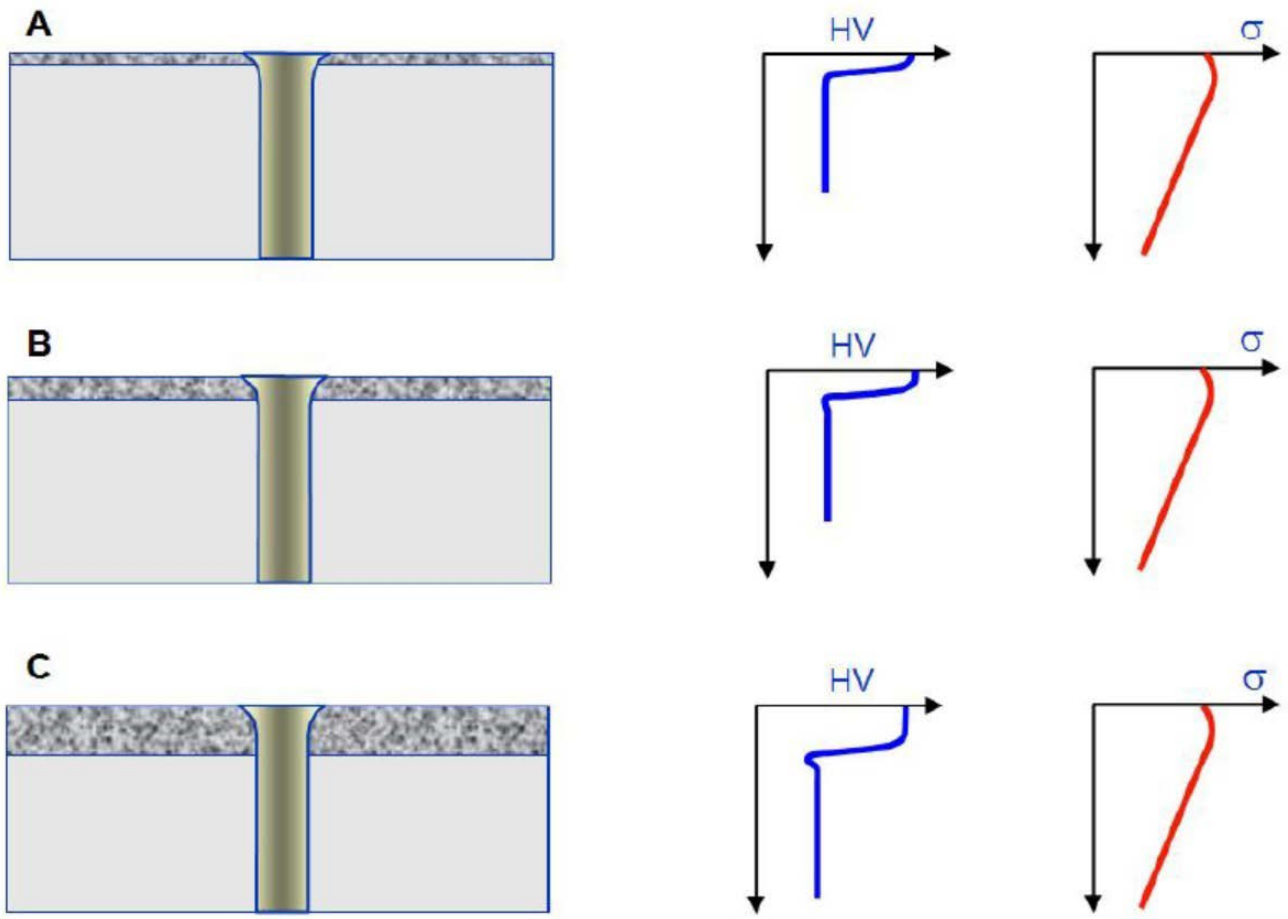
Delikteki pik gerilme köşe yuvarlatması sonunda oluşur. Bu bölge içinde gerilme, pin'in merkezine doğru lineer olarak düşer. Şekil 3.4'de görüleceği üzere, sınırlı (A) ve orta (B) sertleştirmede, geçiş noktası yaklaşık olarak maksimum gerilme noktası ile çakışır. Derin sertleştirmede, geçiş noktası pik gerilme noktasının dışına çıkar ve local gerilme, tH sertleştirme derinliği olmak üzere, pik gerilmenin (1-2*tH/D*)'lik kısmı olarak hesaplanabilir.

Yüzey altı geçiş bölgesi gerilmeleri (minimum sertleştirme derinliği kullanılarak), yağ deliği yüzeyine dik eksen boyunca local gerilme konsantrasyonu faktörleri vasıtasıyla hesaplanabilir. Bu $\gamma_{B\text{-local}}$ ve $\gamma_{T\text{-local}}$ fonksiyonları, farklı gerilme dağılımları nedeniyle farklı formlara sahiptir

γ_B ve γ_T SCF'leri yüzeyde geçerlidir. Lokal $\gamma_{B\text{-local}}$ ve $\gamma_{T\text{-local}}$ derinlik arttıkça düşer. Yüzeydeki bağıl gerilme dağılımları, gerilme arttırıcılarının cinsine bağlıdır, ancak krank pin yağ delikleri için , eğilmede $4/D_o$ ve burulmada $2/D_o$ olarak sadeleştirilebilir. Lokal SCF'ler t derinliğinin fonksiyonudur.



Şekil 3.3. Krank pin dolgusunda derinliğin fonksiyonu olan burulma SCF'leri. Jurnal dolgusu için ilgili SCF, R_H yerine R_G ve D yerine D_G konularak bulunabilir



Şekil 3.4. İndüksiyonla sertleştirilmiş yağ deliklerinde gerilmeler ve sertlik

$$\gamma_{B-local} = (\gamma_B - 1) \cdot e^{\frac{-4 \cdot t}{D_0}} + 1 \qquad \textbf{(3.3)}$$

$$\gamma_{B-local} = (\gamma_T - 1) \cdot e^{\frac{-2 \cdot t}{D_0}} + 1 \qquad \textbf{(3.4)}$$

3. Kabul kriterleri

Krankşaftların kabulunde yorulma değerlendirmeleri esas alınır, Bölüm 2 madde D, yağ deliği çıkışı, krank pin dolguları ve jurnal dolguları için Q ≥ 1,15 kabul edilebilirlik faktörü ile eşdeğer değişken gerilme ile yorulma mukavemeti oranını karşılaştırır. Bu kriter, yüzeyin veya geçiş bölgesinin incelenmesine bakılmaksızın yüzey işlemine tabi tutulan alanlara da uygulanır.

D. İndüksiyonla Sertleştirme

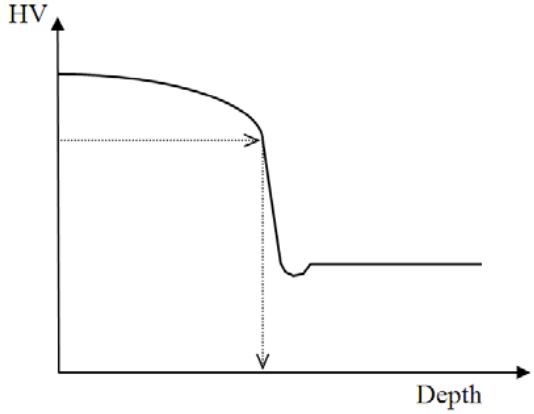
Genelde, sertlik özellikleri, yüzey sertlik aralığı, yani, minimum ve maksimum değerler, dolgunun içinde ve boyunda minimum ve maksimum uzanım ve dolgu hattı boyunca minimum ve maksimum derinlik belirtilecektir. Atıfta bulunulan Vickers sertliği **HV0.5...HV5** olduğu kabul edilir.

İndüksiyonla sertleştirme derinliği, sertliğin, verilen minimum yüzey sertliğinin % 80'i olduğu derinlik olarak tanımlanır.

Sadece krank pin veya jurnal sertleştirilmesinde, Şekil 4.2'de gösterilen ısıdan etkilenen bölgedeki çekme gerilmesi nedeniyle, dolguya olan minimum mesafe belirtilecektir.

Eğer sertlik- derinlik profile ve artık gerilmeler bilinmiyorsa veya verilmediyse, aşağıda belirtilenler kabul edilebilir :

- Sertlik profili iki tabakadan oluşur (Şekil 4.1'e bakınız) :
    - Yüzeyden geçiş bölgesine kadar sabit sertlik



Şekil 4.1. Derinliğin fonksiyonu olarak tipik sertlik. Oklar tanımlanan sertlik derinliğini gösterir. Öz kısmına geçişte potansiyel sertlik düşümüne dikkat edilmelidir. Bu durum local mukavemeti azaltan ve artık çekme gerilmeleri meydana getirebilen zayıf bir nokta olabilir.

    - Geçiş bölgesinden öz malzemeye kadar olan sabit sertlik

- Sert bölgede 200 MPa'lık (bası) artık gerilme
- Lokal sertlik düşümünden kaçınılmadıkça, geçiş bölgesi sertliği, öz sertliğinin % 90'I
- Geçiş bölgesinde 300 MPa'lık maksimum artık çekme gerilmeleri (von Mises).

Eğer krank pin veya jurnal sertleştirmesi, dolguya yakın sonlanıyorsa, artık çekme gerilmelerinin etkisi dikkate alınmalıdır. Eğer sertleştirme bitimi ile dolgunun başlangıcı arasındaki minimum mesafe, maksimum sertleştirme derinliğinin 3 katından fazla ise, etki dikkate alınmayabilir.

1. Lokal yorulma mukavemeti

İndüksiyonla sertleştirilmiş krankşaftlar, gerek yüzeyde gerekse öz'e geçiş bölgesinde yorulmaya dayanımlı olacaktır. Yüzeyde ve geçiş bölgesinde yorulma mukavemeti, Ek IV'de tanımlanan tam boyutlu krankşaftın yorulma testi ile belirlenebilir. Geçiş bölgesinde, yorulmanın başlangıcı ya yüzeyin altında (yani sert tabakanın altında) ya da sertleştirmenin sona erdiği yüzeyde olabilir.

Sadece öz malzemede yapılan testler, geçiş bölgesinde, artık çekme gerilmeleri görülmeyeceğinden, temsili olamaz.

Alternatif olarak, HV yüzey Vickers sertliği olmak üzere, yüzey yorulma mukavemeti, aşağıdaki şekilde ampirik olarak hesaplanabilir. 4.1 eşitliğinde, yorulma gerilmesinin artık gerilme etkisinin dahil edildiği kabuluyle, emniyetli değer verir. Sonuç değeri, R= -1 çalışma gerilmesi oranı için geçerlidir:

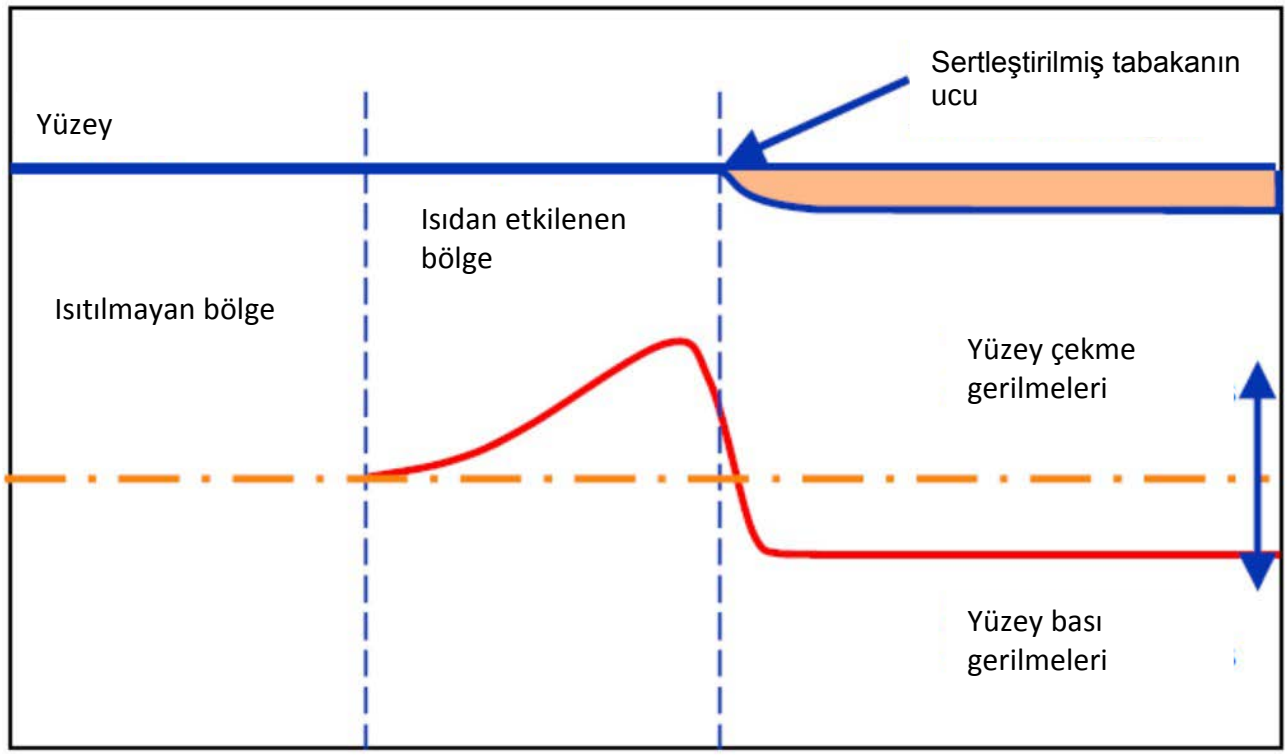
$$\sigma_{\mathrm{Fsurface}} = 400 + 0.5 \cdot (\mathrm{HV} - 400) \quad [\mathrm{MPa}] \qquad \textbf{(4.1)}$$

İndüksiyonla sertleştirilmiş çeliklerin ortalama gerilme etkisinin, QT çeliklerininkine göre önemli oranda yüksek olduğu göz önünde tutulmalıdır.

Olası local sertlik düşümü dikkate alınmaksızın, geçiş bölgesindeki yorulma mukavemeti, UR M53.6'daki eşitlikten hesaplanacaktır.

Jurnal ve krank pin dolgusu için aşağıda verilen uygulanır:

$$\sigma_{\mathrm{Ftransition,cpin}} = \pm K \cdot (0.42 \cdot \sigma_{\mathrm{B}} + 39{,}3) \cdot \left[0.264 + 1.073 \cdot \mathrm{Y}^{-0.2} + \frac{785 - \sigma_{\mathrm{B}}}{4900} + \frac{196}{\sigma_{\mathrm{B}}} \cdot \sqrt{\frac{1}{\mathrm{X}}} \right] \qquad \textbf{(4.2)}$$



Şekil 4.2. Pin'in ve dolgunun yüzeyi boyunca artık gerilmeler

Burada :

$Y = D_G$ ve $X = R_G$ jurnal dolgusu için

$Y = D$ ve $X = R_H$ krank pin dolgusu için

$Y = D$ ve $X = D_o/2$ yağ deliği dolgusu için

4.2 formülüne artık gerilmenin etkisi dahil edilmemiştir. Sert tabakanın altında, yüzey altı yorulmasının belirlenmesinde, yukarıda hesaplanan değerin % 20 azaltılması suretiyle, artık çekme gerilmelerinin olumsuz etkisi dikkate alınmalıdır. Bu % 20'de artık çekme gerilmesi 300 MPa olan su verilmiş ve temperlenmiş alaşımlı çeliğin ortalama gerilme etkisi esas alınmıştır.

Artık gerilmelerin daha düşük değerde olduğu biliniyorsa daha küçük bir azaltma yapılabilir. Düşük mukavemetli çelikler için seçilen yüzde daha büyük olmalıdır.

Sertleştirilmiş bölgenin sonu yakınındaki – yani Şekil 4.2'deki ısıdan etkilenen bölge- yüzey yorulmasının belirlenmesinde, artık çekme gerilmelerinin etkisi, yukarıdaki formülden hesaplanan değerden Tablo 4.1'e göre belirli bir yüzde azaltarak hesaba katılabilir.

E. Nitrürleme

Sertlik özellikleri, yüzey sertlik aralığı (minimum ve maksimum), minimum ve maksimum derinlik belirtilecektir. Sadece gazlı nitrürleme dikkate alınıacaktır. Atıfta bulunulan Vickers sertliği **HV0.5** olduğu kabul edilir.

Sertleştirme derinliği çeşitli standartlarda ve yayınlarda farklı şekilde tanımlanır. Bu bağlamda kullanılacak en uygun yöntem, nitrürleme derinliği tN'nin, öz sertliğinin 50 HV üzerindeki sertlik derinliği olarak tanımlanmasıdır. .

Sertleştirme profile öz'e kadar belirlenmelidir. Eğer bilinmiyorsa, aşağıdaki ampirik formüle göre hesaplanabilir:

$$HV(t) = HV_{core} + (HV_{surface} - HV_{core}) \cdot \left(\frac{50}{HV_{surface} - HV_{core}} \right)^{\left(\frac{t}{t_N}\right)^2}$$

(5.1)

Burada:

t	=	Lokal derinlik
HV(t)	=	t derinliğindeki sertlik
HVcore	=	öz kısım sertliği (minimum)
HVsurface	=	yüzey sertliği (minimum)
tN	=	yukarıda tanımlanan nitrürleme derinliği (minimum)

1. Lokal yorulma mukavemeti

Nitrürlenmiş krankşaftlarda, yorulma ya yüzeyde veya öz kısmına geçiş bölgesinde oluşur. Bu nedenle yorulma mukavemeti Ek IV'de tanımlanan testlerle belirlenebilir.

Alternatif olarak, yüzey yorulma mukavemeti (ana gerilme) ampirik ve emniyetli olarak aşağıdaki şekilde belirlenebilir. Bu formül 600 HV veya daha yüksek yüzey sertliği için geçerlidir

$\sigma_{Fsurface}$ = 450 MPa **(5.2)**

Bu yorulma mukavemetine, artık yüzey gerilme etkisinin dahil edildiği kabul edilir ve R= -1 çalışma gerilmesi oranı için geçerlidir.

Geçiş bölgesindeki yorulma mukavemeti, UR M53.6'daki eşitlikten hesaplanabilir.

Krank pin ve jurnal için aşağıda verilen uygulanır:

$$\sigma_{\text{Ftransition,cin}} = \pm K \cdot (0.42 \cdot \sigma_B + 39{,}3) \cdot \left[0.264 + 1.073 \cdot Y^{-0.2} + \frac{785 - \sigma_B}{4900} + \frac{196}{\sigma_B} \cdot \sqrt{\frac{1}{X}} \right] \quad \textbf{(5.3)}$$

Burada:

Y = D_G ve X = R_G jurnal dolgusu için

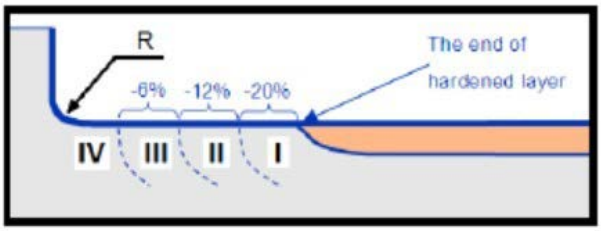
Y = D ve X = R_H krank pin dolgusu için

Y = D ve X = D_o/2 yağ deliği dolgusu için

Bu yorulma mukavemetine, artık gerilmelerin etkisinin dahil edilmediği kabul edilmiştir.

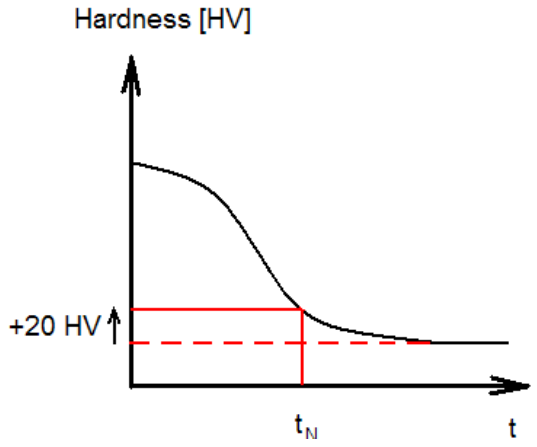
Tablo 4.1. Sertleştirmenin sonundan dolguya doğru belirli bir mesafede artık çekme gerilmelerinin etkisi

I.	Maksimum sertleştirme derinliğinin 0 - 1.0'İ	20%
II.	Maksimum sertleştirme derinliğinin 1.0 - 2.0'si	12%
III.	Maksimum sertleştirme derinliğinin 2.0 - 3.0'ü	6%
IV.	Maksimum sertleştirme derinliğinin 3.0 ve üstü	0%



İndüksiyonla sertleştirmenin tersine nitrürlenmiş bileşenlerin belirgin öz'e geçişi bulunmaz. Yüzeyde artık bası gerilmeleri yüksek ise de, sınırlı olan derinlik nedeniyle, özdeki dengeleyici çekme gerilmeleri orta derecededir. Yüzey altı yorulmasının analizinde, geçiş bölgesinde ve bu bölgenin altında, nitrürleme sertliği profilinin düzgün hatları doğrultusunda, artık çekme gerilmelerinin olumsuz etkisi dikkate alınmayabilir.

İlke olarak, hesaplamanın tüm sertlik profile boyunca yapılması gerektiği halde, bu hesaplama yüzeyin ve yapay bir geçiş noktasının incelenmesi ile sınırlandırılabilir. Bu yapay geçiş noktası, local sertliğin öz sertliğinin yaklaşık olarak 20 HV üzerinde olduğu derinlik olarak alınabilir. Bu durumda, öz malzemenin özellikleri kullanılmalıdır. Bunun anlamı, geçişten öz bölgesine kadar olan gerilmelerin daha önce belirtilen local SCF formülünün t=1,2tN alınarak kullanılması vasıtasıyla hesaplanabileceğidir.



Şekil 5.1. Yapay geçiş noktasının derinlik yönündeki konumu ile ilgili skeç

F. Soğuk Şekil Verme

Dolguları darbe ile sertleştirmesinin veya soğuk haddelenmesinin avantajı, artık bası gerilmelerinin yüksek-yüklü alanda oluşmasıdır. Yüzey artık gerilmelerinin X-ışını kırınımı tekniği vasıtasıyla ve yüzey altı artık gerilmelerinin nötron kırınımı vasıtasıyla hesaplanabilmesine rağmen, uygun ve yeterli bağıntı formüllerinin bulunmaması nedeniyle lokal yorulma mukavemeti değerlendirilemez.

Bu nedenle, yorulma mukavemeti yorulma testleri ile belirlenmelidir, Ek IV'e de bakınız.

Bu testler, normalde, R=-1 çalışma gerilmesi oranıyla, 4 noktalı eğilme olarak yapılır. Testlerin sonuçlarına göre, eğilme yorulma mukavemeti – kusurun cinsine bağlı olarak başlayan yüzeysel veya yüzey altı – hesaplanabilir ve dolguya uygulanan eğilme bakımından temsili yorulma mukavemeti olarak ifade edilebilir.

Eğilme ile karşılaştırıldığında, dolgudaki burulma yorulma mukavemeti $\sqrt{3}$ oranından (von Mises kriterinde kullanılan) önemli ölçüde farklılık gösterir. Eğilmede yüzey altı yorulmayı önlemeye yeterli olan şekil vermeden etkilenen derinlikte, yüzey altı burulma yorulması mevcuttur. Eğilme ve burulma arasındaki farkın olası diğer nedeni, yüksek gerilmeli alanın büyüklüğü olabilir.

Ana malzemenin (alaşımlı Q+T) benzer tipte olması ve şekil vermenin, yüzeyde ve derinlik boyunca benzeri artık bası gerilmesi elde edilecek şekilde yapılması koşuluyla, tam boyutlu bir krank testinden elde edilen sonuçlar diğer krank boyutları için kullanılabilir. Bunun anlamı, soğuk şekil vermenin kapsamı ve derinliğinin dolgu yarıçapı ile orantılı olmasıdır.

1. Bir bilya vasıtasıyla darbe ile sertleştirme

Elde edilen yorulma mukavemeti, tam boyutlu krank testleri veya emniyetli sahada kullanılan ampirik yöntemlerle kanıtlanabilir. Eğer hem eğilme ve hem de burulma yorulma mukavemeti inceleniyorsa ve $\sqrt{3}$ oranından farklı iseler, von Mises kriteri uygulanmamalıdır.

Eğer sadece eğilme yorulma mukavemeti incelenmişse, burulma yorulma mukavemeti emniyetli olarak hesaplanmalıdır. Eğer eğilme yorulma mukavemeti, darbe ile sertleştirilmemiş malzemenin yorulma mukavemetinin % x üzerinde belirlenmişse, burulma yorulma mukavemetinin, darbe ile sertleştirilmemiş malzemeninkinin % 2/3 x'inden daha fazla olmayacağı kabul edilir.

Darbe ile sertleştirmenin bir sonucu olarak, maksimum artık bası gerilmesinin yüzey altı alanda bulunur. Bu nedenle, yorulma testi yüküne ve gerilme dağılımına bağlı

olarak, yüzeydeki local yorulma mukavemetine oranla, yüzeyde daha büyük çalışma gerilmelerinin bulunması mümkündür. Bu olgu nedeniyle, diğer yük çevrimlerinde ilerleme göstermeyen ve/veya artık bası gerilmesi profili nedeniyle test yükünün bir miktar artması sonucu, yorulma testinde küçük çatlaklar görülebilir. Basitçe açıklamak gerekirse, yüzey altındaki artık bası gerilmeleri, küçük yüzeysel çatlakları önler.

Bu durum Şekil 6.1'de 2 azalan yükü olarak gösterilmiştir.

Tam boyutlu krankşaftların yorulma testinde bu "kılcal çatlaklar" hasar çatlağı olarak addedilmemelidir. Teknik olarak, hasarlanmaya ve testin durdurulmasına neden olan yorulma çatlağı, hasarlanma yükü seviyesinin belirlenmesi olarak değerlendirilmelidir. Bu durum indüksiyonda sertleştirilmiş dolguların darbe ile sertleştirilmesine de uygulanır.

İndüksiyonla sertleştirilmiş dolguların yorulma mukavemetinin iyileştirilmesi için, gerekli yüzey sertliği için indüksiyonla sertleştirme ve temperlemeden sonra, krankşaft dolgularına darbe ile sertleştirme işleminin uygulanması mümkündür. Eğer bu işlem yapılırsa, darbe ile sertleştirme kuvvetinin, ana malzemenin çekme mukavemetine değil, yüzey tabakasının sertliğine uygulanması gerekli olabilir. İndüksiyonla ve darbe ile sertleştirilmenin, dolguların yorulma mukavemetine etkileri tam boyutlu krankşaft testleri ile hesaplanacaktır.

1.1 Benzer krankşaftlar için mevcut sonuçların kullanılması

Aşağıda belirtilen tüm kriterlerin sağlanması şartıyla, darbe ile sertleştirme uygulanarak elde edilen yorulma mukavemeti artışı, benzeri krankşaftlar için de kullanılabilir:

- Dolgu yarıçapına oranla bilya boyutu, test edilen krankşaftla karşılaştırıldığında ±10% içinde kalmalı
- Darbe ile sertleştirme, asgari olarak, aynı çevresel dağınım göstermeli
- Dolgu yarıçapına göre dolgunun açısal uzanımı, test edilen krankşaftla karşılaştırıldığında ±15% içinde kalmalı ve makinanın çalışması sırasında gerilme yığılmasını karşılayacak şekilde düzenlenmeli
- Benzeri ana malzeme, örneğin, alaşımlı su verilmiş ve temperlenmiş, olmalı
- Bilya beslemesinin yarıçapa göre aynı oranda olmalı
- Bilyaya uygulanan kuvvet, ana malzeme sertliği ile (farklı ise) orantılı olmalı
- Bilyaya uygulanan kuvvet, bilya yarıçapının karekökü ile orantılı olmalı.

2. Soğuk haddeleme

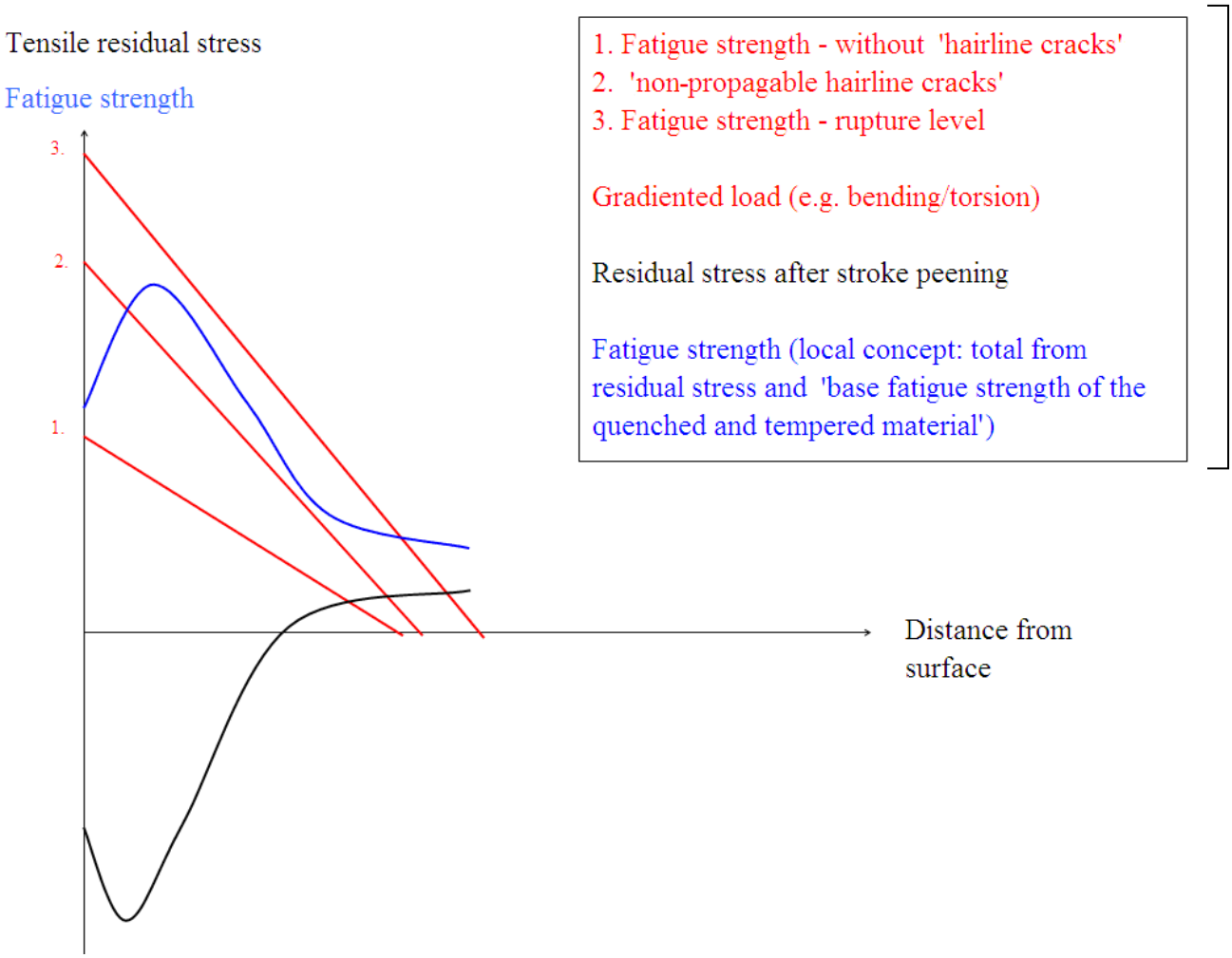
Yorulma mukavemeti, tam boyutlu krank testleri veya emniyetli sahada kullanılan ampirik yöntemlerle elde edilebilir. Eğer hem eğilme ve hem de burulma yorulma mukavemeti inceleniyorsa ve $\sqrt{3}$ oranından farklı iseler, von Mises kriteri uygulanmamalıdır.

Eğer sadece eğilme yorulma mukavemeti incelenmişse, burulma yorulma mukavemeti emniyetli olarak hesaplanmalıdır. Eğer eğilme yorulma mukavemeti, haddelenmemiş malzemenin yorulma mukavemetinin % x üzerinde belirlenmişse, burulma yorulma mukavemetinin, haddelenmemiş malzemeninkinin % 2/3 x'inden daha fazla olmayacağı kabul edilir.

2.1. Benzer krankşaftlar için mevcut sonuçların kullanılması

Aşağıda belirtilen tüm kriterlerin sağlanması şartıyla, soğuk haddeleme uygulanarak elde edilen yorulma mukavemeti artışı, benzeri krankşaftlar için de kullanılabilir:

- Soğuk haddeleme, asgari olarak, aynı çevresel dağınım göstermeli
- Dolgu yarıçapına göre dolgunun açısal uzanımı, test edilen krankşaftla karşılaştırıldığında ±15% içinde kalmalı ve makinanın çalışması sırasında gerilme yığılmasını karşılayacak şekilde düzenlenmeli
- Benzeri ana malzeme, örneğin, alaşımlı su verilmiş ve temperlenmiş, olmalı
- Haddeleme kuvveti, asgari olarak aynı işlem bağıl derinliği (dolgu için) sağlanacak şekilde hesaplanmalı



Şekil 6.1. Darbe ile sertleştirilmiş yüzey altındaki çalışma ve artık gerilmeleri.
1…3 doğruları olası yük gerilme dağılımını ifade eder.

EK VI

KRANKŞAFTLARIN YAĞ DELİĞİ ÇIKIŞLARINDAKİ GERİLME YIĞILMASI FAKTÖRLERİNİN SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ KULLANILARAK HESAPLAMA ESASLARI

Sayfa

A. GENEL **A-**34

B. MODEL GEREKSİNİMLERİ **A-**34

1. Eleman mesh tavsiyeleri

2. Malzeme

3. Eleman mesh kalite kriteri

C. YÜKLEME DURUMLARI VE GERİLMELERİN HESAPLANMASI **A-**35

1. Burulma

2. Eğilme

A. Genel

Bu dokümanda tanımlanan analizlerin amacı, yağ deliği çıkışındaki gerilme yığılması faktörünün (SCF) analitik hesabı yerine uygun sonlu elemanlar yöntemi (FEM) kullanılarak belirlenmesidir. Analitik metod, değişik yuvarlak çubuklardan alınan gerilme ölçer ölçümlerinden veya foto-elastisite ölçümlerinden geliştirilen amprik formül temeline dayanır. Geçerlilik aralığı dışında bu formülün kullanımı hatalı sonuçlara yol açabileceğinden, FEM esaslı yöntem tavsiye edilir.

Bu dökümanda yer alan kurallara göre hesaplanan SCF, sonlu elemanlar metodu kullanılarak hesaplanan gerilmelerin analitik olarak hesaplanan nominal gerilmelere oranı olarak tanımlanmıştır. UR M53'de belirtilen yöntem kullanılarak ana gerilmeler hesaplanacaktır.

Analiz, lineer elastik sonlu elemanlar analizi olarak yürütülmeli ve uygun büyüklükteki birim yükleri bütün yükleme durumlarına uygulanmalıdır.

FE çözücüsünün eleman hassasiyetinin kontrol edilmesi tavsiye edilir, örneğin; analitik çözüm ile basit geometrinin sonlu elemanlar metodu ile modellenerek elde edilen sonucun kıyaslanması.

Sınır elemanları metodu (BEM), sonlu elemanlar metodu (FEM) yerine kullanılabilir.

B. Model Gereksinimleri

Sonlu elemanlar modelini oluşturmak için tavsiye ve kabuller 1.'de verilmiştir. Nihai sonlu elemanlar modeli için 3.'deki gereksinimleri karşılamak zorunludur.

1. Eleman mesh tavsiyeleri

Mesh kalite kriterini karşılamak için gerilme konsantrasyon faktörlerinin değerlendirilmesi amacıyla sonlu eleman modeli oluşturulması aşağıdaki tavsiyelere göre yapılmalıdır.

- Model, ana yatak merkez hattından karşı taraftaki ana yatak merkez hattına kadar komple bir krankı ihtiva eder.
- Dolgu civarında kullanılacak eleman tipleri:
  - 10 nod dört yüzlü eleman
  - 8 nod altı yüzlü eleman
  - 20 nod altı yüzlü eleman
- Yağ deliği çıkışı için aşağıdaki mesh özellikleri kullanılır:
  - Maksimum eleman boyutu, bütün dolgu boyunca çevresel yöndeki gibi a=r/4 olacaktır (Eğer 8 nodlu altı yüzlü elemanlar kullanılırsa, kalite kriterini karşılamak için daha küçük eleman boyutları gereklidir.)
  - Dolgu derinlik yönlerinde eleman boyutları için tavsiye edilen yöntem:
    - Birinci tabaka kalınlığı eleman boyutu a'ya eşit olacak
    - İkinci tabaka kalınlığı eleman boyutu 2a'ya eşit olacak
    - Üçüncü tabaka kalınlığı eleman boyutu 3a'ya eşit olacak
- Genellikle krank yuvası çözücünün nümerik stabilitesi için uygun olmalıdır.
- Ağırlık azaltması için açılan kanal ve delikler modellenmelidir.

Yazılım istekleri karşılanırsa alt modelleme, kullanılabilir.

2. Malzeme

UR M53'de Young Modülü (E) ve Poisson's oranı (ν) gibi malzeme özellikleri dikkate alınmamıştır. FE analizinde bu malzeme özellikleri gereklidir. Öncelikle gerinim hesaplanır ve gerilme, bu malzeme parametreleri kullanılarak gerinimlerden elde edilir.
Güvenilir malzeme parametreleri kullanılacaktır. Malzeme parametreleri literatürden ya da malzemeyi temsilen malzemeden numunelerden elde edilebilir.

Çelik için aşağıdaki tavsiye edilir:

E= $2.05 \cdot 10^5$ MPa ve ν =0.3.

3. Eleman mesh kalite kriteri

Eğer gerçek eleman meshi SCF değerlendirmesi için kontrol edilen alanda aşağıdaki kriterlerden herhangi birini sağlamıyorsa, iyileştirilmiş ikinci bir mesh ile hesaplama yapılacaktır.

3.1 Ana gerilmeler kriteri

Mesh kalitesi, yağ deliği yuvarlatma yüzeyine normal gerilme bileşenin kontrolü ile sağlanmalıdır. Ana gerilmeler σ_1, σ_2 ve σ_3 için aşağıdaki kriter sağlanacaktır:

$$\min\left(|\sigma_1|, |\sigma_2|, |\sigma_3|\right) < 0.03 \cdot \text{maks.}\left(|\sigma_1|, |\sigma_2|, |\sigma_3|\right)$$

3.2 Ortalaması alınmış/alınmamış gerilmeler kriteri

Bu kriter, yuvarlatma için gerilme konsantrasyon faktörünün (SCF) hesaplanmasında elemanların yüzeyindeki gerilme sonuçlarının süreksizliğinin gözlemlenmesi temeline dayanır:

- Nodlara bağlanmış her bir elemandan hesaplanan ortalaması alınmamış nod i gerilme sonuçları, incelenen bölgede nod i'de %100 ortalaması alınmış nodal gerilme sonuçlarından %5'den az değişiklik gösterebilir.

C. Yükleme Durumları ve Gerilmelerin Hesaplanması

UR M53'de analitik olarak belirlenen gerilme yığılması faktörü (SCF) yerini almak üzere, aşağıda verilen yükleme durumlarında hesaplana yapılacaktır.

1. Burulma

Yapı sadece burulma ile yüklenecektir. Modelde, uçlardaki yüzeylerde yüzey eğriliği bastırılacaktır.

Krankşaft ekseninde merkez noda moment uygulanacaktır. Bu nod, 6 serbestlik derecesi olan ana nod gibi davranır ve uçtaki yüzeyin tüm nodlarına rijit bir şekilde bağlanmalıdır.

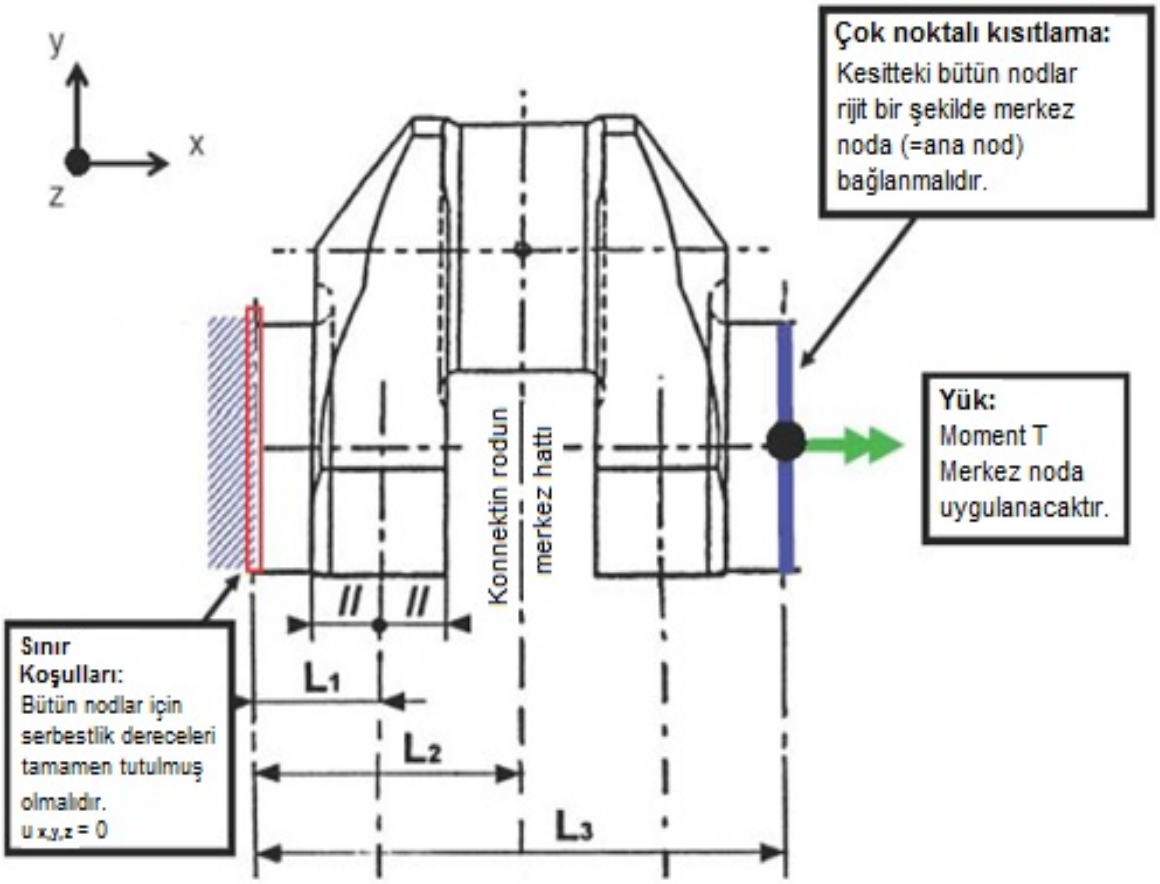
Sınır ve yük koşulları hem sıralı silindirli hem de V tipi makinalar için geçerlidir.

Yağ deliği çıkışlarındaki tüm nodlar için ana gerilmeler elde edilecek ve SCF'nin sonraki hesabı için maksimum değer alınacaktır:

$$\gamma_T = \cdot \frac{\text{maks.}\left(|\sigma_1|, |\sigma_2|, |\sigma_3|\right)}{\tau_N}$$

Burada τ_N nominal burulma gerilmesi, Bölüm 2 madde D.2.2.2'ye göre döndürme momenti T ile hesaplanır:

$$\tau_N = \cdot \frac{T}{W_P}$$



Şekil 3.1 Burulma yükleme durumu için sınır ve yükleme koşulları

2. Eğilme

Yapı sadece eğilme ile yüklenecektir. Modelde, uçlardaki yüzeylerde yüzey eğriliği bastırılacaktır. K

Krankşaft ekseninde yer alan merkez noda moment uygulanmalıdır. Bu nod, 6 serbestlik derecesi olan ana nod gibi davranır ve uçtaki yüzeyin tüm nodlarına rijit bir şekilde bağlanmalıdır.

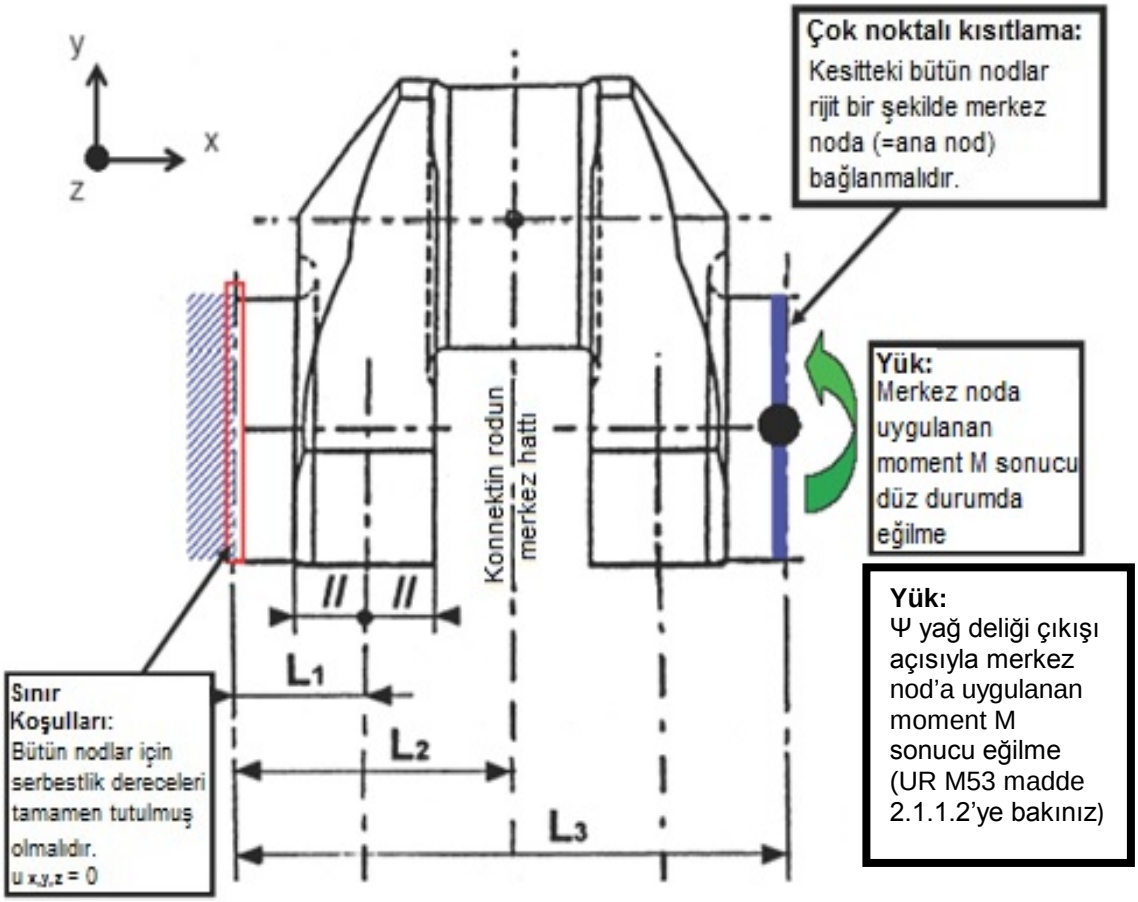
Sınır ve yük koşulları hem sıralı silindirli hem de V tipi makinalar için geçerlidir.

Yağ deliği çıkışındaki bütün nodlar için ana gerilmeler elde edilecek ve SCF'nin sonraki hesabı için maksimum değer alınacaktır:

$$\gamma_B = \cdot \frac{\text{maks.}\left(|\sigma_1|, |\sigma_2|, |\sigma_3|\right)}{\sigma_N}$$

Burada σ_N nominal burulma gerilmesi, Bölüm 2 madde D.2.1.2.2'ye göre eğilme momenti M ile hesaplanır:

$$\sigma_N = \cdot \frac{M}{W_e}$$



Şekil 3.2 Yalnız eğilme yükleme durumu için sınır ve yükleme koşulları

BÖLÜM 3

TERMAL TÜRBO MAKİNALAR / BUHAR TÜRBİNLERİ

Sayfa

A. GENEL **3-** 2
- **1**. Kapsam
- **2.** Tanımlar
- **3.** Onaylanacak Dokümanlar

B. MALZEMELER **3-** 2
- **1.** Onaylanmış Malzemeler

C. DİZAYN VE YAPIM ESASLARI **3-** 3
- **1.** Temeller
- **2.** Temas Eden Yüzeylerin Sızdırmazlığı
- **3.** Yatak Yağlaması
- **4.** Boru Bağlantıları
- **5.** Dreynler
- **6.** Sıcak Yüzeyler
- **7.** Döndürme Dişlileri
- **8.** Rotor Klerenslerinin Ölçüleri
- **9**. Titreşimler
- **10.** Tornistan Çalıştırma, Emercensi Çalışma
- **11.** Manevra ve Güvenlik Teçhizatı
- **12.** Kumanda ve İzleme Teçhizatı
- **13.** Kondenserler

D. TESTLER **3-** 5
- **1.** Malzeme Testleri
- **2.** Türbin Rotorlarının Testleri
- **3.** Basınç ve Sızdırmazlık Testleri

E. İŞLETME DENEMELERİ **3-** 6
- **1.** Fabrika Denemeleri
- **2.** Gemide Yapılan Denemeler

A. Genel

1. Uygulama

Bu kural gereksinimleri ana ve yardımcı buhar türbinleri için geçerlidir.

TL, düşük güçlü türbinler için kurallardan ayrılma hakkını saklı tutar.

2. Tanımlar

2.1 Bir türbinin nominal gücü, türbinin sürekli olarak çalıştırılmak üzere dizayn edildiği nominal devir hızında ürettiği en büyük güçtür.

2.2 Nominal devir hızı, türbinin nominal gücünü ürettiği dizayn devir hızıdır.

2.3 Aşırı hız sınırı, servisteki bir türbin için kısa süreli müsaade edilen en büyük devir hızdır. Bu hız, nominal devir hızını %15'ten fazla aşmayacaktır ve aşırı hız governörünün en fazla müsaade edilecek ayar değeri olacaktır.

3. Onaylanacak Dokümanlar

3.1 Her buhar türbinli tesis için aşağıda listelenen dokümanlar, onaylanmak üzere üç kopya olarak **TL**'na sunulur:

- Türbinlerin montaj ve kesit resimleri,
- Rotorların, gövdelerin, yönlendirme kanatlarının, kanatların, valflerin, temellerin, ana kondenserin detay resimleri,
- Kontrol ve güvenlik cihazlarının şematik diyagramları,
- İşletme karakteristikleri; nominal güç ve karşılık gelen nominal devir hızı, her kademedeki basınç ve sıcaklık değerleri ve kritik devir sayılarına ait ayrıntılı bilgiler,
- Aşırı zorlamalara maruz kalan yapısal elemanlardaki emniyet paylarının yeterliliğinin kanıtı verilmelidir. Yaklaşık olarak 400°C'a kadar olan sıcaklık değerlerinde ilgili olan mukavemet karakteristiği yüksek sıcaklıktaki akma sınırıdır, daha yüksek sıcaklıklarda ise işletme sıcaklığında 100000 saat sonunda uzun-vade sürünme (creep) mukavemetidir.
- Kaynaklı parçalar için uygulanan kaynak şartlarına ait ayrıntılı bilgiler,
- İstek üzerine, rotor, disk ve kanatların mukavemet hesapları ve kanatların titreşim hesapları,
- Her türbin donanımı için ısı akış diyagramları ve en az her bir türbin tipi için de bir çalıştırma talimatı sunulmalıdır.

3.2 250°C buhar giriş sıcaklığı ile çalışan küçük yardımcı türbinlerde, genel olarak türbinlerin kesit resimlerinin sunulması yeterli olur.

B. Malzemeler

1. Onaylanmış Malzemeler

1.1 Dönen parçalar

1.1.1 Türbin rotorları, diskleri ve şaftları dövme çelikten üretilmelidir.

Küçük türbinlerin rotorları özel kaliteli çelik dökümden de yapılabilir. Türbin kanatları, çevre çemberleri, bağlama ve esneme telleri korozyona dayanıklı malzemelerden yapılır.

1.2 Sabit parçalar

1.2.1 Yüksek basınç türbinlerinin, manevra, çabuk kapama ve ayar valflerinin gövdeleri sıcağa dayanıklı çelik veya çelik dökümden yapılır. Orta basınç ve alçak basınç türbinlerinin gövdeleri, basınç ve sıcaklığa bağlı olarak, nodüler veya kır dökme demirden de yapılabilir.

1.2.2 Diyaframlar (yönlendirici kanatlar), sıcaklık ve zorlamaya bağlı olarak, çelik, çelik döküm, nodüler veya kır dökme demirden yapılır. Çelik veya çelik dökümden parçalar kaynak konstrüksiyonlu olarak da kabul edilebilir.

1.2.3 Kır dökme demir 260°C sıcaklığa kadar kullanılabilir.

Nodüler dökme demir 300°C buhar sıcaklığına kadar kullanılabilir.

C. Dizayn ve Yapım Esasları

1. Temeller

1.1 Dişli donanımlı türbin sisteminin temelleri, ancak türbinle dişli donanımı arasındaki uygun kavramalar tarafından karşılanabilecek küçük izafi hareketlerin oluşabileceği tarzda dizayn edilmelidir.

1.2 Temel dizaynı için Sevk Sistemleri ve Yardımcı Makinaların Yataklanması ile ilgili kılavuzun ve Bölüm 2, K.1'in göz önüne alınması gereklidir.

2. Temas Eden Yüzeylerin Sızdırmazlığı

Gövdenin bağlantı flenç yüzeyleri, ek bir sızdırmazlık elemanı kullanmaksızın, sızdırmaz olmalıdır.

3. Yatak Yağlaması

3.1 Yatak yağlaması, komşu kızgın parçalardan ve kızgın buharlardan zarar görmemelidir.

3.2 Yağlama sistemi için Bölüm 16, H'ya bakınız.

4. Boru Bağlantıları

Türbine bağlanan boru devreleri, türbine istenmeyen yüksek kuvvet ve momentleri aktarmayacak şekilde tertiplenmelidir.

5. Dreynler

Türbinler ve bunlarla ilgili boru devreleri, yeterli dreyn olanakları ile donatılmalıdır.

6. Sıcak Yüzeyler

İşletme sırasında personelle temas edebilecek sıcak yüzeyler koruma altına alınmalı veya yalıtılmalıdır. 220°C üzerinde olan ve basınç altında veya olmayan herhangi bir yakıt, yağlama yağı veya diğer yanıcı madde sızıntısı ile temas edebilecek sıcak yüzeyler uygun bir şekilde yalıtılmalıdır.

7. Döndürme Dişlileri

7.1 Ana sevk sistemleri, her iki dönüş yönü için bir döndürme dişlisi ile donatılmalıdır. Yardımcı türbinlerin rotorları en azından elle döndürülebilmelidir.

7.2 Uzaktan kumandalı sevk sistemi ile donatılmış gemilerde, her uzaktan kumanda istasyonunda döndürme dişlisinin durumu gösterilmelidir.

7.3 Döndürme dişlisi devrede olduğunda türbinin çalışmasını önlemek için bir kilit mekanizması donatılmalıdır.

8. Rotor Klerenslerinin Ölçüleri

Üreticinin fabrikasında her türbinin montajından sonra, rotorların durumları ve klerensleri tespit edilmelidir. Klerensler çalıştırma talimatlarında belirtilmelidir.

9. Titreşimler

Türbin tesislerinin çalışma devir sayısı bölgesi, istenmeyen eğilme titreşimlerinin veya toplam tesisin titreşimlerinin etkisinden uzak tutulmalıdır. (Değerlendirmede ISO 10816-3 'Mechanical vibration-Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts' veya eşdeğer bir standard esas alınabilir).

10. Tornistan Çalıştırma, Emercensi Çalışma

10.1 Ana sevk donanımında tornistan çalıştırma gücü

10.1.1 Ana sevk donanımı yeterli bir tornistan çalıştırma gücüne sahip olabilmelidir. Bu yeterlilik, ileri çalıştırmalardaki anma devir sayısının en az %70'i kadar bir tornistan çalıştırma devir sayısında ve en az 30 dakikalık devamlı bir süre için tornistan seyri olanak sağlamalıdır.

10.1.2 Geri dönüş dişli donanımlı, kumanda edilebilir

piçli pervaneli veya elektrikli aktarmalı ana sevk sistemlerinde, tornistan seyir esnasında, sevk makinalarına hiç bir aşırı yük gelmemelidir.

10.1.3 Tornistan çalıştırma sırasında, ana kondenser ve ileri tahrik türbinleri aşırı ısınmamalıdır.

10.2 Emercensi çalışma için düzenlemeler

10.2.1 "Çift şaftlı" buhar türbinli tek pervaneli gemilerde, türbinlerden herhangi birine buhar sağlanamaması halinde, emniyetli çalışma sürdürülecek şekilde düzenlemeler yapılacaktır. Bu emercensi çalıştırma için, buhar alçak basınç türbinine yönlendirilir ve yüksek veya orta basınçlı kısım, doğrudan kondensere boşaltım yapabilir. Bu işletim koşulları için buharın basıncı ve sıcaklığı aşılmaksızın, emercensi koşullar altında uzun süreli emniyetli çalışma sağlanarak dizayn edilen türbinler ve kondenserler ile ilgili gerekli düzenlemeler ve kumandalar sağlanacaktır.

10.2.2 Bu düzenlemeler için gerekli borular ve valfler hazır halde bulunmalı ve uygun şekilde işaretlenmelidir. Boruların ve valflerin tüm kombinasyonlarının uygunluk testleri, ilk seyir tecrübesinden önce **TL**'na sunulacaktır.

10.2.3 Türbinlerden biri olmaksızın çalışmada izin verilen çalışma koşulları (güç/devir sayısı) belirtilecek ve gemide ulaşılabilecek şekilde dokümante edilecektir.

10.2.4 Emercensi koşullarda türbinlerin çalışması, şaftın layna alınması ve dişli yük koşullarına olası etkileri yönünden hesaplarla incelenecektir. İlgili dökümantasyon onay için **TL**'na sunulacaktır.

11. Manevra ve Güvenlik Teçhizatı

11.1 Manevra ve kontrol tertibatları

11.1.1 İleri ve tornistan tahrik türbinlerine aynı anda buhar gönderilmesi, yol verme donanımlarının birbirlerine kilitlenmesi ile önlenmelidir. Manevra esnasında ileri ve tornistan çalışma valflerinin beraber açık kalmasına kısa süre için müsaade edilebilir.

11.1.2 Hidroilk manevra ekipmanı, çabuk kapama ve ayarlama sistemlerinde kullanılan kumanda sıvısı, bütün çalışma sıcaklıkları için uygun ve zor alevlenir olmalıdır.

11.1.3 Piç kontrollü pervaneli, ayrılabilir kavramalı veya elektrikli aktarmalı ana sevk sistemleri, türbinin ani olarak yükten çıkması halinde çabuk kapama devir sayısına kadar yükselmesini önleyecek bir hız governörü ile donatılmalıdır.

11.1.4 Elektrik jeneratörlerini tahrik eden türbinlerde (elektrikli sevk donanımı için olanlar hariç) tam yükten sıfır yüke geçilmesi halinde devir sayısındaki yükselme, kararlı çalışma durumunda, en fazla %5 olacaktır. Tam yükten sıfır yüke aniden düşülmesi halinde ise, geçici devir sayısı yükselmesi %10'u geçemez ve çabuk kapama devir sayısının yeterince altında kalmalıdır.

11.2 Güvenlik teçhizatı

11.2.1 Ana sevk türbinleri aşağıdaki durumlarda buhar geçişini otomatik olarak kesecek çabuk kapama tertibatları ile donatılmalıdır:

11.2.1.1 Aşırı devir sayısının, nominal devir sayısını %15'den fazla aşması,

11.2.1.2 Rotorların kabul edilmeyen eksenel kayması,

11.2.1.3 Kondenser basıncının kabul edilmeyecek şekilde yükselmesi,

11.2.1.4 Kondenser su seviyesinin kabul edilmeyecek şekilde yükselmesi

11.2.1.5 Yağlama yağı basıncının kabul edilmeyecek şekilde düşüşü.

11.2.2 11.2.1.1 ve 11.2.1.2 durumlarında çabuk kapama cihazları, türbin şaftları tarafından harekete geçirilmelidir.

11.2.3 Çabuk kapamanın, türbin üzerinden ve kumanda konsolundan elle de çalıştırılması mümkün olmalıdır.

11.2.4 Çabuk kapama cihazının tekrar kurulması, kumanda valfi kapalı iken yalnız türbin üzerinden veya kumanda konsolundan mümkün olabilmelidir.

11.2.5 Aşırı titreşim hızlarını haber veren bir alarm tertibatının olması tavsiye edilir. (Değerlendirmede ISO

10816-3 'Mechanical vibration-Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts' veya eşdeğer bir standard esas alınabilir).

11.2.6 Bir kilitleme tertibatı sağlanarak ana türbinin, tornaçark takılı iken çalışmayacağından emin olunmalıdır.

11.2.7 Buhar alma ve sevk etme devreleri, ana buhar gönderme valfinin kapalı olduğu durumda, türbin içine buhar akışını önleyecek otomatik tertibatlarla donatılmalıdır.

11.2.8 Yardımcı makinaları çalıştıran türbinler, en azından 11.2.1.1 ve 11.2.1.4'de belirtilen beklenmedik durumlar için, çabuk kapama tertibatları ile donatılmış olmalıdır. Çıkış buharı basıncının aşırı yükselmesinde çabuk kapama harekete geçmelidir.

11.2.9 Bütün türbinler, yalnız çabuk kapamanın çalışmaya hazır olması halinde, çalıştırılabilmelidir.

11.3 Diğer kurallar

Otomasyon derecesine göre tertibatların kapsam ve yapımı için, Kısım 4-1'deki Otomasyon Kuralları da geçerlidir.

12. Kumanda ve İzleme Teçhizatı

12.1 Yerleştirme

Her ana sevk donanımı için, kumanda ve izleme teçhizatları kumanda konsolunda bulundurulmalıdır.

12.2 Yapım ve kapsam

Otomasyon derecesine bağlı olarak teçhizatların kapsam ve yapımı için, Kısım 4-1'deki Otomasyon Kuralları geçerlidir.

12.3 Kumanda cihazları ve göstergeler

Torna çark dişlisinin takılı olup olmadığı, kumanda konsolunda görünür şekilde izlenebilmelidir.

Türbinlerdeki ve boru devrelerindeki dreyn valfleri kendiliğinden çalışmalı veya kumanda konsolundan çalıştırılabilen grup içinde bulunmalıdır.

12.4 Yardımcı türbinler için teçhizatlar

Yardımcı makinaları tahrik eden türbinler, 12.2 ve 12.3 maddelerinde belirtilmiş kumanda ve izleme teçhizatı ile donatılmalıdır.

13. Kondenserler

13.1 Dizayn

13.1.1 Kondenser, giriş buhar hızından kondenser borularının doğrudan etkilenmeyeceği şekilde tasarlanmalıdır. Borularda istenmeyen sarkma ve titreşimlerin ortaya çıkması, örneğin; ara perdeler koymak suretiyle önlenmelidir.

13.1.2 Su bölmelerinde ve buhar mahallerinde, muayene ve temizleme açıklıkları bulunmalıdır. Su tarafı korozyona karşı korunmalıdır.

13.1.3 Aynı seviyede tertiplenmiş tesislerde, alçak basınç türbinleri, yoğuşma sularının geri kaçmasından uygun önlemler vasıtasıyla korunmalıdır.

13.2 Soğutma suyu temini

Kondenserlerin soğutma suyunun temini için, Bölüm 16, I'daki kurallar geçerlidir.

D. Testler

1. Malzeme Testleri

1.1 **TL** Malzeme kurallarına göre aşağıdaki parçaların testleri yapılır:

- Rotorlar, diskler, şaftlar, ara çemberler, kanatlar, dişli kavramalar ve dinamik olarak zorlanan dönen parçalar, valf milleri ve konik yuvaları gibi parçalar,

- Gövdeler, nozullar ve nozul sandıkları, yönlendirme kanatları (sabit kanatlar), türbinin gövde cıvataları, temeller ve yatak taşıyıcıları gibi sabit parçalar,

- Kondenser boruları ve boru aynaları.

1.2 Buhar giriş sıcaklığı 250°C'a kadar olan küçük yardımcı türbinlerde testler, disk ve şaft malzemeleri ile sınırlanabilir.

2. Türbin Rotorlarının Testleri

2.1 Sıcaklık yayılma testi

Tek parçadan dövülmüş veya kaynakla birleştirilmiş rotorlarda eksenel denge için sıcaklık yayılma testi yapılmalıdır.

2.2 Balans etmek

2.2.1 Tam işlenmiş ve kanatları donatılmış rotorlar, ilgili dönen parçaları ile beraber, montaja hazır olarak, sörveyörlerin önünde balans edilmelidir. (Değerlendirmede, ISO 21940-11 "Mechanical vibration-Rotor balancing" veya eşdeğer bir standard esas alınabilir.)

2.2.2 Sıcaklık, yayılma test sıcaklığı rotorun maruz kaldığı en yüksek buhar sıcaklığının 28°C fazlasından daha az ve rotor malzemesinin temperleme sıcaklığından daha fazla olmamalıdır.

2.3 Soğuk olarak aşırı hızla döndürme deneyi

Türbin rotorları, anma devir sayısının en az %15 üzerinde olan bir devir sayısında, en az üç dakika süreyle döndürülür. Söz konusu devir sayısında, eğer yapı şekli kusursuz bir hesaba müsaade ediyorsa ve rotorun tahribatsız muayenesinde kusursuzluğu tespit edilmiş ise, **TL** döner parçaların zorlanmalarına ait hesap sonuçlarını söz konusu deney yerine kabul edebilir.

3. Basınç ve Sızdırmazlık Testleri

3.1 Gövdenin bütün parçaları tam işlendikten sonra sörveyörün önünde hidrostatik test uygulanmalıdır.

Test basıncı (p_p) :

$p_p = 1{,}5 \cdot p_{e,perm}$, $p_{e,perm} \leq 80$ [bar]

$p_p = p_{e,perm} + 40$ [bar] , $p_{e,perm} > 80$ [bar]

$p_{e,perm}$ = Müsaade edilen maksimum çalışma basıncı. [bar]

Çabuk kapama, manevra ve ayarlama valflerinin gövdeleri için, müsaade edilen maksimum kazan çalışma basıncının (onay basıncı) 1,5 katı test basıncı uygulanır. Bu valflerin kapalı durumdaki sızdırmazlığı, $1{,}1 \cdot p_{e,perm}$ ile denenmelidir.

3.2 Kondenser basıncının etkisinde bulunan alçak basınç türbinlerinin buhar çıkış bölümü, $p_p = 1{,}0$ barda test edilmelidir.

3.3 Kondenserlerin buhar ve su taraflarına birbirinden ayrı olarak hidrostatik test uygulanır. Test basıncı;

Buhar tarafına : $p_p = 1{,}0$ [bar],

Su tarafına : $p_p = 1{,}5 \cdot p_{e,perm}$ olmalıdır.

E. İşletme Denemeleri

1. Fabrika Denemeleri

Buhar türbinleri, üreticinin fabrikasında bir deneme çalışmasına tabi tutulur. Bu deneme esnasında, manevra, güvenlik ve ayarlama tertibatlarının, daha sonra gemide çalıştırılmasına uygun şekilde, kusursuz çalıştıkları gösterilmelidir.

2. Gemide Yapılan Denemeler

2.1 Ana türbinler gemi rıhtımda bağlı iken denenmeli ve daha sonra bir seyir tecrübesinde, aşağıda belirtilen denemeler uygulanmalıdır:

a) Anma devir sayısında en az altı saat,

b) Tornistan manevraları, ve

c) Rıhtım denemesinde veya seyir tecrübesinde, anma devir sayısının en az %70'inde, yaklaşık 20 dakika tornistan çalıştırma.

Tornistan çalıştırmada ve bunu takip eden ileri çalıştırmada, buhar basıncı ve sıcaklıkları ve bağıl genleşmeler, tesisin çalışma güvenliğini tehlikeye sokacak büyüklükte olmamalıdır.

2.2 Elektrik jeneratörlerini veya yardımcı makinaları çalıştıran türbinler, anma devir sayısında, en az dört saat süreyle ve anma devir sayısının %110'u (maksimum yük) ile otuz dakika süre ile çalıştırılmalıdır.

2.3 Gerekli görüldüğü hallerde **TL** ilave testler isteme hakkına sahiptir.

BÖLÜM 4

TÜRBO MAKİNALAR / GAZ TÜRBİNLERİ, EGZOST GAZ TÜRBOŞARJERLERİ

Sayfa

A. GENEL **4-** 2
- **1.** Kapsam
- **2.** Tanımlar
- **3.** Tip Onayı
- **4.** Sertifikalandırma

B. DİZAYN VE DONANIM **4-**3
- **1.** Genel
- **2.** Temel Dizayn Koşulları
- **3.** Hava Girişi
- **4.** Sıcak Yüzeyler
- **5.** Yatak Yağlaması
- **6.** Boru ve Kanal Bağlantıları
- **7.** Alarmlar ve İzleme

C. TESTLER **4-**5
- **1.** Malzeme Testleri
- **2.** Bileşenlerin Testleri
- **3.** Hidrostatik Testler
- **4.** Aşırı Devir Testi
- **5.** Dinamik Balans
- **6.** Fabrika Testleri
- **7.** Dayanım Testi
- **8.** Tip Testi
- **9.** Yedek Parçalar

D. ATÖLYELERİN ONAYLANMASI **4-**8
- **1.** Malzemeler ve Üretim
- **2.** Üretilen Egzoz Gaz Türboşarjerleri
- **3.** Egzoz Gazı Türboşarjerlerinin Lisans Anlaşması Altında Üretilmesi

E. GAZ TÜRBİNLERİ **4-**8
- **1.** Governör ve Aşırı Devir Koruma Donanımları
- **2.** Çeşitli Otomatik Güvenlik Donanımları
- **3.** Alarm Donanımları

Egzoz Gaz Türboşarjerleri

A. Genel

1. Kapsam

1.1 Buradaki kurallar, türboşarjerlerin dizayn onayı, tip testleri, sertifikalandırılması ve makina ile eşlenmelerine uygulanır. Türboşarjerler, ya ayrı olarak ya da makinanın bir parçası olarak tip onaylı olacaktır. İstekler, egzost gazı ile çalışan türboşarjerler için verilmiş olup, prensip olarak, makinadan tahrikli olanlara da uygulanır.

1.2 İstekler, türboşarjerin boyutu ile artış gösterirler. Boyut parametresi, türboşarjerin beslediği silindir gruplarının temin ettiği makina gücüdür (MCR'de) (örneğin, her sıra için bir türboşarjeri bulunan V-makinalarda boyut, toplam makina gücünün yarısıdır).

1.3 Türboşarjerler, beslediği silindir gruplarının gücüne bağlı olarak üç sınıfa ayrılırlar:

- Sınıf A : ≤ 1000 kW
- Sınıf B : > 1000 kW ve ≤ 2500 kW
- Sınıf C : > 2500 kW

2. Tanımlar

2.1 Türboşarjer atmosfer basıncındaki havaya göre yoğunluğu daha fazla olan yüksek basınçtaki havayı dizel motor silindirlerine göndermek için dizayn edilir. Türboşarjer terimi süperşarjerler, türbo fanlar ve süpürme fanlarını da kapsar.

2.2 Maksimum işletme devir sayısı, türboşarjerin maksimum müsaade edilen işletme sıcaklığında sürekli olarak çalışması için dizayn koşullarında maksimum müsaade edilen devir sayısıdır (%110 dizel motor gücündeki devir sayısı) . İşletme devir sayısı MCR (Maksimum Sürekli Güç) noktasında %100 dizel makina gücündeki devir sayısına karşılık gelir.

3. Tip Onayı

Genelde türboşarjerler tip onaylı olacaktır. 5 yıl geçerli olan tip onayı sertifikası 3.1'e göre dokümante edilecek ve düzenlenecektir.

3.1 Tip onayı için verilecek dokümanlar

Her türboşarjer tipi için, aşağıda belirtilen dokümanlar, tip onayı için üçer kopya olarak **TL**'na verilecektir:

Sınıf A :

Talep halinde

- dayanım test raporu.
- Ana ölçüleri ve bileşen isimlerini de içeren kesit resimleri.
- Test programı

Sınıf B ve C :

- Ana ölçüleri ve dayanımın değerlendirilmesi ile ilgili olarak muhafaza bileşenlerinin malzemelerini içeren kesit resimleri
- Disk çatlaması durumundaki dayanım dokümanları, C.7.1'e bakınız.
- Çalışma verileri ve sınırlamalar:
- İzin verilen maksimum çalışma devri (rpm)
- Aşırı devir için alarm düzeyi
- Türbinden önce, izin verilen maksimum egzost gazı sıcaklığı
- Türbinden önce, egzost gazı sıcaklığının alarm düzeyi
- Yağlama yağı minimum giriş basıncı
- Yağlama yağı giriş basıncı düşük düzey alarmı ayar noktası
- Yağlama yağı maksimum çıkış sıcaklığı
- Yağlama yağı çıkış sıcaklığı yüksek düzey alarmı ayar noktası
- İzin verilen maksimum titreşim düzeyleri, yani, kendinden ve dış kaynaklı titreşimler

(Alarm düzeyleri, izin verilen sınırlara eşit olabilir, ancak, makina % 110 güçte veya % 110'un dışında onaylı herhangibir aralıklı aşırı devirde çalışırken ulaşılmayacaktır).

- Yağlama yağı sistemi yerleşimi, çalışma aralığındaki tüm varyantlar.
- Tip testi raporu.
- Test programı.

Sınıf C :

- Kanat bağlantı detayları dahil, muhafazanın ve döner parçaların resimleri
- Yukarıda belirtilen tüm parçaların malzeme özellikleri (kimyasal bileşim ve mekanik özellikler)
- Uygulaması varsa, yukarıda belirtilen parçaların kaynak detayları ve kaynak prosedürü.
- Disk'in sıkı geçme ile şafta bağlantısında, emniyetli tork iletimi dokümanları (*), C.7.4'e bakınız.
- Sürünme, düşük çevrimli yorulma ve yüksek çevrimli yorulma dikkate alınarak, öngörülen ömür hakkında bilgi.
- Çalıştırma ve bakım elkitapları (*).

(*) Genel türboşarjerler içinden iki boyuta uygulanır.

Aşağıda belirtilen ilave bilgiler de **TL**'na verilecektir:

- Döner parçalar ve muhafazalar için taşeronların bilgileri (isim ve adres),

- Belirli bir tipte türboşarjer üretimi ve teslimi için yetki verilmişse, lisans verilen kuruluşların bilgileri (isim ve adres)

4. Sertifikalandırma

4.1 Üretici, dizaynerin isteklerini karşılamak ve üretimin onaylı resimleri uygun olarak yapılmasını sağlamak üzere tasarlanan bir kalite sistemini uygulayacaktır.

4.2 Sınıf C için, bu sistem, **TL** tarafından, Alternatif Sertifikalandırma Programı (ACS) çerçevesinde yapılan periyodik ürün denetimleri ile doğrulanacaktır.

4.3 Bu denetimlerde aşağıdaki hususlara odaklanılacaktır:

- Döner parçaların malzemelerinin kimyasal bileşimi.
- Döner parçaları ve muhafazayı temsil eden malzeme örneğinin mekanik özellikleri.
- Döner parçaların UT ve çatlak algılaması
- Döner parçaların boyut kontrolü.
- Rotor balansı.
- Soğutma mahallerinin, 4 bar veya maksimum çalışma basıncının 1,5 katı ile(hangisi büyükse) ile hidrolik testi.
- İlgili basınç oranında fiili muhafaza ile test edilirken, ya oda sıcaklığında alarm düzeyi devrinin % 20 üzerinde veya 45 °C giriş sıcaklığında alarm düzeyi devrinin % 10 üzerinde, tüm kompresör kanatlarının 3 dakika süreyle aşırı devir testi. Onaylı tahribatsız bir yöntem ile test edilmiş dövme kanatlarda aşırı devir testi yapılmayabilir.

4.4 Türboşarjerler aşağıda belirtilen şekilde teslim edilecektir:

- C sınıfı için, asgari olarak, uygulanan tip onayına ve uygulanmışsa ACS'ye atıfta bulunan klas sertifikası,

- B sınıfı için, asgari olarak, ürün değerlendirmesini içeren tip onayına atıfta bulunan üretici sert6ifikası.

4.5 Aynı koşullar, döner parçaların ve muhafazanın değişimi halinde de geçerlidir.

4.6 Yukarıda belirtilen periyodik üretim denetimlerine alternatif olarak, **TL**'nun kararına göre, türboşarjerin ve parçalarının tekil olarak sertifikalandırılması yapılabilir. Ancak, C sınıfı türboşarjer ve parçalarının tekil olarak sertifikalandırılmasında, yukarıda belirtilen test gereksinimleri esas alınacaktır.

B. Dizayn ve Donanım

1. Genel

Türboşarjerler, asgari olarak Bölüm 1, C'de verilen koşullarda çalışmak üzere dizayn edilecektir. Bileşen ömrü ve devir alarm düzeyi için 45 °C hava giriş sıcaklığı esas alınacaktır.

2. Temel Dizayn Koşulları

2.1 Bir türboşarjerin kabul ve sertifikalandırma işleminin esası, resim onayı ve dokümante edilen tip testi ve dayanımın doğrulanmasıdır.

2.2 Türboşarjer muhafazaları dizayn koşullarında maruz kaldıkları stres ve sıcaklıklara uygun özelliklerde olmalıdır. Dökme demir, işletme sıcaklıklarının 232ºC'ı geçmediği durumlarda kullanılabilir. Yüksek sıcaklık için kullanılan sfero döküm, dizayn sıcaklıklarındaki mekanik ve metalurjik özelliklerinin değerlendirilmesinden sonra kabul edilebilir. Dökme çelik 427ºC'ı aşmayan işletme sıcaklıklarında kullanılabilir. Tüm dökümler iç gerilmeleri yok edecek şekilde ısıl işlemden geçirilmelidir. Standard ısıl işlemlerden sapmalar **TL** tarafından onaylanmalıdır.

2.3 Muhafazalar uygun contalarla donatılmış olmalıdır. Su veya yağın birikebileceği yerlere dreynler yerleştirilmelidir.

2.4 Rotorlar, yataklar, diskler, impelerler ve kanatlar iyi mühendislik prensiplerine uygun olarak dizayn edileceklerdir. Nominal güç ve devir sayısı için dizaynın uygunluğunu kanıtlayan mühendislik analizleri dizayn kriterleri ile birlikte değerlendirme için teslim edilecektir.

2.5 Türboşarjer rotorlarının, doğal kırılma ile ilgili devir kriterine göre dizaynı gerekir. Genelde, kompresörün kırılmasından sonra, kompesördeki enerji absorbsiyonunun kaybolması nedeniyle türbinin aşırı devrini önlemek üzere türbinin kırılma devri, kompresörün kırılma devrinden az olmalıdır.

3. Hava Girişi

Türboşarjerin hava girişinde, zararlı yabancı madde veya su girişini en aza indirmek üzere bir filtre bulunacaktır.

4. Sıcak Yüzeyler

4.1 **SOLAS** Kuralları, Kısım II-2, Bölüm B, Yangınların ve Patlamaların Önlenmesi, Kural 4, Madde 2.3'e göre yüzey sıcaklığı 220ºC'ın üzerinde olan kısımlar, eğer yanıcı yağların, yağlama yağlarının veya yakıtın bu yüzeylere teması söz konusu ise, yangın riski en aza indirilecek şekilde izole edilecektir.

4.2 Boru birleşimleri, püskürtme veya damlama şeklinde sızan yağın yüzey sıcaklığı 220ºC'dan fazla olan yüzeylere temas etmesi önlenecek tarzda düzenlenecek veya muhafazaya alınacaktır.

4.3 Yürüyüş yollarındaki veya türboşarjerin çalışma alanı içindeki sıcak elemanlar, temas ile yanıklar oluşmayacak şekilde izole edilecek veya korunacaktır.

5. Yatak Yağlaması

5.1 Yatak yağlaması egzoz gazları veya bitişik sıcak bileşenler nedeniyle zarar görmemelidir.

5.2 Sızan yağlar ve yağ buharları, sıcaklıkları kendi kendine tutuşma sıcaklığına eşit veya büyük olan parçalarla teması önlenecek şekilde boşaltılacaktır.

5.3 Dizel makina ile ortak bir yağlama sistemine sahip olan ve elektrikli yağlama yağı pompası ile beslenen türboşarjerlerde emercensi yağlama yağı tankının konulması önerilir.

5.4 Türboşarjerden, patlayıcı gaz içeren bitişik elemanlara (örneğin; krankşaft muhafazası) gaz akışı, uygun bir havalandırma sistemi ile önlenmelidir.

6. Boru ve Kanal Bağlantıları

Türboşarjer muhafazasına boru veya kanal bağlantıları türboşarjerlere aşırı yük veya moment iletilmesini önleyecek şekilde yapılacaktır.

7. Alarmlar ve İzleme

7.1 B ve C sınıfı tüm türboşarjerler için, aşağıdaki tabloda listelenen göstergeler ve alarmlar gereklidir.

7.2 Göstergeler, lokal veya uzaktaki mahalde olabilir.

Poz.	İzlenen parametreler	Türboşarjer sınıfı				Notlar
		B		C		
		Alarm	Gösterge	Alarm	Gösterge	
1	Devir sayısı	Yüksek (4)	X (4)	Yüksek (4)	X (4)	
2	Her türboşarjer girişinde egzost gazı sıcaklığı	Yüksek (1)	X (1)	Yüksek	X	Makinanın her silindiri için yüksek sıcaklık alarmı kabul edilir (2)
3	Türboşarjer çıkışındaki yağlama yağı sıcaklığı			Yüksek	X	Cebri sistem değilse, yatakların yanındaki yağ sıcaklığı
4	Türboşarjer girişindeki yağlama yağı basıncı	Düşük	X	Düşük	X	Sadece cebri yağlama sistemleri için (3)

(1) *Türbin için alarm düzeyi emniyetli bir değere ayarlanmış ve giriş ve çıkış sıcaklıkları arasındaki oranın doğrulanmış olması koşuluyla, B sınıfı türboşarjerler için, alternatif olarak, türboşarjer çıkışındaki egzost gazı sıcaklığı izlenebilir.*

(2) *Her silindir için egzost gazı sıcaklığına ait alarm ve göstergelerin sağlanmış olması ve alarm düzeyinin türboşarjer için emniyetli bir değere ayarlanmış olması halinde, türboşarjer girişindeki egzost gazı sıcaklığı alarmı ve göstergesinden vazgeçilebilir.*

(3) *Türboşarjerin yağlama yağı sisteminin, dizel makinasının yağlama yağı sistemi ile bütünleşik olmaması veya dizel makinasının yağlama yağı sisteminden bir kısma valfi ya da basınç düşürücü valfle ayrılmış olması halinde, ayrı sensörler sağlanacaktır.*

(4) *Türboşarjerlerin sıralı olarak aktive edildiği türboşarjer sistemlerinde, tüm türboşarjerlerin aynı giriş filtresini paylaşması ve tahliye kapağının bulunmaması koşuluyla, en son aktive olan türboşarjer (ler) için devir sayısı izlemesi gerekli değildir.*

C. Testler

1. Malzeme Testleri

1.1 Genel

1.1.1 Kanatlar dahil olmak üzere, muhafazalar, şaft, kompresör ve türbin çarkı için malzeme testi gereklidir. Egzoz gazı türboşarjerlerinin bileşenlerinde kullanılan malzemeler, öngörülen amaca uygun olacak ve onaylı üretici koşullarının minimum gereklerini sağlayacaktır.

1.1.2 Tüm malzemeler; yeterince denenmiş tekniklere göre imal edilmeli ve istenilen özelliklere sahip olmalıdır. Yeni teknolojilerin uygulandığı hallerde, bunların uygunluğunun ön doğrulaması **TL**'na verilecektir. **TL**'nun kararına göre, bu doğrulama, özel prosedür testleri şeklinde ve/veya üreticinin ya da bağımsız test kuruluşunun test sonuçlarının sunulması suretiyle yapılabilir.

1.2 Teslim koşulları ve ısıl işlem

Malzemeler öngörülen ısıl işleme tabi tutulmuş halde teslim edilecektir. Nihai ısıl işlemin, malzeme sağlayıcısı tarafından yapıldığı hallerde, malzemenin teslim edildiği fiili koşul, ilgili sertifikada açık olarak belirtilecektir. Bileşenlere ait malzeme özelliklerinin son doğrulaması, üretim prosedürüne göre uyarlanmalı ve koordine edilmelidir. Isıl işlem prosedürlerinden sapmalar, **TL** tarafından onaylanmalıdır.

1.3 Kimyasal bileşim ve mekanik özellikler

Malzemeler ve ürünler, **TL** Malzeme Kuralları'nda veya varsa, dizaynla birlikte onaylanan ilgili malzeme özelliklerinde belirtilen kimyasal bileşim ve mekanik özelliklerle ilgili isteklere uygun olmalıdır.

1.4 Tahribatsız testler

Çarklar, kanatlar ve döner parçaların kaynaklı birleştirmeleri için tahribatsız testler yapılacaktır. Kaynaklı birleştirmeler için eşdeğer üretim kontrolü kabul edilebilir. Testler üretici tarafından yapılacak ve test yönteminin ayrıntıları ile birlikte test sonuçları, tanınmış kalite kriterlerine göre değerlendirilecek ve sertifikada belirtilecektir.

1.5 Malzeme sertifikaları

1.5.1 Malzeme Sertifikaları, asgari olarak aşağıdaki bilgileri içerecektir:

- Ürünün miktarı, tipi, varsa malzemenin boyutları, tipi, teslim koşulları ve ağırlığı,
- Sipariş ve iş numaraları (varsa) ile birlikte sağlayıcının adı,
- Biliniyorsa, yapım numarası,
- Üretim teknolojisi,
- Eriyik numarası ve kimyasal bileşim,
- Isıl işlemin ayrıntısı ile birlikte teslim koşulu,
- Belirleyici işaretler,
- Ortam sıcaklığında malzemede yapılan mekanik özellik testlerinin sonuçları.

1.5.2 Türboşarjerin üretilen bileşenlerine bağlı olarak, malzeme test sertifikaları üretici veya **TL** tarafından düzenlenmelidir. Gerekli sertifikalar Tablo 4.1'de gösterilmiştir.

1.5.3 Test sertifikaları **TL** Malzeme Kuralları'na göre düzenlenecektir. Malzemeler, her durumda tip onayı ile birlikte onaylanan özelliklere uygun olmalıdır

1.5.4 Eğer üretici, silindir çapı ≤300 mm. olan dizel makinalara konulan, seri olarak üretilen egzoz gazı türboşarjeri üreticisi olarak D.2'ye göre onaylı ise, bu parçaların malzeme özellikleri için Üretici Muayene Sertifikaları düzenleyebilir ve bunların **TL** sörveyörünce doğrulanması gerekmez.

Tablo 4.1 Malzeme sertifikaları

Türboşarj bileşenleri	Sertifika Tipi
Şaft	**TL** Sertifikası (DIN EN10204 – 3.1 C)
Rotorlar (kompresör ve türbin)	**TL** Sertifikası (DIN EN10204 – 3.1 C)
Kanatlar	**TL** Sertifikası (DIN EN10204 – 3.1 C)
Muhafazalar	Üretici Muayene Sertifikası (DIN EN10204 – 3.1'e göre)

2. Dayanım Testi

2.1 Türboşarjerler, rotorun kırılması durumundaki dayanım isteklerini karşılamalıdır. Bunun için, rotorun kırılması halinde hiçbir parçanın, türboşarjer muhafazasını delip geçmemesi veya hava girişinden dışarı çıkmaması gereklidir. Dokümantasyonda kullanılmak amacıyla (test/hesaplama), disklerin olası en olumsuz şekilde parçalara ayrıldığı kabul edilecektir.

B ve C sınıfları için, dayanım testlerle dokümante edilecektir. Bu isteğe uygunluk, belirli bir ünitede yapılan testler esas alınarak, türboşarjerlerin belirli türü için geçerlidir.
Belirli bir tür içinde, küçük bir üniteye göre büyük bir ünitenin testi tercih edilir. Her durumda, seçilen test ünitesinin, belirli bir türün tümünü temsil ettiği dokümante edilmelidir (örneğin hesaplama yoluyla).

Türboşarjerin tip onayı için, aşağıdaki istekler uygulanır.

Dayanım testi için minimum devir sayıları aşağıda verilmiştir:

Kompresör : ≥ izin verilen maksimum devir sayısının % 120'si

Türbin : ≥ izin verilen maksimum devir sayısının % 140'ı veya doğal kırılma devir sayısı (hangisi düşükse)

Dayanım testi, çalışma sıcaklığında yapılmalıdır. Kompresör ve türbinin teorik (dizayn) doğal kırılma devir sayısı bilgi için verilmelidir.

2.2 Aşağıdaki koşullar dahilinde, fiili dayanım testi yerine, bir simülasyon modeli vasıtasıyla yapılan hesaplar esas alınarak, muhafazanın yeterli dayanım bütünlüğünün nümerik kanıtı kabul edilebilir:

- Nümerik simülasyon modelinin; bir referans uygulaması için yapılan fiili dayanım testi (referans dayanım testi) ile hesaplama sonuçlarının doğrudan karşılaştırılması suretiyle test edilmiş olması ve uygulanabilirliği/ hassasiyetinin doğrulanmış olması. Bu kanıtlama, nümerik simülasyonun kabulü için başvurmak isteyen üretici tarafından sağlanmalıdır.

- Dayanım ile ilgili nümerik simülasyon, dayanım testi için belirlenenle aynı devir sayısında yapılır (yukarıya bakınız).

- Geometri ve kinematik bakımında türboşarjerin dizaynı dayanım testinden geçmiş bir türboşarjer ile benzer olmalıdır. Genelde, bütünüyle yeni dizaynlar, yeni dayanım testlerini gerektirir.

- Nümerik simülasyonda, yüksek devirdeki deformasyonların malzeme özellikleri uygulanacaktır. Normal özellikler ile ilgili deformasyon devirindeki özellikler doğrulanacaktır.

2.3 Genelde, dayanım testine **TL** sörveyörü katılmalıdır. Fiziki dayanım testinin dokümanları ve simülasyon sonuçlarına ait rapor, onay prosedürü kapsamında, **TL**'na verilmelidir.

2.4 Disk-şaft sıkı geçmesi

2.4.1 C sınıfı için uygulanır.

2.4.2 Diskin şafta sıkı geçme ile bağlandığı durumlarda, maksimum devir, maksimum tork, maksimum sıcaklık değişimi ve minimum çekme gibi ilgili tüm çalışma koşullarında emniyetli tork iletiminin sağlandığı hesaplamalarla doğrulanacaktır.

3. Tip Testi

3.1 B ve C sınıfları için uygulanır.

3.2 Belirli bir türboşarjer türü ile ilgili tip testi, makina üzerinde (türboşarjerin monte edileceği) veya bir test düzeneğinde yapılabilir.

3.3 Türboşarjerler, çalışma sınırlarında en az 500 çevrimlik teste tabi tutulacaktır. Makine ile birlikte, bu tür düşük çevrimli teste tabi tutulmuş türboşarjerlerde bu test yapılmayabilir, Bölüm 2,E.3'e bakınız.

3.4 Türboşarjerin bu tür çalışmaya uygunluğu, üretici tarafından öncelikle bildirilecektir.

3.5 Olası senkron altı titreşimler ve rezonansların belirlenmesi amacıyla, rotor titreşim karakteristikleri ölçülecek ve kaydedilecektir.

3.6 Tip testi, izin verilen maksimum devir sayısında ve izin verilen maksimum sıcaklıkta, en az bir saatlik sıcak çalıştırma testi ile tamamlanacaktır. Testten sonra, türboşarjer, özellikle sürtünme ve yatak durumlarına dikkate edilmek üzere, muayene için açılacaktır.

3.7 Tip testlerinin çeşitli kısımlarındaki sörveyör gözetiminin süresi **TL**'na bırakılmıştır.

4. Yedek Parçalar

Döner parçalar (rotor, çarklar ve kanatlar) ve türboşarjer muhafazaları; daha önce onaylanmış olan resimlere ve malzeme özelliklerine göre **TL** tarafından onaylanmış üreticiler tarafından üretilen yedek parçalarla değiştirilmelidir. Üreticiler, orijinal tip onayı sahibi tarafından tanınıyor olmalıdır.

D. Atölyelerin Onaylanması

1. Malzemeler ve Üretim

Döner parçaların ve muhafazaların malzeme üreticileri ve üretim prosedürleri **TL** tarafından onaylanmalıdır.

2. Üretilen Egzoz Gaz Türboşarjerleri

2.1 Kalite yönetim sistemi uygulayan ve silindir çapı ≤ 300 mm. olan **TL** onaylı dizel makinalara monte edilen egzoz gazı türboşarjerlerini üreten, türboşarjer üreticileri, **TL**'ye atölyelerinin onayı için başvurabilirler.

2.2 Atölye onayından sonra, C.1'de belirtilen parçaların malzeme testleri Üretici Muayene Sertifikası'na dahil edilebilir ve sörveyör tarafından doğrulanması gerekmez.

2.3 Ayrıca, C.6'da belirtilen deneme çalıştırma örnekleme esasına göre yapılabilir ve **TL** sörveyörünün doğrulamasını gerektirmez.

2.4 Atölye onayı, yıllık takip denetimlerinin yapılması kaydıyla 3 yıl geçerlidir.

2.5 Üretilen türboşarjerler için **TL** sertifikası düzenlenmez. Üretilen türboşarjerler, dizel makinaların nihai sertifikalarında seri numarası ile birlikte belirtilecektir.

3. Egzoz Gazı Türboşarjerlerinin Lisans Anlaşması Altında Üretilmesi

3.1 Egzoz gazı türboşarjerlerini lisans anlaşması altında üreten üreticilerin atölyeleri **TL** tarafından onaylanmalıdır.

3.2 Atölye onayı, aşağıdaki isteklerin sağlanması koşuluyla, geçerli lisans anlaşmasına ek olarak düzenlenebilir:

- Üretilen türboşarjerlerin lisans üreticisinin geçerli **TL** tip onayı bulunmalıdır.
- Resimler, malzeme özellikleri ve işletim prosedürleri, lisans vericinin türboşarjer tip onayı kapsamında onaylanan resimler ve özellikler ile uyumlu olmalıdır.

3.3 **TL** Sörveyörünün katılımı ile gerçekleştirilen örnekleme esaslı çalıştırma testi ile birlikte yapılan değerlendirmenin olumlu sonuç vermesi halinde, C.7 ve C.8'de belirtilen resim onayı ve testlerin yapılmasına gerek yoktur. Malzemelerin ve bileşenlerin testlerinin kapsamı, C.2-C.6'ya uygun olmalıdır.

3.4 Atölye onayı, yıllık takip denetimleri ile birlikte 3 yıl geçerli olup, seri-üretilen türboşarjerlerin üreticisi olarak verilen onay ile birlikte gerekli ise verilebilir.

3.5 Lisans anlaşması sona ererse, onay geçersiz hale gelir. Lisans vericinin, sona erme tarihi hakkında **TL**'na bilgi vermesi zorunludur.

E. Gaz Türbinleri

Ana ve yardımcı gaz türbinlerinin onayı için dokümanlar **TL**'na sunulmalıdır, A.3.1'e bakınız.

1. Governör ve Aşırı Devir Koruma Donanımları

1.1 Ana gaz türbinleri, türbin hızının maksimum sürekli hızın 15%'ini aşmasını önlemek için aşırı devir koruma donanımları ile donatılmalıdır.

1.2 Bir ana gaz türbinin bünyesinde geri dönüş dişli donanımı, elektrik aktarımı, kumanda edilebilir piçli pervane veya başka serbest kavramalı bir düzenleme var ise , aşırı devir koruma donanımından bağımsız bir hız governörü yerleştirilmelidir ve bu governör yüksüz durumdaki gaz türbininin hızını, aşırı devir koruma donanımını devreye almadan kontrol edebilecek kapasiteye sahip olmalıdır.

2. Çeşitli Otomatik Güvenlik Donanımları

2.1 Üreticinin önerdiği otomatik güvenlik donanımlarının gaz türbini donanımlarında işlev bozukluğundan kaynaklanan tehlikeli koşullara karşı koruma detayları, hata modu ve etkileri analizi ile birlikte **TL**'na sunulmalıdır.

2.2 En az aşağıdaki durumlarda türbine yakıt beslemesini otomatik olarak kesmek için ana gaz türbinleri, çabuk kapama donanımı (kapatma donanımı) ile donatılmalıdır:

- Aşırı devir,
- Yağlama yağı basıncında kabul edilemez düşüş,
- Çalışma esnasında alev kaybı,
- Aşırı titreşim,
- Her rotorun aşırı eksenel yer değiştirmesi (Rulmanlı yatağa sahip olan gaz türbinleri hariç),
- Egzoz gazının aşırı yüksek sıcaklığı,
- Devir düşürme donanımının yağlama yağı basıncının kabul edilemez düşüşü,
- Kompresör girişinde aşırı yüksek vakum basıncı.
- Yağlama yağı beslemesi,
- Akaryakıt beslemesi (veya alternatif olarak akaryakıt viskozitesinin otomatik kontrolü),
- Egzoz gazı

2.3 Aşağıdaki türbin hizmetleri otomatik sıcaklık kontrolleri ile donatılmalıdır ve ana gaz türbini normal çalışma aralığı boyunca kararlı durum koşullarını sağlamalıdır:

2.4 Otomatik veya birbirine geçmiş, akaryakıt birikiminden dolayı ana gaz türbininin tüm parçalarının temizlenmesi sağlanmalıdır veya gaz yakıtı arıtmak için, başlangıçta ateşlemeden önce başlatırken veya başlatmak için oluşan hatadan sonra tekrar başlatmak anlamlarına gelir.

2.5 Manevra istasyonunda, bir emercensi durumunda yakıt beslemesini kapatacak el trip donanımı bulunmalıdır.

2.6 İlk hareket donanımları, ateşlemenin başarısız olduğu durumlarda, ateşleme işlemini kesecek ve ana yakıt valfi önceden belirlenmiş bir süre içerisinde kapalı olacak şekilde düzenlenmelidir.

3. Alarm Donanımları

3.1 Tablo 4.2'de listelenen alarm donanımları sağlanmalıdır.

3.2 Kapama donanımlarının aktivasyonu ile uygun alarmlar kumanda edilmelidir.

Tablo 4.2 Alarm ve kapamaların listesi

İzleme parametresi	**Alarm**	**Kapama**
Türbin hızı	H	S
Yağlama yağı basıncı	L*	S
Devir düşürme donanımının yağlama yağı basıncı	L*	S
Yağlama yağı filtresi boyunca basınç farkı	H	
Yağlama yağı sıcaklığı	H	
Akaryakıt besleme basıncı	L	
Akaryakıt sıcaklığı	H	
Soğutma ortalama sıcaklığı	H	
Yatak sıcaklığı	H	
Alev ve ateşleme hatası	T	S
Otomatik başlama hatası	T	
Titreşim	H*	S
Rotorun eksenel yer değiştirmesi	H	S
Egzoz gaz sıcaklığı	H*	S
Kompresör girişinde vakum basıncı	H*	S
Kontrol sisteminin kaybı	T	

H = Yüksek değer için alarm
L = Düşük değer için alarm
T = Alarm aktif
S = Kapama
** Kapama donanımlarının aktivasyonu için kritik bir durum gelmeden önce uygun ayar noktalarında alarmlar aktif edilmelidir*

BÖLÜM 5

ANA ŞAFT DONANIMI

Sayfa

A. GENEL **5-**2
- **1.** Kapsam
- **2.** Onaylanacak Belgeler

B. ONAYLANAN MALZEMELER **5-**3
- **1.** Genel
- **2.** Ara Şaft Malzemesi için Kullanılan Alaşımlı Çeliklerin Özel Onayı

C. TASARIM KALİTESİ **5-**5
- **1.** Amaç
- **2.** Şaft Boyutlandırması
- **3.** Şaft Konikleri ve Pervane Somunu Dişleri
- **4.** Pervane Şaftlarının Korunması
- **5.** Kaplinler
- **6.** Şaft Yatakları

D. ŞAFTIN LAYNA ALINMASI VE TİTREŞİM **5-**15
- **1.** Genel
- **2.** Şaft Layn İşleminin Temelleri
- **3.** Burulma Titreşimleri
- **4.** Eksenel Titreşimler
- **5.** Yanal Titreşimler

E. GÖZLEMLEME, KONTROL TESTLERİ VE SERTİFİKALANDIRMA **5-**16
- **1.** Genel
- **2.** Tahribatsız Muayeneler ve Gözlemler
- **3.** Basınç Testleri

F. FİBER LAMİNELİ ŞAFTLAR İÇİN ÖZEL GEREKLİLİKLER **5-**17
- **1.** Teorik Mukavemet Hesabı
- **2.** Burkulma Hatası
- **3.** Deneysel Mukavemet Araştırması
- **4.** Nihai Dökümantasyon

A. Genel

1. Kapsam

1.1 Aşağıdaki kurallar, alışılmış ve standart ana ve yardımcı sevk sistemi ile bunların bağlantılı donanımları kaplinler, kavramalar, şaftlar gibi ve yanal iticilerin sevk amaçlı güç ileten donanımları için geçerlidir. Bunlardan farklı yapımlar **TL**'nun özel onayını gerektirir.

1.2 Sürekli yük, geçici yük ya da en büyük yük koşullarında çalışma durumunda izin verilen gerilme değerlerinin en büyük değerine karşı dayanacak biçimde pervane şaftları ve bağlantılı donanımları mükemmeliyetçi anlayışla tasarımlanmalıdır ve üretilmelidir.

1.3 Buz sınıfındaki gemiler için Bölüm 19'deki kuvvetlendirme faktörü göz önüne alınacaktır. **TL**, pervanenin tertiplenme tarzı nedeniyle eğilme gerilmesinin artması halinde, bu bölümdeki kural isteklerinin üzerinde bir pervane şaft boyutunu isteme hakkını saklı tutar.

1.4 Bu bölümde yer alan formüllerde kullanılacak tanımlamalar:

- "**Kuyruk şaftı**" gemi pervane şaftının kıç kovandan çıkan kısmı ile pervanenin takıldığı şaft ucuna kadar olan kısmın adıdır.
- "**Kıç kovan şaftı**" veya "**kovan şaftı**" gemi pervane şaftının kıç kovan içerisinde kalan ve şaftın makina dairesine girdiği noktada sızdırmazlık contalarına kadar uzanan kısmın adıdır.
- "**Pervane şaftı"** kuyruk şaftı ile kıç kovan şaftının birlikte oluşturduğu kısmın adıdır.
- "**Ara şaft**" veya "**tahrik şaftı**" geminin makina dairesinde kalan, kıç kovan çıkışından dişli kutusuna ya da kavramaya kadar olan şaft kısmının adıdır.
- "**İtme şaftı**" itme yatağına itme kuvvetini aktaran pervane şaft kısmının adıdır.

2. Onaylanacak Belgeler

Onaylanmak üzere **TL**'ye teslim edilecek belge ve resimlerin içeriklerine yönelik ayrıntılar aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır:

2.1 Tahrik şaftı için gerekli belgeler

- Ana makina pervane şaft sisteminin tümünü gösteren genel yerleştirme resimleri,
- Ana makina pervane şaft sisteminin bileşenlerine ait (itme şaftı, ara şaft, kıç kovan şaftı vb) detay resimleri,
- Kavramaların bağlantı düzeni ve detay resimleri (birleştirilmiş, sökülmüş, kamalı veya sıkı geçme detayları, kavrama cıvataları **(1)** ve kamalar),
- Mühendislik analizleri ve sıkı geçmeli kavramalar için montaj talimatları,
- Şaft yataklarının genel yerleşim resimleri ve ayrıca yatak detay resimleri, sızdırmazlık contaları ve şaft yağlama sisteminin resimleri,
- Kıç kovanın genel ve detay resimleri, kovan sızdırmazlık contaları ve dökme reçineden yataklar,
- Ana makinanın kesintisiz en büyük gücü, dişli redüksiyon oranı ve karşılık gelen devri,
- Şaft jeneratörleri için güç çıkış şaftı bağlantı detay resimleri, tahrik gücü güçlendiricileri ve benzeri donanımlara ait işletme bilgileri ve detay resimleri, (Ana makina gücünün 100 kW ve üstü değerleri için geçerlidir)
- Malzeme bilgileri ve özellikleri,

2.1.1 Onay için gerekli olan tüm bilgilerin resim üzerine işlenmesi gereklidir. Gerekli görülen yerlerde ve istenildiğinde, şaft sistemi bileşenlerine ait tasarım hesapları ile sistemin kuruluş ve işleyişine ilişkin tarifler de onay için **TL**'ye sunulacaktır.

---

(1) *Kavrama cıvatalarının birleştirilmesine ait detaylar **TL**'ye sunulacaktır.*

2.1.2 Şaft yataklarının yerleşimi için yerleşim bilgilerini de içeren bir yerleşim hesabı, onaylanmak için sunulmalıdır, C.6.6 ve D.2'ye bakınız. **TL**'nun izniyle ara şaftları d < 200 mm olan şaft donanımları için yerleşim hesabından vazgeçilebilir.

2.1.3 Resimler, zorlanmaların hesabı için gerekli bütün verileri içermelidir.

2.2 Kavrama için gerekli belgeler

– Moment iletilen elemanlar ile elemanların kasasına ait yapısal detaylar, malzeme bilgileri ve boyutlar,

– Tasarım gücü (yükü) ve karşılık gelen dönme devri,

– Mühendislik analizi,

– Kavramanın çalışmasına ait ayrıntılı bilgiler.

2.3 Esnek kaplin için gerekli belgeler

- Moment iletilen elemanlar ile elemanların kasasına ait yapısal detaylar, malzeme bilgileri ve boyutlar,

- Tasarım gücü (yükü) ve karşılık gelen dönme devri,

- Mühendislik analizi,

- Statik ve dinamik burulma katılığı ve sönüm özellikleri,

- Kesintisiz sürekli çalışma koşulu ile geçici yükte çalışma koşullarına ait izin verilen titreşim momentinin değeri,

- İzin verilebilir güç kaybı değeri (aşırı ısınma),

- Sürekli çalışma koşullarında izin verilen eksen kaçıklık değeri.

2.4 Kardan şaft için gerekli belgeler

- Moment iletilen elemanlara ait yapısal detaylar, malzeme bilgileri ve boyutlar,

- Tasarım gücü (yükü), tasarım momenti ve ana makinadan iletilen karşılık gelen dönme devri,

- Mühendislik analizi,

- Çalışma bilgileri.

2.5 Tasarım hesaplamaları

- Pervane şaft yerleşiminin özen gerektirdiği yerlerde şaft yerleşimine ait detay hesapları, (bkz C.2 ve D.2),

- Burulma titreşimi analizleri,

- Ana makinanın çalışma devir aralığında eğer sınırlarla ayrılmış hız bölgeleri varsa; şaft sisteminin boyuna eksenel ve yatayda yanal titreşim hesaplamaları.

B. Onaylanan Malzemeler

1. Genel

1.1 Özel tasarım amacı gözetilmediği sürece, pervane şaftları (kuyruk şaftı, kovan şaftı, ara şaft ve itme şaftı) ile onlarla bağlantılı olan flenç, kaplinler, kaplin cıvataları, kavramalar ve kamalar Kısım 2, Malzeme, Bölüm 5'de belirtilenlere uygun olarak dövme çelikten veya haddelenmiş çelikten üretilmelidir veya özel tasarımlarda özellikler **TL**'na onaylatılmalıdır. Dökme çelikten üretilmiş kaplinler ve bağlı donanımları ancak **TL** tarafından uygun bulunarak onaylanması halinde, gemilerde kullanılabilir. Yüzeyi desensiz olup aynı zamanda flençli bağlantıları da olmayan şaftlar haddelenerek yuvarlatılmış çelikten üretilebilir. Burada sözü edilmeyen malzemelerin kullanımı gerekli olduğunda; o malzemenin tam detaylı kimyasal yapısı, ısıl geçirgenlik ve ısıl işlem uygulama detayları, malzemenin dayanım özellikleri uygunluk için **TL**'nun onayına sunulacaktır.

1.2 Şaft gömlekleri bronzdan, korozyon dirençli paslanmaz çelikten ya da **TL**'nun onayladığı başkaca bir malzemeden yapılabilir. Şaft gömleklerinin metal

yapısında çizik, oyuk, gözenek, karıncalanma, vb. arıza ve kusurlar olmamalıdır. Sürekli gömlekler tek parçalı olacaktır. Eğer şaft **gö**mlekleri 2 veya daha fazla uzunluktaki parçalardan oluşmaktaysa; her ayrık parça **TL** Sörveyörü gözetiminde ve uygun bulunan kaynak yöntemiyle birleştirilmelidir.

Kaynak derinliği gömlek kalınlığının 2/3'ünden daha az olamaz. Kaynakla birleştirme yöntemi yerine ayrık gömlek parçalarının kavuşma noktalarında **TL**'nun uygunluk onayını alınarak kauçuk ya da lastik sızdırmazlık contası kullanılabilir.

1.3 Şaft donanımı (şaftlar, flenç kaplinleri, cıvatalar/raybalı cıvatalar) için kullanılan çeliklerin çekme mukavemeti, genelde 400 N/mm^2 ve 800 N/mm^2 arasında olmalıdır.

1.4 Malzeme uzama genliği %16'dan büyük olan metaller pervane şaftlarında ve şaft sisteminin herhangi bir bileşeninin üretiminde kullanılabilir. Ancak, uzama genliği %10'dan daha küçük olan malzemelerden yapılma alaşımlı çelikten kaplin cıvataları, **TL** tarafından tanınan ulusal ya da uluslararası standartlara uygun üretilmiş olsalar dahi, gemi şaft sistemlerinde kullanılamaz. Uzaması %16'dan az olan alaşımlı çelikler onay için **TL**'na sunulabilir.

1.5 Şaft sisteminin, C ve D'de verilen formüllere göre tasarımlanan, dinamik yüklü kısımları için ve şaftlar ile flençli bağlantıların birleştirme/raybalı cıvataları için genelde çekme mukavemeti 500 N/mm^2'den büyük, su verilmiş ve tavlanmış çelikler kullanılmalıdır.

1.6 Şaftların, geçici yükte çalışmada, izin verilen gerilmelere yakın titreşim gerilmelerine maruz kalabildiği hallerde, malzemelerin minimum azami çekme mukavemeti (R_M) 500 N/mm^2 olmalıdır. Aksi durumlarda, minimum azami çekme mukavemeti (R_M) 400 N/mm^2 olan çelikler kullanılabilir.

Madde C.2.1'deki formül (2) 'de ve Bölüm 6, C.1.1'deki formül (1), (2), (3), (4)'de kullanılmak üzere R_M aşağıdaki gibi sınırlandırılacaktır:

- Karbon ve karbon manganez çelikleri için, Bölüm 6,C.1.1'deki (1), (2), (3), (4) formüllerinde kullanım için minimum çekme mukavemeti 600 N/mm^2'yi geçmemek üzere ve Madde C.2.1'deki (2) formülünde kullanım için 760 N/mm^2'yi geçmemek üzere.

- Alaşımlı çelikler için, minimum çekme mukavemeti 800 N/mm^2'yi geçmemek üzere

- Genel olarak, pervane şaftlarında, minimum çekme mukavemeti 600 N/mm^2'yi geçmemek üzere (karbon, karbon manganez ve alaşımlı çelikler).

1.7 **TL** tarafından, malzemenin konvansiyonel çelikle eşdeğer yorulma ömrüne sahip olduğu doğrulanmadıkça, yukarıda verilen sınırlamalara kıyasla çekme mukavemeti daha büyük olan malzemelerin kullanımı halinde, Madde C.2'deki (1) ve (2) formüllerinden ve Bölüm 6,C.1.1'deki (1) ve (2) formüllerinden elde edilen şaft çaplarında azaltma yapılması veya daha yüksek izin verilen titreşim gerilmeleri kabul edilmez.

1.8 Özel hallerde şaftlar için deniz suyuna dayanıklı dövme bakır alaşımların kullanılmasında, **TL**'nin izni alınmalıdır.

2. Ara Şaft Malzemesi İçin Kullanılan Alaşımlı Çeliklerin Özel Onayı

2.1 Uygulama

Buradaki istekler, ara şaft malzemesi olarak kullanımı amaçlanan, minimum çekme mukavemeti 800 N/mm^2'den büyük, ancak 950 N/mm^2'den küçük olan alaşımlı çeliklerin onayı için uygulanır.

2.2 Burulma yorulması testi

Burulma yorulması testi, malzemenin konvansiyonel çelikle eşdeğer yorulma ömrüne sahip olduğunun doğrulanması için yapılacaktır. Bahis konusu malzemenin burulma yorulması mukavemeti, Bölüm 6,C.1.1'deki (1), (2), (3), (4) formüllerinde verilen τ_C izin verilen burulma titreşimi gerilmesine eşit veya ondan büyük olacaktır. Test, çentikli ve çentiksiz test parçasında yapılacaktır. Çentikli test parçasının gerilme yığılması faktörünün hesabı için, yorulma mukavemeti

azaltım faktörü β, dizayn kriterindeki en şiddetli burulma gerilmesi yığılması dikkate alınarak değerlendirilecektir.

2.2.1 Test koşulları

Test koşulları Tablo 5.1'e göre olacaktır. Ortalama yüzey pürüzlülüğü, ISO 1352, Bölüm 8.4'de istenildiği gibi, <0.2µm Ra olacak, düşük büyütmeli (x20) göz muayenesi ile doğrulanmak üzere lokal işleme izleri bulunmayacaktır.

Test prosedürleri ISO 1352, Bölüm 10'a göre olacaktır.

Tablo 5.1 Test Koşulları

Yük tipi	Burulma
Gerilme oranı	R= -1
Yük dalga formu	Sabit genlikli sinüzoidal
Değerlendirme	S-N eğrisi
Test sonucu için çevrim sayısı	1×10^7 çevrim

2.2.2 Kabul kriterleri

Ölçülen yüksek çevrimli burulma yorulması mukavemeti τ_{C1} ve düşük çevrimli burulma yorulması mukavemeti τ_{C2} aşağıda verilen değerlere eşit veya onlardan büyük olacaktır:

$$\tau_{C1} \geq \tau_{C,\lambda=0} = \frac{R_M + 160}{6} . C_K . C_D$$

$$\tau_{C2} \geq 1.7 . \frac{1}{\sqrt{c_K}} \tau_{C1}$$

Burada;

C_K = şaft dizayn özelliklerine bağlı faktör, Bölüm 6, Tablo 6.1'e bakınız.

scf = gerilme yığılması faktörü, Bölüm 6, Tablo 6.1'e bakınız. (çentiksiz test parçası için, 1,0)

C_D = boyut faktörü, Bölüm 6, A.4'e bakınız

R_M = şaft malzemesinin minimum çekme mukavemeti [N/mm2]

2.3 Saflık istekleri

Çelikler, ISO 4967 Yöntem A'ya göre test edildiklerinde, Tablo 5.2'de gösterilen saflık derecesine sahip olmalıdır. Temsili örnekler, dövme veya haddelenmiş ürünlerin her eriyiğinden alınacaktır.

Çelikler genel olarak, saflık isteklerinin elde edilmesi için kükürt, fosfor ve oksijen konsantrasyonunun en aza indirilmesine özel olarak dikkat edilerek, Cilt A, Kısım 2, Bölüm 5, Tablo 5.3'deki minimum isteklere uygun olacaktır. Özgün çelik bileşiminin **TL** tarafından onaylanması gereklidir.

Tablo 5.2 Saflık istekleri

Kalıntı grubu	Seriler	Sınır diyagramı indeksi I
Tip A	İnce	1
	Kalın	1
Tip B	İnce	1.5
	Kalın	1
Tip C	İnce	1
	Kalın	1
Tip D	İnce	1
	Kalın	1
Tip DS	-	1

2.4 Muayene

Kabulden önce, Cilt A, Kısım 2, Bölüm 5, Madde A ve B'ye göre ultrasonik testler gereklidir. Kabul kriterleri, IACS Recommendation no. 68'e veya tanınmış ulusal veya uluslar arası standartlara göre olacaktır.

C. Tasarım Kalitesi

1. Amaç

1.1 Aşağıdaki kurallar, dizel motorları, türbinler veya elektrik motorları tarafından tahrik edilen dövme ara şaftlar ile pervane şaftlarına uygulanacaktır.

1.2 Dişli kutularına (bkz. Bölüm 7, Dişli Donanımları ve Kaplinler) bağlanan şaftlar ile dümen pervanelere, iticilere ya da elektrik motorlarına veya jeneratörlere, ya da türbinlere bağlanan şaftların yapı ve tasarımlarında kendilerine özgü özellikler için ek kurallar uygulanır. Genelde burulma kuvvetleri altında çalışan bu tür şaftlar için yapı ve tasarım özelliklerine göre yüksek sıcaklıklara dayanıklılık, rijitliğin ve mekanik dayanım özelliklerinde üstünlük gibi ek bazı kural isteklerinin karşılanması **TL** tarafından istenmektedir.

1.3 Bu bölümde yer alan kurallar aşağıdaki

uygulamalar için geçerli değildir:

- Mekanik açıdan dayanıklılığı artırılmış Buzkıran gemilerinin pervane şaftları, (bkz. Bölüm 19),

- Dişli kutusu şaftları (bkz. Bölüm 7, Dişli Donanımları ve Kaplinler),

- Jeneratörlerin ve elektrik motorlarının dönen (rotor) şaftları,

- Türbin şaftları (bkz. Bölüm 3 ve 4),

- Dizel motorlarının krank şaftları (bkz Bölüm 2),

1.4 Bölüm 6'da ayrıntılarıyla anlatılan ve D.3'de ise özetlenmiş halde yer alan burulma titreşimleriyle ilgili kural isteklerini karşılayacak şekilde tasarımlanmış ve üretilmiş pervane şaftları ile şafta bağlantılı tüm parçalar.

1.5 Şaftların boyutlandırılması için göz önüne alınacak temel faktör genellikle şafta uygulanacak güçdür. Şaft konikliği ile şaft çapındaki artışlar şaft boyutlarında önemli değişikliğe neden olur. Yarıçap, en azından şaft çapındaki değişim miktarına eşit olmalıdır. Pervane şaftlarından ara şaft ile itme şaftını birleştirecek, soğuk şekil vermeyle yüksek mekanik dayanıma sahip bağlantı flenci yarıçapı, o flencin yerleştirileceği noktadaki hesaplanmış minimum şaft çapının en az %8'i olacaktır. Kıç taraftaki pervane şaft flencinin yarıçapı ise o flencin yerleştirileceği noktadaki hesaplanmış minimum şaft çapının en az %12,5'u olacaktır.

Yuvarlatmalar pürüzsüz olmalı ve somun ve cıvata başları buralarda bulunmamalıdır.

Ara, itme ve pervane şaft kaplinleri için yuvarlatma, yarıçapları gerilme konsantrasyon faktörü yuvarlatma yarıçapı gerçek şaft çapının %8 için olan değeri geçmeyecek şekilde kademeli-çoklu yapılabilir.

1.6 Bu bölümde yer alan formüllere göre boyutlandırması yapılmayan şaftlar veya şaft parçaları için, mekanik dayanım hesaplarının nasıl yapıldığı, hesap yöntemi hakkında bilgi, hesap için gerekli veriler ve hesap sonuçları topluca **TL**'nin onayına sunulacaktır.

1.7 Alternatif hesaplamalarda, izin verilen tüm işletme koşulları altında, komple dinamik şaft sistemine ait yükler dikkate alınmalıdır. Tüm şaft bağlantılarının boyutları ve yerleşimine özel olarak dikkat edilmelidir.

Ayrıca, alternatif hesaplarda, devamlı ve geçici işletim yükleri ile ilgili (yorulma mukavemeti için boyutlandırma) ve pik işletim yükleri ile ilgili (akma mukavemeti için boyutlandırma) dizayn kriterleri dikkate alınmalıdır. Çeşitli yük kabulleri için ayrı ayrı yorulma mukavemeti analizi yapılabilir, örneğin;

– Düşük çevrimli yorulma kriteri (tipik olarak $<10^4$), yani birincil çevrimler sıfırdan tam yüke ve tekrar sıfıra gelmek üzere ifade edilir (varsa ters döndürme torku dahil). Bu (1) formülü ile tanımlanır.

– Yüksek çevrimli yorulma kriteri (tipik olarak $>>10^7$), yani devamlı işletmede izin verilen burulma titreşimi gerilmeleri ve ters eğilme gerilmeleri. Burulma gerilmeleri ile ilgili sınırlar, D.3 ve Bölüm 6'da verilmiştir. Ters eğilme gerilmelerinin etkisi formül (1)'deki emniyet artımı içine dahildir.

– Yasaklanmış devir sayısı bölgesinden geçişte veya devamlı çalışma için izin verilenin dışında gerilmeler oluşturan diğer bir geçici durumda oluşan burulma titreşiminden kaynaklanan biriken yorulma, D.3 ve Bölüm 6'da geçici gerilme ile ilgili kriter ile ifade edilir.

2. Şaft Boyutlandırması

2.1 En küçük şaft çapı (1) nolu formül ile hesaplanacaktır.

$$d_a \geq d \geq F\,k \sqrt[3]{\frac{C_w P_w / n}{1 - \left(\frac{d_i}{d_a}\right)^4}} \qquad (1)$$

d = Şaftın gereken minimum dış çapı [mm]

d_a = Gerçek şaft dış çapı, [mm]

d_i = İçi boş olan şaftlarda gerçek iç çap. Eğer bu çap ≤ 0,4 d_a ise,

$$1-\left(\frac{d_i}{d_a}\right)^4 = 1{,}0$$ alınabilir.

P_w = Sevk motorunun nominal gücü, dişli kutusu ve yatak kayıpları düşülmemelidir [kW]

n = Nominal güçte şaftın devir sayısı, [dak^{-1}]

C_w = Malzeme faktörü, [-]

$$= \frac{560}{R_m + 160} \qquad (2)$$

R_m = Şaft malzemesinin gerçekte belirlenmiş (teorik) minimum çekme dayanımı (bkz. B), [N/mm^2]

F = Pervane şaftı boyunca kesitleri için kurulum şekline göre değişen tasarım faktörü [-]

Ara şaft ve itme şaftı

= 95 Türbinli sevk sistemleri, akışkanlı (hidrolik veya elektrikli) kaplin içeren dizel makinalı sevk sistemleri, elektrik makinalı sevk sistemleri için

= 100 Geri kalan tüm sevk sistemleri için,

Kuyruk şaftı ve kıç kovan şaftı

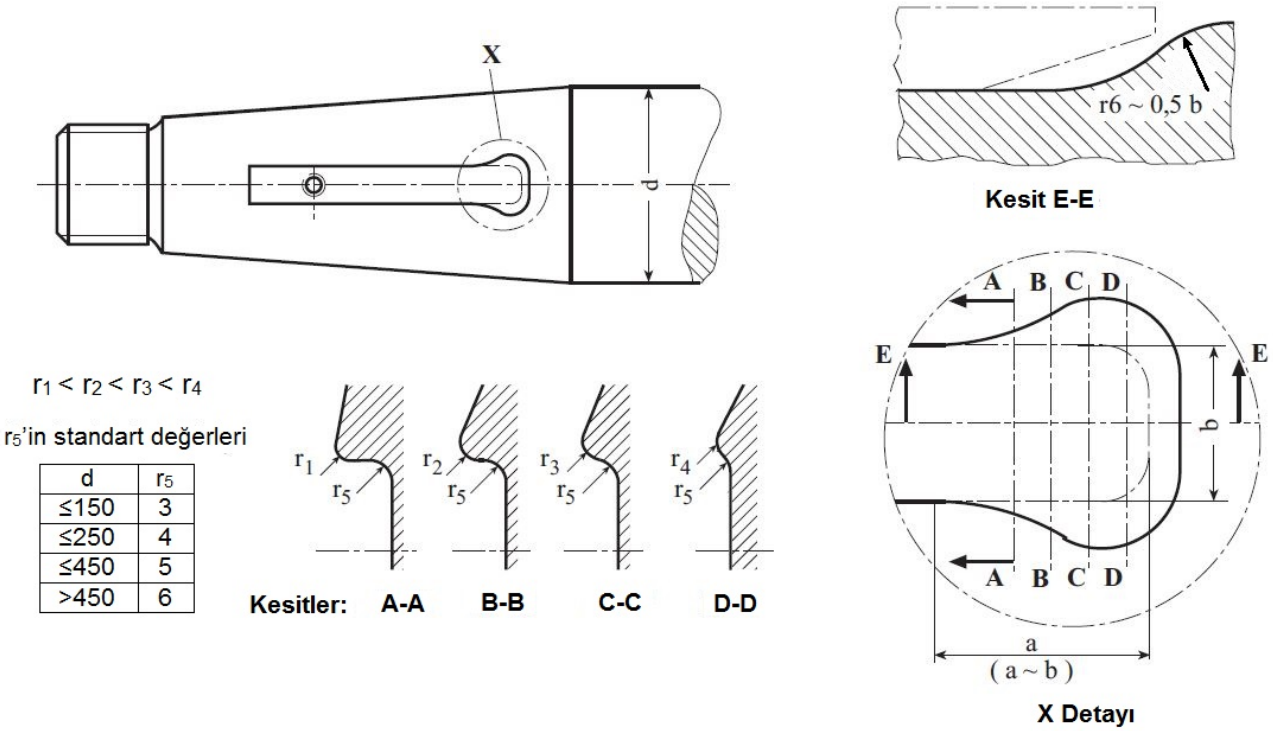
= 100 Bütün sevk sistemleri için,

k = Şaft tipine ait faktör, [-]
bkz Bölüm 6, Tablo 6.1

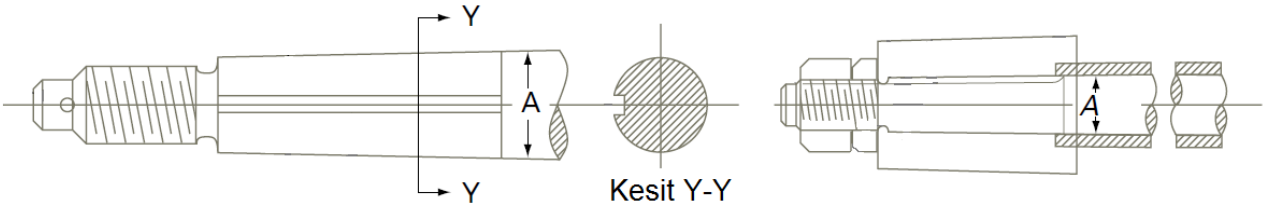
3. Şaft Konikleri ve Pervane Somunu Dişleri

3.1 Yasaklı devir aralığı bulunan tesislerde kama yuvaları, genelde kullanılmayacaktır.

3.2 Pervane şaftının pervane tarafındaki koniğinde kama yuvaları, yuvanın ön ucu dolu şaft kesitine, tedrici geçiş yapacak şekilde tasarımlanmalıdır. Kama yuvası ön ucu kaşık şeklinde olmalıdır. Pervane koniğinin üst yüzeyinde kama yuvası kenarları keskin olmamalıdır. Yuvarlatılmış kama yuvasının ön ucu pervane göbeğinin oturma yüzeyinin içinde olmalıdır. Pervane kamasının tespit vidalarının vida delikleri, uluslararası standartlarla uygun olmalı (örn. DIN 6885) veya kama yuvasının yalnız arka yarısında bulunmalıdır (şekil 5.1'e bakınız).



Şekil 5.1 Pervane şaftındaki kama yuvasının dizaynı



Şekil 5.2 Pervane şaft nihayetinin tipik detayı

3.3 Alıştırma yaylarıyla bağlanmış flençli kaplinlerin emniyeti için olan konikler, 1:12~1:20 arası bir konikliğe sahip olmalıdır. Pervane şaftının pervane tarafındaki konikliği için Bölüm 8'e bakınız.

3.4 Pervane somununun takılacağı vidanın dış çapı, koniğin hesaplanan büyük çapının (A) %60'ından daha küçük olmamalıdır. (bkz Şekil 5.2)

4. Pervane Şaftlarının Korunması

4.1 Sızdırmazlık

4.1.1 Yağ veya gres içinde çalışan pervane şaftları, kıç kovanın her iki ucunda, uygun ve **TL** tarafından onaylanmış sızdırmazlık elemanları ile donatılmalıdır. (Bunun için Şekil 5.3'e ve Klaslama ve Sörvey Kuralları, Bölüm 3, Sörveyler – Genel İstekler kısmına göre pervane şaftı sörveyi kapsamındaki kovan için dış sızdırmazlık isteklerine bakınız.)

4.1.2 Kıç kovanda, şaft yataklarında veya pervane (krom çelik malzemeden gömlek) bağlantısında kalıcı sızdırmazlığın sağlanmasına yönelik **TL** yürürlükteki kurallarında değişiklik yapma veya ek istekler öngörme hakkını saklı tutar.

4.1.3 Sızdırmazlığın korunması için bir kum kapağı veya keten sargı öngörülür. (bkz Şekil 5.3)

4.1.4 Pervane göbeğinin oturduğu yer, deniz suyunun girmesine karşı etkin bir şekilde korunmalıdır. Pervane şaftının korozyona dayanıklı malzemeden yapılması halinde sızdırmazlık elemanı bulunmayabilir. (bkz Şekil 5.3)

4.1.5 **IWS** ek klas işareti için sızdırmazlık elemanı, gemi yüzme durumunda iken, yatak hareketinin ölçülebileceği bir düzen vasıtasıyla yerleştirilmelidir.

4.2. Şaft gömlekleri

4.2.1 Deniz suyunda çalışan, korozyona dayanıklı malzemeden yapılmamış pervane şaftları, deniz suyuna dayanıklı metal gömlekler veya **TL**'nca onaylanmış diğer gömlekler vasıtasıyla ve pervanede uygun sızdırmazlık elemanları ile deniz suyunun girmesine karşı korunmalıdır. (Şekil 5.3)

4.2.2 Deniz suyu içinde çalışan, 4.2.1'e uygun metal gömlekler, tek bir parça olarak yapılmalıdır. Yalnız **TL**'nun kesin onayı ile bilhassa uzun gömlekler iki veya daha fazla parçalı yapılabilir, ancak bunlar şafta geçirildikten sonra birleşme yerinde, **TL**'nca bilinen bir yöntem ile sızdırmaz bir şekilde birleştirilmeli, özel bir kaplama olabilir ve birleşme bölgesi özellikle muayene edilmelidir.

4.2.3 Şaft gömlekleri için en küçük et kalınlığı

Kuyruk şafta takılan bronz şaft gömleklerinin en küçük et kalınlığı s [mm], 4.2.1'e uygun olarak aşağıdaki gibi belirlenir:

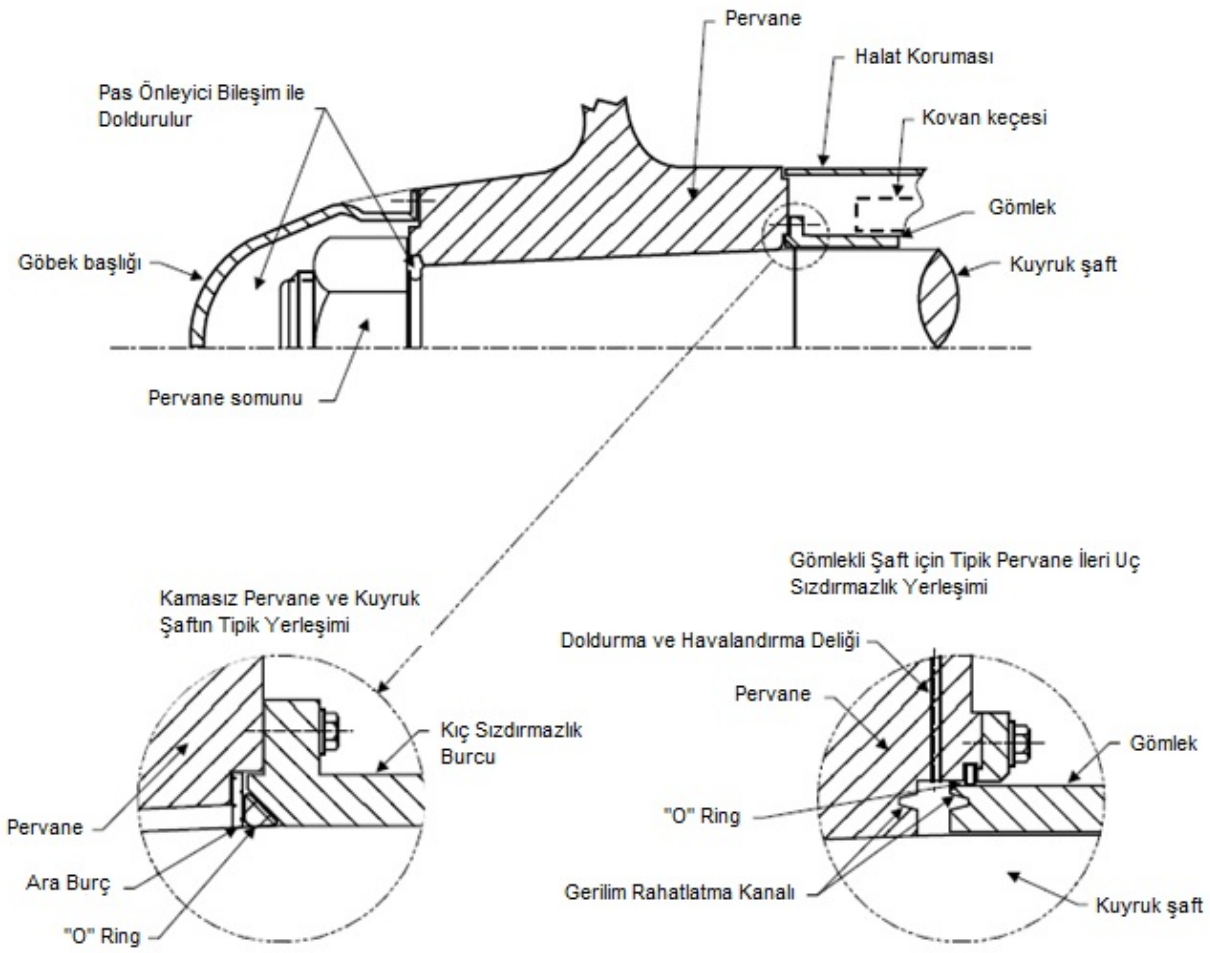
$$s = 0{,}03d + 7{,}5 \quad \text{[mm]} \qquad (3)$$

Burada

d = Gömlek içindeki şaft çapı [mm],

s = Yatakta en düşük et kalınlığı [mm].

Sürekli gömleklerde yataklar arasındaki et kalınlığı 0,75.s 'ye kadar indirilebilir.



Şekil 5.3 Kuyruk şaft ve pervane fitinglerinin tipik yerleşim ve detayları

5. Kaplinler

Şaft hattında bulunan ancak, bu kısımın kapsamında bulunmayan kaplin cıvatalarının tasarımı, ayrıca **TL** tarafından onaylanmalıdır.

5.1 Ara ve itme şaftlarında kaplin flenci kalınlığı ile pervane şaftının ön tarafındaki kaplin flenci kalınlığının değeri aynı yerdeki hesaplanmış şaft çapı değerinin %20'sinden az olamaz veya ilgili şaftın aynı çekme mukavemetine sahip malzemeler için hesaplanmış kaplin cıvata çapının kalınlığı hangisinde büyükse o değer alınır. Şaft malzemesinin çekme mukavemeti B.1.6'da tanımlanandan fazla kabul edilmeyecektir.

Paralel yüzeylere sahip olmayan flençler için **TL** tarafından özel dikkat gösterilebilir, ancak hiçbir koşulda flenç kalınlığı kaplin cıvata çapından az olamaz.

Pervane şaftlarına takılan dövme flençlerin kalınlığı, flencin takılacağı yer için hesaplanan en küçük şaft çapı değerinin %25'inden daha az olamaz. Bu tür flençlerin et kalınlığı, şaft malzemesiyle aynı çekme dayanımına sahip flenç tutturma cıvatalarının kural çapı veya anma çapından daha ince olamaz.

Aşağıdaki (4), (5), (6), (7) ve (8) nolu formüllerde yer alan semboller:

A = Sıkı geçme yatakların etkin alanı, [mm^2]

c_A = Tahrik uygulama türüne bağlı olarak sıkı geçme kaysayısı, [-]

= 1,0 Dizel makina ve türbin dişli donanımı için,

= 1,2 Direkt bağlı dizel makina ile sevk için,

C = Şaft nihayetlerinin konikliği [-]:

$$= \frac{\text{şaft koniği uçları arasındaki fark}}{\text{konik uzunluğu}}$$

d = Kelepçeli tip kaplin şaft çapı, [mm]

d_s = Tutturma vidası çapı, [mm]

d_k = Başlı cıvatanın diş dibi çapı, [mm]

D = Cıvata dairesinin hatve çapı, [mm]

E = Elasitisite modülü, [N/mm^2]

f = Sıkı geçmeli birleştirme için katsayı, [-]

Q = Sıkı geçmeli bir birleştirmenin ortalama birleşme yeri çapında çevresel kuvvet, [N]

n = Şaft devir sayısı, [min^{-1}]

p = Sıkı geçmeli birleştirmede yüzey basıncı, [N/mm^2]

P_w = Şaftın ilettiği güç, [kW]

s_{fl} = Cıvata hatve dairesi alanında flenç kalınlığı, [mm]

S = Şaft donanımındaki sıkı geçmeli birleştirmelerde kaymaya karşı emniyet katsayısı, [-]

= 3,0 Motor ile dişli donanımı arasında,

= 2,5 Diğer bütün uygulamalarda,

T = Pervanenin itme kuvveti, [N]

z = Sıkı geçme veya normal cıvataların sayısı, [-]

$R_{m,b}$= Sıkı geçme veya normal cıvataların malzemelerinin çekme mukavemeti, [N/mm^2]

μ_o = Statik sürtünme katsayısı, [-]

= 0,15 Basınçlı yağ yardımı ile sıkı geçirilmiş birleştirmeler için,

= 0,18 Kuru olarak sıkı geçirilmiş birleştirmeler için

θ = Şaft nihayetlerinin konikliğinin yarısı, [-]
= C/2

5.2 Flençli kaplinlerin kaplin cıvataları, kural olarak sıkı geçmeli cıvatalar olmalıdır. Kaplin flençlerinin birleşme yerinde yer alan sıkı geçme cıvataların (d_s) en küçük çapı aşağıdaki formülle belirlenir:

$$d_s = 16\sqrt{\frac{10^6 P_W}{n \cdot z \cdot D \cdot R_{mb}}} \qquad (4)$$

Raybalı tipte cıvataya sahip, ara, itme ve pervane şaft kaplinleri için kaplin cıvata çapı, formül (4)'e göre hesaplanan değerden az olamaz:

$$d_s = 0.65\sqrt{\frac{d^3.(R_m + 160)}{z.D.R_{m,b}}} \qquad (5)$$

Burada;

d = Kural çapı (mm), örneğin; uygulaması olan durumlarda buz sınıfı mukavemet gereksinimlerinin de göz önünde alınarak çekme mukavemeti R_m olan malzemeden yapılan ara şaftlar için minimum çap.

$R_m \leq R_{m,b} \leq 1.7.R_m$, ancak 1000 N/mm^2'den büyük olmayacaktır.

Aynı zamanda B.1.3'e bakınız.

5.3 Sıkı geçme cıvataları kullanmanın mümkün olmadığı özel hallerde, aynı değerde sürtünme direncini sağlayan bir bağlantı, **TL**'nca kabul edilebilir.

5.4 Manşon kaplinlerin birleştirme cıvatalarının (d_k) en küçük diş dibi çapı, aşağıdaki formülle belirlenir:

$$d_s = 12\sqrt{\frac{10^6 P_W}{n \cdot z \cdot D \cdot R_{m,b}}} \qquad (6)$$

5.5 İnce gövdeli cıvataların gövdesi, diş dibi çapının en az 0,9 katı bir çapta yapılabilir. Eğer cıvata bağlantısı dönme momentinden başka önemli ek kuvvetleri taşımak zorunda ise, bu taktirde cıvataların ölçüleri uygun olarak artırılmalıdır.

5.6 Sıkı geçmeli kaplinler

Şaftların kamasız sıkı geçmeli kaplinlerle birleştirilmesi halinde (flençli veya kovanlı) sıkı geçmenin boyutlandırılması, tüm kısımlardaki maksimum "Von Mises" eşdeğer gerilmesi, ilgili malzemenin akma sınırının %80'ini ve montaj ve demontaj sırasında akma sınırının %95'ini geçmeyecek şekilde yapılmalıdır.

Bağlantının kaymaya karşı emniyet sınırı hesabında maksimum boşluk uygulanacaktır. Bu boşluk, üretim resimlerine göre, delik ile şaft için, en küçük ve en büyük çaplar arasındaki farktan elde edilmelidir. Gerekli emniyet payını sağlamak için sıkı geçmeli bağlantıdaki temas basıncı, p [N/mm^2], (7) ve (8) formülleriyle belirlenir:

$$p = \frac{\sqrt{\theta^2 \cdot T^2 + f \cdot \left(c^2 \cdot Q^2 + T^2\right)} \pm \theta \cdot T}{A \cdot f} \qquad (7)$$

Not :

- *Konik sıkı geçmenin pervane itmesini eksenel yönde azaltan olumsuz bir etkisi yoktur.*

- *Konik sıkı geçmenin pervane itmesini eksenel yönde azalttığı durum söz konusudur.*

Eğer pervane itmesi, konik kısımdaki yüzey basıncını arttırıyorsa, T pozitif değer olarak alınır. Güç ve itme az olduğu taktirde pervane itme yönünün değişimi ihmal edilecektir.

Eğer pervane itmesi, konik kısımdaki yüzey basıncını azaltıyorsa, T negatif değer olarak alınır, örneğin, çekici pervaneler.

$$f = \left(\frac{\mu_o}{S}\right)^2 - \theta^2 \qquad (8)$$

Yasaklı devir sayılı doğrudan bağlı sevk tesisleri için ana rezonanstaki titreşim döndürme momentinin emniyetle aktarıldığı ayrı hesaplama ile teyid edilecektir. Bu doğrulama için, döndürme momentinin iletilmesi için kaymaya karşı emniyet en az S=2,0 olacaktır. (S=2,5 yerine), c_A katsayısı 1,0 alınabilir. Bu ilave doğrulama için, itmenin ilgili etkisi ihmal edilebilir.

6. Şaft Yatakları

6.1 Şaft yataklarının yerleştirilme düzeni

Eğer dizayn ayrıntıları şaft aranjmanı resminde verilmemişse, şaft yatakları ve kıç kovan yataklarını gösteren resimler onay için verilmelidir. İzin verilen yatak yükleri gösterilmelidir. İzin verilen en düşük şaft devir sayısı da dikkate alınmalıdır.

Kıç kovanın içindeki ve dışındaki şaft yatakları, çalışma sıcaklığındaki tesiste, geminin yükleme durumundan bağımsız olarak, pozitif yatak etkisi gösterecek şekilde tertiplenmelidir.

Yatak aralıklarının seçiminde, makinanın veya dişli donanımının döndürme flencine doğru şaft sisteminin layna alınmasında, çalışma sıcaklığındaki tesisin dişli donanımı şaftlarında veya krankşaftta, kabul edilmeyen büyük enine kuvvetlerin veya eğilme momentlerinin oluşmamasına dikkat edilmelidir. Ayrıca gemi bünyesinin şekil değiştirmesi veya bizzat yatağın kayması veya aşınması nedeniyle bir veya birkaç yatağın yerinin değişmesi halinin, şaft taşıyıcı yataklarındaki ve dişli donanımının döndürücü milinin yataklanmasındaki yatak etkilerinde, kayda değer bir etki oluşturmasından sakınacak şekilde, uygun yatak aralıkları seçilmelidir.

Kabul edilebilen en büyük yatak aralıkları için yönlendirici değerler, ℓ_{max} [mm] (9) formülü ile belirlenebilir:

$$\ell_{max} = K_1 \cdot \sqrt{d} \qquad (9)$$

d = Yataklar arasındaki şaft çapı, [mm]

K_1 = 450 Yağlamalı beyaz metal yataklar için,

= 280 Gresle yağlamalı, kır dökme demir kıç kovan yatakları için,

= 280 – 350 Su ile yağlanan kıç kovan ve şaft braketi kauçuk yatakları için (üst değerler yalnız özel uygulamalar içindir),

Şaft dönme hızının 350 d/dak'nın üzerine çıktığı çalışma bölgesinde, en büyük yatak aralıklarının, müsaade

edilmeyen yüksek eğilme titreşimlerinin yükünden kaçınmak için, (10) formülü ile belirlenmesi ve sınır durumlarda şaft sistemi için bir eğilme titreşim hesabının yapılması gereklidir.

$$\ell_{max} = K_2 \cdot \sqrt{\frac{d}{n}} \qquad (10)$$

n = Şaft devir sayısı, [min^{-1}]

K_2 = 8400 Yağlamalı beyaz metal yataklar için,

= 5200 Gresle yağlamalı, kır döküm yataklar için ve kıç kovan ve şaft braketi içindeki kauçuk yataklar için.

Genelde yataklar arası mesafe, (9) veya (10) formülleri kullanılarak hesaplanan izin verilen maksimum mesafenin % 60'ından az olmamalıdır.

6.2 Kıç kovan yatakları

6.2.1 Pervane şaftları, kıç kovan içinde genellikle iki yatak yeri ile desteklenmelidir. Boyu kısa kovanlarda ön yatak kaldırılabilir. Bu durumda serbest duran en az bir jurnal yatağı öngörülür.

6.2.2 Pervane şaftının, kıç kovan içinde yağ ile yağlamalı beyaz metal veya yağlı kıç kovan yataklarında kullanılan suni kauçuk veya takviye edilmiş reçine veya plastik malzemelerden yataklarda çalışması halinde, kıç kovan yatak uzunluğu, şaft çapının yaklaşık 2 ve öndekinin uzunluğu ise, yaklaşık 0,8 katına eşit olmalıdır.

Pervane ağırlığı da göz önüne alınarak statik yüklerden gelen temas basıncı, beyaz metalle yataklanmış şaftlarda 0,8 MPa'dan ve sentetik malzemeden yapılmış yataklarda 0,6 MPa'dan küçükse, kıç kovan yataklarının boyu 1,5 d_a'ya kadar kısaltılabilir.

6.2.2.1 Yağ ile yağlamalı beyaz metal yatakları

Onaylı yağ sızdırmaz conta ile donatılmış beyaz metal kaplamalı ve yağ ile yağlamalı kıç yatak boyu, gerekli kuyruk şaft çapının iki katından az olamaz. Ancak, şaft ve pervane ağırlığınn yalnızca kıç yatak üzerine etkidiği kabul edilerek, bu yataktaki statik yatak reaksiyon kuvvetinin, yatak projeksiyon alanına bölünmesi ile bulunan nominal yatak basıncı değerinin 0,80 N/mm^2'den az olması koşuluyla daha küçük yatak boylarına müsaade edilebilir. Ancak minimum boy, gerçek çapın 1,5 katından az olamaz.

6.2.2.2 Yağ ile yağlamalı sentetik malzeme yatakları

Onaylı yağ sızdırmaz conta ile donatılmış sentetik conta, takviye edilmiş reçine veya plastik yağ yağlamalı kıç yatak boyu, gerekli pervane şaft çapının iki katından az olamaz. Ancak, şaft ve pervane ağırlığınn yalnızca kıç yatak üzerine etkidiği kabul edilerek, bu yataktaki statik yatak reaksiyon kuvvetinin, yatak projeksiyon alanına bölünmesi ile bulunan nominal yatak basıncı değerinin 0,60 N/mm^2'den az olması koşuluyla daha küçük yatak boylarına müsaade edilebilir. Ancak minimum boy, gerçek çapın 1,5 katından az olamaz. Malzeme, test sonuçlarının uygun olması ve uygulamada elde edilen tecrübeler değerlendirilerek daha yüksek yatak basıncına müsaade edilebilir.

6.2.2.3 Yağ ile yağlamalı dökme demir veya bronz yataklar

Onaylı yağ sızdırmaz conta ile donatılmış yağ ile yağlamalı dökme demir veya bronz yatakların boyları, gerekli kuyruk şaft çapının dört katından az olmaz.

6.2.2.4 Şaft kovan yatağı yağlama yağı numunesi alma düzeneği

Yağ numunelerinin doğru ve kolay bir şekilde alınabilmesini sağlayacak bir düzenleme yapılmış olmalıdır. Numune alma noktası, mümkün olduğunca yağlama yağı sisteminin en alt noktasından olmalıdır. Aynı zamanda düzenleme, kirliliğe sebep olan maddelerin yağlama yağı sisteminden efektif olarak alınmasına izin vermelidir.

6.2.3 Pervane şaftının, pelesenk ağacı, kauçuk veya plastik malzemeden üretilmiş ve su ile yağlanan yataklara sahip kıç kovan içinde çalışması halinde, kovan yatak uzunluğu, şaft çapının yaklaşık 4 ve öndekinin uzunluğu yaklaşık 1,5 katına eşit olmalıdır.

Yatak yük kapasitesinin yeterliliği tezgâhla yapılan testle kanıtlanırsa yatak uzunluğu azaltılabilir.

Not: *Kapalı devre tatlı su yağlama sistemli stern tüpte; numune, pozitif olarak işaretlenen ve karar kılınmış aynı yerden alınacaktır. Numune, stern tüpte dolaşan suyu temsil edecek şekilde olacaktır (Kapalı devre tatlı su yağlama sistemli stern tüpte, metal ve diğer kirlilik faktörleri içeriğinin tespitinde tavsiye edilen prosedür için ayrıca IACS Rec No.143'e bakınız).*

6.2.4 Pervane şaftının, gresle yağlanan kır döküm burç içinde çalışması halinde, kıç kovan yatağının uzunluğu, şaft çapının yaklaşık 2,5 katına ve öndekinin uzunluğu ise, yaklaşık şaft çapına eşit olmalıdır.

Pervane şaftlarının çevresel hızı aşağıdaki değerleri aşamaz:

- 2,5 ~ 3 m/s Gresle yağlanan kır döküm yataklarda
- 6 m/s Lastik yataklarda
- 3 ~ 4 m/s Suyla yağlanan pelesenk ağacından yataklarda

6.2.5 Kıç kovan şaftlarının sürtünmesiz yataklarda çalışması durumunda, yatağın iç yüzeyi dönen silindirik tekerleklerle haddelenerek düzeltilmeli ve yatak boşluğu artırılmalıdır. İç yüzey haddelemesiyle yatak ekseni ve şaft arasında %0,1'lik eğim sağlanmalıdır.

Rulmanlı yatakların kullanımında, üretici tarafından belirtilen minimum yük isteklerine uyulmalıdır (eksenel ayarlama önerilir).

6.3 Ara yataklar

6.3.1 Kaymalı yataklar

Ara yataklar için 6.2.1'de tanımlanan kısa yatak boyları veya yüksek özel yükler **TL** tarafından kabul edilebilir.

6.3.2 Rulmanlı yataklar

Rulmanlı yatakların kullanılması durumunda tasarım, özel gereklilikler için uygun olmalıdır.

Şaft hatıında dikkate değer deflekşın ve eğimler dikkate alınmalıdır. Bunlar olumsuz sonuçlara yol açmamalıdır.

Rulmanlı yatak uygulamaları için üretici tarafından belirtilen minimum yükler dikkate alınmalıdır.

Minimum L_{10a} (ISO 281'e göre) ömür süresi, belirtilen bakım aralıkları ile uyumlu olmak zorundadır.

6.4 Yatak yağlaması

6.4.1 Şaft donanımındaki kaymalı veya rulmanlı yatakların malzeme ve yağların seçimi denizde çalışma gereklerine uygun olmalıdır.

6.4.2 Kıç kovan yatağı veya eğer varsa iki parçalı olan ön ve arka yataklarının yağsız kalmaması için, yağlama güvenliğinin mutlak sağlanması için; gres veya yağlama yağı gerekli ve yeterli ölçüde basılabilmelidir.

Gresle yağlamada, ön ve arka yatağa gres ikmalini sağlayacak bağlantılar sağlanmalıdır. Sürekli gres temini için, mümkünse, şafttan hareket alan bir gres pompası kullanılmalıdır.

6.4.3 Kıç kovan içinde yağda çalışan şaftlar için, geminin yüklü su hattı üzerinde yeterli yükseklikte bir yağ besleme tankı tertiplenmelidir. Yağ tankının doluluğu, her zaman kontrol edilebilmelidir.

6.4.4 Kıç kovan yataklarının sıcaklığı gözlemlenebilmelidir. Çapı 400 mm. nin altında olan pervane şaftlarında alternatif olarak kovanın yağ sıcaklığı görüntülenebilir. Burada sıcaklık algılayıcısı (sensör) mümkün olduğu kadar kıç kovana yakın konuşlanmalıdır.

6.4.5 Otomasyon sistemli gemiler için, **TL** Otomasyon Kuralları bölümü dikkate alınmalıdır.

6.4.6 Pervanenin takıldığı ve pervaneye en yakın konumdaki şaft yatağının uzunluğu kuyruk şaftı çapının 4 katından daha az olamaz.

Bununla birlikte bir istisna olarak; lastik, güçlendirilmiş reçine veya plastik malzemeden üretilmiş yataklar için yatak boyu kuyruk şaftı çapının 4 katından küçük olmasına izin verilir ancak yatak boyu hiçbir şekilde 2 katından küçük olamaz. Bu istisnai durum ancak **TL** sörveyörü tarafından yatak tasarımının güvenilirliği deneysel olarak test edildikten sonra uygulanabilecektir.

6.5 Kıç kovan bağlantıları

Yağla yağlanan kıç kovanlar, bir doldurma, muayene ve boşaltma bağlantısı ve ayrıca havalandırma borusu ile donatılmalıdır. Pervane şaftı deniz suyunda çalışıyorsa, kovan yatağının ön tarafına, doldurma bağlantısı yerine bir yıkama devresi bulundurulmalıdır. Gerekirse bu yıkama devresi, cebri su yağlaması olarak da görev görecektir.

6.6 Kovan şaftının durumunun izlenmesi

6.6.1 Pervane şaftının kıç kovan içinde yağda çalışması halinde, şaftın çekimi aralıklarının azaltılması olanağı vardır. Bu amaçla, aşağıdaki dizayn önlemleri alınmalıdır:

- Kıç kovan yatağının sıcaklığının ölçümü için bir cihaz (ve ölçülen değerlerin düzenli dokümantasyonu), 6.4.4 ile karşılaştırınız.
- Kıç kovan içindeki yağ tüketiminin belirlenme olanağı (ve düzenli dokümantasyon),
- Kıç yatağın aşınmasının ölçülme düzeneği,
- Yağ kalitesinin analizi için (yaşlanma etkileri ve H_2O, demir, bakır, kalay, silisyum, yatak metali, vb. miktarı) çalışır durumda kovanın arka ucundan temsili yağ örneklerinin alınma sistemi ve bunları akredite laboratuarlara göndermek için uygun kaplar (örnekler, en çok 6 ayda bir alınacaktır),
- Yağ örneklerinin alınması için yazılı prosedürler,
- Yağlama yağında su miktarının gemide belirlenmesi için bir test düzeni (ayda bir kullanılacak),
- Rulmanlı yatak varsa, düzenli olarak ilave titreşim ölçümleri yapılacak ve dokümante edilecektir. Ölçümlerin ve dokümantasyonun kapsamı hakkında, her tesis için **TL** ile anlaşmaya varılmalıdır.

6.6.2 Bu sistemin ilk sörveyi ile yıllık ve klas yenileme sörveylerindeki kontrollere ait istekler, **TL** Klaslama ve Sörveyler Kuralları, kitapçığında tanımlanmıştır.

6.6.3 Eğer 6.6.1 ve 6.6.2'deki istekler sağlanırsa **CM-PS** (Condition Monitoring – Planned Maintenance System) klas işareti verilebilir.

6.7 Dökme reçine ile yataklama

Kıç kovanın ve kovan yataklarının dökme reçine ile yataklanması ve yatak gövdesinin dökme reçine parçalarına oturtulması **TL**'nun gözetiminde yetkili firmalar tarafından yapılmalıdır.

Yataklamada yalnız **TL** tarafından onaylanan dökme reçine kullanılmalıdır.

Dökme reçine üreticisinin yerleştirme talimatı göz önüne alınmalıdır.

6.8 Şaft kilitleme düzenleri

Çok şaftlı sistemlerin her bir şaftı için Bölüm 1, D.12.3'e göre bir kilitleme düzeni sağlanmalıdır.

Kilitleme düzeni, geminin diğer şaftlarla düşük güçte çalıştığı hallerde, şaftın dönmesini sağlayacak şekilde dizayn edilmelidir. Bu düşük güç, gemiye genelde 8 deniz mili/saat'den daha az olmamak üzere, tam manevra kapasitesi sağlayacak bir hız temin etmelidir.

Eğer kilitleme düzeni, geminin diğer şaftlarının tam güç ve hız sağlamasına göre tasarımlanmamışsa, bu konudaki çalışma sınırlaması uygun işaretlerle kullanıcıya gösterilmelidir.

6.9 Pervane şaft braketleri ve elastik kıç kovan kaplinleri

Pervane şaft braketleri ve elastik kıç kovan kaplinlerinin konstrüksiyonu için, Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 10, C ve D'ye bakınız.

D. Şaftın Layna Alınması ve Titreşim

1. Genel

Yukarıda hedefleri ve kaynakları açıklanan tasarım kurallarına ek olarak; şaftın layna alınması, şaft yataklarının yeri ve yatak boyutlarının şaft sisteminde doğurabileceği ek gerilmelerin saptanmasına da özel önem verilmeli, bu amaçla eksenel, yanal ve burulma titreşimi analizi yapılmalıdır.

2. Şaft Layn İşleminin Temelleri

Tahrik hattının ilgili tüm işletim koşullarında şaft, dişli kutusu ve makina yatakları ile ilgili isteklerin karşılandığı, layn hesapları ile doğrulanmalıdır. Burada, tüm temel statik, dinamik ve termal etkiler dikkate alınmalıdır.

Verilecek hesaplama raporlarında, kullanılan giriş verilerinin tamamı yer almalı ve nihai şaft deflekşını, eğilme gerilmesi ve yatak yükleri gösterilmeli ve üretici isteklerine uygunluk dokümante edilmelidir.

Gemideki uygulamayı belirten ve açık flençli birleştirmeler için izin verilen boşluk ve çökme değerleri veya yatak yüklerinin ölçümü için kaldırma yüklerini gösteren layna alma prosedürü düzenlenmelidir.

Gemideki nihai layna alma, gemi yüzer durumda iken, **TL** sörveyörü gözetiminde, uygun ölçüm yöntemleri ile kontrol edilmelidir.

Şaftın layna alınması işlemi kadar layn hesaplarının da kaynak olarak değerlendirilmek üzere **TL**'ye sunulması gereklidir. Ancak, aşağıda belirtilen tip özel ve özen gerektiren montaj işlemlerine ait layn hesapları kontrol edilerek onaylanmak üzere **TL**'ye sunulacaktır:

- Çapı 300 mm'den daha büyük pervane şaftları,
- İki veya daha fazla ileri hareket pinyon dişlilerinin tahrik ettiği dişli çarka sahip pervane şaftları,
- Güç çıkış veya güç bindirme düzeneğine sahip pervane şaftları,
- Yatakları eğimli çapa sahip kuyruk şaftları.

Şaftın layna alınması hesapları yatak tepki kuvvetlerini, şaft boyunca kesme kuvvetlerini ve eğilme momentlerini, kuyruk şaftları için şaft koniğine ait detayları ve layna alınma işlemi detaylarını içerecektir.

Şaft layn hesaplamaları belirlenmiş toleranslar dâhilinde sıcak ve soğuk çalışma koşulları için ayrı ayrı yapılacaktır.

Şaft layn hesaplamalarında toleranslar için izin verilen en büyük değerler kullanılacaktır ve hesap sonuçlarında;

- Tüm çalışma koşullarında şaft yataklarında oluşan yüklerin veya tepki kuvvetlerinin üretici tarafından tayin edilen sınırlar içerisinde kaldığı,
- Yatak tepki kuvvetlerinin daima pozitif işaretli (yani şaftı destekleyen/taşıyan özellikte) olduğu,
- Şaft boyunca hesaplanan kesme kuvvetleri ile eğilme momentlerinin şaft bünyesinde yaratacağı gerilme değerleriyle beraber izin verilen sınırlar içerisinde kaldığı,
- Şaft sistemini oluşturan elemanlar üzerindeki kuvvet ve momentlerin makina üreticisi tarafından tayin edilen sınırlar içerisinde kaldığı,
- Eğer şaft ekseni ile kuyruk şaftı yatağı arasındaki bağıl eğim açısı $0{,}3 \cdot 10^{-3}$ [rad] değerinden daha büyükse; yatak eğiminin değiştirilerek aradaki açının küçültüldüğü ortaya konulmaıdır.

3. Burulma Titreşimleri

Burulma titreşim hesaplamaları için Bölüm 6'ya bakınız.

4. Eksenel Titreşimler

Tasarımcı veya şaft sistemini inşa eden tarafından geçmişte yaşanan deneyimlerden dolayı gereksiz bulunmadığı sürece; hem bileşik burulma ve eksenel titreşim olasılığı düşünülerek analizi yapılmalı hem de motorun çalışma devir aralığının tamamında şaft sistemi öyle tasarımlanmalıdır ki dizel motorun veya pervane

kanat ucunun karşılık gelen dönme frekansına bağlı kuvvetler eksenel titreşim sırasında yapısal güvenliği riske sokmamalıdır. Eksenel titreşimlerin karakteri sistemin doğal frekansını değiştirmek üzere frekans değiştirici "detuner" kullanılabilir veya titreşim söndürücüler kullanılarak titreşim genliği düşürülür ve böylece eksenel titreşim hareketi kabul edilebilir sınırlar içerisine çekilir.

Tasarımı yapan ya da inşa eden tarafından ayrıca şaft sisteminin eksenel titreşim hesapları yapılarak, dizel motorun normal çalışabileceği devir aralığının içindeki yasaklanmış devir bölgeleri ortaya konulmakta ise; yapılan hesaplamalar bilgi için **TL**'ye sunulmalıdır. Eksenel titreşimden kaynaklanan yasaklanmış devir bölgeleri ölçümler yapılarak saptanmalı ve doğrulanmalıdır.

5. Yanal Titreşimler

Tasarımcı veya şaft sistemini inşa eden tarafından geçmişte yaşanan deneyimlerden dolayı gereksiz bulunmadığı sürece; dizel motor normal çalışma devirlerinde çalışırken, şaft sisteminde oluşan yanal (yan döngü) titreşim genliklerinin izin verilen sınırlar içerisinde kalacağı sağlanmalıdır.

Tasarımı yapan ya da inşa eden tarafından ayrıca şaft sisteminin yanal titreşim hesapları yapılarak, dizel motorun normal çalışabileceği devir aralığının içindeki yasaklanmış devir bölgeleri ortaya konulmakta ise; yapılan hesaplamalar bilgi için **TL**'ye sunulmalıdır. Yanal titreşimden kaynaklanan yasaklanmış devir bölgeleri ölçümler yapılarak saptanmalı ve doğrulanmalıdır.

E. Gözlemleme, Kontrol Testleri ve Sertifikalandırma

1. Genel

1.1 Ana makinadan pervaneye güç aktaran sevk sisteminin şaftlar, kaplinler, kaplin cıvataları, kavramalar ve kamalar dahil tüm bileşenleri **TL** Kısım 2, Malzeme Kuralları, Bölüm 5'de belirtilen gerekliliklerı sağlamalı ve **TL** Sörveyörün gözetiminde test edilmelidir. Bu kural metal yapılı şaft gömlekleri için de geçerlidir. Deniz suyu içerisinde dönen pervane şaftlarında, içeriye deniz suyu sızıntısı metal gömlek ile değil de, plastik kaplamayla (fenolit fiber vs) sağlanacaksa; plastik kaplama tekniği **TL** tarafından önceden onaylanacaktır.

1.2 Şaft sistemi aksamında kullanılan örnek metal çubukların boy/çap oranı 4 olmalıdır.

1.3 Tanınmış standartlara uygun üretilen ve markalanan kaplin cıvataları için malzeme testi yapılması gerekmez.

2. Tahribatsız Muayeneler ve Gözlemler

Şaftlar ve kavramaların yüzeyleri **TL** Sörveyörü tarafından gözle muayene edilecektir.

Manyetik parçacık yöntemi ile test ve ultrasonic test yöntemi gibi tahribatsız muayene yöntemler dövme ferritik çelikten üretilmiş şaft sistemi bileşenlerine uygulanacaktır. Östenitik veya östenitik-ferritik dövme çelikten yapılmış şaft sistemi elemanları için ultrasonik test yönteminin ya da sızma testlerinin uygulaması konusunda **TL**'nin onayı gerekir. Bu tür testler yapılırken üreticinin talimatları, geçerli standartlar veya şartname koşulları sağlanmalıdır.

Tahribatsız muayene testleri ile ilgili gereklilikler Kısım 2, Malzeme Kuralları, Bölüm 1'de belirtilmiştir. Aksi belirtilmediği sürece tahribatsız muayene testlerinin ISO 16810, EN 10228-3, SEP 1923, EN 10228-3 ve/veya başkaca diğer eşdeğer tanınmış standartlara, üretici isteklerine veya şartname hükümlerine uygun olması gerekir.

Bütün dövme şaftların ultrasonik muayenesi **TL** Sörveyörünün refakatinde Kısım 2, Malzeme Kuralları, Bölüm 5'e göre yapılacaktır. Bu muayenenin Kısım 2, Malzeme Kuralları'na veya eşdeğer başkaca bir kurala uygunluğu ortaya konulacaktır. Üretimi tamamlanmış kuyruk şaftları manyetik parçacık veya sızdırma ya da daha başka bir tahribatsız muayene yönteminden geçirilecektir. Kuyruk şaftlarında 3,2 mm'den daha büyük lineer süreksizlik olmamalıdır. Ancak istisnai durumlar aşağıda maddelenmiştir:

Konik kuyruk şaftları için baş taraftan koni uzunluğunun 1/3 mesafesindeki yüzeyi **TL** Sörveyörü tarafından

kontrol ve muayene edilecektir. Bu muayene eğer kamalı geçme uygulanmaktaysa kamanın baş taraftaki ucunun muayenesini de kapsayacaktır.

Flençli kuyruk şaftlarının tahribatsız muayenesinde; **TL** Sörveyörünün kontrolleri flencin kaynaklı dolgu bölgesinde yoğunlaşacaktır.

3. Basınç Testleri

3.1 Şaft gömlekleri

Şaft gömlekleri, şafta geçirilmeden önce, mümkünse tam işlenmiş durumda, 0,2 MPa'lık bir su basıncı ile bir hidrolik sızdırmazlık testine tabi tutulmalıdır.

3.2 Kıç kovanlar

Döküm kovanlar ve kıç kovan elemanları montajdan evvel, mümkünse tam işlenmiş durumda, 0,2 MPa'lık bir su basıncı ile bir hidrolik sızdırmazlık testine tabi tutulmalıdır. Diğer bir sızdırmazlık testi montajdan sonra uygulanmalıdır.

Çelik saçlardan kaynakla yapılmış kıç kovanlar için, kovanların geçtiği gemi bölmelerinde yapılan basınç testleri esnasındaki sızdırmazlık muayenesi yeterlidir.

F. Fiber Lamineli Şaftlar İçin Özel Gereklilikler

1. Teorik Mukavemet Hesabı

Mukavemet hesabı, aşağıda verilen yükleme durumlarına bağlı olarak hata modlarını içermelidir:

- Statik hata

Anma torkuna (momentine) karşı emniyet faktörü 3 alınarak boyutlandırma yapılmalıdır.

- Yorulmadan dolayı hata (yüksek çevrim)

Eğilme gerilimlerine maruz olmayan şaflar için yorulma analizi anma torku (momenti), burulma titreşim torku (momenti) nin %30'u eklenerek yapılabilir.

- Burkulma hata modu

Boyutlandırma 2.'deki formüllere uygun olarak anma torkunun (momentinin) 3 katı yükleme için boyutlandırma yapılabilir.

Gerilme analizi için malzemenin anma mukavemeti, geometrik ve üretim hataları hem de çevresel faktörler (rutubet, sıcaklık) gibi, rastgele etki faktörlerini dengelemek için, 0,7 faktörü ile azaltılmalıdır.

Gerilme hesabı, CLT (Classical Laminate Theory) veya FEM (Finite Element Method) gibi kabul görmüş analitik metotlara dayanılarak gerçekleştirilebilir. Bu gerilmeler ile girdi olarak bir set fiber ve fiber arası hata ile ilişkili hata modu kontrol edilmelidir. Bu hata modu seti örneğin; eksiksiz ve kabul görmüş teori gibi, tutarlı olmalıdır.

2. Burkulma Hatası

Fiber lamineli sarım şaftı gibi izotropik olmayan malzemelerden üretilen şaftlar için, kritik tork (moment) için burkulma mukavemeti aşağıdaki formül vasıtasıyla kontrol edilebilir.

$$M_{tcrit} = C_s \cdot \frac{\pi^3}{6000} \cdot \frac{r_m^{5/4} \cdot t^{9/4} \cdot E_x^{3/8}}{0,5} \cdot \left(\frac{E_y}{1 - v_{xy} \cdot v_{yz}} \right)^{5/8} [Nm]$$

C_s = Destek elemanlarının sınır koşullarına bağlı faktör

= 0,800 Serbest uçlar için

= 0,925 Uçları basitçe desteklenmiş

E_x = X yönündeki elastisite modülü [N/mm^2]

E_y = Enine doğrultudaki elastisite modülü [N/mm^2]

ℓ = Şaftın desteklenmeyen boyu [mm]

r_m = Şaft deliğinin ortalama yarıçapı [mm]

= $0,25(d_a + d_i)$

t = Şaftın kalınlığı

= $(d_a - d_i) \cdot 0,5$ [mm]

ν_{xy} = Laminenin boyuna doğrultudaki Poisson oranı

ν_{yz} = Laminenin çevresel doğrultudaki Poisson oranı

Tasarım kriteri:

$3{,}5 \cdot M_t \leq M_{tcrit}$

M_t = Maksimum sürekli güçte anma torku (momenti) [Nm]

3. Deneysel Mukavemet Araştırması

Talep üzerine deneysel mukavemet araştırması yapılacaktır. Özellikle:

- Gerekli görülmesi durumunda malzeme verilerinin doğrulaması için numunelerin testleri
- **TL** Sörveyörünün gözetiminde teorik analizin doğrulaması için prototip testi/proses kontrolü
- Bir yıl veya 3000 çalışma saatinden sonra, hangisine daha erken ulaşılırsa, bir görsel muayene ve opsiyonel olarak fiber lamine bileşenlerinin bir çatlak veya katman ayrılması (delaminasyon) kontrolü **TL** Sörveyörü tarafından yapılmalıdır.

4. Nihai Dökümantasyon

Bileşenlerin üretiminin sonlanmasından sonra, güncellenmiş bir dökümantasyon listesi tüm kesin geçerli analizler ve dökümanlarla birlikte **TL**'na sunulmalıdır. Dokümantasyon mevcut durum ile süreçte yapılan değişim ve optimizasyonlar ve aynı zamanda elde edilen, ulaşılan ve ölçülen özelliklere atıf yapmalıdır.

5. Özellikle yangın koruması olan perde geçişlerinde ve/veya fazladan sevk durumnda Kompozit şaft için yangın koruması gerekiyorsa **TL** onayıyla gerekli önlemler alınacaktır.

BÖLÜM 6

BURULMA TİTREŞİMLERİ

Sayfa

A. GENEL **6-**2
- **1.** Kapsam
- **2.** Tanımlar
- **3.** Onaylanacak Dokümanlar
- **4.** Semboller ve Terimler

B. BURULMA TİTREŞİMLERİNİN HESABI **6-**3

C. MÜSAADE EDİLEBİLEN BURULMA TİTREŞİM GERİLMELERİ **6-**4
- **1.** Şaft Donanımları
- **2.** Krank Şaftlar
- **3.** Dişli Donanımları
- **4.** Elastik Kaplinler
- **5.** Şaft Jeneratörleri
- **6.** Bağlı Üniteler

D. BURULMA TİTREŞİMİ ÖLÇÜMLERİ **6-**10

E. SAKINILMASI GEREKEN ÇALIŞMA BÖLGELERİ **6-**11

F. YARDIMCI MAKİNALAR **6-**11
- **1.** Genel
- **2.** Jeneratörler
- **3.** Baş İticiler

A. Genel

1. Kapsam

Bu bölüm ana sevk makinalarının gücü, dizel kullanıldığında 75 kW, türbin ya da elektrikle çalıştırma durumunda 100 kW güçten az olmayan ve ayrıca yine gücü 100 kW'tan az olmayan dizel jeneratörler ve içten yanmalı makinaların kullanıldığı sevk sistemlerinde uygulanabilir.

Burulma titreşimi hesaplamaları temel değişken ve diğer değişkenler için ve kurulum sırasındaki olası koşullar için şu şekilde yapılacaktır:

- Maksimum güç çıkışı ve rölanti devri (pervane kanatları sıfır durumundayken) piç kontrollü pervane (CPP) veya azimut iticilerini içeren kurulumlar için,
- Ana makinaların tek başına ve genel bir devir düşürücü ile eş zamanlı operasyonları,
- Geri vites,
- Çalışan silindirlerle atalet momentleri orantılı olması durumunda, ek güç tüketicilerin bağlanması,
- Bir silindir ateş almadan hareket koşulu incelenirken, esnek kaplinler ve devir düşürücüleri içeren kurulumlar için, ateş almayan silindirin karşılıklı torkların ve gerilmelerin artışından en üst derecede etkileyen düzensizlik olduğu kabul edilecek,
- Tek ana makina kurulumlarında, kilitlenmiş ya da çıkarılmış sönümlendirici koşulu için,
- Elastik bileşenlerinin kırılması nedeniyle kesintiye uğrayan esnek kaplinler (tek ana makina sevkinin olduğu durumda),

2. Tanımlar

Bu kurallarda sözü edilen burulma titreşim gerilmeleri, burulma titreşimlerinin neden olduğu ek gerilmelerdir. Bunlar, ortalama döndürme momenti üzerine değişken döndürme momentinin yüklenmesi suretiyle oluşur.

3. Onaylanacak Dokümanlar

Eğer kurulumun önceden onaylanmış bir donanıma benzediği ya da donanımın kütle atalet moment ve burulma dayanımının en temel tiplerinden 5-10% dan fazla farklılık göstermediği kanıtlanıyorsa, herhangi bir hesaplama sunulmaz. Eğer kütleler arasındaki kütle atalet momentleri ve burulma dayanımları farklılıkları, doğal frekans üzerinde herhangi bir durumda 5%'in üzerinde bir farka yol açmıyorsa, hesaplamalar doğal frekansın belirlenmesi ile sınırlandırılabilir.

Dizayn resimleri, planlar ve dönen ya da harmonik hareket eden sistemin ayrıntıları, parçalı ya da tam olarak, üç kopya halinde **TL**'na onaylanması için sunulmalıdır. Dokümanlar bütün kurulum elemanlarının ayrıntılarını içermek zorundadır:

- Makina, pervane, sönümlendirici, esnek kaplinler, devir düşürücü, jeneratör vb. ayrıntıları,
- Bütün olası kurulum operasyonlarının durumlarının yerleşimleri,
- Bir-silindirin ateşlememe durumunu da içeren her bir operasyon durumunda sevk şaft sistemleri için burulma titreşim analizi,
- Sistemin bütün bölümlerindeki gerilme (ya da tork) oranları ile, 0 ve 120% oranında dönme hızı aralığında kütle ve momentlerin göreli genliklerini içeren 12. derecede rezonansa kadar dahil bütün temel titreşim modları için doğal frekans tabloları,
- Bütün titreşim dereceleri için, sistemin birinci kütlesinin rezonans genlikleri,
- Bütün titreşim dereceleri için, bütün sistem bileşenlerinin (şaftlar, devir düşürücüler, kaplinler, jeneratörler, sıkıştırma bağlantıları) rezonans gerilmeleri (veya torkları),
- Bütün titreşim dereceleri için, üreticinin müsaade edilen değerlerine kıyasla esnek kaplinlerin lastik bileşenlerinin tahmin edilen sıcaklık değişimi,

- Değişen burulma gerilme genliği ($\tau_{max} - \tau_{min}$)/2 formülüyle tahmin edilebilir ve tekrar eden dönmeler üzerinden herhangi bir durumda şaft üzerinde ölçülebilir,

- Hesaplamaların neticelerine dayanarak varılan sonuçlar.

4. Semboller ve Terimler

c_D = Boyut (veya ölçek) faktörü [-],

= $0{,}35 + 0{,}93 \cdot d^{-0{,}2}$

c_K = Şaft hattı üzerindeki uygulanan mekanik bağlantıların tasarım ve inşaat detaylarına dayalı olarak orta seviye ve pervane şaftlarının form faktörü. c_K değeri Tablo 6.1'de tasarıma bağlı olarak verilmiştir, [-]

c_W = Malzeme faktörü [-],

= (R_m + 160) / 18

d_0 = Şaft çapı [mm],

D = Krank muylusu çapı [mm],

D_G = Jurnal çapı [mm],

D_{BG} = Jurnaldeki delik çapı [mm],

M_T = Formül (7) ile hesaplanan tanımlanmış değişen tork [Nm],

M_{Tmax} = Torkun en yüksek değeri [Nm],

M_{Tmin} = Torkun en düşük değeri [Nm],

n = Değişik durumlardaki hız. Römorkör, balıkçı gemileri ve ana makinaları hız menzilinde orantılı hızın altındaki hızlarda maksimum torkta devamlı çalışan diğer gemilerde $n=n_o$ kabul edilebilir ve Formül (9) ve (10) kullanılabilir. Elektrikli sevk sistemine sahip gemilerin ana dizel jeneratörleri için, n_o'ın bütün özel değerleri n olarak alınabilir ve her bir $0{,}9<\lambda<1{,}05$ aralığı için , Formül (11) ve (12) parçalı yüklemeler için kullanılabilir [min^{-1}],

n_o = Nominal hız [min^{-1}],

R_m = Şaft malzemesinin çekme dayanımı [N/mm^2], Bakınız Bölüm 5 , B.1.6

W_P = Formül (6) ile hesaplanan, delikli krank muylusu veya delikli jurnalin enine kesit alanına ilişkin polar atalet momenti [mm^3].

λ = Hız oranı = n/n_o [-]

τ_N = Formül (8) ile hesaplanan krank muylusu veya jurnale göre belirlenen nominal değişen burulma gerilmesi [N/mm^2],

τ_2 = Hızla geçilecek hız aralığı için geçici müsaade edilen gerilmeler [N/mm^2].

B. Burulma Titreşimlerinin Hesabı

1. Ana makina şaft sisteminde ve ilgili eklentilerinde beklenen burulma titreşim gerilmelerine ait titreşim hesapları, kontrol için **TL**'na sunulur. Bu arada aşağıdaki bilgiler kesin olarak hesaplarda yer almalıdır:

Giriş verileri:

- Eşdeğer burulma titreşimi sistemi : Tüm sistem için atalet momentleri ve ataletsiz burulma elastisiteleri / kalınlıkları,

- Ana tahrik makinası : Makina tipi, anma gücü, anma devir sayısı, çalışma ilkesi, dizayn (sıralı / V-tip), silindir sayısı, ateşleme sırası, silindir çapı, krank pin yarıçapı, krank-biyel oranı, bir krank tahrik düzeninin salınan ağırlığı, yüzeysel katsayılar şeklinde makinanın uyarı spektrumu (yeni / alışılmışın dışındaki makinalar için)

- Titreşim damperleri : Tip, söndürme katsayı, atalet momentleri, dinamik katılık,

- Elastik kaplinler : Tip, söndürme katsayısı, atalet momentleri, dinamik katılık,

- Redüksiyon / PTO dişlileri : Tip, çark ve pinyonlar için atalet momentleri, diş başına dişli oranı, efektif dayanım,

- Şaft donanımı : Krankşaftlar, ara şaftlar, dişli donanımı şaftları, itme şaftları ve pervane şaftları çapları,

- Pervaneler : Tip, çap, kanat sayısı, piç ve açınım alanı oranı, havadaki atalet momenti, hareketli suyun atalet momenti (CP pervaneler için sıfır ve tam piç için)

Çıkış verileri / Sonuçlar:

- Doğal frekanslar : İlgili titreşim biçimleri (modları) ile birlikte

- Zorlanmış titreşim yükleri (torklar veya, gerilmeler) : Tüm önemli sistem elemanlarını içine alan ve özellikle kesin belirlenmiş rezonans devir sayıları ve sürekli çalışma sahaları için, hesaplanan burulma torkları/ gerilmeleri, sonuçlar, torklar / gerilmeler için değerleri (tüm harmoniklerin toplamı) içermelidir.

2. Hesaplar, hem normal çalışma için (tüm silindirlerde üniform basınç dağılımı veya basınç dağılımında küçük sapmalar, örneğin ±%5) ve hem düzensiz ateşlemeler (bir silindirde ateşleme yok, silindirde sıkıştırma sürüyor), için yapılmalıdır.

3. Tesis yapısı, farklı çalışma şekillerine müsaade ediyorsa, o zaman tüm farklı çalışma şekilleri için burulma titreşim karakteristikleri incelenmelidir (Örneğin; kumanda edilebilir piçli pervane tesislerinde sıfır ve tam piç için, tahrik edilen jeneratörlerin tam yüklü ve yüksüz durumları için, kaplinlerin bağlantılı ve ayrık kısımları için).

4. Sistemin belirlenmesinde önemli olan ve çok sayıda titreşim mertebelerinin üst üste binmesinden meydana gelen gerilmelerde / torklarda, burulma titreşiminin hesabında göz önüne alınmalıdır.

5. Sistem içindeki değişiklikler, burulma titreşim karakteristiklerini önemli ölçüde etkiliyorsa, yeni bir burulma titreşim hesabı yapılır ve bu hesap, kontrol için **TL**'na sunulur.

6. Bir elektrikli makinadan çıkan ve toplam sistemin burulma titreşim gerilmelerine neden olan periyodik uyarılar (örneğin; statik redresör kontrollü motorlar), burulma titreşim hesabında göz önüne alınır. Elektrik makina üreticisi, uyarı spektrumu vermekle yükümlüdür.

C. Müsaade Edilebilen Burulma Titreşim Gerilmeleri

1. Şaft Donanımları

1.1 Şaft donanımının hiç bir kısmında değişken burulma titreşim gerilmeleri, aşağıda belirtilmiş, sürekli çalışmada τ_1 veya geçiş sürelerindeki τ_2 değerlerini aşmamalıdır. Şekil 6.1 ve 6.2'de gösterilen τ_1 ve τ_2 sınır değerleri, alışılagelmiş dizayndaki ara şaftlar ve pervane şaftları ile, aşırı zorlandığı kabul edilen yerler için (c_K = 0,55 veya c_K = 0,45 pervane şaftı için ve c_K = 1,0 ve c_K = 0,8 ara şaftlar için) belirtilmiştir. Belirgin durumlardaki bu sınırlar, bunların dizaynına ve bulundukları yere bağlıdır ve belirtilen sahalar dışında bulunabilirler. Sınır değerleri, (1) ÷ (4) numaralı denklemler ve Şekil 6.1 ve 6.2'nin yardımıyla hesaplanır.

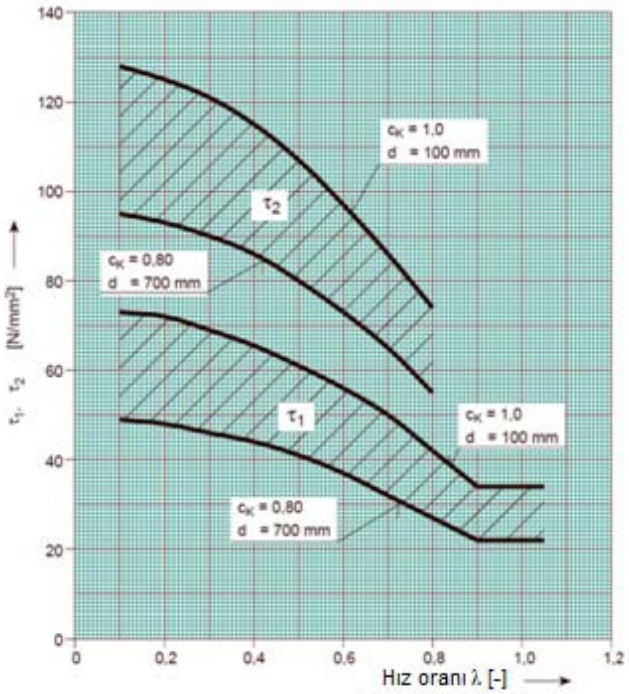
Devamlı çalışmada izin verilen τ_1 değerlerini aşan devir sayısı sahaları, $\lambda \leq$ 0,8 sahası içinde müsaade edilebilen τ_2 değerini aşmayacak şekilde hızlı olarak geçilmelidir (devamlı çalışmada yasaklı devir aralıkları).

λ<0,9 için (devamlı çalışmada):

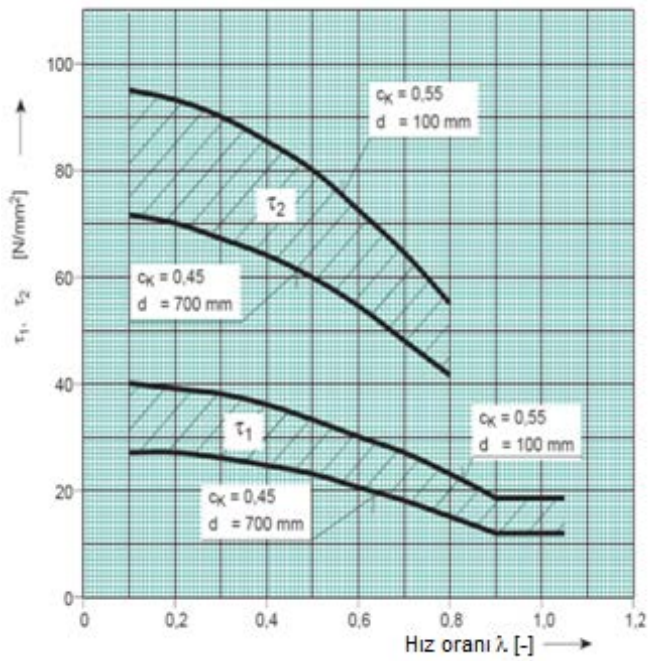
0.9 < λ < 1.05 için (devamlı çalışmada):

$$\tau_1 = \pm c_W \cdot c_K \cdot c_D \cdot (3 - 2\lambda^2) \quad [\text{N/mm}^2] \qquad (1)$$

$$\tau_1 = \pm 1{,}38 \cdot c_W \cdot c_K \cdot c_D \quad [\text{N/mm}^2] \qquad (2)$$



Şekil 6.1 Ara şaftlar için müsaade edilen burulma titreşim gerilmeleri



Şekil 6.2 Pervane şaftları için müsaade edilen burulma titreşim gerilmeleri

Belirli hız aralıklarında burulma titreşiminden kaynaklanan geçici operasyonlardaki toplam gerilmelere devamlı çalışma için izin verilmez. Ama hızlı bir şekilde geçilen durumlarda, ara şaft, iticiler, pervane şaftları ve ana makina tarafından hareket ettirilen jeneratörler için aşağıda verilen formüldeki değerler geçilmemelidir:

$$\tau_2 = \pm 1{,}7 \frac{6 \cdot \tau_1}{\sqrt{c_K \cdot c_W}} \qquad [N/mm^2] \qquad (3)$$

Alternatif olarak ve malzeme ile dizayna bağlı olarak (3) yerine aşağıdaki formül kullanılabilir:

$$\tau_2 = \pm 1{,}7 \frac{\tau_1}{\sqrt{c_K}} \qquad [N/mm^2] \qquad (4)$$

$$c_W = \frac{R_m + 160}{18} \qquad (5)$$

1.2 0,9 ≤ λ ≤1,05 devir sayısı sahası içinde, şaft donanımındaki değişken döndürme momenti, şaft donanımıyla en fazla nakledilen ortalama döndürme momentinin %75'ini aşamaz. Döndürme momenti sadece sürtünmeli kaplin veya birlikte dövülmüş flenç ile naklediliyorsa, **TL**'nun onayıyla ortalama döndürme momentinin %90'ına müsaade edilebilir.

1.3 Yardımcı makinaları hareket ettiren jeneratör şaftları için geçici gerilmeler formül (14) ile hesaplanabilir.

1.4 Pervane şaftları için, malzeme faktörü c_W 42,2 değerinden daha büyük alınamaz (R_m= 600 N/mm^2).

1.5 Kumanda edilebilir piçli pervane sisteminde, sistemin küçük bir piç ile çalıştırılması ve ek değişken kayma gerilmeleri λ = 0,6 için formül (3)'e göre hesaplanan τ_2 değerinin altında bulunması durumunda, sınırlı bir devir sayısı sahası içinde müsaade edilebilen τ_2 değeri aşılabilir.

Özel onaya tabi olan bu alternatifin uygulanması, her durumda ayrı ayrı uygun bir dizaynı gerektirir. Özellikle yasaklı devir aralığının hızlı bir şekilde geçilmesi uygun önlemlerle ilave olarak garanti edilmelidir. Bu gibi durumlarda, şaft sistemindeki tüm bağlantıların boyutlandırılması, rezonans hızındaki dinamik döndürme momenti için ayrıca kanıtlanmalıdır.

1.6 Kaplin cıvatalarının miktarları şaft boyunca kurallarda belirtilen minimum gerekli miktardan farklı ise, özel inceleme yapılmalıdır.

2. Krank Şaftlar

2.1 **TL** klaslı gemilerdeki makinaların krankşaftları, "Bölüm 2, D" ye göre onaylanmalıdır.

Makina üreticisi ayrıca, krankta, tork / eğilme nedeniyle oluşan en büyük ortalama yük olarak belirtilen maksimum ilave (titreşim) kesme gerilmesinin onayı için başvurabilir. Normalde bu onaylı ilave kesme gerilmesi, krankşafttaki hesaplanan gerilmelerin ilk değerlendirilmesi için uygulanabilir. Genel değerler; orta ve yüksek devirli makinalar için 30 ÷ 70 N/mm^2 ve iki stroklu makinalar için 25 ÷ 40 N/mm^2 olup, **TL**'nun özel olarak teyidi gereklidir.

Diğer ayrıntılar için Bölüm 2, D'ye de bakınız.

2.2 Madde 2.1'de belirtilen şekilde, makinanın krankşaftı için titreşim gerilmelerinin onaylanmış sınırları aşılıyorsa özel inceleme durumu için, daha yüksek sınırlar tanımlanabilir. Ayrıntılı sistem hesapları (kombine eksenel / burulma modeli) ve Bölüm 2, D'ye göre modele hesaplanan filli verilerin uygulanması için 2.1'de belirtilenler gereklidir. Bu özel inceleme durumları, özellikle kombine eksenel / burulma titreşim hesaplamaları sadece direkt birleştirilmiş iki stroklu makina sistemlerine uygulanmalıdır. Bu değerlendirmeler için, tüm hız aralığı boyunca hiçbir durumda Bölüm 2, D'ye uygun olarak kabul edilebilirlik faktörü 1,15'ten az olamaz.

2.3 Krank şaftdaki burulma gerilmelerini azaltmak için yerleştirilen burulma titreşim damperleri, dizel motorlarında da kullanım için uygun olmalıdır. **TL**, bunların kanıtlanmasını isteme hakkını saklı tutar, aynı zamanda F ile karşılaştırınız.

Titreşim damperleri çalışmaya hazır durumda kontrol edilmeli veya muayene için kolaylıkla sökülebilir olmalıdır. Bu istek, damperin değişimi, makinanın düzenli servisinin bir parçası olması ve sabit değişim aralığının, makina krankşaftı onayının gereği olması nedeniyle, orta veya yüksek devirli makinalar için, bu istek uygulanmaz.

2.4 Buz klası dışındaki bütün gemilerin ana makina krankşaftları için, ve 0,9<λ<1,05 hız oranları değerleri arasında temel servisler için yardımcı makinaları ve jeneratörleri hareket ettiren makinaların krankşaftları için devamlı çalışmada burulma titreşiminden kaynaklanan toplam gerilmeler aşağıdaki formüllerde elde edilen değerleri aşmamalıdır:

Delikli jurnalin enine kesit alanına ilişkin direncin polar momenti, W_P:

$$W_p = \frac{\pi}{16}\left(\frac{D_G^4 - D_{BG}^4}{D_G}\right) \quad [mm^3] \qquad (6)$$

Nominal değişen tork, M_T:

$$M_T = \pm\frac{1}{2}(M_{Tmax} - M_{Tmin}) \quad [Nm] \qquad (7)$$

Nominal değişen burulma gerilimi, τ_N:

$$\tau_N = \pm\frac{1000 \cdot M_T}{W_P} \quad [N/mm^2] \qquad (8)$$

Müsaade edilen burulma gerilmesine alternatif olarak:

$$\tau_1 = \pm\tau_N \quad [N/mm^2] \qquad (9)$$

veya

$$\tau_1 = \pm\, 0{,}76 \cdot c_W \cdot c_D \quad [N/mm^2] \qquad (10)$$

λ<0,9 değeri için (devamlı çalışmada):

$$\tau_1 = \pm\frac{\tau_N \cdot (3 - 2\lambda^2)}{1{,}38} \quad [N/mm^2] \qquad (11)$$

0,9<λ<1,05 aralığı için (devamlı çalışmada):

$$\tau_1 = \pm\, 0{,}55 \cdot c_W \cdot c_D \cdot (3 - 2\lambda^2) \quad [N/mm^2] \qquad (12)$$

Tablo 6.1 Ara ve pervane şaftları için form faktörleri

c_K [–]	k [-]	Şaft tipi / dizaynı
		Ara şaftlar
1.00	1.00	Ayrılmaz kaplin flenci ve düz kesitler **(1)**
1.00	1.00	Sıkı geçme kaplinler **(2)**
0.60	1.10	Kama, konik bağlantı (yasaklı devir aralığı olan tesislerde kullanılmaz) **(3) (4)**
0.45	1.10	Kama, silindirik bağlantı **(3) (4)**
0.50	1.10	Standart dizaynın radyal delikleri (örneğin CP tesislerinin OD şaftları) **(5)**
0.30 **(7)**	1.20	Standart dizaynın boyuna uzun delikleri (slot) ile birlikte (örneğin CP tesislerinin OD şaftları) **(6)**
		Makinenin haricindeki itme şaftları
0.85	1.10	Bir pabuç vasıtasıyla, torka ilave olarak itme ileten şaftlar (eğilme)
0.85	1.10	Eksenel yatak şeklinde rulman yatağının itme yatağı olarak kullanıldığı durum
		Pervane şaftları
0.80	1.15	Kıç yatağın ileri ucu ile ileri kıç kovan arası
0.55	1.22	Flençli veya kamasız konik pervaneler **(8)**
0.55	1.26	Kamalı pervaneler (yasaklı devir aralığı olan tesislerde genelde kullanılmaz) **(8)**

Not:
Çapların geçişi, düz konik veya yarıçapa geçiş olacak şekilde tasarımlanmalıdır.
Kılavuzluk için, yarıçapa geçişin çaptaki değişime eşit olması önerilir.
Dipnotlar

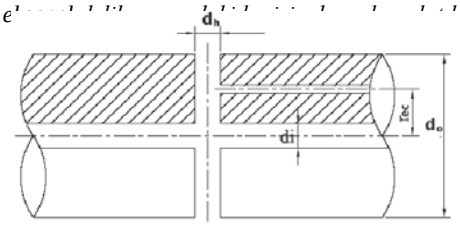
(1) *Yuvarlatma yarıçapı $0.08d_0$ dan az olmamalıdır.*

(2) *k ve c_K, sadece düz kesitli şaftlara atıfta bulunur.Şaftlarda sürekli çalışma için izin verilen gerilmelere yakın titreşim gerilmeleri ile karşılaşıldığında, sıkı geçme çapında bir artış olmalıdır, örneğin; % 1'den 2'ye kadar çap artışı ve not kısmında tanımlanan yarıçapa geçiş.*

(3) *Kamanın bitiminden itibaren $0.2d_0$ mesafeden az olmayacak şekilde k=1.0 ile hesaplanan şaft çapı azaltılabilir.*

(4) *Kamalar, yasaklı devir aralığındaki montajlarda genellikle kullanılmaz.*

(5) *Radyal delik çapı (d_h), $0.3d_0$'ı aşmamalıdır.*
Radyal ve eksantrik (rec) e[illegible] namıştır. (aşağıdaki resme bakınız)



(6) *Uzun delik (slot) uzunluğu (l)/dış çap < 0.8 ve iç çap (di)/dış çap < 0.7 ve uzun delik (slot) genişliği (e)/dış çap > 0.15 gibi sınırlandırmalara bağlı olarak. Uzun deliklerin (slot) yuvarlatma sonları (e)/2 den az olmamalıdır. Gerilme konsantrasyonunun artması gibi bir durum karşısında tercihen kenar yuvarlatmalarından kaçınılmalıdır.*
k ve c_K değerleri 1, 2 ve 3 uzun delik (slot) için geçerlidir, örneğin; uzun deliklerle (slot) birlikte sırasıyla ayrı olarak 360, 180 ve 120 dereceler.

(7) *c_K = 0.3,* **(6)** *daki sınırlandırmalar dahilinde güvenli bir yaklaşımdır. Gerilme konsantrasyon faktörü (scf) için daha güvenilir yaklaşım, 2.6 dan ya da sonlu elemanlar hesaplamasının doğrudan uygulanması vasıtası ile elde edilebilir. Bu durumda:*
c_K = 1.45/scf
scf 'nin, maksimum lokal asal gerilme ile √3 kat anma burulma gerilimi arasındaki oran olarak tanımlandığı dikkate alınmalıdır. (Uzun delik (slot)siz delikli şaft için belirlenir).

(8) *Pervane şaftının parçası, en kıçtaki şaft yatağının ileri ucu ile pervane göbeğinin (veya şaft flenci) ön yüzüne uygulanabilir, ancak gerekli çapın 2.5 katından az olmamalıdır.*

k ve c_K nın açıklaması

k (düşük çevrim yorulması için) ve c_K (yüksek çevrim yorulması için) faktörleri aşağıdakilerin etkisinde dikkate alınmalıdır:

- $0.08d_0$ yuvarlatma yarıçaplı bir flenç için gerilme konsantrasyonu ile ilgili gerilme konsantrasyon faktörleri (scf) (geometrik gerilme konsantrasyonu yaklaşık olarak 1.45).

$$c_K = \frac{1.45}{scf} \qquad k = \left[\frac{scf}{1.45}\right]^x$$

bu formülde yer alan x üssü düşük çevrim çentik hassasiyetini hesaba katar.

- *Çentik hassasiyeti: Seçilen değerler esas olarak sırasıyla yumuşak çelikler için (σ_B <600), dik gerilme eğimlerinin etkisi kombinasyon halinde yüksek mukavemetli çelikler ile daha büyük olabilir.*
- *Boyut faktörünün c_D sadece çap fonksiyonu olduğu, tam olarak istatiksel boyut etkisini temsil etmemektedir, ancak daha doğrusu istatiksel etkinin ve çentik hassasiyetinin kombinasyonu.*

k ve c_K için gerçek değerler yuvarlatılmıştır.

2.5 Belirli hız oranları için burulma titreşiminden kaynaklanan toplam gerilmeler devamlı çalışma için izin verilmez. Fakat, hızlı bir şekilde geçilmesi durumunda aşağıdaki formüllerdeki değerler aşılmamalıdır:

Ana makinaların krankşaftları için:

$$\tau_2 = 2 \cdot \tau_1 \quad [\text{N/mm}^2] \qquad (13)$$

Temel hizmetler için jeneratörleri ya da diğer yardımcı makinaları hareket ettiren makinaların krankşaftları için:

$$\tau_2 = 5 \cdot \tau_1 \quad [\text{N/mm}^2] \qquad (14)$$

2.6 Uzun deliklerin (slot) gerilme konsantrasyon faktörleri

Uzun deliklerin (slot) sonlarında gerilme konsantrasyon faktörleri (scf) aşağıdaki amprik formül vasıtasıyla belirlenebilir:

$$\text{scf} = \alpha_{t(hole)} + 0.8 \cdot \frac{(l-e)/d_0}{\sqrt{\left(1-\frac{d_i}{d_0}\right) \cdot \frac{e}{d_0}}}$$

Bu formül aşağıdakilere uygulanır:

- Uzun deliklerde (slot) ayrı olarak 120; 180 veya 360 dereceler
- Uzun delikler (slot) ile yarım dairesel uçlar. Çoklu yarıçapa sahip uzun delik (slot) lokal gerilmeleri azaltabilir, fakat bu durum buradaki amprik formülde yer almamaktadır.
- Uzun delikler (slot) yuvarlatmasız kenarlı (pah kırma haricinde), herhangi bir kenar yuvarlatması gibi az oranda scf yi arttırır.

$\alpha_{t(hole)}$, radyal deliklerin gerilme konsantrasyonunu temsil eder (e=delik çapı) ve aşağıdaki gibi belirlenebilir:

$$\alpha_{t(hole)} = 2.3 - 3 \cdot \frac{e}{d_0} + 15 \cdot \left(\frac{e}{d_0}\right)^2 + 10 \cdot \left(\frac{e}{d_0}\right)^2 \cdot \left(\frac{d_i}{d_0}\right)^2$$

veya $\alpha_{t(hole)}$=2.3 olacak şekilde sadeleştirilecektir.

3. Dişli Donanımları

3.1 Devamlı veya geçici operasyon ve hızlı geçiş durumları için, devamlı operasyon için herhangi bir devir düşürücü kademesindeki değişen tork üretici tarafından çalışma koşulları için belirlenen müsaade edilen değerleri aşmamalıdır.

3.2 C.3.1'deki belirtilen değerlerin mevcut olmaması durumunda, devamlı operasyon için herhangi bir devir düşürücü kademesindeki değişen tork aşağıdaki şartları sağlamalıdır:

Servis hız aralığı 0,9 ≤ λ ≤ 1,05 için;

$$M_{alternative} \leq 0{,}3 \cdot M_{nominal} \quad [\text{Nm}] \qquad (15)$$

Belirtilen (λ<0,9) servis hız değerleri için, değişen torkun müsaade edilen değerleri her bir durum için **TL** tarafından incelenecektir, ama her bir durum için:

$$M_{alternating} \leq 1.3 \cdot M_{nominal} - M \quad [\text{Nm}] \qquad (16)$$

$M_{nominal}$ = İncelenen kademede, nominal devirdeki ortalama tork, N.m

M = İncelenen devirdeki ortalama tork, N.m

Hızlı geçiş durumu için, değişen tork değeri her bir durum için **TL** tarafından özel incelemeye tabi tutulur.

3.3 Çalışma devir sayısı alanında 0,9 ≤ λ ≤1,05 olması halinde, genelde hiçbir dişli donanımı kademesinde, bu kademenin ortalama anma devir sayısı momentinin %30'undan daha fazla değişken döndürme momentleri oluşmamalıdır. Yoksa, dişli kökündeki müsaade edilen eğilme momenti değerleri ve dişli yanlarındaki (Hertzian) basınç değerleri için referans değerleri uygun olarak düşürülür. Genel olarak, dişli donanımı kademesiyle aktarılan maksimum ortalama döndürme momenti değeri, inceleme için, ortalama nominal döndürme momenti olarak uygulanacaktır.

Şayet dişlinin yüksek güç için dizayn edilmiş olduğu kanıtlanabiliyorsa, bu takdirde **TL**'nun onayıyla ilgili dişli donanımı kademesinde, dizayn torkunun %30'u, limit yük olarak kabul edilebilir.

3.4 Devreye girme ve çıkma durumlarında, dişli donanımı içinde rezonans frekanslarından ortaya çıkan değişken döndürme momenti değerlerinin (örneğin; makineye start verilmesi veya durması veya yasaklı hız aralığı), dişli donanımının dizayn edildiği ortama aktarılan anma döndürme momenti değerinin yaklaşık 2 katından daha büyük olmasına, müsaade edilmez.

3.5 Değişken döndürme momentlerinin oluşturduğu yük değişimine, genelde sadece $\lambda \leq 0{,}35$'e kadar olan alçak devir sahasından geçişler sırasında, müsaade edilebilir.

Eğer özel durumlarda, yük değişimi devir sayısı alanında $\lambda \leq 0{,}35$ kaçınılmaz olursa, E.1'e uygun bir sınırlayıcı saha öngörülür.

Bu kurallar, yüksüz boşta çalışan dişli donanımı kademeleri için (örneğin; tornistan düzeninin boşta çalışan kademesi veya yüksüz şaft jeneratörün boşta çalışan dişlisi) kullanılmaz. Bunlar için, C.3.6'daki kurallar kullanılır.

3.6 Dişli donanımı kısımları yüksüz olarak birlikte çalışan tesislerde, yüksüz kısımların sürekli çalışmadaki değişken döndürme momenti, yük değişimiyle meydana gelen müsaade edilmeyen gerilmeleri azaltmak için, anma döndürme momentinin %20'sini aşmamalıdır. Bu durum, yalnız dişli donanımı kademeleri için değil, aynı zamanda burulma titreşimiyle özellikle zorlanan kısımlar için de (örneğin; çok diskli kavramalar) geçerlidir. Dişli donanımı sisteminin yüklenmiş kısımları için, ek olarak, C.3.3'dekiler de geçerlidir.

Yüksek değişken döndürme momentleri, dişlilerin bu zorlamaları karşılaması için önlemlerin alındığı **TL**'na kanıtlandıktan sonra, onaylanır (C.3.3'e de bakınız).

3.7 Dişliye etkiyen moment (tork) değeri izin verilen en yüksek değerden küçük ise; yapısal güvenliği tehlikeye sokmayacak biçimde dişli üzerine etkiyecek titreşim kuvvetinde daha ne kadar tolere edilebilen artırım olacağı da belirtilmelidir.

3.8 Hesaplamalar sonucunda burulma titreşimine çalışan şaft sisteminde geriye döndürme momenti olasılığı açığa çıkarsa; denizdeki seyir tecrübeleri sırasında şaft sisteminin güvenli çalışabileceği devir aralığı veya aralıklarının olup olmadığı incelenmeli ve saptanmalıdır.

4. Elastik Kaplinler

4.1 Elastik kaplinler, geminin çalışması sırasında oluşan burulma titreşim yüklerine dayanacak şekilde, dizayn edilir. Burada, B.4'e uygun olarak bir çok titreşim mertebelerinin üst üste eklenmesinden meydana gelen toplam yük göz önüne alınır (Bölüm 7'ye de bakınız).

4.2 Paragraf B.2'ye uygun ve normal çalışmadan sapmaların meydana getirdiği yüksek değişken döndürme momentleri, makul bir süre içinde, elastik kaplinler tarafından absorbe edilmelidir. Makul bir sure, genelde, düzensiz ateşlemeler saptanana ve sevk sisteminin güvenli bir çalışma duruma getirilene dek geçen süredir.

Normal çalışmadan sapmalarda, sürekli çalışmaya müsaade edilmeyen devir sahaları, E.2'ye uygun olarak belirtilmelidir.

4.3 Devamlı veya geçici çalışma hızlı geçiş için, bir kaplindeki değişen tork, burulma titreşiminden kaynaklanan ilgili gerilme ve esnek bileşenlerin sıcaklıkları üretici tarafından çalışma koşulları için belirlenen müsaade edilen değerleri aşmamalıdır.

4.4 C.4.3 'teki değerler elde edilemiyorsa, devamlı ve geçici çalışma, hızlı geçiş için müsaade edilen tork, gerilme ve sıcaklık değerleri **TL** onaylı prosedürler ile belirlenebilir.

4.5 Hesaplamalar düzensiz ateşleme durumunda üretici tarafından önerilen sınırların aşıldığını gösteriyorsa, düzensiz ateşlemeyi tespit eden ve gösteren uygun bir yöntem elde edilebilir. Bu koşullar altında güç ve/veya hız kısıtlamaları zorunlu koşulur. Makina aksamının temel olmadığı durumlarda, kaplini içeren kolun bağlantısının kesilmesi düzensiz ateşleme durumu için kabul edilebilir bir hareket olacaktır.

5. Şaft Jeneratörleri

5.1 Ana makinadan doğrudan hareketli şaft

jeneratörlü tesislerde (serbest krankşaft uçlu), ivmelerin, jeneratörün her kısmında, üretici tarafından belirtilmiş değerlerin üzerine çıkmaması sağlanmalıdır.

Önemli ölçüt, teğetsel ivmedir. Bu teğetsel ivme, açısal ivme ile etkin yarıçapın çarpımına eşittir. Açısal ivme, zorlanmış burulma titreşim hesaplarıyla belirlenir ve tüm önemli mertebelerin toplamı olarak anlaşılır. Buna rağmen, rezonansın tespit edildiği noktalar için, bunun yerine, tek tek harmonik titreşim değerleri, değerlendirmede esas alınır.

5.2 Şaft jeneratörlerinin açısal titreşim genliği, genelde ± 5° elektriksel değerleri aşmamalıdır. Elektriksel titreşim genliği, mekanik titreşim genliği ile kutup çifti sayısının çarpımıyla bulunur. Yüksek değerler, **TL** tarafından, gemideki elektrik sisteminin yapısına bağlı olarak, kabul edilebilir.

6. Bağlı Üniteler

6.1 Ana sevk sistemine, güç itibariyle veya şekil itibariyle bağlı olan diğer üniteler de (örneğin; ek güç türbinleri veya kompresörler), burulma titreşimleri incelenmesinde göz önüne alınır.

Bu ünitelere ait dinamik zorlamaların değerlendirilmesinde, C.1'de sözü edilen faktörlere ek olarak, ilgili üreticinin koyduğu sınır değerleri de, göz önüne alınmalıdır. Bu limit sınırların aşılması halinde, ya ilgili ünite devreden ayrılır veya E.1'deki yasaklanmış çalışma sahası göz önüne alınır. Bu ünitelerden birinin devreden ayrılması ile, genel olarak, şaft donanımı için τ_2 sınırının ve elastik kaplin için maksimum momentin vs. nin aşılması nedeniyle, ana sistem önemli bir aşırı zorlamalarla karşılaşmamalıdır.

6.2 Özel kritik durumlarda, hasarlı çalışma (devreden ayrılmış ünite) için yapılan zorlanmış burulma titreşim hesapları, B.1'e uygun olarak, **TL**'na sunulur.

Böyle durumlarda, hasarlı çalışma için de, **TL**, ölçme tekniğine uygun bir kanıt isteme hakkını saklı tutar (D'ye bakınız).

D. Burulma Titreşimi Ölçümleri

1. Hesaplamalar çalışma hız aralıklarında burulma titreşimi için sınırların aşıldığını gösterdiğinde, ölçümler, uygun bir teknik kullanılarak, burulma titreşim karakteristiklerinin onaylanması veya sınırlandırılmış hız aralıklarına ihtiyacın belirlenmesi ve bu sınırların doğrulanması amacı ile makina kurulumundan alınabilir.

2. Gerilmeler, torsiogram veya osilogramın ayrı ayrı bölümlerinde ölçülen en büyük gerilme veya titreşim genliklerinden belirlenebilir.

3. Hesaplamalar ve/veya ölçümler herhangi bir arıza durumunda büyük bir titreşim gerilmesi, torku ya da açısal genlik olasılığını gösterdiği durumlarda, titreşim veya performans kontrolü, direkt ya da dolaylı olarak, gerekli görülebilir.

4. Normal çalışma koşullarında sınırlandırılmış hız aralığı koyulmuşsa, makinanın yukarda elde edilen hız sınırları arasında devamlı çalıştırılmamasını belirten uyarı levhaları kontrol noktalarına yerleştirilmelidir ve makina takometreleri uygun bir şekilde işaretlenmelidir.

5. Geminin seyir tecrübesinde, sevk sistemi burulma titreşimi ölçümleri, tüm çalışma sahası içinde yapılır. Ölçüm incelemeleri normal ve hatalı ateşlemeleri kapsamalıdır. Hatalı ateşlemeler için E.1'den yasaklı devir sayısı aralığı olarak belirtilen devir sayısı aralığı, bu aralığın güvenilir ve onaylı hesaplamalarla "yasaklı" olarak kesin bir şekilde belirlenmiş olması nedeniyle ölçümlerle araştırılmamalıdır.

6. Nominal tork'u 40 kNm'yi aşan tüm tesisler için ölçüm yapılması, kural olarak **TL** isteğidir. Diğer tesisler için de hesap sonuçlarına bağlı olarak, her durum için ayrı ayrı olmak üzere, ölçümler gerekli olabilir. Ölçüm isteği, burulma titreşimi hesaplarının onay yazısında tersane/makina sağlayıcısına bildirilir.

7. Benzer sevk sistemlerinin (özellikle kardeş gemilerde) ölçümleri varsa, **TL**'nun uygun görmesiyle ölçümler tekrarlanmayabilir.

8. Ölçümler sonucu elde edilen serbest rezonans titreşim frekansları tasarım değerlerinden 5%'ten daha

fazla farklılaşmamalıdır. Aksi halde, hesaplamalar uygun bir şekilde düzeltilir.

9. Birçok derecedeki titreşimden kaynaklanan toplam gerilmelerin tahmin edilmesinde, onaylanan parametreler harmonik analiz ile değerlendirilir.

10. Mevcut sevk sisteminin değişmesi durumunda, burulma titreşim karakterisitiklerinin yeniden kanıtlanmasını isteme hakkını **TL** saklı tutar.

E. Sakınılması Gereken Çalışma Bölgeleri

1. Burulma titreşim gerilmelerinin büyüklüğü nedeniyle, sürekli çalışmayıp, sadece geçiş yapılabilen sahalar, yasaklanmış çalışma sahaları olarak gösterilir. Kumanda yerinde, bu bölgeler takometre üzerinde kırmızı renkle markalanır veya uygun şekilde belirlenir.

Normal çalışmada $\lambda \geq 0{,}8$ hız sahası, yasaklanmış çalışma sahası dışında bırakılmalıdır.

Yasaklanmış sahanın belirlenmesinde, seyir ve manevra çalışmalarının aşırı şekilde sınırlandırılmamasına, dikkat edilmelidir. Yasaklı devir sayısı / sayılarının aralığı / aralıklarının genişliği, takometrelerin ve devir ayar düzenlerinin hata payları için yeterli toleransları dikkate alarak, şafttaki gerilmeler devamlı çalışmadaki izin verilen τ_1 sınırını geçmeyecek şekilde seçilecektir. Varsa, dişli donanımlı tesislerdeki yasaklı devir sayısı aralıkları, genelde dişli kademeleri ve elastik kaplinlerle ilgilidir ve bu bileşenler için izin verilen devamlı titreşim torkları veya güç kayıpları esas alınarak, benzer şekilde hesaplanacaktır (C.4 ve C.5'in ilgili maddelerine bakınız).

2. Normal çalışma şartlarından sapmalarda, sevk sisteminin aşırı yüklenmesinden kaçınılması ve dolayısıyla cihazların tehlikeden korunması için, gerekli önlemleri içeren uyarıcı levhalar, bütün kumanda yerlerine konur.

3. Burulma titreşiminden doğan herhangi bir parçadaki şaft gerilmeleri ya da torkları veya esnek kaplinlerin plastik bileşenlerindeki sıcaklıklar devamlı çalışma durumunda müsaade edilen değerleri aşarsa, sınırlanmış hız aralıkları tayin edilir.

4. Aşağıdaki hız değerleri için hiçbir sınırlandırılmış aralığa izin verilmez:

- Buz-klaslı gemiler için $\lambda \geq 0{,}7$,
- Buz-klaslı gemiler hariç bütün gemiler için $\lambda \geq 0{,}8$,
- Ana servisteki dizel jeneratörler ve diğer yardımcı makinalar için $0{,}9 \leq \lambda \leq 1{,}05$,

Elektrik sevk sistemli gemilerin ana dizel jeneratörleri düşünüldüğünde, kısmi yüklemenin belirlenen şartlarına ilişkin bütün sabit hız değerleri n_o için elde edilmelidir.

5. Eğer burulma titreşimlerinden doğan gerilmelerin (veya torkların) azaltılması için bütün diğer metodların etkin olmadığı kanıtlanmışsa, bir titreşim damperi veya bir titreşim sönümleyici (detuner) ya da bir titreşim giderici müsaade edilen burulma gerilmesinin aşıldığı veya C'de belirtildiği gibi kabul edilemez olduğu noktalara yerleştirilebilir.

$0{,}85 \leq \lambda \leq 1{,}05$ aralığında oluşan rezonanslardan doğan titreşimli gerilmeleri sınırlamak için damper veya sönümleyici kullanımı dikkate alınmalıdır. Eğer uygunsa, bunlar ısının dağılması için yeterli tedariği oluşturan bir tip olmalıdır. Gerekli durumlarda, performans kontrolü talep edilebilir.

6. Tek makina sevkli gemilerde bir-silindir düzensiz ateşleme koşullarındaki sınırlanmış hız aralıkları, geminin kontrolünün sağlanması için yeterli sevk gücünün bulunması ile güvenli navigasyona olanak vermelidir.

7. Normal çalışma koşulları altında, belirli bir hız oranının üzerinde $\lambda = 0{,}8$, normal olarak yukarda zorunlu tutulan sınırlı hız aralıkları bulunmaz.

F. Yardımcı Makinalar

1. Genel

Geminin emniyeti ve işletim sistemi için temel yardımcı makinaların (örneğin; dizel jeneratörler ve baş iticiler) çalışma devir sayılarına ait sahalar, aşırı burulma

titreşim gerilmelerinden uzak olacak şekilde, Bölüm C'ye uygun olarak dizayn edilir.

2. Jeneratörler

2.1 Gücü 150 kW'dan büyük olan dizel jeneratör grupları için, burulma titreşim hesapları onay için **TL**'na verilecektir. İncelemelerde, doğal frekanslar ve zorlanmış titreşim hesapları da yer alacaktır. Tam yükte (nominal güçte) nominal devrin %90 ÷ %105'i aralığındaki devir sayıları incelenmelidir.

2.2 Rijid olarak bağlı jeneratörler (elastik kaplinsiz), jeneratör şaftının çıkış tarafındaki titreşim tork'u, jeneratör grubunun nominal torku'nun %250'sini aşmamalıdır. Bu kurallar kapsamında, nominal tork dizel makinasının fiili verileri uygulanarak hesaplanan tork anlamındadır (nominal güç / nominal devir).

Yukarıda belirtilen %250 sınır değeri, nominal devrin %90 ÷ %105 aralığında muhafaza edilecektir. Bu hız aralığındaki hesaplar, yukarıda belirtilen nominal tork'a karşılık gelen güç kullanılarak yapılmalıdır.

Jeneratör üreticisinin, jeneratörü daha yüksek dinamik tork'a uygun olarak dizayn etmesi koşuluyla, özel durumlarda %250 sınırının aşılması değerlendirilebilir. Ancak bu durumda, yukarıda belirtilen fiili nominal tork'un en çok %300 aşılmasına izin verilir.

3. Baş İticiler

3.1 Gücü 150 kW'ın üstünde olan dizel tahrikli baş iticiler ve diğer önemli yardımcı makinaların doğal ve zorlanmış burulma titreşim hesapları onay için **TL**'na verilecektir. Burulma titreşimi hesaplarında, grubun fiili yük profili esas alınmalıdır.

3.2 Elektrik tahrikli baş iticiler ve diğer önemli yardımcı makinalar için temin edici, ilgili tahrik kuvvetlerinin (pervane kanat frekansı veya benzeri) grupta aşırı burulma titreşimi yükleri oluşmasına neden olmadığını kontrol etmelidir. Özel hallerde, **TL** ilgili hesapların verilmesini isteyebilir.

BÖLÜM 7

DİŞLİ DONANIMLARI, KAPLİNLER

Sayfa

A. GENEL **7-**2

1. Kapsam

2. Onaylanacak Dokümanlar

B. MALZEMELER **7-**5

1. Onaylanan Malzemeler

2. Malzeme Testleri

C. SİLİNDİRİK VE KONİK DİŞLİLERİN YÜK TAŞIMA KAPASİTESİNİN HESABI **7-**5

1. Genel

2. Semboller, Tanımlar ve Giriş Verileri

3. Geometrik Tanımlar

4. Nominal Teğetsel Yük

5. Yük Hesaplamaları için Genel Etki Faktörleri

6. Yüzey Dayanıklılığı (Pitting)

7. Diş Dibi Eğilme Gerilmesi

D. DİŞLİ ŞAFTLARI **7-**28

1. En Küçük Çap

E. TEÇHİZAT **7-**28

1. Yağ Seviye Göstergesi

2. Basınç ve Sıcaklık Kontrolü

3. Yağlama Yağı Pompaları

4. Dişli Donanımı Gövdeleri

5. Dişlilerin Temellerine Yerleştirilmesi

F. BALANS AYARI VE TESTLER **7-**29

1. Balans Etme

2. Dişlilerin Testi

G. KAPLİNLERİN TASARIMI VE YAPIMI **7-**30

1. Dişli Kaplinler

2. Elastik Kaplinler

3. Flenç ve Manşon Tipi Kaplinler

4. Kavramalar

5. Kavrama ve Kaplinlerin Testleri

6. Kontrol ve Alarm

A. Genel

1. Kapsam

1.1 Bu bölümün kuralları; alın, planet ve konik dişli donanımları ile, dişli takımlarının maksimum sürekli gücü en az aşağıdaki değerleri haiz ana sevk sistemlerinde veya yüksek yük çevrim sayısına (birkaç milyon) sahip temel yardımcı makinalarda kullanılması gerekli her çeşit kaplin ve kapalı ortamda çalışan dişli için geçerlidir:

- Ana tahrik için tasarlanmış dişliler için 220kW
- Temel yardımcı makineler için tasarlanmış dişliler için 110kW

TL yukarıda belirtilenlerden daha düşük bir maksimum sürekli güç iletmesi amaçlanan kapalı ortamda çalışan dişli takımlarına uygulama hakkını saklı tutar.

1.2 Bu kuralların 1.1'de belirtilen yardımcı makina kaplinlerine uygulanması, genel olarak **TL**'nca kaplin tipi için verilmiş temel onay ile sınırlandırılabilir. Jeneratör gruplarındaki elastik kaplinlerinin yapısı hakkında G.2.6'ya başvurulur.

1.3 Buz klaslı gemilerin dişli ve kaplinlerinin boyutsal tasarımı için Bölüm 19'a bakınız.

1.4 Bu bölümdeki formüller aşağıdaki koşulların bulunması durumunda geçersiz olur:

- Çapraz kavrama oranı 1,0'dan küçük olan düz veya helisel (sarmal) dişliler;
- Çapraz kavrama oranı 2,5'ten büyük olan düz veya helisel (sarmal) dişliler;
- Diş uçları ile diş dibinin etkileşimi;
- Sivri dişliler;
- Dişli boşluğu sıfır olması durumu.

ISO 6336'daki güç aktarma formüllerinde belirtilen oran formülü plastik akması, aşınma, ezme, kaynak ve yıpranma gibi diğer dişli dişi bozulması tiplerine uygulanamaz ve beklenmedik bir profil bozulması meydana geldiği titreşimli koşullarda da uygulanmaz.

Eğilme dayanımı formülü diş gövdesindeki çatlaklara uygulanabilir ama diş çalışma yüzeyleri, dişli çemberi bozuklarında veya göbeğe doğru olan dişli boşluk bozukluklarında uygulanamaz.

2. Onaylanacak Dokümanlar

Onaylanması için sunulacak dokümanlar üçer kopya halinde aşağıdakileri içermelidir:

2.1 Montaj çizimleri,

2.2 Malzeme karakteristiklerini içeren tork iletim parçalarının detaylı çizimleri,

2.3 Birleştirme ve ayırma için ilgili sistemin dokümanları (bütün yeni kavrama tipleri için),

2.4 Teknik resimlerde dişlilerin gösterilmesi gereken genel boyut ve karakteristikleri: Parça listeleri ve gerekli detay resimleriyle birlikte montaj ve kesit resimleri üç kopya halinde **TL**'na sunulmalıdır. Resimler yük hesaplamalarının yapılabilmesi için aşağıdaki verileri içermelidir:

2.4.1 Burun çapı ve toleransı,

2.4.2 Genişlik,

2.4.3 Arka koni açısı (ve uygulanabiliyorsa, iç koninin),

2.4.4 Silindir çapı ve toleransı (veya kesme makinası kurulumunda kullanılan şaft kısmı için çap ve tolerans),

2.4.5 Yerleştirme yüzleri,

2.4.6 Diş yanlarının, eğer uygulanabiliyorsa, kök yüzey ve dolgularının yüzey pürüzlülüğü (ISO 1302'ye göre),

2.5 Bir tabloda verilecek bilgiler: Aşağıdaki bilgi çizimin tercihen üst sağ köşesinde verilmelidir:

2.5.1 Çapsal adım veya modülü (sarmal dişli durumunda, normal),

2.5.2 Diş sayısı,

2.5.3 Kavrama açısı,

2.5.4 Helis açısının değeri,

2.5.5 Helis yönü (çift sarmal diş için, sarmal doğrultu ISO 2203'e uygun bir sembol ile gösterilmedir.),

2.5.6 Referans çapı,

2.5.7 Referans koniklik açısı,

2.5.8 Koniklik uzaklığı,

2.5.9 Ek değişiklik katsayısı (birim modülde açıklanacak),

2.5.10 Diş kalınlığı: temel değer ve üst ve alt sapmalar (temel değer üç değişik biçimde verilebilir: Wildhaber ölçümü, sabit teğet uzunluğu ölçümü, veya silindirik çubuk ve bilyalar üzerinden ölçüm. Birinci metod için, üzerinde ölçüm yapılacak diş sayısı ve üçüncü metod için silindirik çubuk ve bilyaların çapı belirtilmelidir),

2.5.11 Sapma sınırları için tüm faydalı bilgiler (ISO 1328'e bakınız),

2.5.12 Dişli çifti merkez uzaklığı ve hata payı,

2.5.13 Diş sayısı ve eş dişli çizim sayısı,

2.6 Dişliler için teknik veriler:

2.6.1 Her bir dişli için güç iletim oranı,

2.6.2 Dönme hızı, orantılı güçte her bir dişlideki girdi,

2.6.3 Yatak uzunluğu ve çapı,

2.6.4 Varsa, sarmallar arası uzunluk,

2.6.5 Yatakların iç bitimleri arası uzaklık,

2.6.6 Diş yerleşim geometrik şekli veya dişin kesit görünüşü ya da hesaplanmış data,

2.6.7 Genişlikler, net ve toplam,

2.6.8 En yüksek gerilimli kısmın diş genişliği,

2.6.9 Referans ve piç çapındaki sarmal açı,

2.6.10 Sarmal değişimler,

2.6.11 Normal kavrama açısı,

2.6.12 Referans silindirdeki enine kavrama açısı,

2.6.13 Çalışma halindeki taksimat silindirdeki enine kavrama açısı,

2.6.14 Dişliler için referans koniklik açısı,

2.6.15 Dişliler için uç açısı,

2.6.16 Dişliler için koniklik uzaklığı,

2.6.17 Dişliler için orta koniklik uzaklığı,

2.6.18 Normal modül,

2.6.19 Enine modül,

2.6.20 Tek diş çifti teması noktasında yük uygulaması için diş kökü eğilme gerilmesi için eğilme moment kolu,

2.6.21 Dişlilerin çalışma taksimat çapı,

2.6.22 Diş başı çapı,

2.6.23 Diş dibi çapı,

2.6.24 Referans çaplar,

2.6.25 Ekler,

2.6.26 Dişlilerin ek değişim katsayıları,

2.6.27 Diş dibi,

2.6.28 Enine çapsal piç (adım),

2.6.29 Normal temel dairesi adımı,

2.6.30 Diş sayısı,

2.6.31 Dişliler için eşdeğer sanal düz diş sayısı,

2.6.32 Eş dişliler arasındaki merkez uzaklık,

2.6.33 Dönme alanındaki temas uzunluğu,

2.6.34 Kritik kesitte dişlilerin diş dibi yarıçapı,

2.6.35 Referans için, varsa, aksiyal yön değişimi veya yön uygunsuzluğu,

2.6.36 Dişli dişini kesme ve parlatma / taşlama metodu,

2.6.37 Diş kalınlık değişim katsayısı (orta yüz),

2.6.38 Temel dişli çubuk diş formu,

2.6.39 Kök yarıçapı, eklemeler, dişli çubuk dış dibi,

2.6.40 Diş pah kırma derecesi,

2.6.41 Doğruluk derecesi,

2.6.42 Yüzeyden çekirdeğe çekirdek sertliğini ve toplam sertlik derinliğini içeren diş sertlik ölçüsü,

2.6.43 Diş dibinin ortalama yüzey pürüzlülüğü,

2.6.44 Dönen parçaların kütlesi,

2.6.45 Dengeleme verisi,

2.6.46 Şaft dişi datası,

2.6.47 Çember ve burunlar için izin verilen azalma payı,

2.6.48 Devir düşürücüler ile güç kaynağı arasındaki kaplin tipi,

2.6.49 Üretici tarafından önerilen yağlama yağı tipi ve viskozitesi,

2.7 Kaplinler için teknik data:

2.7.1 Tork ileten bileşenlerin yapı detayları, yataklaması, boyutları ve malzemeleriyle birlikte yerleşim,

2.7.2 Orantılı güç ve dönme hızı,

2.7.3 Mühendislik analizleri,

2.7.4 Müsaade edilebilir güç kaybı (aşırı ısıtma),

2.7.5 Devamlı çalışma için müsaade edilebilir uyumsuzluk,

2.7.6 Lastik shore sertliği,

2.7.7 Nominal tork T_{KN}

2.7.8 Başlamalar / durdurmalar, rezonans durumundan geçmeler, elektrik veya mekanik bağlantılar, buz etkileri vb. normal geçici durumlar için müsaade edilebilir tork TK_{maks1} ,

2.7.9 Kısa devreler, acil duruşlar gibi anormal yük etkileri için müsaade edilebilir tork TK_{maks2} ,

2.7.10 Devamlı çalışma için müsaade edilebilir titreşim torku ± T_{KW},

2.7.11 Isı kaybı yüzünden müsaade edilebilir güç kaybı P_{KV},

2.7.12 Müsaade edilebilir dönme hızı n_{maks}

2.7.13 Dinamik burulma katılığı c_{Tdyn}, radyal katılık c_{rdyn}

2.7.14 Göreli sönümleme ψ, sönümleme karakteristikleri,

2.7.15 Müsaade edilebilir aksiyal, radyal ve açısal yer değiştirme,

2.7.16 Kalıcı müsaade edilebiliir burulma,

2.8 Kavramalar için teknik bilgiler:

2.8.1 Tork iletimi bileşenlerinin yapım detayları, yataklaması, malzemeleri ve boyutlarıyla yerleşimi.

2.8.2 Orantılı güç ve dönme hızı,

2.8.3 Mühendislik analizleri,

2.8.4 Pnömatik veya hidrolik sistemler için maksimum ve minimum çalışma basınçları [bar],

2.8.5 Statik ve dinamik sürtünme torku [kNm],

2.8.6 Kavrama prosedürü için zaman diyagramı,

2.8.7 Müsaade edilen açma kapama frekansı tanımı ile çalışma el kitabı,

2.8.8 Özel durumlarda, **TL** tarafından istenmesi halinde, ısı balans hesabı,

2.9 Yataklar için ömür tahminlerini ve diş kaplinlerini ve şaft dişi bağlantılarını içeren tasarım hesaplamaları,

2.10 Test raporları

B. Malzemeler

1. Onaylanan Malzemeler

1.1 Ana sevk sistemi dişli donanımındaki şaftlar, pinyon dişlileri, dişliler ve dişli bandajları tercihen dövme çelikten yapılmış olmalıdır. Flençsiz düz şaftlar için haddelenmiş yuvarlak çelikler de kullanılabilir. Dişli gövdeleri, kır **(1)** veya nodüler dökme demir malzemeden veya kaynaklı konstrüksiyon olarak çelik veya çelik döküm göbekli çelik levhalardan yapılabilir.

1.2 Ana sevk sistemindeki kaplinler, çelikten, çelik dökümden veya özellikle ferritik bünyeli nodüler dökme demirden yapılmalıdır. Kaplinlerin az zorlanan dış kısımları, hidrolik kaymalı kaplinlerin rotor ve gövdeleri, kır dökümden veya uygun bir alüminyum döküm alaşımından da yapılabilir.

1.3 Bölüm 1, H'deki önemli yardımcı makinaların dişlileri için 1.1'deki malzeme koşulları geçerlidir. Bölüm 1, H'de sözü edilen yardımcı makinaların dışındakilerde kullanılan dişliler için ise, diğer malzemeler kabul edilebilir.

1.4 Bölüm 1, H'deki önemli yardımcı makinaların elastik kaplinlerinin gövdeleri genel olarak kır dökümden, kaplin gövdelerinin dışındakiler uygun bir alüminyum alaşımından da yapılabilir. Bununla birlikte, elektrik akımı üreten jeneratör grupları için tercihen ferritik esas bünyeli nodüler dökme demir, çelik veya çelik döküm yapımlı kaplin gövdeleri kullanılmalıdır. Bununla, kısa devre esnasında meydana gelen moment darbelerine karşı kaplinin dayanması sağlanır. **TL** yardımcı tahrik ünitelerine ait kaplinler için, benzer isteklerde bulunma hakkını saklı tutar.

2. Malzeme Testleri

2.1 Ana sevk donanımlarında kullanılan, dişli donanımlarının ve kaplinlerin döndürme momenti iletimine katılan bütün parçaları, **TL**'nun Malzeme Kurallarına göre test edilmelidir. Bu husus, jeneratörlerin dişli donanımlarının ve kaplinlerinin, döndürme momenti iletimine esas itibariyle katılan parçalarının malzemeleri için de geçerlidir. Bölüm 1, H'e uygun olan diğer bütün önemli yardımcı makinaların, dişli donanımlarına ve kaplinlerine ait esas parçalarının malzemelerinin uygunluğu, dokümanlarla kanıtlanmalıdır. Bu kanıt, çelik üreticisinin muayene sertifikası ya da **TL** Malzeme Test Sertifikası ile sağlanabilir.

C. Silindirik ve Konik Dişlilerin Yük Taşıma Kapasitesinin Hesabı

Not: *Düşey çizgi ile gösterilmiş C altbölümündeki revizyonlar, 1 Ocak 2015'ten itibren onaya tabi olan tüm dişlilere ve ilk yenilemesi 1 Ocak 2015'ten sonra olan tüm tip onaylı dişlilere uygulanacaktır. Herhangi bir sorunu bulunmayan ve dişli 1 Ocak 2015'ten önce onaylanmışsa ve birbirine geçmiş dişlilerin dizaynında / boyutlandırmasında hiç bir değişim olmamışsa ya da beyan edilen yük kapasitesi korunmuşsa düşey çizgi ile belirtilen C altbölümü revizyonları uygulanmayabilir.*

---

(1) *Genel olarak çevresel hız, demir döküm dişli tekerlekleri için 60m/s'yi, demir döküm manşon kaplinler için ise, 40 m/s'yi geçmemelidir.*

Tablo 7.1 Yanak ve diş dibi gerilmesi için minimum emniyet sınırı

Ref.	Uygulama	Sınır şartları	S_H	S_F
1.1	Gemi sevk sisteminde ve jeneratör sevk sistemindeki dişliler	Modül $m_n \leq 16$	1,3	1,8
1.2		Modül $m_n > 16$	$0{,}024\ m_n + 0{,}916$	$0{,}02\ m_n + 1{,}48$
1.3		Giriş dönme momenti 8 kNm'ye kadar olan birbirinden bağımsız iki ana sevk sisteminde	1,2	1,55
2.1	Dinamik yük etkisinde olan yardımcı sevk sistemindeki dişliler		1,2	1,4
2.2	Dinamik konumlandırma kullanılan yardımcı sevk sistemindeki dişliler (Klas işareti **DP**)		1,3	1,8
2.3	Statik yük etkisinde olan yardımcı sevk sistemindeki dişliler	$N_L \leq 10^4$	1,0	1,0

Not: *Diş dibi yorulma mukavemeti **TL**'nun onayladığı bir yöntemle arttırılıyorsa, örneğin; çekiçleme (shot peening) gibi, semante edilmiş dişlilerde $m_n \leq 10$ için minimum emniyet sınırı S_F **TL** ile anlaşarak %15'e kadar azaltılabilir.*

Tablo 7.2 Yük taşıma kapasitelerinin hesabı için giriş verileri

Tersane/Yeni inşa						**Kayıt No.**			
Üretici						**Tipi**			
Uygulama						**Silindirik dişli**			☐
						Konik dişli **(1)**			☐
Nominal güç	P			kW	Buz sınıfı				-
Devir sayısı no.	n_1			1/min	Planet no.				-
Uygulama faktörü	K_A			-	İç dinamik faktör	K_v			-
Genişlik yük dağılım faktörü	$K_{H\beta}$				Yük dağılım faktörü	K_γ			
	$K_{H\beta\text{-be}}$ **(1)**			-	Enine yük dağılım faktörleri	$K_{H\alpha}$			
	$K_{F\beta}$			-		$K_{F\alpha}$			
Geometrik Veriler		Pinyon	Dişli çark		**Takım verileri**		Pinyon	Dişli çark	
Diş sayısı	z			-	Diş başı değişim faktörü	x / x_{hm} **(1)**			-
Normal modül	m_n / m_{nm} **(1)**			mm	Kalınlık değişim katsayısı	x_{sm} **(1)**			-
Normal basınç açısı	α_n			°	Yuvarlatma yarıçapı	ρ_{a0}*			-
Eksenler arası uzaklık	a			mm	Baş yüksekliği	h_{a0}*			-
Şaft açısı	Σ **(1)**			°	Diş dibi yüksekliği	h_{f0}*			-
Muhtemel etkin genişlik oranı	b_{eh} / b **(1)**			-	Tahrik dişlisinin faydalı diş dibi yüksekliği katsayısı	h_{FfP0}*			-
Helis açısı	β			°	Çıkıntı	pr			mm
Ortalama helis açısı	β_m**(1)**			°	Çıkıntı açısı	α_{pr}			°
Diş genişliği	b			mm	Mekanik işleme payı	q			mm
Diş başı çapı	d_a			mm	Takımdaki BZ ölçüsü	Bz_0			mm
Diş dibi çapı	d_{fe}			mm	Diş boşluğu payı/toleransı				-
Yağlama verileri					**Kalite**				
Kinematik viskozite 40°C	ν_{40}			mm^2/s	DIN'e göre kalite	Q			-
Kinematik viskozite 100°C	ν_{100}			mm^2/s	Yanakta ortalama pürüzlülük derinliği	R_{zH}			µm
Yağ sıcaklığı	ϑ_{Oil}			°C	Diş dibinde ortalama pürüzlülük derinliği	R_{zF}			µm
FZG sınıfı				-	Başlangıçtaki eşdeğer sapma hatası	$F_{\beta x}$			µm
Malzeme verileri					Normal piç hatası	f_{pe}			µm
Malzeme tipi					Profil form hatası	f_f			µm
Temas gerilmesi için dayanma sınırı	$\sigma_{H\ lim}$			N/mm^2	**Tarih :**				
Eğilme gerilmesi için dayanma sınırı	$\sigma_{F\ lim}$			N/mm^2					
Yüzey sertliği				HV	**İmza :**				
Göbek sertliği				HV					
Isıl işlem yöntemi				-					

(1) *Konik dişliler için verilmiştir.*

1. Genel

1.1 Geminin sevk sisteminin ana ve yardımcı dişlilerinin yük taşıma kapasitelerinin hesabı, yanak ve diş dibi gerilmeleri için Tablo 7.1'deki emniyet değerleri sınırlarını muhafaza ederek, düz dişli sistemleri için ISO 6336, ISO 9083 veya DIN 3990'a, konik dişliler için ISO 10300 veya DIN 3991'e göre yapılacak yük taşıma kapasite hesapları ile kanıtlanacaktır.

1.2 Bu bölümdeki formüllere göre, ana sevk sisteminde diş dibi ve diş mukavemetinin sağlanması, dişlinin düzgün çalışması için dişin kusursuz olarak işlenmiş olması ve dişin dinamik olarak yüklenme kapasitesinden yeterli olarak faydalanma şartlarına da bağlıdır.

Bu nedenle, tekil adım hatası (f_p) ile, toplam profil hatası (F_f) değerleri, kalite derecesinin en az değeri olarak, bölüm dairesindeki çevresel hızın 25 m/sn den az olduğu durumda, DIN 3962'ye göre kalite 5'e ve ISO 1328'e göre kalite 4'e ve daha yüksek hızlarda ise, DIN 3962'ye göre 4'e ve ISO 1328'e göre de 3 kalitelerine uygun olmalıdır.

Yanak eğrisi / açısal hata ($f_{H\beta}$), DIN 3962'nin en az 5 kalitesine, dişli millerinin paralelliğinde kabul edilebilir hata, DIN 3964 veya ISO 1328'e göre sırası ile en az 5 veya 4 kalitesine uymalıdır.

Diş yanaklarının üst yüzey pürüzlülüğü R_Z, çalışmadan önce frezede veya planyada açılmış dişlilerde, genel olarak 10 μm'den, diş profili taşlanmış veya traşlanmış dişlilerde, genel olarak 4 μm'den büyük olmamalıdır. Diş dibi yuvarlatma yarıçapı (ρ_{ao}), takım referans profilinde en az $0{,}25 \cdot m_n$ olmalıdır.

TL, söz konusu olan diş açma makinalarının hassasiyetinin kanıtlanmasını ve dişlerin sertleştirme işlemi için bir uygulama testini isteme hakkını saklı tutar.

1.3. Yük taşıma kapasitesinin hesabı için giriş verileri Tablo 7.2'de toplu olarak gösterilmiştir.

2. Semboller, Tanımlar ve Giriş Verileri

2.1 Kullanılan sembol ve terimler

İndisler
- 0 Alet (takım)
- 1 Pinyon
- 2 Çark
- M Diş genişliğinin ortasında
- n Normal kesit
- t Enine kesit

Parametreler

a = Eksenler arası uzaklık [mm]

b = Diş genişliği, [mm]

b_1 , b_2= Pinyonun, çarkın diş genişliği, [mm]

b_{eH} = Etkin diş genişliği (konik dişliler), [mm]

BZ_0 = Ölçüm hattı kaçıklığının ölçüsü, (örneğin; takımda BZ) [mm]

d = Standart piç çapı (referans silindirinde, alt simgesiz) [mm]

d_1, d_2 = Pinyonun, çarkın referans çapı [mm]

d_a = Diş başı çapı, [mm]

d_{a1}, d_{a2} = Çark, pinyonun diş başı çapı, (Şekil 7.1 baz alınarak) [mm]

d_{b1}, d_{b2}= Çark, pinyonun temel dairesi çapı, (Şekil 7.1 baz alınarak) [mm]

d_f = Diş dibi çapı, [mm]

d_{f1}, d_{f2}= Pinyonun, çarkın diş dibi çapı (Şekil 7.1) [mm]

d_{w1}, d_{w2}= Pinyonun, çarkın çalışma taksimat çapı, [mm]

F_{bt} = Enine kesitteki dairesel kuvvet, [N]

F_t = Referans dairesindeki dairesel kuvvet, [N]

$F_{\beta x}$ = Başlangıçtaki eşdeğer sapma hatası, [μm]

f_{pe} = Normal piç hatası, [μm]

f_f = Profil form hatası, [μm]

h = Diş derinliği, [mm]

h_1, h_2 = Pinyonun diş derinliği, [mm]

h_{a0}* = Takım referans profilinde baş yüksekliği katsayısı, [-]

h_{a01}, h_{a02}= Pinyon, çark parçasının diş başı, [mm]

h_{a1}, h_{a2} = Pinyonun, çarkın diş başı, [mm]

h_{f0}* = Takım referans profilinde diş dibi yüksekliği katsayısı, [-]

h_{f1}, h_{f2} = Pinyonun, çarkın diş dibi, [mm]

h_{FfP0}* = Takım referans profilinde tahrik dişlisinin faydalı diş dibi yüksekliği katsayısı, [-]

K_A = Uygulama faktörü, [-]

$K_{F\alpha}$ = Enine yük dağılım faktörü (kök dibinde), [-]

$K_{F\beta}$ = Genişlik yük dağılım faktörü (kök dibinde), [-]

$K_{H\alpha}$ = Enine yük dağılım faktörü (yanaklarda), [-]

$K_{H\beta}$ = Genişlik yük dağılım faktörü (yanaklarda), [-]

$K_{H\beta\text{-}be}$ = Taşıma faktörü (konik dişliler), [-]

K_v = Dinamik yük faktörü, [-]

K_γ = Yük dağılım faktörü, [-]

m_n = Normal modül, [mm]

m_{nm} = Ortalama normal modül (konik dişli çarklarda), [mm]

m_t = Enine modül, [mm]

n = Devir sayısı, [rpm]

n_1, n_2 = Çarkın, pinyonun dönme hızı, [rpm]

N_L = Yük değişim sayısı, [-]

P = Maksimum devamlı çalışmada dişli set tarafından iletilen güç, [kW]

pr = Takımdaki çıkıntı, [mm]

Q = Dişli kalitesi, DIN'e göre, [-]

q = Mekanik işleme payı, [mm]

R_a = Ortalama aritmetik pürüzlülük, [μm]

R_m = Ortalama koni uzaklığı, [mm]

R_{zF} = Kökte ortalama pürüzlülük derinliği, [μm]

R_{zH} = Yanakta ortalama pürüzlülük derinliği, [μm]

r_{eo} = Kesici yarıçap[mm]

S_F = Diş kırmasına karşı emniyet katsayısı, [-]

S_H = Pittinge karşı emniyet katsayısı, [-]

T = Dönme momenti, [Nm]

T_1, T_2 = Pinyonun, çarkın nominal torku, [Nm]

u = Diş sayısı oranı, [-]

v = Referans çaptaki (piçteki) teğetsel (lineer) vektörel hız, [m/s]

x = Diş başı değişim faktörü, [-]

x_1, x_2 = Pinyonun çarkın değişim faktörü, [-]

x_{hm} = Diş başı ortalama değişim faktörü (konik dişliler), [-]

x_{sm} = Kalınlık değişim faktörü (konik dişliler), [-]

Y_F = Diş form faktörü (diş dibi), [-]

Y_N = Ömür faktörü (diş dibi), [-]

$Y_{\delta\ rel\ T}$ = Bağıl çentik hassasiyeti faktörü, [-]

$Y_{R\ rel\ T}$ = Bağıl yüzey durum faktörü, [-]

Y_S = Gerilme düzeltme faktörü, [-]

Y_{ST} = Referans dişli testleri gerilme düzeltme faktörü, [-]

Y_X = Diş dibindeki gerilme için boyut faktörü, [-]

Y_β = Diş dibindeki gerilme için helis açısı faktörü, [°]

z = Diş sayısı, [-]

z_1, z_2 = Çarkın, pinyonun diş sayısı, [-]

z_n = Varsayılan diş sayısı, [-]

z_{n1}, z_{n2} = Çarkın, pinyonun varsayılan diş sayısı, [-]

Z_E = Elastik faktörü, [-]

Z_H = Yanak form faktörü (temas gerilmesi), [-]

Z_L = Yağlama faktörü, [-]

Z_N = Ömür faktörü (temas gerilmesi) yanaklarda, [-]

Z_v = Hız faktörü, [-]

Z_R = Pürüzlülük faktörü, [-]

Z_W = Malzeme işleme katsayısı, [-]

Z_X = Boyut katsayısı (temas gerilmesi) yanaklarda, [-]

Z_β = Helis açısı faktörü (temas gerilmesi) yanaklarda, [-]

Z_ε = Temas oranı faktörü (yanaklarda), [-]

α_n = Normal basınç açısı (referans silindirinde, alt simgesiz), [°]

α_t = Referans silindirdeki enine basınç açısı, [°]

α_{wt} = Piç silindirindeki enine basınç açısı, [°]

α_{pr} = Çıkıntı açısı, [°]

β = Helis açısı (referans silindirinde, alt simgesiz), [°]

β_b = Taban silindirindeki helis açısı, [°]

β_m = Ortalama helis açısı (konik dişli), [°]

ε_α = Enine temas oranı, [-]

ε_β = Çakışma oranı, [-]

ε_γ = Toplam temas oranı, [-]

ϑ_{oil} = Yağ sıcaklığı, [°C]

ν_{40} = 40°C'daki yağın kinematik viskozitesi, [mm²/s]

ν_{100} = 100°C'daki yağın kinematik viskozitesi, [mm²/s]

ρ_{a0} = Aletin (takımın) yuvarlatma yarıçapı katsayısı, [-]

ρ_c = Piç yüzeyindeki eğrilik yarıçapı, [mm]

Σ = Şaft açısı (konik dişli), [°]

σ_F = Diş dibindeki eğilme gerilmesi, [N/mm²]

σ_{FE} = Diş dibi gerilmesi, [N/mm²]

σ_{FG} = Diş dibi sınır gerilmesi, [N/mm²]

σ_{F0} = Nominal diş dibi gerilmesi, [N/mm²]

$\sigma_{F\,lim}$ = Eğilme gerilmesi için dayanma sınırı, [N/mm²]

σ_{FP} = Müsaade edilebilen diş dibi gerilmesi, [N/mm²]

σ_H = Hesaplanan temas gerilmesi (yanak basıncı), [N/mm²]

σ_{HG} = Değiştirilmiş temas gerilmesi sınırı (yanak mukavemeti), [N/mm²]

$\sigma_{H\,lim}$ = Temas gerilmesi için dayanma sınırı [N/mm^2]

σ_{HP} = Müsaade edilen temas gerilmesi, [N/mm^2]

σ_{H0} = Nominal temas gerilmesi, [N/mm^2]

3. Geometrik Tanımlar

İçten dişli sistemindeki dişli çarklarda z_2, a, d_2 , d_{a2} , d_{b2}, d_{w2} ve u negatiftir. Fakat, dıştan dişli sistemlerinde u pozitiftir.

Daha az diş sayısı olan dişli pinyon olarak tanımlanır. Bundan dolayı, dişli oranının mutlak değeri aşağıdaki gibi tanımlanır ve bu değere eşit ya da bundan büyüktür:

$$u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{d_{w2}}{d_{w1}} = \frac{d_2}{d_1}$$

Yüzey dayanıklılığı denkleminde, *b* taksimat çapındaki genel genişliktir.

Diş kökü eğilme gerilmesi denkleminde, b_1 veya b_2 ilgili diş köklerinin genişlikleridir. Hiçbir durumda b_1 veya b_2 genel genişlikten her iki tarafta da bir normal modülden m_n fazla alınamaz.

Eğer önemli baş veya son hafifletme uygulanıyorsa, genel genişlik *b* de diş kökü eğilme gerilme bağıntısında kullanılabilir.

Aşağıdaki açıklamalarda ek geometrik tanımlamalar verilmiştir:

$$\tan(\alpha_t) = \tan(\alpha_n)/\cos(\beta)$$

$$\tan(\beta_b) = \tan(\beta)\cdot\cos(\alpha_t)$$

$$d_{1,2} = \frac{z_{1,2}\cdot m_n}{\cos\beta}$$

$$d_{b1,2} = d_{1,2}\cos\alpha t$$

$$\left.\begin{aligned} d_{w1} &= \frac{2a}{u+1} \\ d_{w2} &= \frac{2au}{u+1} \end{aligned}\right\} a = 0.5(d_{w1} + d_{w2})$$

$$z_{n1,2} = z_{1,2}\big/(\cos^2(\beta_b)\cdot\cos(\beta))$$

$$m_t = m_n/\cos(\beta)$$

$$\mathrm{inv}(\alpha) = \tan(\alpha) - \pi\alpha/180 \qquad (\alpha \text{ derece olarak})$$

$$\mathrm{inv}\alpha_{tw} = \mathrm{inv}\alpha_t + 2\tan\alpha_n\frac{x_1 + x_2}{z_1 + z_2}$$

$$\text{ya da } \cos\alpha_{tw} = \frac{m_t(z_1 + z_2)}{2a}\cos\alpha_t$$

$$\alpha_{wt} = \arccos\left(\frac{d_{b1} + d_{b2}}{2\alpha}\right) \qquad (\alpha_{wt} \text{ derece olarak})$$

$$x_1 = \frac{h_{a0}}{m_n} - \frac{d_1 - d_{f1}}{2m_n}$$

$$x_2 = \frac{h_{a0}}{m_n} - \frac{d_2 - d_{f2}}{2m_n}$$

$$\varepsilon_\alpha = \frac{0.5({d_{a1}}^2 - {d_{b1}}^2)^{0.5} \pm 0.5({d_{a2}}^2 - {d_{b2}}^2)^{0.5} - a\cdot\sin\alpha_{tw}}{\pi\cdot m_t\cdot\cos\alpha_t}$$

(Pozitif işaret dıştan dişli sistemlerde kullanılır; negatif işaret içten dişli sistemler içindir.)

$$\varepsilon_\beta = \frac{b\cdot\sin(\beta)}{\pi\cdot m_n}$$

(İkili sarmal için, b bir sarmalın genişliği olarak alınır.)

$$\varepsilon_\gamma = \varepsilon_\alpha + \varepsilon_\beta$$

$$\rho_c = \frac{a\cdot u\cdot\sin(\alpha_{wt})}{\pi\cdot m_n}$$

$$v = \frac{\pi\cdot d_{1,2}\cdot n_{1,2}}{60\cdot 10^3}$$

4. Nominal Teğetsel Yük

Nominal teğetsel yük, F_t, ilgili eksenel düzleme dik ve referans silindirine teğetsel, direkt olarak aşağıdaki denklemler ile dişli takımı tarafından iletilen maksimum devamlı güçten hesaplanır:

$$T_{1,2} = \frac{30 \cdot 10^3 \cdot P}{\pi \cdot n_{1,2}}$$

$$F_t = \frac{1000 \cdot T}{d/2} = \frac{19{,}1 \cdot 10^6 \, x \, P}{n \cdot d} = \frac{2000 \cdot T_{1,2}}{d_{1,2}}$$

5. Yük Hesaplamaları için Genel Etki Faktörleri

5.1 Uygulama faktörü K_A

Uygulama faktörü K_A da, diğer dinamik ve darbe etkili yük artışlarından dolayı nominal dönme momenti artışı göz önüne alınır.

Sınırsız ömür için tasarlanmış uygulama faktörü K_A dişli takımına uygulanan maksimum tekrarlayıcı dairesel tork ile nominal tork arasındaki oran olarak tanımlanır.

Uygulama faktörü, K_A, **TL** tarafından kabul edilebilir ölçümler veya sistem analizleri ile belirlenmelidir. Eğer bu yöntemlerle belirlenmiş bir değer elde edilemiyorsa, ana ve yardımcı sistemler için K_A değerleri Tablo 7.3'den hesaplanabilir.

Azaltma dişlisi kullanılan ve buz klası notasyonu alan teknede uygulama faktörü ya da nominal teğetsel kuvvet, talep edilen buz klası doğrultusunda uygulanan buz yükünü yansıtıcak şekilde ayarlanacaklardır (uygun şekilde UR I3'de belirtilen dizayn yaklaşımı uygulanarak).

5.2 Yük dağılım faktörü K_γ

Yük dağılım faktörü K_γ de yük dağılımındaki sapmalar göz önüne alınır. Örneğin; 2 veya daha fazla yük dağılımı olan dişli çarklarda veya 3'den fazla planet dişlisi olan planet dişli çarklarda.

Yük dağıtım faktörü K_γ, eşit paylaşılmış yük ile maksimum yük arasındaki oran olarak tanımlanır. Faktör temel olarak kolların doğruluk ve esnekliğine dayanır.

Yük dağılım faktörü, K_γ, **TL** tarafından kabul edilebilir ölçümler veya sistem analizleri ile belirlenmelidir. Bu yöntemle bir değer elde edilemiyorsa; episiklik veya planet dişli çarklar için aşağıdaki değerler uygulanır:

- 3 planet dişliye kadar $K_\gamma = 1{,}0$
- 4 planet dişliye kadar $K_\gamma = 1{,}2$
- 5 planet dişliye kadar $K_\gamma = 1{,}3$
- 6 planet dişliye kadar ve üstü $K_\gamma = 1{,}6$

Yük dağılımı olmayan dişli çarklarda K_γ=1 alınır.

Diğer bütün hallerde K_γ için **TL** ile anlaşmaya varılmalıdır.

Tablo 7.3 Uygulama faktörleri

Sistemin tipi	K_A faktörü
Ana sistemler :	
Türbinler ve elektrikli sevk sistemleri	1,1
Hidrolik veya elektro manyetik kaymalı kaplinli dizel makina	1,1
Yüksek esnekliğe sahip kaplinli dizel makina	1,3
Diğer kaplinli dizel makina	1,5
Jeneratör sevk sistemleri	1,5
Statik yük altındaki yardımcı makinalar	0,6-1,0
Yardımcı sistemler :	
İtici tahrik sistemleri	1,1(20000h) **(1)**
Dizel makinalı itici tahrik sistemleri	1,3 (20000h) **(1)**
Irgatlar	0,6 (300h) **(1)** 2,0 (20h) **(2)**
Kombine demir ve halat vinçleri	0,6 (1000h) **(1)** 2,0 (20h) **(2)**

(1) *Düşük çevrimli yorulma düzeninde öngörülen çalışma saatleri*
(2) *Irgatlar için öngörülen maksimum yük*
Diğer tipteki sistemler için K_A faktörleri ayrıca kararlaştırılır.

5.3 İç dinamik faktör K_v

İç dinamik faktör K_v çark ve pinyonların titreşimlerinden doğan dinamik yükleri göz önüne alır.

İç dinamik faktör K_v dışardan uygulanan maksimum yük ile diş yanlarına dinamik olarak uygulanan maksimum yükün oranıdır.(F_t*K_A*K_γ).

Faktör temelde; iletim hatalarına (piç ve profil hatalarına dayalı olarak), çark ve pinyon kütlelerine, dişli dişinin meş döngüsünden geçerkenki dişli meş katılık değişimine, uygulama faktörünü içeren iletilmiş yüke, piç hat hızına, şaft ve dişlilerin dinamik dengesizliklerine, şaft ve yatak katılığına ve dişli sisteminin sönüm karakteristiklerine bağlıdır.

İç dinamik faktör K_v üretici tarafından ölçümleri, analizleri veya deneyime dayalı datalarla desteklenerek önerilmelidir. İç dinamik faktör K_v aşağıdaki gibi de hesaplanabilir:

Bu metot sadece aşağıdaki tüm koşulların karşılandığı bütün durumlar için uygulanabilir:

- Alt kritik aralıkta çalışma hızları:

$$\frac{v \cdot z_1}{100}\sqrt{\frac{u^2}{1+u^2}} < 10\ m/s$$

- düz dişliler (β = 0°) ve sarmal dişliler (β ≤ 30°)
- görece düşük sayıda dişi olan pinyonlar, z_1< 50
- katı disk tekerlekleri ya da ağır çelik dişli çemberleri

Bu yöntem, aşağıdaki formülün sağlandığı tüm tipten dişlilere ve β > 30° olan sarmal dişlilere uygulanır.

$$\frac{v \cdot z_1}{100}\sqrt{\frac{u^2}{1+u^2}} < 3\ m/s$$

Yukarıda belirtilen dışındaki dişliler için ISO 6336-1'de belirtilen Metot B uygulanacaktır.

5.3.1 Çakışma oranı ε_β ≥1 olan düz dişliler ve sarmal dişliler için:

$$K_v = 1 + \left(\frac{K_1}{K_A \frac{F_t}{b}} + K_2\right) \cdot \frac{v \cdot z_1}{100} \cdot K_3 \sqrt{\frac{u^2}{1+u^2}}$$

Eğer $K_A F_t/b$ değeri 100 N/mm'den küçükse, bu değer 100 N/mm'e eşit kabul edilecektir.

K_1 katsayısı için sayısal değerler, Tablo 7.4'de belirtilmiştir.

Tablo 7.4 K_v'nin hesaplanması için K_1 faktörünün değerleri

	K_1 ISO doğruluk dereceleri **(1)**					
	3	4	5	6	7	8
Düz dişliler	2.1	3.9	7.5	14.9	26.8	39.1
Sarmal dişliler	1.9	3.5	6.7	13.3	23.9	34.8

(1) *ISO doğruluk dereceleri ISO 1328'e göredir. Farklı doğruluk derecelerinden dişlilerin birleşmesi durumunda daha düşük doğruluğa karşılık gelen kalite kullanılacaktır.*

Tüm doğruluk dereceleri için K_2 faktörü aşağıdakine göre olacaktır:

- düz dişliler için, K_2 = 0.0193
- sarmal dişliler için, K_2 = 0.0087

K_3 faktörü aşağıdaki formüllere göre olacaktır:

– Eğer $\frac{v \cdot z_1}{100} \cdot \sqrt{\frac{u^2}{1+u^2}} \leq 0.2$ ise $K_3 = 2$

– Eğer $\frac{v \cdot z_1}{100} \cdot \sqrt{\frac{u^2}{1+u^2}} > 0.2$

$$\text{ise } K_3 = 2.071 - 0.357 \cdot \frac{v \cdot z_1}{100} \cdot \sqrt{\frac{u^2}{1+u^2}}$$

5.3.2 Çakışma oranı ε_β<1 olan sarmal dişlilerde K_v değeri, düz dişliler ($K_{v\alpha}$) ve sarmal dişliler ($K_{v\beta}$) için aşağıdaki formüle göre belirlenen değerlerin arasında interpolasyon ile bulunur:

$$K_v = K_{v\alpha} - \varepsilon_\beta \left(K_{v\alpha} - K_{v\beta}\right)$$

Burada:

$K_{v\alpha}$, düz dişliler için 5.3.1'e göre K_v değeridir,

$K_{v\beta}$, sarmal dişliler için 5.3.1'e göre K_v değeridir.

5.4 Genişlik yük dağılım faktörü $K_{H\beta}$ ve $K_{F\beta}$

Genişlik yük dağılım faktörü, düzgün olmayan yük dağılımın dış yanakları üzerindeki yanak basıncında ($K_{H\beta}$) ve diş dibi zorlanmasında ($K_{F\beta}$) göz önüne alınır.

Her birim genişlikteki temas gerilmesi için, genişlik yük dağılım faktörü $K_{H\beta}$ maksimum yükün ortalama yüke oranı olarak tanımlanır.

Her birim genişlikteki diş dibi zorlaması için, genişlik yük dağılım faktörü $K_{F\beta}$ maksimum eğilme gerilmesinin ortalama eğilme gerilmesine oranı olarak tanımlanır.
Diş kökündeki ortalama eğilme gerilmesi b_1 veya b_2 genişlikleriyle ilgilidir.

Her bir genişlik yük dağılım faktörü bir diğerinin fonksiyonu olarak tanımlanabilir.

Genişlik yük dağılım faktörleri aşağıdakilere dayanır:

- Dişli dişi üretim doğruluğu,,
- Delik hataları yüzünden montaj hataları,
- Yatak boşluğu,
- Çark ve pinyon şaft hiza hataları,
- Dişli elemanları destekleyen şaft, yatak, yerleşme ve temellerin elastik sapmaları,
- Çalışma sıcaklığı yüzünden ısıl genleşme ve deformasyonlar,
- Tasarımları iyileştirilmiş parçalar (diş yüzeyi sertleştirilmiş / parlatılmış, diş formları değiştirilmiş vs)

Yanak düzeltilmesi durumu, $K_{H\beta}$ ve $K_{F\beta}$ değerleri verilerek bilinen hesap yöntemleri ile belirlenir. Gemi işletiminin yük dağılımı üzerindeki özel etkileri dikkate alınmalıdır.

Yanak basıncı $K_{H\beta}$ ve diş dibi zorlamasındaki $K_{F\beta}$ genişlik yük dağılım faktörü ISO 6336-1 standardında özetlenen C metoduna göre de hesaplanacaktır.

TL tarafından kabul edilen alternatif yöntemler uygulanabilir.

5.4.1 Yanak basıncı için genişlik yük dağılım faktörü $K_{H\beta}$

- Sarmal ve düz dişliler

$$C_{KH\beta} = \frac{b \cdot F_{\beta y} \cdot C_\gamma}{2 \cdot F_t \cdot K_A \cdot K_\gamma \cdot K_v}$$

$$K_{H\beta} = 1 + C_{KH\beta} < 2 \quad C_{KH\beta} < 1 \quad \text{iken}$$

$$K_{H\beta} = \sqrt{4 \cdot C_{KH\beta}} \geq 2 \quad C_{KH\beta} \geq 1 \quad \text{iken}$$

Burada:

$$F_{\beta y} = F_{\beta x} - y_\beta \quad \text{veya} \quad F_{\beta y} = F_{\beta x} \cdot x_\beta$$

$K_{H\beta} \geq 2$ hesaplanmış değerler sarmal değişim ve gelişmiş doğrulama ile azaltılabilir.

- Konik dişliler

$$K_{H\beta} = 1{,}5 \cdot \frac{0{,}85}{B_b} \cdot K_{H\beta-be}$$

Taşıma faktörü, $K_{H\beta\text{-}be}$, genişlik yükü üzerinde taşıma düzeninin etkisini göstermektedir. Tablo 7.5'te ilgili değerleri verilmiştir.

Tablo 7.4 Konik dişliler için yatak faktörü $K_{H\beta\text{-}be}$

Çark ve pinyonun yerleşim şartı	$K_{H\beta\text{-}be}$
İkisi de sökülebilir yatak montajlı	1,10
Birisi sökülebilir yatak montajlı	1,25
Hiçbiri sökülebilir yatak montajlı değil	1,50

5.4.2 Diş dibi zorlaması genişlik yüz dağılım faktörü $K_{F\beta}$

- Aşağıdaki formüllerde, genişiğin sonundaki en kötü temas durumu için, $K_{F\beta}$ değeri verilmiştir:

$$K_{F\beta} = (K_{H\beta})^N$$

$$N = \frac{(b/h)^2}{1+(b/h)+(b/h)^2} = \frac{1}{1+(h/b)+(h/b)^2}$$

Burada:

(b/h) = (genişlik/diş derinliği, (b_1/h_1) veya (b_2/h_2) değerlerinden küçük olanı. Çift sarmal dişlileri için, bir sarmalın genişliği kullanılacak ve (b_β = b/2) değeri N için denklemde (b) değerinin yerini alacaktır. b/h<3 olduğunda, b/h=3 değeri kullanılacaktır.

- Genişlik sonlarının hafif yüklendiği ya da yüklenmediği dişli durumlarında (son ya da başta gelen);

$$K_{F\beta} = K_{H\beta}$$

- Konik dişliler

$$K_{F\beta} = \frac{K_{H\beta}}{K_{FO}}$$

Spiral konik dişliler için:

$$K_{FO} = 0{,}211 \cdot \left(\frac{r_{eo}}{R_m}\right)^q + 0{,}789$$

r_{eo} = Kesici yarıçapı [mm]

R_m = Ortalama koni uzaklığı [mm]

$$q = \frac{0{,}279}{\log[\sin(\beta_m)]}$$

Düz ya da sıfır konik dişliler için:

$$K_{FO} = 1$$

K_{FO} sınırlamaları:

K_{FO} = 1,00 eğer K_{FO} < 1,00

K_{FO} = 1,15 eğer K_{FO} > 1,15

5.5 Enine yük dağılım faktörü (alın faktörü) $K_{H\alpha}$ ve $K_{F\alpha}$

Enine yük dağılım faktörü $K_{H\alpha}$ – yanak basıncı - ve $K_{F\alpha}$ – diş dibi basıncı - iki ya da daha fazla dişli çiftinin aynı zamanda kavramasındaki düzgün olmayan kuvvet dağılımını göz önüne alır.

Ana sevk sisteminin dişli çarkları için 1.2'de belirtilen dişli kalitesi ile $K_{H\alpha}$ = $K_{F\alpha}$=1,0 alınabilir.

Diğer dişliler için alın faktörü 1.1'de tanımlanan DIN/ISO'ya göre hesaplanabilir.

Geniş yük dağılım faktörleri $K_{H\alpha}$ ve $K_{F\alpha}$ aşağıdakilere dayanır :

- Toplam meş katılığı,
- Toplam teğetsel yük F_t, K_A, K_γ, K_v, $K_{H\beta}$
- Taban piç hatası,
- Uç hafifleme,
- Toleranslarda çalışma

Yükleme faktörleri, $K_{H\alpha}$ ve $K_{F\alpha}$ üretici tarafından ölçümleri, analizleri veya deneyim verileriyle desteklenerek önerilir veya ISO 6336-1'de özetlenen metot B'ye gore belirlenecektir.

5.5.1 $K_{H\alpha}$ ve $K_{F\alpha}$ Hesaplanmaları

Eğer $\varepsilon_v > 2$;

$$K_{H\alpha} = K_{F\alpha} = 0.9 + 0.4\sqrt{\frac{2(\varepsilon_v - 1)}{\varepsilon_v}}\,\frac{C_v(f_{pbe} - y_a)b}{F_{tH}}$$

Eğer $\varepsilon_v \le 2$;

$$K_{H\alpha} = K_{F\alpha} = \frac{\varepsilon_v}{2}\left[0.9 + 0.4\frac{C_v(f_{pbe} - y_a)b}{F_{tH}}\right]$$

Silindirik dişliler için:

$$F_{tH} = F_t \cdot K_A \cdot K_v \cdot K_{h\beta}$$
$$f_{pbe} = f_{pb} \cdot \cos(\alpha_t)$$

Konik dişliler için:

$$F_{mtH} = F_{mt} \cdot K_A \cdot K_v \cdot K_{h\beta}$$

Konik dişliler için, f_{pt}, $\varepsilon_{v\gamma}$, F_{mtH}, F_{mt} ve α_{vt} (eşdeğer) değerleri yukarıdaki formüllerdeki f_{pbe}, ε_γ, F_{tH}, F_t ve α_t yerine kullanılır.

5.5.2 $K_{H\alpha}$ Sınırlamaları

$$K_{H\alpha} < 1 \quad \Rightarrow \quad K_{H\alpha} = 1$$

Silindirik dişliler için:

$$K_{H\alpha} > \frac{\varepsilon_v}{\varepsilon_\alpha Z_\varepsilon^2} \quad \Rightarrow \quad K_{H\alpha} = \frac{\varepsilon_v}{\varepsilon_\alpha Z_\varepsilon^2}$$

$$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{4-\varepsilon_\alpha}{3}(1-\varepsilon_\beta) + \frac{\varepsilon_\beta}{\varepsilon_\alpha}} \qquad \varepsilon_\beta < 1 \text{ ise}$$

$$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{\varepsilon_\alpha}} \qquad \varepsilon_\beta \geq 1 \text{ ise}$$

Düz dişliler için:

$$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{4-\varepsilon_\alpha}{3}}$$

Konik dişliler için:

$$K_{H\alpha} > \frac{\varepsilon_{v\gamma}}{\varepsilon_{v\alpha} Z_{LS}^2} \quad \Rightarrow \quad K_{H\alpha} = \frac{\varepsilon_{v\gamma}}{\varepsilon_{v\alpha} Z_{LS}^2}$$

Z_{LS} hesabı için, 6.8'e bakınız. Z_{LS} ayrıca ISO 10300-2, Ek A, Yük Paylaşım Faktörü, Z_{LS}'de tanımlanmıştır.

5.5.3 $K_{F\alpha}$ Sınırlamaları

$$K_{F\alpha} < 1 \quad \Rightarrow \quad K_{F\alpha} = 1$$

$$K_{F\alpha} > \frac{\varepsilon_\gamma}{\varepsilon_\alpha Y_\varepsilon} \quad \Rightarrow \quad K_{F\alpha} = \frac{\varepsilon_\gamma}{\varepsilon_\alpha Y_\varepsilon}$$

$$Y_\varepsilon = 0{,}25 + \frac{0{,}75}{\varepsilon_\alpha} \qquad \text{eğer} \quad \varepsilon_\beta = 0$$

$$Y_\varepsilon = 0{,}25 + \frac{0{,}75}{\varepsilon_\alpha} - \left(\frac{0{,}75}{\varepsilon_\alpha} - 0{,}375\right)\varepsilon_\beta \qquad \text{eğer} \quad 0 < \varepsilon_\beta < 1$$

$$Y_\varepsilon = 0{,}625 \qquad \text{eğer} \quad \varepsilon_\beta \geq 1$$

veya Y_ε için sadece silindirik dişliler için bir başka alternatif

$$Y_\varepsilon = 0{,}25 + \frac{0{,}75 \cdot \cos^2(\beta_b)}{\varepsilon_\alpha}$$

Konik dişliler için, $\varepsilon_{v\gamma}$, $\varepsilon_{v\beta}$ ve $\varepsilon_{v\alpha}$ (eşdeğer) değerleri yukarıdaki formüllerde ε_γ, ε_β ve ε_α değerleri yerine kullanılabilir.

6. Yüzey Dayanıklılığı (Piting)

6.1 Kapsam ve genel açıklamalar

Yüzey dayanıklılığı kriteri çalışma piç noktasındaki veya çift temasın iç noktasındaki Hertzian basıncına dayanır. Hesaplanmış temas gerilmesi σ_H müsaade edilebilen yanak gerilmesi σ_{HP} (Hertzian yanak basıncı) nı aşmamalıdır.

6.2 Temas Gerilmesi

$$\sigma_H = \sigma_{H01,2}\sqrt{K_A K_\gamma K_v K_{H\beta} K_{H\alpha}} \leq \sigma_{HP} \qquad \textbf{(1)}$$

burada; σ_{HO1} ve σ_{HO2} çark ve pinyon için temel temas gerilmesi değerini gösterir.

Silindirik dişliler için:

$$\sigma_{H01} = Z_B Z_H Z_E Z_\varepsilon Z_\beta \sqrt{\frac{1+u}{u}\frac{F_t}{b \cdot d_1}} \qquad \text{pinyon için}$$

$$\sigma_{H02} = Z_D Z_H Z_E Z_\varepsilon Z_\beta \sqrt{\frac{1+u}{u}\frac{F_t}{b \cdot d_1}} \qquad \text{çark için}$$

Dişli oranı u, dış dişliler için pozitif ve iç dişliler için negatiftir.

Konik dişliler için:

$$\sigma_{H01} = Z_{MB} Z_H Z_E Z_{LS} Z_K Z_\beta \sqrt{\frac{1+u_v}{u_v}\frac{F_{mt}}{\ell_{bm} \cdot d_{v1}}} \qquad \text{pinyon için}$$

Burada;

d_{m1} = Konik dişli pinyonunun ortalama piç çapı,

d_{v1} = Silindirik dişli pinyonunun (eşdeğer) referans çapı,

F_t = Pinyon ve çark için referans silindirde nominal enine teğetsel yük,

F_{mt} = Nominal enine teğetsel yük,

ℓ_{bm} = Orta temas hattı uzunluğu,

u = Konik dişlinin dişli oranı,

u_v = Virtüel (eşdeğer) silindirik dişlinin dişli oranı,

Z_B = Pinyon için çift diş temas faktörü,

Z_D = Çark için çift diş temas faktörü,

Z_E = Esneklik faktörü,

Z_H = Bölge faktörü,

Z_K = Konik dişli faktörü (yan),

Z_{LS} = Yük paylaşım (dağılım) faktörü,

Z_{MB} = Orta-bölge faktörü,

Z_ε = Temas oranı faktörü (piting),

Z_β = Sarmal açı faktörü.

6.3 Müsaade edilen temas gerilmesi

Müsaade edilen temas gerilmesi, σ_{HP}, çark ve pinyon için ayrı ayrı değerlendirilecektir. Müsaade edilen temas gerilmesi, $\sigma_{HP,}$ düzeltilmiş temas gerilmesi, σ_{HG} , değerine karşılık olarak Tablo 7.1'de verilen bir güvenlik marjini, S_H, içerebilir. Düzeltilmiş temas gerilmesi, σ_{HG}, Z_N, Z_L, Z_V, Z_R, Z_W, Z_X gerilme düzeltme faktörleri göz önüne alınan Tablo 7.6'da **(2)** gösterilen eğilme gerilmesi, $\sigma_{H\,lim}$, için malzeme dayanma sınırlarından belirlenir.

$$\sigma_{HP} = \frac{\sigma_{HG}}{S_H} \qquad \textbf{(2)}$$

$$\sigma_{HG} = \sigma_{Hlim} Z_N Z_L Z_V Z_R Z_W Z_X$$

(2) *TL'nun onayı ile, kalitesi kanıtlanmış semantasyon çelikleri için daha yüksek dayanım mukavemetine izin verilebilir.*

Burada;

$\sigma_{H\,lim}$ = Temas gerilmesi için dayanma sınırı.

S_H = Temas gerilmesi için güvenlik faktörü

Z_L = Yağlama faktörü

Z_N = Temas faktörü için ömür faktörü

Z_R = Pürüzlülük faktörü

Z_V = Vektörel Hız faktörü

Z_W = Sertlik oranı faktörü

Z_X = Temas gerilmesi için boyut faktörü

Tablo 7.5 Temas gerilmesi $\sigma_{H\,lim}$ için dayanma sınırları

Malzeme	σ_{Hlim} N/mm^2
CrNiMo sementasyon çeliği - basit (adi) kalite - özel olarak onaylanmış yüksek kaliteli	 1500 1650
Diğer sementasyon çelikleri	1500
Nitrasyonlu çelikler (Gazda nitrasyona tabi tutulmuş) : sertleştirilmiş, temperlenmiş ve gaz nitrürlü, yüzey sertliği: 700-850 HV10	1250
Kesitine sertleştirilmiş çelikler: sertleştirilmiş, temperlenmiş ve gaz nitrürlü, yüzey sertliği: 500-650 HV10	1000
Sertleştirilmiş, temperlenmiş veya normalize edilmiş ve nitro karbürlenmiş, yüzey sertliği: 450-650 HV10	950
Alev veya indüksiyonla sertleştirilmiş çelikler, yüzey sertliği: 520-620 HV10	0.65·HV10+830
Alaşımlı sertleştirilmiş çelikler, yüzey sertliği: 195-360 HV10	1.32·HV10+372
Sertleştirilmiş karbon çelikleri, yüzey sertliği: 135-210 HV10	1.05·HV10+335
Alaşımlı dökme çelikler, yüzey sertliği: 198-358 HV10	1.30 HV10+295
Dökme karbon çelikleri, yüzey sertliği: 135-210 HV10	0.87·HV10+290

6.4 Çift diş temas faktörleri, Z_B, Z_D ve orta-bölge faktörü Z_{MB}

Çift diş temas faktörleri, pinyon için Z_B *ve* çark için Z_D , Z_H ile ilgili çift temasın iç noktasındaki temas gerilmesindeki diş yan eğrisinin etkisinden açıklar.

Faktörler piç noktasında belirlenen temas gerilmelerini çift temasın iç noktasındaki yan eğim üzerindeki temas gerilmelerine iletir.

Çift diş temas faktörü, pinyonlar için Z_B ve çarklar için Z_D aşağıdaki gibi hesaplanacaktır:

Silindirik (düz) dişliler için $\varepsilon_\beta = 0.0$ iken;

$Z_B = Z_{MB} = M_1$ veya 1, hangisi daha büyük değerdeyse

$Z_D = Z_{MB} = M_2$ veya 1, hangisi daha büyük değerdeyse

$$M_1 = \frac{\tan\alpha_{tw}}{\sqrt{\left(\sqrt{\left(\frac{d_{a1}{}^2}{d_{b1}{}^2}-1\right)}-\frac{2\pi}{z_1}\right)\cdot\left(\sqrt{\left(\frac{d_{a2}{}^2}{d_{b2}{}^2}-1\right)}-(\varepsilon_a-1)\,\frac{2\pi}{z_2}\right)}}$$

$$M_2 = \frac{\tan\alpha_{tw}}{\sqrt{\left(\sqrt{\left(\frac{d_{a2}{}^2}{d_{b2}{}^2}-1\right)}-\frac{2\pi}{z_2}\right)\cdot\left(\sqrt{\left(\frac{d_{a1}{}^2}{d_{b1}{}^2}-1\right)}-(\varepsilon_a-1)\,\frac{2\pi}{z_1}\right)}}$$

Konik dişliler için, α_{wt}, d_a, d_b, ε_α ve z değerleri yerine yukarıdaki formüllerde sırasıyla α_{vt}, d_{va}, d_{vb}, $\varepsilon_{v\alpha}$ ve z_v değerleri kullanılabilir.

Silindirik (sarmal) dişliler $\varepsilon_\beta \geq 1.0$ iken;

$Z_B = Z_D = 1$

$\varepsilon_\beta \cdot < 1$ olan sarmal dişliler için, Z_B, Z_D değerleri, $\varepsilon_\beta \cdot \geq 1$ olan düz dişliler için Z_B, Z_D ile yine $\varepsilon_\beta \cdot \geq 1$ olan sarmal dişliler için Z_B, Z_D arasında lineer interpolasyon ile belirlenebilir.

$$Z_B = M_1 - \varepsilon_\beta(M_1 - 1) \quad \text{ve} \quad Z_B \geq 1$$

$$Z_D = M_2 - \varepsilon_\beta(M_2 - 1) \quad \text{ve} \quad Z_D \geq 1$$

İç dişliler için, Z_D değeri 1'e eşit alınacaktır.

6.5 Bölge faktörü, Z_H

Bölge faktörü, Z_H, piç noktasındaki diş yan eğimi üzerindeki Hertzian basıncı üzerindeki etkiyi açıklar ve referans silindirdeki teğetsel yükü ile piç silindirindeki normal kuvvete aktarır. Bölge faktörü, Z_H aşağıdaki gibi hesaplanacaktır:

Silindirik (düz ve sarmal) dişliler için:

$$Z_H = \sqrt{\frac{2\cos\beta_b}{\cos^2\alpha_t \tan\alpha_{tw}}}$$

Konik dişliler için:

6.6 Elastisite faktörü, Z_E

Elastisite faktörü, Z_E, malzeme özellikleri *E* (elastisite modülü) ve ν (Poisson oranı)'nın temas gerilmesi üzerindeki etkisini açıklar. Bölge faktörü, Z_E aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$Z_E = \sqrt{\frac{1}{\pi\left(\frac{1-\nu_1^2}{E_1}+\frac{1-\nu_2^2}{E_2}\right)}}$$

Poisson oranı 0.3 ve pinyon ve çark için aynı E ve ν ile, Z_E aşağıdaki gibi elde edilebilir:

$$Z_E = \sqrt{0.175 \cdot E}$$

Burada E Young modülü elastisitesine karşılık gelir. Çelik dişliler için elastisire faktörü, Z_E (E = 206000 N/mm^2, ν=0.3) aşağıdaki değere eşittir:

$Z_E = 189.8$ ($N^{1/2}$ /mm)

Diğer malzeme birleşimleri için Tablo 7.7'ye bakılabilir. Çark ve pinyon için farklı malzeme birleşimlerinin E değeri aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$E = \frac{2E_1E_2}{E_1+E_2}$$

6.7 Temas oran faktörü (Piting), Z_ε

Temas oran faktörü, Z_ε, dişlilerin özel yüzey yükleri üzerindeki yan temas ve çakışma temas oranı etkisini açıklar. Temas oran faktörü Z_ε aşağıdaki gibi hesaplanacaktır:

Düz dişliler için:

$$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{4-\varepsilon_\alpha}{3}}$$

Sarmal dişliler için:

$\varepsilon_\beta < 1$ için $$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{4-\varepsilon_\alpha}{3}(1-\varepsilon_\beta)+\frac{\varepsilon_\beta}{\varepsilon_\alpha}}$$

$\varepsilon_\beta \geq 1$ için $$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{\varepsilon_\alpha}}$$

6.8 Konik Dişli yük dağılım faktörü, Z_{LS}

Yük paylaşım faktörü, Z_{LS}, temas halindeki iki ya da daha fazla dişli çifti arasındaki yük paylaşımını açıklar.

$\varepsilon_{v\gamma} \leq 2$ için $$Z_{LS} = 1$$

$\varepsilon_{v\gamma} > 2$ ve $\varepsilon_{v\beta} > 1$ için

$$Z_{LS} = \left\{1+2\left[1-\left(\frac{2}{\varepsilon_{v\gamma}}\right)^{1.5}\right]\sqrt{1-\frac{4}{\varepsilon_{v\gamma}^2}}\right\}^{-0.5}$$

Diğer durumlar için; Z_{LS} hesabı ISO 10300-2, Ek A, Yük Paylaşım Faktörü, Z_{LS}'de tanımlanmıştır.

6.9 Konik dişli faktörü (yan), Z_K

Konik dişli faktörü (yan), Z_K, konik ve silindirik yüklemeler arasındaki farkı açıklar ve aynı müsaade edilen gerilmelerin uygulanması için temas gerilmelerini düzenler.

$$Z_K = 0{,}8$$

Tablo 7.6 Elastisite faktörü Z_E ve young elastisite modülü E değerleri

PİNYON			ÇARK			
Malzeme	Young elastisite modülü (E_1 N/mm^2)	Poisson oranı ν	Malzeme	Young elastisite modülü (E_2 N/mm^2)	Poisson oranı ν	Elastisite faktörü, Z_E N$^{1/2}$ /mm
Çelik	206000	0,3	Çelik	206000	0,3	189,8
			Dökme çelik	202000		188,9
			Nodüler dökme demir	173000		181,4
			Dökme kalay tuncu	103000		155,0
			Kalay tuncu	113000		159,8
			Lamel grafitli dökme demir (kır dökme demir)	126000-118000		165,4-162,0
Dökme çelik	202000		Dökme çelik	202000		188,0
			Nodüler dökme demir	173000		180,5
			Lamel grafitli dökme demir (kır dökme demir)	118000		161,4
Nodüler dökme demir	173000	0,3	Nodüler dökme demir	173000	0,3	173,9
			Lamel grafitli dökme demir (kır dökme demir)	118000		156.6
Lamel grafitli dökme demir (kır dökme demir)	126000-118000		Lamel grafitli dökme demir (kır dökme demir)	118000		146,0-143,7
Çelik	206000	0,3	Naylon	7850 (ortalama değer)	0,5	56,4

6.10 Sarmal açı faktörü, Z_β

Sarmal açı faktörü, Z_β , yüzey dayanımı üzerindeki sarmal açının etkisini açıklar ve temas hattı üzerindeki yük dağılımı gibi değişkenlerin kullanımına olanak verir. Z_β sadece sarmal açı üzerinde bağımsızdır. Sarmal açı faktörü, Z_β aşağıdaki gibi hesaplanacaktır:

Silindirik dişliler için:

$$Z_\beta = \sqrt{\frac{1}{\cos\beta}}$$

Konik dişliler için:

$$Z_\beta = \sqrt{\frac{1}{\cos\beta_m}}$$

6.11 Temas gerilmesi için dayanıklılık süresi, σ_{Hlim}

Verilen bir malzeme için, σ_{Hlim} kalıcı olarak dayanımını sürdürülebilen tekrar eden temas gerilmesinin sınırıdır. σ_{Hlim} değeri, malzemenin aşınma olmadan en az $50*10^6$ yük döngüsü dayanabileceği temas gerilme düzeyi olarak nitelendirilebilir.

Bu amaçla aşınma (piting) aşağıdaki gibi tanımlanır:

- Yüzeyi sertleşmemiş dişliler için:
  Aşınma alanı toplam aktif yan alandan > 2% olması.

- Yüzeyi sertleşmiş dişliler için:
  Aşınma alanı toplam aktif yan alandan 0,5% daha büyük, veya bir tek diş yan alanından 4% daha büyük olması.

Dayanıklılık sınırı başlıca aşağıdakilere dayanır:

- Malzeme bileşimi, temizlik ve hatalar,
- Mekanik özellikler;
- Artık gerilmeler;
- Sertleşme işlemi, sertleşmiş bölge derinliği, sertlik ölçüsü;
- Malzeme yapısı (dövülmüş, haddelenmiş çubuk, dökme).

σ_{Hlim} değerleri 1% veya daha az bir hata olasılığına karşılık gelir. Temas gerilmesi için dayanıklılık sınırı σ_{Hlim} genelde ISO 6336-5, Malzeme Kalitesi M_Q 'da gösterilen değerlere referans yapılarak belirlenecektir.

6.12 Ömür faktörü, Z_N

Ömür faktörü, Z_N, sınırlı bir ömür (döngü sayısı) zorunlu tutulduğu durumlarda daha yüksek müsaade edilebilir temas gerilmesine karşılık gelir.

Faktör temel olarak aşağıdakilere dayanır:

- Malzeme ve ısıl işlem;
- Döngü sayısı;
- Etki faktörleri (Z_R, Z_V, Z_L, Z_W, Z_X).

Ömür faktörü, Z_N, ISO 6336-2 standardında özetlenen metod B'ye gore belirlenecektir.

6.13 Yağ tabakası üzerindeki etki faktörleri, Z_L, Z_V and Z_R

Yağ faktörü, Z_L, yağ tipi ve viskozitesinin etkisini açıklar.

Vektörel hız faktörü, Z_V, piç hat hızı etkisini açıklar.

Pürüzlülük faktörü, Z_R, yüzey dayanıklılık kapasitesi üzerindeki yüzey pürüzlülüğünün etkisini açıklar.

Dişli çiftlerinin farklı sertlikte olduğu durumlarda, faktörler daha yumuşak malzeme için belirlenebilir. Faktörler temelde aşağıdakiler dayanır:

- Temas bölgesindeki yağ viskozitesi;
- Diş yüzeylerinin anlık hızlarının toplamı;
- Yükler;
- Piç noktasındaki eğimin göreli yarıçapı;
- Diş yanlarının yüzey pürüzlülüğü;

- Pinyon ve dişlinin sertliği.

Yağ faktörü, Z_L, hız faktörü, Z_V, ve pürüzlülük faktörü Z_R aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

6.13.1 Yağ faktörü, Z_L

Yağ faktörü, Z_L, aşağıdaki denklemden hesaplanacaktır:

$$Z_L = C_{ZL} + \frac{4(1-C_{ZL})}{\left(1{,}2 + \frac{134}{v_{40}}\right)^2}$$

veya

$$Z_L = C_{ZL} + \frac{4(1-C_{ZL})}{\left(1{,}2 + \frac{80}{v_{50}}\right)^2}$$

Burada σ_{Hlim} daha yumuşak malzeme için müsaade edilen gerilme sayısı (teması)'dır.

- σ_{Hlim} değeri aşağıdaki aralıkta ise:

  σ_{Hlim} < 850 N/mm^2

  $C_{ZL} = 0{,}83$

- σ_{Hlim} değeri aşağıdaki aralıkta ise:

  850 N/mm^2 < σ_{Hlim} < 1200 N/mm^2

  $$C_{ZL} = 0{,}83 + 0{,}08 \cdot \left(\frac{\sigma_{Hlim} - 850}{350}\right)$$

- σ_{Hlim} değeri aşağıdaki aralıkta ise:

  σ_{Hlim} > 1200 N/mm^2

  $C_{ZL} = 0.91$

Burada:

ν_{40} 40°C'deki yağın nominal kinematik viskozitesi, mm^2/s olarak.

ν_{50} 50°C'deki yağın nominal kinematik viskozitesi, mm^2/s olarak.

6.13.2 Vektörel hız faktörü, Z_V

Vektörel hız faktörü, Z_V, aşağıdaki denklem ile hesaplanacaktır:

$$Z_V = C_{Zv} + \frac{2(1-C_{Zv})}{\sqrt{0{,}8 + \frac{32}{v}}}$$

Burada σ_{Hlim} daha yumuşak malzeme için müsaade edilen gerilme sayısı (teması)'dır.

Konik dişliler için, ν değeri yerine yukarıdaki formülde ν_{mt} değeri koyulur.

- σ_{Hlim} değeri aşağıdaki aralıkta ise:

  σ_{Hlim} < 850 N/mm^2

  $C_{Zv} = 0{,}85$

- σ_{Hlim} değeri aşağıdaki aralıkta ise:

  850 N/mm^2 < σ_{Hlim} < 1200 N/mm^2

  $$C_{Zv} = 0{,}85 + 0{,}08 \cdot \left(\frac{\sigma_{Hlim} - 850}{350}\right)$$

- σ_{Hlim} değeri aşağıdaki aralıkta ise:

  σ_{Hlim} > 1200 N/mm^2

  $C_{Zv} = 0{,}93$

6.13.3 Pürüzlülük faktörü, Z_R

Pürüzlülük faktörü, Z_R, aşağıdaki denklem ile hesaplanacaktır:

$$Z_R = \left(\frac{3}{R_{Z10}}\right)^{C_{ZR}}$$

Pinyon; R_{z1} ve tekerlek; R_{z2} için belirlenen pik-çukur değeri, çeşitli diş yanlarında ölçülen R_z pik – çukur pürüzlülüklerinin ortalama değerleridir (R_z, ISO 6336-2'de belirtilmiştir).

$$R_Z = \frac{R_{Z1} + R_{Z2}}{2}$$

Pürüzlülük değerlerinin mevcut bulunmaması durumunda, pinyon pürüzlülüğü R_{Z1} = 6.3 µm ve çark pürüzlülüğü R_{Z2} = 6.3 µm olarak kullanılabilir. R_{Z10} değeri aşağıdaki gibi verilebilir:

$$R_{Z10} = R_Z \cdot \sqrt[3]{\frac{10}{\rho_{red}}}$$

ve eğimin göreli yarıçapı aşağıdaki gibi verilir:

$$\rho_{red} = \frac{\rho_1 \rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$$ silindirik dişliler için

$$\rho_{red} = \frac{\rho_{v1} \rho_{v2}}{\rho_{v1} + \rho_{v2}}$$ konik dişliler için

$$\rho_1 = 0{,}5 \cdot d_{b1} \cdot \tan(\alpha_{wt})$$

$$\rho_{v1} = 0{,}5 \cdot d_{vb1} \cdot \tan(\alpha_{wt})$$

$$\rho_2 = 0{,}5 \cdot d_{b2} \cdot \tan(\alpha_{wt})$$

$$\rho_{v2} = 0{,}5 \cdot d_{vb2} \cdot \tan(\alpha_{wt})$$

İç dişliler için $d_{b1,2}$ değerinin negatif işaretli olduğu not edilmelidir. Diş yüzeyinin pürüzlülüğü R_a değeri, üretim prosesine bağlıdır ve yüzey çukurları ile mikrometredeki piklerin aritmetik ortalama sapmasına orantılıdır.i. ISO standartları CLA (Center Line Average) terimini kullanır. Her ikisi de aynı (özdeş) yorumlanmıştır. Belirtilmiş pürüzlülük değeri R_a, aritmetik ortalama / ortalama pürüzlülük (AA) veya merkez hattı ortalama pürüzlülüğü (CLA) için , aşağıdaki yaklaşık değer kullanılabilir :

$$R_a = R_{CLA} = R_{AA} = \frac{R_Z}{6}$$

Burada R_Z ya pinyon için R_{Z1} veya dişli için R_{Z2} değeridir ve σ_{Hlim} daha yumuşak malzeme için müsaade edilebilir gerilme sayısı (teması)'dır.

- σ_{Hlim} değeri aşağıdaki aralıkta ise:
  $\sigma_{Hlim} < 850$ N/mm^2
  $C_{ZR} = 0{,}15$

- σ_{Hlim} değeri aşağıdaki aralıkta ise:
  850 N/mm^2 < σ_{Hlim} < 1200 N/mm^2
  $C_{ZR} = 0{,}32 - 2{,}0 \cdot 10^{-4} \cdot \sigma_{Hlim}$

- σ_{Hlim} değeri aşağıdaki aralıkta ise:
  $\sigma_{Hlim} > 1200$ N/mm^2
  $C_{ZR} = 0{,}08$

6.14 Sertlik oran faktörü, Z_W

Sertlik oran faktörü, aşağıdaki durumlarda Z_W bir yumuşak çelik dişlisinin, düz bir yüzeyde sertleşmiş bir dişli yüzeyi ile birleşirken yüzey dayanımının artmasını açıklar:

6.14.1 Yüzeyi sertleştirilmiş pinyon ve tümden sertleştirilmiş tekerlek

Eğer $HB < 130$ *ise* $Z_w = 1.2 \cdot \left(\frac{3}{R_{zH}}\right)^{0.15}$

Eğer $130 \le HB \le 470$ ise $Z_w = \left(1.2 - \frac{HB - 130}{1700}\right) \cdot \left(\frac{3}{R_{zH}}\right)^{0.15}$

Eğer $HB > 470$ ise $Z_w = \left(\frac{3}{R_{zH}}\right)^{0.15}$

Burada:

HB = Çiftin yumuşak dişlisine ait diş yanlarının Brinell sertliği

HV10 Vickers sertliği (F=98.1 N)

Alaşımsız çelikler için: $HB \approx HV10 \approx \frac{U}{3.6}$

Alaşımlı çelikler için: $HB \approx HV10 \approx \frac{U}{3.4}$

R_{zH} = denk pürüzlülük, µm

$$R_{zH} = \frac{R_{z1} \cdot \left(\frac{10}{\rho_{red}}\right)^{0.33} \cdot \left(\frac{R_{z1}}{R_{z2}}\right)^{0.66}}{\left(\frac{v \cdot \nu_{40}}{1500}\right)^{0.33}}$$

ρ_{red} = eğrinin bağıl yarıçapı

6.14.2 Tümden sertleştirilmiş pinyon ve tekerlek

Pinyonun tekerlekten önemli ölçüde sert olduğu durumda sertleştirme işi etkisi tekerlek yanlarının yük kapasitesini arttırır. Z_W sadece tekerleğe uygulanır, pinyona uygulanmaz.

– Eğer $\frac{HB_1}{HB_2} < 1.2$ ise $Z_w = 1$

$-$ Eğer $1.2 \leq \frac{HB_1}{HB_2} \leq 1.7$ ise

$$Z_w = 1 + \left(0.00898\frac{HB_1}{HB_2} - 0.00829\right) \cdot (u - 1)$$

$-$ Eğer $\frac{HB_1}{HB_2} > 1.7$ ise

$$Z_w = 1 + 0.00698 \cdot (u - 1)$$

Eğer dişli oranı u>20 ise u=20 değeri kullanılacaktır.

Her türlü durumda, eğer hesaplanmış Z_W değeri <1 ise Z_W = 1.0 değeri kullanılacaktır.

6.15 Boyut faktörü, Z_X

Boyut faktörü, Z_X müsaade edilebilir temas gerilmesi üzerindeki diş boyutlarının etkisini açıklar ve malzeme özelliklerinin düzensizliğini gösterir. Boyut faktörü temel olarak aşağıdakilere dayanır:

- Malzeme ve ısıl işlem,
- Diş ve dişli boyutları,
- Tabaka kalınlığının diş boyuna oranı,
- Tabaka kalınlığının eğimin eşdeğer yarıçapına oranı.

Sertleşmiş dişliler ve yüzey sertleşmiş dişliler için, diş boyutuna 1,14 mm. göreceli olarak kök içeren minimum gerekli etkin tabaka kalınlığı ve yarıçap eğimi Z_X =1. Tabaka kalınlığı oldukça sığ olduğunda, daha küçük bir Z_X değeri seçilmelidir.

Boyut faktörleri, Z_X Tablo 7.8'den elde edilecektir.

6.16 Temas gerilmesi için emniyet faktörü, S_H

Temas gerilmesi için emniyet faktörü, S_H uygulama tipi hesaba katılarak **TL** tarafından belirlenebilir. Uygulama tipine bağlı olarak, temas gerilmesi için Tablo 7.1'deki emniyet faktörleri, S_H, seçilebilir:

Tablo 7.8 Temas gerilmesi için boyut faktörü Z_x

Temas yüzeyi için boyut faktörü Z_x	Malzeme
1,0	Sertleşmiş pinyon işlemi için Bütün modüller (m_n)
	Karbonlanmış ve endüklemeli sertleştirilmiş pinyon ısıl işlemi için
1.0	$m_n \leq 10$
1,05-0,005m_n	$m_n < 30$
0,9	$m_n \geq 30$
	Nitrit pinyon işlemi için
1,0	$m_n \leq 7,5$
1,08-0,011m_n	$m_n < 30$
0,75	$m_n \geq 30$
Konik dişliler için, m_n (normal modül) yerine m_{mn} koyulmalıdır (orta-genişlikteki normal modül)	

7. Diş Kökü Eğilme Gerilmesi

7.1 Kapsam ve genel açıklamalar

Diş kökü eğilme dayanımı kriteri diş gövdesindeki yerel çekme dayanımının müsaade edilebilir sınırıdır. Diş kök gerilmesi, σ_F ve müsaade edilebilir diş kök gerilmesi, σ_{FP} çark ve pinyon için ayrı ayrı hesaplanmalıdır, mevcut bulunan dişin maksimum kök eğilme gerilmesi değeri σ_F, dişin müsaade edilebilir diş kök gerilmesi değerini σ_{FP} aşmaması koşuluyla.

Aşağıdaki formüller, takip eden sınırlamalarıyla birlikte, çevre kalınlığı 3.5 m_n'den fazla olan ve çıkıntısı olan ya da olmayan bütün involüt temel dişli çubuğu profilleri için geçerlidir:

- Aletin temel dişli çubuğu tarafından üretilen 30° teğetsel temastaki diş kök eğimi,
- Bu metodu takip ederek yapılan oran hesaplamalarının sonuçları 25°'ye kadar olan normal basınç açıları ve 30°'ye kadar olan referans sarmal açılar için kabul edilebilir.

- Aletin temel dişli çubuğunun sahip olduğu kök yarıçapı;
  $\rho_{fp} > 0$

- Dişli dişleri dişli çubuk tipi bir alet kullanılarak üretilir.

- Daha yüksek basınç açıları ve sarmal açılar için, hesaplanmış sonuçlar ISO 6336-3 metod A'ya dayalı deneyim ile doğrulanmalıdır.

7.2 Temel bağıntılar

7.2.1 Pinyon ve çark için diş kök eğilme gerilmesi

Silindirik dişliler için:

$$\sigma_{F1,2} = \frac{F_t}{b \cdot m_n} Y_F \cdot Y_S \cdot Y_\beta \cdot Y_B \cdot Y_{DT} \cdot K_A \cdot K_\gamma \cdot K_v \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \leq \sigma_{FP1,2}$$

Konik dişliler için:

$$\sigma_{F1,2} = \frac{F_{mt}}{b \cdot m_{mn}} Y_{F\alpha} Y_{S\alpha} Y_\varepsilon Y_K Y_{LS} K_A K_\gamma K_v K_{F\alpha} K_{F\beta} \leq \sigma_{FP1,2}$$

Burada:

Y_F, $Y_{F\alpha}$ = Diş form faktörü (kök),

Y_S, $Y_{S\alpha}$ = Gerilme düzeltme faktörü,

Y_β = Sarmal açı faktörü,

Y_B = dişli çemberi kalınlık formülü

Y_{DT} = derin diş faktörü,

Y_ε = Temas oran faktörü,

Y_K = Konik dişli faktörü,

Y_{LS} = Yük dağılım (paylaşım) faktörü.

7.2.2 Pinyon ve çark için müsaade edilebilir diş kök eğilme gerilmesi

$$\sigma_{FP1,2} = \frac{\sigma_{FE}}{S_F} Y_d Y_N Y_{\delta re1T} Y_{Rre1T} Y_X$$

Burada:

σ_{FE} = Eğilme dayanma sınırı,

Y_d = Tasarım faktörü,

Y_N = Ömür faktörü,

$Y_{\delta re1T}$ = Göreli çentik duyarlılık faktörü,

Y_{Rre1T} = Göreli yüzey faktörü,

Y_X = Boyut faktörü,

S_F = Diş kök eğilme gerilmesi için emniyet faktörü.

7.2.3 Diş form faktörü, Y_F, $Y_{F\alpha}$

Diş form faktörleri, Y_F *ve* $Y_{F\alpha}$ çift dişli temasının dış noktasında uygulanan yükte diş formunun nominal eğilme gerilmesi üzerindeki etkisini gösterir.

Diş form faktörleri, Y_F and $Y_{F\alpha}$ çark ve pinyon için ayrı ayrı belirlenmelidir. Sarmal dişliler için, dişliler için form faktörleri normal kesitte belirlenmelidir, örn., virtüel diş sayısı ile virtüel düz dişlisi, z_n.

Diş form faktörü, Y_F, aşağıdaki gibi hesaplanacaktır:

Silindirik dişliler için:

$$Y_F = \frac{6 \cdot \left(\frac{h_F}{m_n}\right) \cdot \cos(\alpha_{Fen})}{\left(\frac{s_{Fn}}{m_n}\right)^2 \cdot \cos(\alpha_n)}$$

Konik dişliler için:

$$Y_{Fa} = \frac{6 \cdot \left(\frac{h_{Fa}}{m_{mn}}\right) \cdot \cos(\alpha_{Fan})}{\left(\frac{s_{Fn}}{m_{mn}}\right)^2 \cdot \cos(\alpha_n)}$$

Burada:

h_F, h_{Fa} = Tek diş çifti temasının dış noktasındaki yük uygulaması için diş kök eğilme gerilmesi için eğilme moment kolu, mm olarak,

s_{Fn} = Kritik bölgede diş kök normal kordu (örn. En yüksek gerilmeli bölgedeki diş genişliği), mm olarak,

α_{Fen}, α_{Fan}= Normal bölgedeki tek diş çifti temasının dış noktasındaki normal yük basınç açısı, derece olarak.

h_F, h_{Fa}, s_{Fn} ve α_{Fen}, α_{Fan}, değerlerinin belirlenmesi için Şekil 7.1'e bakılmalıdır.

h_F, s_{Fn} ve α_{Fen}'in hesabı için, ISO 6336-3 (Metot B)'de belirtilen yöntem uygulanacaktır.

7.2.4 Gerilme düzeltme faktörü, Y_S, Y_{Sa}

Gerilme düzeltme faktörü, Y_S ve Y_{Sa}, kökte sadece eğilme gerilmesinin oluşmayacağı hesaba katılarak, nominal eğilme gerilmesini yerel diş kök gerilmesine çevirmede kullanılır.

Y_S tek diş çifti temasının dış noktasındaki yük uygulamalarına uygulanır. Y_S çark ve pinyon için ayrı ayrı belirlenmelidir.

Gerilme düzeltme faktörü, Y_S, aşağıdaki bağıntı ile belirlenecektir (geçerli bir aralığa sahipken : $1 \leq q_s \leq 8$):

$$q_s = \frac{s_{Fn}}{2 \cdot \rho_F}$$

Silindirik dişliler için:

$$Y_s = (1{,}2 + 0{,}13L) \cdot q_s^{\left(\frac{1}{1{,}21+(2{,}3/L)}\right)}$$

Konik dişliler için:

$$Y_{sa} = (1{,}2 + 0{,}13L_a) \cdot q_s^{\left(\frac{1}{1{,}21+(2{,}3/L_a)}\right)}$$

Burada:

q_s = Çentik parametresi,

ρ_F = 30° teğet kritik durumunda diş dibi yarıçapı, mm olarak.

ρ_F'in hesabı için ISO 6336-3'de belirtilen yöntem kullanılacaktır.

L = s_{Fn}/h_F silindirik dişliler için, mm olarak.

L_a = s_{Fn}/h_{Fa} konik dişliler için, mm olarak.

7.2.5 Sarmal açı faktörü, Y_β

Sarmal açı faktörü, Y_β converts eğri yük hattı boyunca bir yük tarafından oluşturulan dişli diş gerilmesini temsil eden konsol kiriş yüklü bir noktadaki gerilme hesabını sarmal dişli dişini temsil eden bir konsol plak hesabına dönüştürür.

Sarmal açı faktörü , Y_β aşağıdaki gibi hesaplanacaktır:

$$Y_\beta = 1 - \varepsilon_\beta \cdot \frac{\beta}{120}$$

Burada :

β = Silindirik dişliler için referans sarmal açısı, derece olarak,

$\varepsilon_\beta > 1{,}0$ ise $\varepsilon_\beta = 1{,}0$ alınır.

$\beta > 30^o$ ise $\beta = 30^\circ$ alınır.

7.2.6 Dişli çemberi kalınlık faktörü, Y_B

Dişli çemberi kalınlık faktörü, Y_B, ince çemberli dişli gereklerinin azaltılması için kullanılır. Kritik yüklü uygulamalarda bu yöntem yerine daha kapsamlı bir analiz kullanılacaktır. Y_B faktörü aşağıdaki şekilde elde edilecektir:

7.2.6.1 dış dişliler için:

Eğer $\frac{S_R}{h} \geq 1.2$ ise $Y_B = 1$

Eğer $0.5 < \frac{S_R}{h} < 1.2$ ise $Y_B = 1.6 \cdot \ln\left(2.242 \frac{h}{S_R}\right)$

Burada:

s_R = iç dişlilerin çember kalınlığı, mm

h = tooth height, mm

The case $S_R / h \leq 0.5$ is to be avoided.

7.2.6.2 iç dişliler için:

Eğer $\frac{S_R}{m_n} \geq 3.5$ ise $Y_B = 1$

Eğer $1.75 < \frac{S_R}{m_n} < 3.5$ ise $Y_B = 1.15 \cdot \ln\left(8.342 \frac{m_n}{S_R}\right)$

burada:

s_R = iç dişlilerin çember kalınlıkları, mm

$S_R / m_n \leq 1.75$durumundan kaçınılacaktır.

7.2.7 Derin diş faktörü, Y_{DT}

Derin diş faktörü, Y_{DT}, diş dip gerilmesini yüksek kesinlik dişlileri ve temas oranlarını dikkate alarak sanal temas oranı $2.05 \leq \varepsilon_{\alpha n} \leq 2.5$ kapsamında ayarlar. Burada:

$$\varepsilon_{\alpha n} = \frac{\varepsilon_\alpha}{\cos^2 \beta_b}$$

Y_{DT} faktörü aşağıdaki şekilde belirlenecektir:

- Eğer ISO doğruluk sınıfı ≤ 4 ve $\varepsilon_{\alpha n} > 2.5$ ise
  $Y_{DT} = 0.7$
- Eğer ISO doğruluk sınıfı ≤4 ve $2.05 \leq \varepsilon_{\alpha n} \leq 2.5$ ise
  $Y_{DT} = 2.366 - 0.666\varepsilon_{\alpha n}$
- Diğer tüm durumlarda
  $Y_{DT} = 1.0$

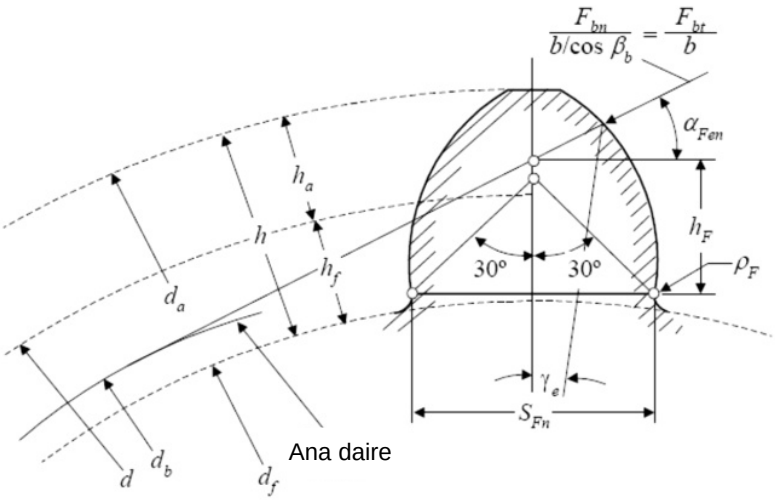
7.2.8 Eğilme dayanma sınırı, σ_{FE}

Verilen bir malzeme için, σ_{FE} *sürdürülebilir* tekrarlanan diş kök gerilmesi sını değeridir.ı devam ettirilebilir. Birçok malzeme için, başka türlü belirtilmiyorsa, gerilme döngüleri dayanma sınırının başlangıcında $3{,}0 \cdot 10^6$ olarak alınabilir.

Dayanma sınırı, σ_{FE} minimum sıfır gerilmeye sahip tek yönlü çarpan (vuran) gerilme olarak tanımlanır (ısıl işlemden doğan artık gerilmeler ihmal edilerek). Değişen gerilme veya öngerilme vb. diğer durumlarda tasarım faktörü Y_d kullanılır.

Dayanma sınırı temelde aşağıdakilere dayanır:

- Malzeme bileşimi, temizlik ve hatalar
- Mekanik özellikler,
- Artık gerilme,



Şekil 7.1 Tipik bir dış silindir dişlisinin diş profilinin en kesiti üzerindeki ölçümler

- Sertleşme işlemi, sertleşmiş bölge derinliği, sertleşme derecesi,

- Malzeme yapısı (dövülmüş, haddelenmiş çubuk, dökme).

σ_{FE} değerleri 1% veya daha az hata olasılığına sahip olmalıdır. σ_{FE} değerleri Tablo 7.9'dan belirlenebilir veya üretici tarafından önerilen ürünlerin teknik gerekçeleriyle birlikte tavsiye edilebilir.

Tablo 7.9 Diş eğilme gerilmesi için dayanma sınırları σ_{FE}

Malzeme	σ_{FE} N/mm^2
CrNiMo sementasyon çeliği - basit (adi) kalite - özel olarak onaylanmış yüksek kaliteli	 920 1050
Diğer sementasyon çelikleri	840
Nitrasyonlu çelikler (Gazda nitrasyona tabi tutulmuş): sertleştirilmiş, temperlenmiş ve gaz nitrürlü, yüzey sertliği: 700-850 HV10	920
Sertleştirilmiş, temperlenmiş ve gaz nitrürlü, yüzey sertliği: 500-650 HV10	740
Sertleştirilmiş, temperlenmiş veya normalize edilmiş ve nitro karbürlenmiş, yüzey sertliği: 450-650 HV10	780
Alev veya indüksiyonla sertleştirilmiş çelikler, yüzey sertliği: 520-620 HV10	0.25·HV10+580
Alaşımlı sertleştirilmiş çelikler, yüzey sertliği: 195-360 HV10	0.78·HV10+400
Sertleştirilmiş karbon çelikleri, yüzey sertliği: 135-210 HV10	0.50·HV10+320
Alaşımlı dökme çelikler, yüzey sertliği: 198-358 HV10	0.68 HV10+325
Dökme karbon çelikleri, yüzey sertliği: 135-210 HV10	0.50·HV10+225

Kontrollü püskürtmeli sertleştirme işlemine tabi dişliler için, σ_{FE} değeri 20% oranında arttırılabilir.

7.2.9 Tasarım faktörü, Y_d

Tasarım faktörü, Y_d, tek yönlü yüklü diş kök dayanımına, σ_{FE} 'ye göreli olarak, kök dayanımı üzerindeki ön gerilme azalmasının ve yük geri çevriminin etkisini açıklar.

Dizayn faktörü, Y_d, yük geri gönüşü için, aşağıdaki şekilde belirlenecektir:

Y_d = 1,0 genel olarak;

Y_d = 0,9 ters yönde parçalı yüklü dişliler için, dişli kutusunu tersine döndürmede ana çark gibi.;

Y_d = 0,7 avara dişlieri için.

7.2.10 Ömür faktörü, Y_N

Ömür faktörü, Y_N, sınırlı ömrün (döngü sayısının) gerekli olduğu durumda müsaade edilebilir daha yüksek diş kök eğilme gerilmesini açıklar.

Ömür faktörü temelde aşağıdakilere dayanır:

- Malzeme ve ısıl işlem;

- Yük döngüleri sayısı (hizmet yaşamı);

- Etki faktörleri ($Y_{\delta e1T}$, Y_{Rre1T}, Y_X).

Ömür faktörü, Y_N, ISO 6336-3 standardındaki Metod B taslağı esas alınarak belirlenecektir.

7.2.11 Göreceli çentik duyarlılığı faktörü, $Y_{\delta re1T}$

Göreceli çentik duyarlılığı faktörü, $Y_{\delta re1T}$, teorik olarak yoğunlaştırılmış gerilmenin yorgunluk dayanım sınırının ne kadar üstünde yer alacağını gösterir.

Faktör temelde malzeme ve göreli gerilme derecesine bağlıdır.

Göreceli çentik duyarlılığı faktörü, $Y_{\delta re1T}$, aşağıdaki gibi belirlenecektir:

$$Y_{\delta relT} = \frac{1+\sqrt{0.2\rho'(1+2q_s)}}{1+\sqrt{1.2\rho'}}$$

burada:

q_s = çentik parametresi (bakınız 7.2.4)

ρ' = aşağıdaki tablodan elde edilecek kayma katmanı kalınlığı,mm

Malzeme		ρ', mm
Kabuk sertleştirmesi uygulanan çelikler, alev ya da indüksiyon sertleştirilmiş çelikler		0.0030
Tümden sertleştirilmiş çelikler *, akma noktası R_e =	500 N/mm²	0.0281
	600 N/mm²	0.0194
	800 N/mm²	0.0064
	1000 N/mm²	0.0014
Nitritlenmiş çelikler		0.1005
* *Verilen ρ' değerleri, yukarıda verilmeyen R_e değerleri için interpole edilebilir.*		

7.2.12 Göreli yüzey faktörü, Y_{Rre1T}

Göreli yüzey faktörü, Y_{Rre1T}, diş dibindeki yüzey durumu üzerindeki diş dayanımının bağımlılığını açıklar, temel olarak doruk koyak yüzey pürüzlülüğe bağımlılığı.

Göreli yüzey faktörü, Y_{Rre1T} aşağıdaki tabloda belirtildiği gibi belirlenebilir:

$R_z < 1$	$1 \le R_z \le 40$	Malzeme
1.120	$1.674 - 0.529(R_z + 1)^{0.1}$	Kabuk sertleştirmesi uygulanan çelikler, Tümden sertleştirilmiş çelikler ($\sigma_B \ge 800$ N/mm^2)
1.070	$5.306 - 4.203(R_z + 1.^{0.01}$	Normalize çelikler ($\sigma_B < 800$ N/mm^2)
1.025	$4.299 - 3.259(R_z + 1)^{0.0058}$	Nitritlenmiş çelikler

Burada:

R_z = Diş dibinin ortalama yüzey pürüzlülüğü, µm olarak.

σ_B = Gerilme dayanımı, in N/mm^2

Burada uygulanan yöntem sadece 2*R_z 'den daha derin çizik ve benzer hatalar bulunmadığında geçerlidir.

Belirtilen pürüzlülük bir aritmetik ortalama pürüzlülük değeri, yani R_a değeri ise (= CLA merkez hattı ortalama değeri) (= AA aritmetik ortalama değeri) aşağıdaki yaklaşım bağıntısı uygulanabilir:

$$R_a = CLA = AA = R_z/6$$

7.2.13 Boyut faktörü, Y_X

Boyut faktörü, Y_X, boyutun artmasıyla birlikte dayanımın düşeceğini açıklar. Boyut faktörü temelde aşağıdakilere dayanır:

- Malzeme ve ısıl işlem;
- Diş ve dişli boyutları;
- Tabaka (doku) kalınlığının diş boyuna oranı.

Boyut faktörü, Y_X, Tablo 7.10 ile belirlenebilir.

Tablo 7.10 Boyut faktörü Y_X

Tabaka	Durum	Y_X
Genel olarak	$m_n < 5$	1,00
Normalize ve sertleştirilmiş çelikler	$5 < m_n < 30$	$1,03 - 0,06*m_n$
	$m_n \ge 30$	0,85
Yüzeyi sertleştirilmiş çelikler	$5 < m_n < 25$	$1,05 - 0,01*m_n$
	$m_n \ge 25$	0,80

7.2.14 Diş kök eğilme gerilmesi için emniyet faktörü, S_F

Diş kök eğilme gerilmesi için emniyet faktörü, S_F, uygulama tipi hesaba katılarak Tablo 7.1'den seçilir.

İkili bağımsız sevk veya yardımcı makina dişlileri için, klasın gerekli gördüğünün üzerinde ikilenmiş durumlar için, **TL** tarafından azaltılmış bir değer belirlenebilir.

D. Dişli şaftları

1. En Küçük Çap

Yön değiştirici ve devir düşürücü dişli donanımlarının şaftları, aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$d_a \geq d \geq F\,k \sqrt[3]{\frac{C_w P/n}{1-\left(\frac{d_i}{d_a}\right)^4}} \qquad (5)$$

Burada:

d = Şaftın gerekli dış çapı, [mm]

d_a = Gerçek şaft çapı, [mm]

d_i = İçi boş şaftlarda, şaft iç çapı (uygulanıyorsa), [mm]. Eğer şaft içindeki boşluk ≤ 0.4 d_a ise gerekli bağıntı, [mm]

$$1-\left(\frac{d_i}{d_a}\right)^4 = 1.0 \qquad \text{uygulanabilir.}$$

P = Şaft sevk gücü, [kW]

n = Şaft devir sayısı, [dak^{-1}]

F = Sevk türü için faktör, [-]

= 95 Türbin donanımları, elektrik sevk sistemleri ve kaymalı kaplinli makina donanımları için,

= 100 Diğer bütün sevk sistemleri için. **TL**, donanımın yüklenme durumu nedeniyle gerekli görüldüğü takdirde, daha yüksek F değeri belirleme hakkını saklı tutar.

C_W = Bölüm 5, B.1.6 ve C.2.1'de açıklanan malzeme faktörü. Bununla beraber dişli şaftları için, R_m = 800 N/mm^2'den daha yüksek bir değer kullanılmaz. Pinyon şaftlarında mevcut çekme mukavemeti R_m yerine kullanılabilir. [-],

k = Şaft tipi için faktör [-],

= 1,10 Dişli şaftları için [-],

= 1,15 şafta kama vasıtasıyla tespit edilmiş pinyon gövdesi veya dişli gövdesi sahasında ve basınç şaftları ve çok kamalı dişli şaftları için

Yatak düzenlemesi, gövde yapısı, diş basıncı, vs. gibi nedenlerle, şaftta yüksek eğme zorlaması hesaplama zorunluluğu varsa, bu takdirde, **TL** tarafından daha yüksek (k) değeri tespit edilebilir.

E. Teçhizat

1. Yağ Seviye Göstergesi

Ana ve yardımcı dişlilerin yağlama yağı seviyesinin izlenmesi için, yağ seviyesini tespit edebilecek tertibat bulunmalıdır.

2. Basınç ve Sıcaklık Kontrolü

Yağlama yağı basıncının ve yağlama yağı sıcaklığının kontrolü için yağlama yağı soğutucusunun çıkışında, yağın dişli donanımına girişinden evvel, sıcaklık ve basınç göstergeleri bulunmalıdır.

Kaymalı yataklar da sıcaklık göstergeleri ile donatılmalıdır.

Dişliler, rulmanlı yataklarla donatılmış ise, bir sıcaklık göstergesi uygun yere konulmalıdır. 2000 kW'a kadar olan dişli donanımlarında, **TL** ile özel tertipler için anlaşmaya varılabilir.

Otomasyon sistemli gemiler için, **TL** Kısım 4-1, Otomasyon Kurallarına uyulmalıdır.

3. Yağlama Yağı Pompaları

Dişli donanımı tarafından döndürülen yağlama yağı pompaları kolay ulaşılabilir ve değiştirilebilir olmalıdır.

Söz konusu pompalar için, Bölüm 16, H.3.3'e uyulmalıdır.

4. Dişli Donanımı Gövdeleri

Ana sevk donanımındaki ve önemli yardımcı makinalardaki dişli donanımlarının gövdeleri, dişlilerin

muayenesine ve itme yatağındaki boşluğun ölçülmesine olanak verecek şekilde, sökülebilir gözetleme kapakları ile donatılmalıdır ve toplanan yağ temizlenmelidir.

5. Dişlilerin Temellerine Yerleştirilmesi

Dişli donanımlarının temellerine, çelik ayar parçaları veya dökme reçine ayar parçaları üstünde yerleştirilmeleri, **TL**'nin makina donanımlarının makina temellerine yerleştirilmeleriyle ilgili kurallarına uygun yapılmalıdır.

Dökme reçine temellerde, itme, stoperler tarafından karşılanmalıdır. Aynı husus, ayrı itme yataklı dökme reçine temellere de uygulanır.

F. Balans Ayarı ve Testler

1. Balans Etme

1.1 Dişliler, pinyonlar, şaftlar, dişli kaplinler ve mümkünse devir hızı yüksek elastik kaplinler de, balans edilmiş durumda monte edilmelidir.

1.2 Genel olarak müsaade edilebilen kalıcı balanssızlık (U), dişlilerin her bir dengeleme yüzeyinde, üretim şekli, çalışma ve yükleme şartları nedeniyle, statik veya dinamik bir balans gerektiğinde aşağıdaki formül uygulanabilir:

$$U = 9.6 \frac{Q \cdot G}{z \cdot n} \quad \text{[kgmm]} \qquad (6)$$

Burada;

G = Balans edilecek cismin kütlesi, [kg]

n = Balans edilecek cisimlerin çalışma devir sayısı, [dak^{-1}]

z = Balans düzlemlerinin sayısı, [-]

Q = Balans derecesi, [-]

= 6,3
Makinaya bağlı dişli donanımlarının dişli şaftları, pinyon ve kaplin elemanları için,

= 2,5
Türbin aktarma dişlilerinin burulma şaftları, dişli kaplinleri, pinyon ve dişlileri için.

2. Dişlilerin Testi

2.1 Üretici atölyesindeki testler

Ana sevk sistemleri ve Bölüm 1, D.8'deki önemli yardımcı makinalara ait dişliler, üretici atölyesinde, malzeme ve parça testlerinin başarılması sonunda, son sörvey ve çalışma denemesi için, **TL**'na sunulmalıdır. Son sörvey, kısmi veya tam yükte, yeterli bir süre devam eden, bir seyir tecrübesiyle birleştirilmelidir. Bu esnada, dişlilerin diş boşlukları ve temas durumları da kontrol edilmelidir. Bir tam yük deneyinde, dişlinin gerçekleşebilecek her türlü çalışma şartında, denenmesi tamamlanmış olmalıdır. Büyük dişli donanımlarının çalışma ve yükleme denemeleri için üretici olanakları sınırlı ise, bu denemeler liman tecrübesi sırasında da uygulanabilir.

Bu denemelerle ilgili parçalara sızdırmazlık testleri öngörülür.

Deney kapsamının azaltılması, **TL**'nun onayını gerektirir.

2.2 Geminin seyir tecrübesi esnasında yapılacak denemeler

2.2.1 Seyir tecrübesine başlamadan önce, ana sevk sisteminin dişli donanımının dişleri, temas izlerinin kontrolü için, uygun bir temas rengiyle boyanır. Seyir tecrübesi esnasında bütün ileri ve geri seyir kademelerinde, kusursuz çalışmaları, düzgün dönmeleri, yatak sıcaklıkları ve yağlama yağının temizliği bakımından, dişliler kontrol edilir. Seyir tecrübesinin sonunda dişliler, muayene deliklerinden tetkik edilir ve temas izleri kontrol edilir. Mümkün olduğunca , temas izleri her yükleme sonunda kontrol edilmelidir. Bu esnada dişlerin, eksenel ve radyal doğrultuda temas kısımları için Tablo 7.11'de verilen başvuru değerleri, seyir tecrübesi esnasında dişlilerin yükleme ve çalışma süresi göz önüne alınarak, esas kabul edilmelidir.

2.2.2 Çok kademeli veya yıldız düzenli dişli donanımlarında, kanıtlanmış yüksek üretim hassasiyetli temas izi kontrolü seyir tecrübesinden sonra, **TL**'nun onayı ile sınırlandırılabilir.

Tablo 7.11 Temas alanları yüzdesi

Dişlilerin malzemesi-Üretim şekli	Ortak diş yüksekliği (tip kabartmasız)	Diş genişliği (son kabartmasız)
Isıl işlem görmüş, frezeyle açılmış, genel yöntemle şekillenmiş	33% ortalama	70%
Üst yüzeyler sertleştirilmiş, taşlanmış, traşlanmış	40% ortalama	80%

2.2.3 Ana sevk sistemindeki dümen pervanelere ait dişlilerin muayenesi için, Bölüm 9, B'ye bakınız.

G. Kaplinlerin Tasarımı ve Yapımı

1. Dişli Kaplinler

1.1 Düz yan yüzlü dişli kaplinlerin, yeterli yan yüz taşıma kabiliyeti için aşağıdaki gerekli koşullar sağlanmalıdır:

$$p = 2.55 \cdot 10^7 \frac{P \cdot K_A}{b \cdot h \cdot d \cdot z \cdot n} \leq p_{perm} \qquad (7)$$

$$\frac{10^{15} P}{n^3 d_m^2 G_K} \geq 4.5 \qquad \text{için} \qquad (8)$$

(Sadece yüksek üretim doğruluğu ve çok az artık dengesizlik için 4.5 değerine yakın değerler)

Bombeli yan yüzlü dişli kaplinlerin, Hertzian yanak basıncının hesaplanması için, **TL**'nca bilinen yöntemler kullanılıyorsa, müsaade edilebilen Hertzian basınçları, C.6.3'te verilen σ_{HP} değerlerinin %75'ine eşit olmalıdır. Burada $Z_{NT} \div Z_X$ etki faktörleri 1,0 alınır.

p = Diş yanağının gerçek temas basıncı, [N/mm^2]

P = Kaplindeki tahrik gücü, [kW]

d = Standart piç çapı, [mm]

K_A = C.5.1'e göre çalışma faktörü, [-]

Z = Diş sayısı, [-]

n = Devir sayısı, [dak^{-1}]

h = Ortak diş yüksekliği, [mm]

b = Taşıyıcı diş genişliği, [mm]

d_m = Jirasyon çapı, [mm]

G_K = Kaplin manşon kütlesi, [kg]

σ_{HP} = C.6.3'e göre müsaade edilebilen Hertzian yanak basıncı, [N/mm^2]

p_{perm} = 400-600 N/mm^2 su verilen ve temperlenen çelikten yapılmış dişliler için; daha yüksek değerler üstün üretim ve yüzey kaliteli yüksek mukavemetli çelikler için uygulanır. [N/mm^2]

= 800-1000 N/mm^2 sertleştirilmiş çelikten yapılmış dişliler (semantasyon veya azot) için. Daha yüksek değerler üstün üretim ve yüzey kaliteli çelikler için uygulanır.

= $0{,}7 \cdot R_{eH}$ sünek çelik için.

= $0{,}7 \cdot R_m$ kırılgan çelik için.

1.2 Kaplin dişlilere etkili bir yağlama yapılmalıdır. Bunun için genellikle kaplinin sabit bir yağ seviyesi,

$$d \cdot n^2 < 6.0 \cdot 10^9 \qquad [\text{mm/min}^2] \qquad (9)$$

olması halinde, yeterli görülebilir. ($d \cdot n^2$) nin büyük değerleri için, ana sevk sistemindeki kaplinlerde, bir dolaşım yağlaması öngörülür.

1.3 Dişli kaplinlere ait manşon, flenç ve cıvataların boyutlandırılması için, Bölüm 5'te verilen formüller göz önüne alınır.

2. Elastik Kaplinler

2.1 Elastik kaplinler, ana sevk sisteminde ve önemli yardımcı makinalarda kullanım için ve üretici tarafından belirlenen yükler yönünden onaylanacaktır. Genelde elastik kaplinler tip onaylı olacaktır. Esnek

kaplinlerin tip onaylamalarıyla ilgili daha detaylı gereklilikler için Tip Testlerinin Yapılması ile İlgili Kurallar – 7, Mekanik Bileşenler ve Donanımlar için Test Gereksinimleri bakılabilir.

2.2 Ana sevk sistemindeki ve güç üretim tesislerindeki elastik kaplinler, herhangi bir makina silindiri devre dışı iken yeterli bir süre çalışabilecek şekilde boyutlandırılacaktır, Bölüm 16, C.6.3'e bakınız. Buz sınıfı gemiler için, Bölüm 19'a göre, ilave dinamik yükler dikkate alınacaktır.

2.3 **TL** tarafından onaylanmış kaplin tiplerinin rutin denetlemeleriyle ilgili olarak ve gemi inşaatlarına ilk defa tanıtılacak esnek kaplinlerin genel bir tip onaylamasının çıkışından once yeterli dinamik yorulma dayanımının kanıtlanması için, **TL** söz konusu olan kaplinlerin dizaynına uygun özel dinamik yük testlerinin gerçekleştirilmesini isteme hakkını saklı tutar.

2.4 Muhafazalar, flençler ve cıvatalarla veya esnek kaplinlerle ilgili olarak, Bölüm 5, D'de belirtilen isteklere uyulacaktır.

2.5 Eğer elastik kaplin, tahrik mekanizmasının akuple elemanlarında aksiyal bir itme oluşturacak şekilde dizayn edilmişse, bu itmeyi absorbe edecek önlemler alınacaktır. Eğer burulma sınırlandırıcı cihazlar varsa, işlevselliği doğrulanacaktır.

2.6 Dizel jeneratör gruplarına ait elastik kaplinler, kısa devrelerden kaynaklanan darbe momentlerinin, tesisin nominal döndürme momentinin 6 katına kadar absorbe edebilecektir.

2.7 Lastik kaplinlerin esnek elemanları, T_{KN} ile ilgili olarak, lastik / metal sürtünme yüzeyindeki ortalama kesme gerilmesi 0,5 N/mm^2'lik bir değeri aşmayacak şekilde dizayn edilecektir.

2.8 T_{KN} nedeniyle lastik elemanlardaki kesme gerilmesi için, Tablo 7.12'de shore sertliğine bağlı değerlerin aşılmaması tavsiye edilir.

Testlerle ve hesaplamalarla, lastik malzemelerin mukavemetinin uygunluğu dokümante edilirse, daha yüksek değerler kabul edilebilir.

Tablo 7.12 Kesme gerilmesi sınırları

Shore sertliği [-]	Kesme gerilmesi sınırı [N/mm^2]
40	0,4
50	0,5
60	0,6
70	0,7

Özel malzemeler (örneğin; silisyum) için, ilgili sınır değerler deneylerden ve tecrübelerden elde edilecektir.

3. Flenç ve manşon tipi kaplinler

Flenç ve manşon tipi kaplinlerin gövdesinin, flençlerin ve kaplin cıvatalarının boyutlandırılmasında, Bölüm 5'te verilen kurallara uyulmalıdır.

4. Kavramalar

4.1 Tanımlar ve uygulama

Kavramalar; mekanik, hidrolik ve pnömatik olarak kavrayan ve ayrılan kaplinlerdir.

Aşağıdaki istekler, şaft sistemlerinde ve dişli kutularında kullanım için geçerlidir.

Trol işlemleri için öngörülen kavramalar, özel değerlendirmelere tabidir.

4.2 Malzemeler

Kavrama elemanlarında kullanılan malzemelerin mekanik özellikleri **TL** Kısım 2, Malzeme Kurallarına uygun olacaktır.

4.3 Dizayn istekleri

4.3.1 Emniyet faktörleri

Kavramanın her iki tarafındaki şaft bağlantıları ve tüm döndürme momenti ileten parçalar için Bölüm 5'teki istekler dikkate alınmalıdır. Kavramanın mekanik kısmı, çoklu disk tipinde olabilir. Tüm bileşenler; tahrik tesisinin nominal döndürme momentine göre 1,8 ÷ 2,5 sürtünme emniyet faktörü ile statik yüklere karşı koyacak şekilde dizayn edilecektir.

Kavrama sırasında, tahrik tesisinin nominal döndürme momentinin 1,3 katı bir dinamik değiştirilebilir döndürme momenti dikkate alınmalıdır. Kombine çoklu makina tesislerinde, gerçek döndürme momenti istekleri özel olarak değerlendirilecektir.

4.3.2 Buz sınıfı

Buz sınıfı gemilerdeki sevk sisteminde kullanılan kavramalar için, Bölüm 19, C.1'deki takviyeler dikkate alınmalıdır.

4.3.3 Çoklu disk paketinde dış aksiyal kuvvetler gelmeyecektir.

4.3.4 Tüm çalışma koşullarında, kavramanın kontrollü olarak devreye alınması ve yeterli soğutma ile ilgili önlemler alınmalıdır.

4.3.5 Kavrama / ayrılma için yardımcı sistemler

Tek sevk tesisli bir geminin sevk sistemlerindeki bir kavramanın kavraması / ayrılmasında, hidrolik veya pnömatik sistemler kullanılıyorsa, emercensi çalıştırma mümkün olmalıdır. Bu kavrama / ayrılma için fazlalıklı güç sistemi ile veya mekanik bir yolla (örneğin; bağlantı cıvataları konularak) yapılabilir. Yerleşik kaplinler için bunun uygulanması, döndürme düzeni ile donatılmış tahrik tesisinin yanlarına normalde, bağlantı cıvatalarının konulması şeklindedir.

Emercensi çalıştırma prosedürü, kavramanın çalıştırma talimatında tanımlanmalı ve makul bir süre içinde yerine getirilmelidir.

5. Kavrama ve Kaplinlerin Test Edilmesi

Gemi sevk tesislerine ait kavramalar, jeneratör setleri ve enine iticilere ait kavramalar, son muayene gerekirse işlevsellik ve sızdırmazlık testleri için **TL**'na sunulacaktır.

Tip onayı talebi varsa, istekler, her durum için ayrı ayrı olmak üzere **TL** tarafından belirlenecektir.

Tekil onaylamalar için, test kapsamı **TL** ile anlaşmaya varılarak sınırlandırılabilir.

Seyir tecrübesinin bir parçası olarak, kavramalar, **TL** sörveyörü gözetiminde, ek kural ve kılavuzlara göre, gemide işlev yönünden test edilecektir.

6. Kumandalar ve Alarmlar

Sevk tesisleri ile ilgili uzaktan kumandalı kavramaların yerel kumandası mümkün olacaktır.

Kavramayı çalıştıran maddenin basıncı, yerel olarak gösterilmelidir. **TL** Otomasyon Kurallarına göre belirtilen uygun alarmlar sağlanmalıdır.

BÖLÜM 8

PERVANELER

Sayfa

A. GENEL **8-**2

1. Kapsam

2. Tanımlar

3. Onaylanacak Dokümanlar

B. MALZEMELER **8-**4

1. Pervane Kanatları ve Göbekleri için Normal Kullanılan Malzemeler

2. Kumanda Edilebilir Piçli Pervanelerin ve Sabit Piçli Pervanelerin Yapı Elemanları

3. Yeni Türdeki Malzemeler

4. Malzeme Testi

C. PERVANELERIN BOYUTLANDIRILMASI VE DIZAYNI **8-**5

1. Semboller ve Terimler

2. Kanat Kalınlığının Hesaplanması

3. Pervanelerin Dizaynı

D. KUMANDA EDİLEBİLİR PİÇLİ PERVANELER **8-**9

1. Hidrolik Kumanda Teçhizatı

2. Piç Kumanda Mekanizması

3. Kanat Tespit Cıvataları

4. Göstergeler

5. Kumanda Sisteminin Arızalanması

6. Emercensi Kumanda

E. PERVANENİN YERİNE TAKILMASI **8-**9

1. Genel

2. Konik Bağlamalar

3. Flençli Bağlama

F. BALANS AYARI VE DENEMELER **8-**13

1. Balans Ayarı

2. Testler

A. Genel

1. Kapsam

Bu kurallar sevk amacıyla kullanılan pervanelere uygulanır. Kurallar uskur pervanelere (kumanda edilebilir ve sabit piçli) uygulanır. Pervanelerin performansı, tasarlanan çıkışı sağladığını kanıtlamak amacıyla, seyir tecrübeleri sırasında gösterilmelidir. Buz klaslı gemilerin pervanelerinin teknik ve malzeme özellikleri için, Bölüm 19'a bakınız.

2. Tanımlar

Bu bölümde uygulanan temel kavram ve tanımlar aşağıda tanımlanmıştır:

- Sabit Piçli Pervane, SPP : Bir sabit piçli pervane (göbek ve kanatları içeren) tek bir parçadan oluşur.

- Birçok parçadan oluşan pervane : Birçok parçadan oluşan pervane birden fazla parçadan oluşur. Genelde, birçok parçadan oluşan pervanelerin kanatları ayrıdır ve göbeğe cıvata ve pimlerle bağlıdır.

- Kontrol edilebilir piçli pervane, KPP : Kontrol edilebilir piçli pervaneler göbeğinde yer alan bir mekanizma ile kanatlarını döndürebilen ve böylece değişik servis koşullarında piçini kontrol edebilen pervanelerdir.

- Nozul : Bir nozul pervanenin etrafını kaplayan dairesel yapıdır.

- Nozullu pervane : Bir nozullu pervane bir nozulun içinde kurulmuş pervanedir.

- Çalıklık açısı : Bir pervanenin çalıklık açısı (ψ) orta hatta kanadın ucundan geçen "I" ışınından kanat izdüşüm alanı üzerindeki orta hatta teğet "II" ışınına ölçülen açıdır. (Şekil 8.1'e göre)

- Çalıklıklı pervane : Çalıklıklı pervaneler kanatları sıfırdan farklı bir çalıklık açısı olan pervanelerdir.

- Yüksek çalıklıklı pervane : Yüksek çalıklıklı pervane çalıklık açısı 25°'den büyük olan pervanedir.

- Eğiklik : Pervane eğikliği (e) kanat ucunu kanat köküne birleştiren hat ile pervane eksenini ilk hattın kestiği aynı noktada kesen dikey hat arasındaki yatay uzaklıktır (Şekil 8.2'e bakınız). Arka eğiklikler pozitif, ön eğiklikler negatif düşünülür.

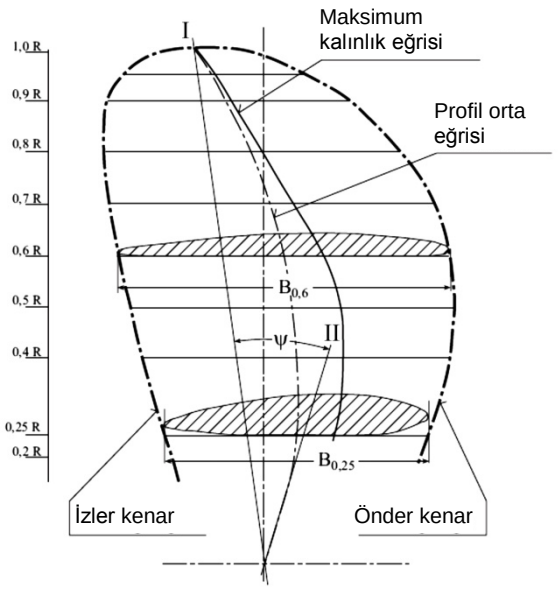
- Eğiklik açısı : Eğiklik açısı (ε) şaft merkez hattına dik olan alandan belli bir yarıçaptaki hattın tanjantına ölçülen açıdır (bu bölüm için pervane şaft hattı, bakınız Şekil 8.2).

- Önder açı : Bir pervane kanadının önder kenarı pervane dönerken kanadın suya giren kenarıdır.

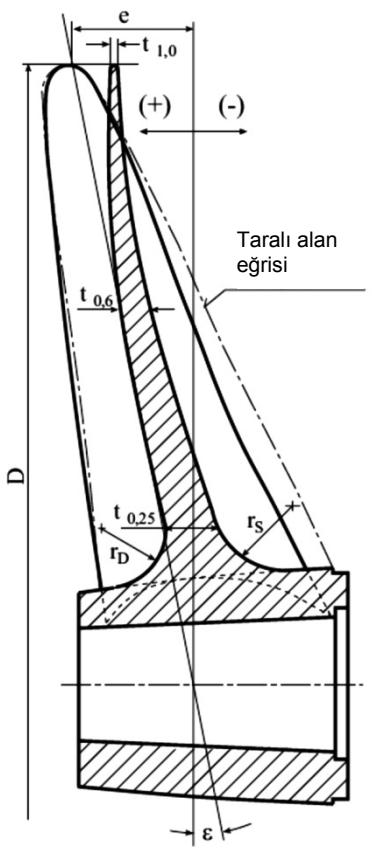
- İzler açı : Bir pervane kanadının izler kenarı kanatta önder kenarın karşı kenarıdır.

- Kanat genişlik alanı : Kanat genişlik alanı kanadın bir düzlemde açıldığı alandır.

- Genişlik alan oranı : Genişlik alan oranı, toplam kanat genişleme oranının, pervane çapı ile göbek çapı arasındaki halka alanına oranıdır.



Şekil 8. 1 Kanat kesitleri ve maksimum çalıklık açısı



Şekil 8. 2 Eğiklik ve eğiklik açısı

3. Onaylanacak Dokümanlar

3.1 Makina gücü 300 kW'dan fazla olan ana sevk sistemi ve 500 kW'dan fazla olan yanal itici sistemin pervanelerinin dizayn resimleri ve bunların genel yerleşim resimleri incelenmek üzere **TL**'na üç kopya olarak gönderilmelidir. Resimler, aşağıdaki isteklere göre gereken incelemelerin yapılmasını sağlayacak tüm ayrıntıları içermelidir.

3.2 Sabit piçli bir pervane için aşağıdaki sıralı öğeler **TL**'na onaylanması için sunulmalıdır:

- Pervanenin malzeme özellikleri,
- Pervanenin tasarım karakteristikleri, sınıflama (güç, rpm vb.),
- Boyutlar, müsaade edilen toleranslar, kanat ve göbek detayları,
- Pervane çizim planları, kesitlerin montajı,
- Kanat kalınlık hesaplamaları,
- Pervaneyi şafta uydurmak için veriler ve prosedürler.

Pervane çizimlerinde imalat tolerans sınıfı (ISO 484) belirtilmelidir.

3.3 Kumanda edilebilir piçli pervanelerin kanat, pervane göbeği ve piç kumanda mekanizmasının konstrüksiyon resimlerine ek olarak, genel görünüm ve kesit resimleri de üç kopya olarak gönderilmelidir.

Kontrol edilebilir piçli pervaneler için **TL**'na onaylanması için sunulacak dokümanlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Sabit piçli pervaneler için istenen aynı dokümanlar,
- Göbek ve göbekten kuyruğa şaft flanş bağlantı vidaları,
- Pervane kanat flanşı, vidalar ve ön gerilme prosedürleri,
- İç mekanizmalar,
- Maksimum pervane itiş ve normal servis koşullarına uygun piçler,
- Hidrolik boru devresi kontrol sistemi (çalışma karakteristiklerinin tanımlamasına kumanda ve hidrolik diyagramlar da eklenmelidir)
- Alet düzeni ve alarm sistemi,
- İç mekanizmaların dayanıklılık hesaplamaları.

Yeni inşaatlarda veya **TL** klaslı bir gemiye kumanda edilebilir piçli pervanenin ilk defa monte edilmesinde, kumanda edilebilir piçli pervanenin bir tanımlaması bulunmalıdır.

3.4 Yüksek çalıklıklı pervane uygulaması veya geleneksel olmayan herhangi başka bir tasarım şüpheli ise, **TL** ek olarak detaylı bir hidrodinamik yük ve gerilme analizini içeren daha ileri zorunluluklar isteyebilir. Pervane kanat tasarımları, aşağıdaki gibi, gerekliliklerin basitleştirilmiş kanat kalınlık hesaplamalarını sağlamadığı tipte ise,

- Yüksek çalıklık açılı pervane $\psi > 50^o$;

- Nikel-alüminyum-bronzdan yapılamamış yüksek çalıklık açılı pervaneler $25^o < \psi \leq 50^o$;

- Kontrol edilebilir piçli pervaneler $\psi > 25^o$;

- Dairevi pervaneler;

Kanat dayanıklılığının yeterliliğini gösteren pervane yükleme ve gerilme analizleri sunulmalıdır.

3.5 Anahtarlar olmadan pervanelerin şafta uydurulması durumunda, göbek gerilmeleri ve taşıma haddi için gerilme hesaplamaları, montaj talimatları ile **TL**'na sunulmalıdır.

B. Malzemeler

1. Pervane Kanat ve Göbekleri için Normal Kullanılan Malzemeler

Tablo 8.1 pervaneler için normal olarak kullanılan malzemelerin özelliklerini göstermektedir. Eğer alternatif bir malzeme özelliği önerilecekse, detaylı kimyasal kompozisyon ve mekanik özellikler **TL**'na onaylanması için sunulmalıdır.

Pervaneler ve yönlendirici tekerler deniz suyuna dayanıklı dökme bakır alaşımlarından veya dökme çelik alaşımlarından imal edilmelidir. Bunların minimum çekme mukavemeti 440 N/mm^2 olmalıdır (Malzeme ve Kaynak Kurallarına, bakınız).

Pervane kanatlarının kalınlığı ile ilgili aşağıdaki boyutlandırma ve dizayn kurallarının uygulanabilmesi için, dökme bakır veya dökme çelik alaşımlarının deniz suyuna karşı dirençlerinin yeterli olduğu, aşağıdaki şartlarda kabul edilebilir. Bunun için, kullanılan alaşımların, %3'lük NaCl çözeltisi içinde minimum çekme mukavemetinin takriben %20'si bir zorlama ile, 10^8 kere tekrarlanan değişken eğilme gerilmeleri altında yapılan yorulma deneyine dayandıkları, ayrıca doğal deniz suyu içerisindeki değişken eğilme gerilmeleri altındaki yorulma mukavemetlerinin de, %3'lük NaCl çözeltisi içerisinde elde edilenlere göre, %65'inden daha az olmadıkları gösterilebilmelidir. Değişken eğilme gerilmeleri altında elde edilen yorulma mukavemetinin yeterliliğinin gösterilmesi, ancak **TL** tarafından kabul edilen bir yönteme göre olmalıdır.

Tablo 8.1 Malzemelerin çekme dayanımları, C_w

Malzeme	Tanımlama (1)	C_w N/mm^2
Cu 1	Manganezli dökme pirinç	440
Cu 2	Manganezli ve nikelli dökme pirinç	440
Cu 3	Nikel-alüminyum dökme bronz	590
Cu 4	Manganez-alüminyum dökme bronz	630
Fe 1	Alaşımsız dökme çelik	440
Fe 2	Düşük alaşımlı dökme çelik	440
Fe 3	Martensitik krom dökme çelik 13/1-6	600
Fe 4	Martensitik-östenitik dökme çelik17/4	600
Fe 5	Ferritik-östenitik dökme çelik 24/8	600
Fe 6	Tam östenitik dökme çelik 18/8-11	500
(1)	*Alaşımların kimyasal bileşimi için, **TL**'nun Malzeme ve Kaynak Kurallarına bakınız.*	

2. Kumanda Edilebilir Piçli Pervanelerin ve Sabit Piçli Pervanelerin Yapı Elemanları

Genelde, sabit piçli veya kontrol edilebilir piçli pervanelerin çelik kanatlarını göbeklerine birleştiren pimlerin üretimi için çelik (tercihen nikel-çelik) kullanılmalıdır ve bronz kanatları birleştiren pimler için yüksek çekmeli pirinç veya paslanmaz çelik kullanılmalıdır.

Ayrılabilir kanatları göbeğe bağlayan pimlerin malzemesi en az Derece 2 dövme çelik veya **TL** metal malzemelerine ait kurallarla uyumlu olarak eşdeğer yeterde malzemeler kullanılmalıdır (**TL,** Kısım 2, Malzeme Kurallarına bakınız.).

Parçalı veya kumanda edilebilir piçli pervanelerin kanatlarının birleştirilmesinde kullanılan cıvatalar, bunların deniz suyu ile temasları önlenemediği takdirde, aynı şekilde deniz suyuna dayanıklı malzemelerden imal edilmelidir.

3. Yeni Türdeki Malzemeler

Yeterli bir süre pratik deneyimden geçirilmemesi nedeniyle güvenli olarak çalışabilirliği belirlenemeyen malzemenin pervane imalinde kullanılması halinde, **TL**'na bu çeşit malzemenin kullanılmaya elverişli olduğu özel olarak kanıtlanmalıdır ve detaylı kimyasal bileşim ve mekanik özellikleri onaya sunulmalıdır.

4. Malzeme Testi

Pervaneler, yönlendirici tekerler, pervane göbekleri ve dönme momentinin iletimine iştirak eden diğer bütün ana elemanlar **TL** Malzeme ve Kaynak kurallarına göre test edilir. Bu, kanatların kumandasının ve 300 kW'tan küçük ana sevk sisteminin pervanesinin, 500 kW'tan küçük yanal itme sisteminin yapı elemanlarına da uygulanır.

C. Pervanelerin Boyutlandırılması ve Dizaynı

1. Semboller ve Terimler

A = Sıkı geçmede etkin temas alanı, [mm^2]

A_s = Kamanın kesme alanı, [mm^2]

B = Açılmış görünümde 0,25R, 0,35R ve 0,6R yarıçaplardaki silindirik kesitlerin (kanat kesiti boyu) kanat açınım genişlikleri, [mm]

C_G = Formül (2) ile tanımlanan büyüklük faktörü, [-]

C_{Dyn} = Formül (3) ile tanımlanan dinamik faktör, [-]

C_w = Pervane malzemesine ait karakteristik değer olup, Tablo 8.1'de verilmiştir. Bu değer pervane malzemesine ait minimum çekme mukavemeti R_m'e karşıt gelir ve madde B.1'e göre malzemenin değişken eğilme gerilmeleri etkisi altında yeterli yorulma mukavemetine sahip olduğunu gösterir. [-]

d = Kanat veya pervane bağlama cıvatalarına ait piç dairesi çapı, [mm]

d_k = Kamanın ortasına denk gelen , şaft çapı, [mm]

d_r = Kanat kök çapı veya pervane bağlama cıvataları, [mm]

d_s = Hat şaft çapı, [mm]

D = Pervane çapı, [mm]

= $2 \cdot R$

e = Arkaya doğru kanat eğikliği, [mm] (Şekil 8.2'e göre)

= $R \cdot \tan(\varepsilon)$ [mm]

E_T = Formül (5)'de geçen itme uyarma faktörü, [-]

f_1, f_2, f_3 = (2), (3), (4) formüllerinde geçen faktörler, [-]

f_1 = 7,2 yekpare pervaneler için,

= 6,2 değişik piçli ayrık döküm kanatlı veya birçok parçadan oluşan pervaneler için,

f_2 = 0,4~0,6 tek pervaneli gemiler için, geniş bir pervane uç açıklığıyla dümen topuğu olmadan düşük değer kıç bölgesine uygulanır, dümen topuğu ve düşük açıklıkla büyük değer yine kıça uygulanır. Ara değerler uygun olarak seçilmelidir,

= 0,2 çift pervaneli gemiler için,

f_3 = 0,2 B.1 gerekliliğini karşılayan pervane malzemeleri için,

H = 0,25R, 0,35R ve 0,6R'deki pervane kanadının piçi [mm]

H_m = Yarıçap ile değişen piçli pervane kanatlarında ortalama etkin piç, [mm]

$$= \frac{\sum(R \cdot B \cdot H)}{\sum(R \cdot B)}$$

Burada R, B ve H lar farklı yarıçaplardaki piçlere karşıt gelen değerlerdir.

k = Farklı profil kesit şekilleri için, Tablo 8.2'den alınacak katsayı, [-]

L_M = 0,9 R deki kanat genişliğinin önder kenarı parçasının uzunluğunun 2/3'ü, fakat yüksek çalıklıklı pervanelerde ise, 0,9 R deki toplam kanat genişliğinin en az 1/4'ü, [mm]

M = Ana makina gücüne, P_w , göre iletilen orantılı tork ve şaft pervane hızı, n_2 [Nm]

n_2 = Pervane devir sayısı, [dak^{-1}]

P_w = Ana makina gücü, [kW]

R_{eH} = Akma dayanımı, [N/mm^2]

R_{eHs} = Şaft malzemesinin belirlenmiş akma dayanımı, [N/mm^2]

R_{eHk} = Kama malzemesinin belirlenmiş akma dayanımı, [N/mm^2]

$R_{p0.2}$ = Pervane malzemesinin %0,2 zorlama gerilimi, [N/mm^2]

t_b = 0,25R ($t_{0,25}$), 0,35R ($t_{0,35}$) ve 0,6R ($t_{0,6}$)'deki pervane silindirik kesitlerinin açılmış haldeki en büyük kanat kalınlığı, [mm]

T = Pervane itmesi, [N]

T_M = Çarpma momenti, [Nm]

V_S = Gemi hızı, [kn]

w = İz katsayısı, [-]

$W_{0.35R}$ = 0,35R yarıçapında silindirik kanat kesitinin kesit modülü, [mm^3]

$W_{0.6R}$ = 0,6R yarıçapında silindirik kanat kesitinin kesit modülü, [mm^3]

Z = Bir kanadı bağlamak için veya pervane için kullanılan toplam cıvata sayısı, [-]

z = Pervane kanat sayısı, [-]

α = 0,25R, 0,35R ve 0,6R deki profillere ait piç açısı, [°]

$$\alpha_{0,25} = \arctan\left(\frac{1,27 \cdot H}{D}\right)$$

$$\alpha_{0,35} = \arctan\left(\frac{0,91 \cdot H}{D}\right)$$

$$\alpha_{0,6} = \arctan\left(\frac{0,53 \cdot H}{D}\right)$$

α_A = Kullanılan sıkma yöntemine bağlı olarak tespit cıvataları için sıkma faktörü (VDI 2230 veya eşdeğer standartlara bakınız)

Yardımcı değerler;

= 1.2 açı kontrolü için

= 1.3 cıvata uzama kontrolü için

= 1.6 tork kontrolü için

ε = Pervane yüzeyi doğuray hattı ile bu yüzeyin normali arasındaki açı, [-]

Ψ = Şekil 8.1'e göre çalıklık açısı, [°]

σ_{max}/σ_m = Kanadın basınç tarafında maksimum gerilmenin ortalama gerilmeye oranı, [-]

Tablo 8.2 Çeşitli profil biçimleri için k değerleri

Profil biçimi	k değerleri		
	0,25R	0,35R	0,6R
Emme tarafı dairesel segmental profiller	73	62	44
Emme tarafı parabolik segmental profiller	77	66	47
Wageningen B serisi pervanelere ait kanat profilleri	80	66	44

Tablo 8.3 IACS UR K3' e göre malzeme sabitleri

Malzeme	Elastisite modülü	Poisson Oranı	Genişleme Katsayısı
	E [kgf/mm^2]	v [–]	α [mm/mmºC]
Dökme ve dövme çelik	2,1x10^4	0,29	12,0x10^{-6}
Dökme demir	1,0x10^4	0,26	12,0x10^{-6}
Cu 1	1,1x10^4	0,33	17,5x10^{-6}
Cu 2	1,1x10^4	0,33	17,5x10^{-6}
Cu 3	1,2x10^4	0,33	17,5x10^{-6}
Cu 4	1,2x10^4	0,33	17,5x10^{-6}
Not: *Östenitik paslanmaz çelikler için üreticinin özelliklerine bakınız.*			

2. Kanat Kalınlığının Hesaplanması

2.1 Yekpare pervaneler için 0,25R ($t_{0,25}$) ve 0,6 R deki ($t_{0.6}$), maksimum kanat kalınlıklarına ait değerler, formül (1)'e göre hesaplananlardan daha az alınmamalıdır.

$$t_b \geq K_o \cdot k \cdot K_1 \cdot C_G \cdot C_{Dyn} \qquad (1)$$

Burada boyut faktörü C_G aşağıdaki şartı sağlamalıdır:

$$0{,}85 \leq \left\{ C_G = \sqrt{\frac{f_1 + \frac{D}{1000}}{12{,}2}} \right\} \leq 1{,}1 \qquad (2)$$

$$K_o = 1 + \frac{e \cdot \cos(\alpha)}{H} + \frac{n_2}{15000}$$

Birçok profil şekli için k'nın özel değerleri, Tablo 8.2'den alınacaktır.

$$K_1 = \sqrt{\frac{10^5 \cdot P_W \cdot \left[2 \cdot \left(\frac{D}{H_m} \right) \cdot \cos(\alpha) + \sin(\alpha) \right]}{n_2 \cdot B \cdot z \cdot C_W \cdot \cos^2(\varepsilon)}}$$

$\frac{\sigma_{max}}{\sigma_m} > 1{,}5$ ise dinamik faktör C_{Dyn} aşağıdaki şartı sağlamalıdır:

$$\left\{ C_{Dyn} = \sqrt{\frac{\left(\frac{\sigma_{max}}{\sigma_m} - 1 \right) + f_3}{0{,}5 + f_3}} \right\} \geq 1{,}0 \qquad (3)$$

Aksi halde $C_{Dyn} = 1.0$
$C_{Dyn} = 1{,}0$

σ_{max}/σ_m, genelde 2,5'e göre yapılan hesaplamalardan alınacaktır. Eğer, istisnai hallerde, bu hesaplamalar yoksa, gerilme oranı formül (4) ile yaklaşık olarak hesaplanabilir.

$$\frac{\sigma_{max}}{\sigma_m} = 1 + f_2 \cdot E_T \qquad (4)$$

$$E_T = \frac{4{,}3 \cdot 10^{-9} \cdot V_S \cdot n_2 \cdot (1 - w) \cdot D^3}{T} \qquad (5)$$

2.2 Kumanda edilebilir piçli pervanelerde kanat kalınlıkları 0,35R ve 0,6R de formül (1) uygulanmak suretiyle tayin edilmelidir.

Römorkörler, troler balıkçılar ve benzer şartlarda çalışan diğer özel amaçlı gemilerin kumanda edilebilir piçli pervaneleri için, maksimum statik çekmeye karşıt gelen çap/piç oranı D/H_m değeri alınarak formül (1)'de kullanılacaktır.

Diğer gemiler için maksimum makina gücünde (MCR), serbest seyir hızına karşıt gelen çap/piç oranı D/H_m değeri alınarak formül (1)'de kullanılabilir.

2.3 Formül (1) kullanılmak suretiyle hesaplanan kanat kalınlıkları, işlenmiş durumdaki pervanelerdeki ya da CNC - Bilgisayar Sayısal Kontrol Makinası tarafından işletilen pervane için minimum değerlerdir.

2.4 Kanatların yüz (basınç tarafı) ve sırtlarının (emme tarafı) göbekle birleşme yerlerindeki yuvarlak geçişlerin yarıçapları, üç ve dört kanatlı pervaneler için, yaklaşık pervane çapının %3,5'i civarında olmalıdır. Kanat sayısı daha fazla olan pervanelerde maksimum geçiş yarıçapları, pervane dizaynının öngördüğü şekilde olmalı ve hiçbir halde 0,4· $t_{0,25}$ değerinden daha küçük yapılmamalıdır.

Üniform bir gerilme dağılımı elde etmek üzere, değişken geçiş yarıçapı kullanılan dizaynlar, her durum için ayrı ayrı olmak üzere, mukavemet hesabı esas alınarak kabul edilebilir. Ancak, üniform yayılı bileşke gerilme, 2.4'deki sabit standart geçiş yarıçaplı dizayndaki değerleri geçmemelidir.

2.5 Çalıklık açısı $\psi \geq 25°$ olan pervaneler, "tip fin" pervaneler, "end plate" pervaneler, özel profiller, vb. gibi özel dizaynlar için yapılan özel mekanik mukavemet hesapları **TL**'na verilecektir.

Bu tür özel dizaynlı pervaneler için ayrıca, kanat geometri dataları ve ölçülen iz ayrıntıları, yeniden hesaplama yapılması ve kanat gerilmelerinin incelenmesi için, ilgili dizayn dokümanları ile birlikte **TL**'na verilecektir. Bütün data ve ölçümler bilgisayarda kullanılabilecek biçimde olabildiğince yoğun tedarik edilmelidir.

İlave tamamlayıcı bilgiler **TL** tarafından onay için istenebilir.

Not: Pervane malzemesinin çekme mukavemetine (R_m) göre güvenlik katsayısı ≥8,0 olarak kullanılabilir.

2.6 Özel çalışma koşulları nedeniyle (örneğin; gelgit zeminindeki aşınma etkileri veya tarak gemileri) pervane önemli bir aşınmaya maruz ise, 2.1'den elde edilen kalınlık yeterli ömür eldesi bakımından arttırılmalıdır. Eğer serviste fiili kalınlık, kanat ucunda 2.1'den elde edilen kural kalınlığının %50'sinin veya diğer yarıçaplarda %90'ının altına düşerse ilgili karşı önlemler alınmalıdır. 2.5'de belirtilen alışılmışın dışındaki kanat geometrileri için, onaylı resimde gösterilen dizayn kalınlığı, 2.1'deki kural kalınlığı yerine kullanılacaktır.

3. Pervanelerin Dizaynı

3.1 Pervaneler, Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 22'ye göre elektro-kimyasal korozyona karşı korunmalıdır.

D. Kumanda Edilebilir Piçli Pervaneler

1. Hidrolik Kumanda Teçhizatı

Piç kumanda mekanizması hidrolik olarak çalışıyorsa, bu tertibat birbirinden bağımsız olarak çalışabilen iki adet makina-pompa grubu ile donatılmalıdır. 200 kW güce kadar sevk donanımına sahip gemilerde, bir makina- pompa grubu yeterlidir. Ancak, buna ek olarak, yeteri kadar kısa süre içerisinde, kanatları tam ileri durumdan tam geri duruma çevirebilecek şekilde, piç kumanda mekanizmasını çalıştırabilen bir el pompası da mevcut olmalıdır. Filtrelerin seçimi ve yerleşimi, filtrelenmiş yağın kesintisiz olarak beslenmesi sağlanacak (filtrenin temizlenmesi veya değişimi sırasında dahi) şekilde olmalıdır. Genelde, ana filtreler, pompanın hemen çıkışında basınç tarafında yer alacaktır. Pompanın emme tarafında hidrolik yağın bir diğer kaba filtrasyonu sağlanmalıdır.

Hidrolik boru ve pompalara Bölüm 16, A÷D benzer şekilde uygulanır.

2. Piç Kumanda Mekanizması

Piç kumanda mekanizması, darbe yüklerine maruz ise, mekanizmayı oluşturan parçaların, yapıldığı malzemelere ait akma sınırına göre, en az 1,5 katı emniyet faktörüne sahip olduklarının gösterilmesi gereklidir. Darbe momenti T_M formül (6)'ya göre hesaplanmalı ve çeşitli bileşenlerdeki eşdeğer gerilmeler, bunların akma mukavemetleri ile karşılaştırılmalıdır.

$$T_M = \frac{1{,}5 \cdot R_{P0,2} \cdot W_{0,6R}}{\sqrt{\left(\frac{0{,}15 \cdot D}{L_M}\right)^2 + 0{,}75}} \qquad (6)$$

$W_{0,6R}$ formül (7)'den elde edilebilir.

$$W_{0,6R} = 0{,}11 \cdot \left(B \cdot t_b^2\right)_{0,6R} \qquad (7)$$

3. Kanat Tespit Cıvataları

3.1 Kanat tespit cıvataları, bir kanadın 0,35R'deki plastik deformasyon kuvvetleri, 0,9R'ye etki eden kuvveti emniyetle karşılayabilecek şekilde dizayn edilmelidir. Bu yük durumuna ait bileşke gerilmeler, malzemenin akma sınırına karşı en az 1,5 kat emniyetli olmalıdır.

Kanat tespit cıvatalarının diş kökü çapı aşağıdaki değerden küçük olmayacaktır:

$$d_r = 2{,}6\sqrt{\frac{M_{0.35R} \cdot \alpha_A}{d \cdot Z \cdot R_{eH}}} \qquad (8)$$

$$M_{0,35R} = W_{0,35R} \cdot R_{P0,2}$$

$W_{0,35R}$, (7) veya (9) formülünden benzer şekilde hesaplanabilir.

Kanat kök alanındaki yaklaşık olarak eliptik kesitler için aşağıdaki formül kullanılabilir:

$$w_{0,35R} = 0{,}10 \cdot \left(B \cdot t_b^2\right)_{0,35R} \qquad (9)$$

3.2 Kanat tespit cıvataları, akma sınırının %60'ı ile %70'i arasında kalacak şekilde, kontrol altında ön gerilme verilerek, sıkılacaktır.

Kanat tespit cıvatalarının gövde kısmı çapı, diş kökü çapının 0,9 katına kadar azaltılabilir.

3.3 Kanat tespit cıvataları, istenmeyen gevşeme ve çözülmelere karşı, emniyete alınmalıdır.

4. Göstergeler

4.1 Kumanda edilebilir piçli pervane sistemleri, kanatların ayarlandıkları gerçek konumu gösteren ve makina dairesinde bulunan doğrudan etkili bir gösterge ile donatılmalıdır. Bundan başka, kanatların konumunu belirten göstergeler kaptan köşküne ve makina dairesine konulacaktır. (Kısım 4-1, Otomasyon, Kısım 5, Elektrik kurallarına bakınız.)

4.2 Hidrolik piç kontrol sistemleri, yağ düzeyini izleyici düzenlere sahip olacaktır. Piç kontrolü yağ basıncı için bir basınç göstergesi konulacaktır. Filtrenin tıkanması ile ilgili bir gösterge bulunacaktır. Uygun bir konuma bir yağ sıcaklık göstergesi konulacaktır.

Makina otomasyonlu gemilerde, Kısım 4-1, Otomasyon'daki isteklere uyulacaktır.

5. Kumanda Sisteminin Arızalanması

Kanat ayarının değişmesi durumunda sevk makinasının aşırı yüklenmesini veya durmasını önleyen düzenler tertiplenmelidir.

Kumanda sisteminin arızalanması halinde,

- Kanatların ayar durumu değişmeyecek veya,
- Kanatların yeteri kadar yavaş hareket ederek son konumu almaları için, emercensi kontrol sisteminin yeterli zaman içerisinde devreye sokulması sağlanacaktır.

6. Emercensi Kumanda

Uzaktan kumanda sisteminin arızalanması halinde, sistem kumanda edilebilir piçli pervaneyi çalışır durumda tutabilen emercensi kumanda araçlarıyla donatılmalıdır. Bunun için, kanatları "ileri" hareket konumunda kilitleyen bir aygıtın tertiplenmesi tavsiye edilir.

E. Pervanenin Yerine Takılması

1. Genel

Pervane göbekleri uygun bir şekilde pervane şaft konikliği üzerinde yerleştirilmeli ve ayarlanmalıdır.

Göbekteki deliğin ileri ucu yaklaşık 6 mm yarıçapa yuvarlatılmış kenara sahip olmalıdır.

Pervane şaftının bitiminin üzerine ve yatak hattı altına deniz suyu girmesini önlemek için **TL** sörveyörünün kontrolü altında, yatak hattı ve pervane göbeği montajı için uygun düzenlemeler gerçekleştirilmelidir.

Dış dolum contası tercihen bağlantıları olmayan bir deniz suyu geçirmez lastik halka ile tedarik edilmelidir. Göbeğin iç hava boşluğu ile yatak hattı arasındaki boşluk mümkün olduğunca küçük olmalıdır. İç hava boşluğu deniz suyunda çözünmeyen ve paslanmayan veya lastik bir halka ile uyumlu koruyucu bir malzeme ile doldurulmalıdır.

Şaft konikliği, pervane göbeği, somunu ve pervane üst kısmı ile pervane arasındaki bütün serbest boşluklar paslanmayan ve deniz suyunda çözünmeyen bir malzeme ile doldurulur. Düzenlemeler doldurma sırasında bu boşluklardaki bütün havanın dışarı çekilmesine izin verilerek yapılmalıdır. Doldurmadan sonra boşlukların sıkılığının kontrol edilebilmesi için, bu boşlukların en azından pervanenin dalışına (batışına) eşdeğer bir basınç altında test edilmeleri önerilir.

2. Konik Bağlamalar

2.1 Kamalı birleştirmeler

Eğer konik bağlama yerinde şaftla pervane arasına bir kama takılmışsa, pervane konik şaft üzerine, ortalama döndürme momentinin yaklaşık %120'sinin şafttan pervaneye sürtünme yoluyla taşınabilmesini sağlayacak şekilde geçirilmelidir.

Yasaklı devir aralığı olan tesislerde, kamalı birleştirmeler, genelde kullanılmayacaktır.

Kama boyu ve şaftta kama yatağının şekli için, Bölüm 5, Şekil 5.1'e bakınız.

Genelde, kama malzemesinin dayanımı, şaft malzemesi dayanımına eşit ya da daha yüksek dayanımda olmalıdır. Makastaki etkin kama alanı aşağıda verilen A_s değerinden daha az olmamalıdır. Etkin alan testere ile kesilmiş malzemeler, ayar vidası delikleri, yiv, vb. çıkarıldıktan sonraki toplam alandır ve kamanın kama yatağının kaşıklama yolunda olan parçası da hariç tutmalıdır.

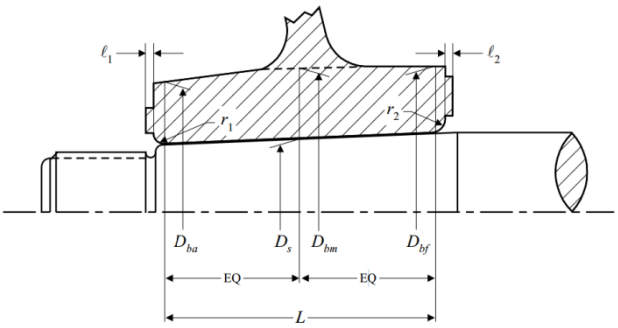
Kama yataklarının genelde düşük hızlı, kroşed veya iki stroklu sınırlı hız aralıklı makina kurulumlarında kullanılmadığı not edilmelidir.

$$A_s = \frac{d_s^3}{2{,}55 \cdot d_k} \frac{R_{eHs}}{R_{eHk}} \qquad (10)$$

Semboller veya terimler için C.1'e bakınız.

2.2 Kamasız yerleştirme

2.2.1 Semboller ve Terimler



Şekil 8. 3 Göbek ile şaft arasında teorik temas yüzeyi

A = 100% teorik temas alanı (mm^2)
göbek ile şaft arasında, yağ kanalları göz ardı edilerek resimlerden okunan

= $\pi \cdot D_s \cdot L$

C = Şaft nihayetinin konikliği, [-]

= koniklikteki çap farkı / koniklik uzunluğu

D_b = D_s 'e karşılık gelen ortalama pervane göbeği dış çapı; mm (in.) D_{bm}, D_{bf} ve D_{ba}'nın ortalaması olarak hesaplanan M_{be} D_b'ye karşılık gelir, göbeğin dış çapları D_s'ye karşılık gelir, baş temas noktası ve kıç temas noktası sırasıyla Şekil 8.3'te görülebilir.

D_b = $(D_{ba}+D_{bm}+D_{bf}) / 3$

D_{bm} = Pervane göbeğinin ortalama dış çapı, mm (in.), eksenel pozisyonda D_s'ye karşılık gelir, Şekil 8.3'e bakınız.

D_s = Eksenel doğrultuda konikliğin orta noktasında şaft çapı; mm (in.), baş ve kıç havşa uzunluğu, baş ve kıç kenar yarıçapı dikkate alınarak hariç bırakılır, Şekil 8.3.

K = D_b/D_s

E_b = Göbek malzemesinin elastisite modülü, (Tablo 8.3'e bakınız) [kgf/mm^2]

E_s = Şaft malzemesinin elastisite modülü, (Tablo 8.3'e bakınız) [kgf/mm^2]

F_v = Arayüzde kesme kuvveti = 2cQ/Ds (kgf)

Q = Nominal beygir gücüne, H, göre iletilen nominal tork (kgf•mm), ve pervane şaftının hızı

c = Sabit,

c = 1,0 türbinler için, dişli dizel tahrikli, elektrik tahrikli ve hidrolik veya bir elektromanyetik veya yüksek elastisiteli kavramalı doğrudan bağlı dizel motorlar için

c = 1,2 doğrudan bağlı dizel motorlar için. Eğer büzülme aşırı yüksek titreşimli torku absorbe ederse **TL** c sabitini arttırma hakkını saklı tutar.

H = Anma fren beygir gücü (PS)

N = Anma fren beygir gücünde pervane hızı (r.p.m.)

P = Ortalama pervane piçi (mm)

P_{35} = 35°C'de temas yüzeyleri arasında yüzey basıncı (kgf/mm^2)

P_t = t°C'de temas yüzeyleri arasında yüzey basıncı (kgf/mm^2)

P_0 = 0°C'de temas yüzeyleri arasında yüzey basıncı (kgf/mm^2)

P_{max} = 0°C'de izin verilen maksimum yüzey basıncı (kgf/mm^2)

S = 35°C'de sürtünmeli kaymaya karşı emniyet faktörü

θ = Pervane şaftının yarı konikliği (C/2), (örnek koniklik (C) = 1/15, θ =1/30).

μ = Temas yüzeyleri arasında sürtünme katsayısı

t = Pervanenin bağlandığı sıcaklık, [°C]

T = Pervane itmesi (kgf)

V_s = Anma beygir gücünde gemi hızı (knots)

W_t = t°C'de itme yükü (kgf)

δ = Koniklik üzerinde pervanenin çekme uzunluğu, (mm)

δ_{35} = 35°C'de çekme uzunluğu, (mm)

δ_t = t°C'de çekme uzunluğu, (mm)

δ_{max} = 0°C'de izin verilen maksimum çekme uzunluğu (mm)

σ_E = Mises-Hencky kriterine göre göbekteki eşdeğer tek eksenli gerilme (kgf/mm^2)

α_s = Şaft malzemesinin doğrusal genleşme katsayısı (Tablo 8.3'e bakınız) (mm/mm°C)

α_b = Göbek malzemesinin doğrusal genleşme katsayısı (Tablo 8.3'e bakınız) (mm/mm°C)

v_s = Şaft malzemesi için Poisson oranı

v_b = Göbek malzemesi için Poisson oranı

σ_y = Pervane malzemesinin akma noktası veya 0,2% zorlama gerilmesi (0,2% offset akma dayanımı) (kgf/mm^2)

Pervane ve pervane şaft konikliği arasındaki bağlantının bir kama yatağı olmadan hidrolik yağ tekniği ile gerçekleştirildiği durumlarda, pervane şaft konikliği 1/15'i aşmamalıdır.

Burada verilen formül vb. şaft ve göbek arasında bir manşon mevcut olan pervaneler için uygulanamaz.

35°C'de kuyruk şaft konikliği üzerindeki pervane göbeğinin kaymasına karşılık gelen emniyet faktörü burulma titreşimlerinden doğan maksimum devamlı ileri tork koşulu altında en az 2,8 değerini almalıdır.

Montajda kullanılan yağ püskürtme metodu için, sürtünme katsayısı (μ) çelik şaftlar üzerindeki bronz-çelik pervane göbekleri ve bakır-alaşımlı ve çelikten yapılmış göbekler için 0,13, bronz/çelik sıkı geçme birleşmeler için 0,15, çelik/çelik sıkı geçme birleşmeler için 0,18 değerinden daha az olmalıdır.

Pervane malzemesi için, test parçası değerine bağlı olarak, Von Mises-Hencky (σ_E) kriterine dayalı olarak 0°C'de göbekteki maksimum eşdeğer tek eksenli gerilme; akma noktasının 70%'ini veya zorlama gerilmesinin 0,2%'sini (0,2% offset akma dayanımı)

aşmamalıdır. Dökme demir malzemeleri için, belirtilen değer nominal çekme dayanımının 30%'unu aşmamalıdır.

Gerilme hesaplamaları ve montaj bilgileri **TL**'na sunulmalıdır ve en az aşağıdaki belirtilen unsurları içermelidir:

- Teorik temas yüzey alanı,
- Yukarıda belirtilen maksimum müsaade edilebilir tek eksenel gerilme ile sınırlanmış 0°C'de maksimum müsaade edilebilir çekme uzunluğu,
- 2,8'lik bir kaymaya karşılık uygun bir emniyet faktörü elde etmek için 35°C'de gereken minimum çekme uzunluğu ve temas basıncı,
- 35°C'de sürtünme kaymasına (slip) karşılık gelen emniyet faktörü, tasarlanan tork kuvveti (tasarım gücüne dayalı olarak, rpm) ve bir de burulma titreşiminden doğan tork etkisi altında 2,8 değerinden daha az olmamalıdır.
- Önerilen çekme uzunluğu ve uygun sıcaklıktaki temas basıncı,
- Tasarlanmış pervane ileri itmesi.

Son çekmeden önce, temas yüzeyleri arasındaki temas alanı kontrol edilmeli ve bu temas alanı teorik temas (100%) alanının, 70%'inden daha az olmamalıdır. Göbeğin etrafında veya göbeğin tüm boyu boyunca dairesel genişleyen temassız bantlar kabul edilebilir değildir.

Son çekmeden sonra, pervane; pervane şaftı üzerindeki bir somun tarafından emniyet altında alınır. Somun da şafta emniyetli bir şekilde bağlanmalıdır.

Her ne kadar aşağıda verilen denklemler ileri çalışma için olsa da, tornistan çalışmada da yeterli emniyet marjını sağladıkları düşünülebilir.

Formüller sadece yekpare şaftlar için uygulanabilir.

35°C su sıcaklığında minimum temas yüzeyi basıncı "P_{35}" aşağıdaki gibi belirlenir:

$$P_{35} = \frac{S \cdot T}{A \cdot B}\left[-S \cdot \theta + \sqrt{\mu^2 + B \cdot \left(\frac{F_v}{T}\right)^2}\right] \qquad (11)$$

Tasarımcı tarafından sunulan tasarım pervane itmesi, T, bu hesaplamalarda kullanılacaktır. Bunun sunulmadığı durumda, (12) ve (13) bağıntılarından bir tanesi, hangisinin daha büyük P_{35} değerini üreteceğine bağlı olarak, pervane itmesini hesaplamak için kullanılabilir,

$$T = 132\frac{H}{v_s} \qquad (12)$$

$$T = 4.3 \cdot 10^6 \frac{H}{PN} \qquad (13)$$

Ara yüzdeki kesme kuvveti, F_v , aşağıdaki gibi verilir:

$$F_v = \frac{2 \cdot c \cdot Q}{D_s} \qquad (14)$$

Sabit B aşağıdaki gibi verilir:

$$B = \mu_0^2 - S^2\theta^2 \qquad (15)$$

35°C'de minimum çekme uzunluğuna denk gelen, δ_{35}:

$$\delta_{35} = P_{35} \cdot \frac{D_s}{2 \cdot \theta}\left[\frac{1}{E_b}\left(\frac{K^2+1}{K^2-1} + v_b\right) + \frac{1}{E_s}(1 - v_s)\right] \qquad (16)$$

$$K = \frac{D_b}{D_s} \qquad (17)$$

Eğer konik bağlama kamasız olarak hidrolik yağ yöntemine göre yapılıyorsa, konik şaft üzerindeki gerekli ilerletme uzunluğu δ, formül (10)'a göre tayin edilmelidir. Uygun durumda, δ hesaplanırken yüzey düzeltmesi için belli bir tolerans payı bırakılmalıdır.

t sıcaklığında, t < 35°C iken, minimum çekme uzunluğu, δ_t:

$$\delta_t = \delta_{35} + \frac{D_s}{2 \cdot \theta}(\alpha_b - \alpha_s)(35 - t) \qquad (18)$$

α_b ve α_s değerleri Tablo 8.3'den alınabilir. Sıcaklık aralığının en az 0 °C ve 35 °C arasında olduğu dikkate alınmalıdır.

Bu yüzden, minimum yüzey basıncına denk gelen ifade, P_t , bu durumda:

$$P_t = P_{35} \cdot \frac{\delta_t}{\delta_{35}} \quad (19)$$

Minimum itme yükü, W_t , t sıcaklığında:

$$W_t = A \cdot P_t \cdot (\mu + \theta) \quad (20)$$

0°C'de maksimum müsaade edilebilir temas yüzeyi basıncına denk gelen ifade, P_{max} , bu durumda:

$$P_{max} = \frac{0{,}7 \cdot \sigma_y \cdot (K^2 - 1)}{\sqrt{3K^4 + 1}} \quad (21)$$

ve 0°C'de karşı gelen müsaade edilebilir maksimum çekme uzunluğu, δ_{max} , aşağıdaki gibi bulunur:

$$\delta_{max} = \delta_{35} \cdot \frac{P_{max}}{P_{35}} \quad (22)$$

Yasaklı devir aralığı olan sevk tesislerinde, ayrı bir hesaplama ile ana rezonansta titreşim torkunun emniyetle iletildiği doğrulanmalıdır. Bunun kanıtıta, Tork iletiminde kaymaya karşı emniyet katsayısı S=2,0'den az olmamalıdır (S=2,8 yerine), C_A katsayısı 1,0 alınabilir. Bu ilave kanıt için formül (11)'deki itme etkisi ihmal edilebilir.

2.3 Maksimum spesifik alan basıncı P'ye göre Von Mises bileşik gerilmesi ve pervane göbeği deliğindeki teğetsel gerilme, akma sınırının %75'ini veya %0,2 zorlama gerilmesini veya pervane malzemesinin monte edilmiş durumda akma dayanımını ve montaj ya da sökme esnasındaki belirtilen gerilmenin % 90'ını aşmamalıdır.

2.4 Hidrolik yağ tekniğine göre pervane şaftına takılan pervanelerde koniklik 1:15 den fazla ve 1:25 den az olmamalıdır. Kamalı birleştirmeler için koniklik 1:10'dan daha fazla olmayacaktır.

2.5 Pervane somunu pervane şaftına sıkıldıktan sonra, boşalmaya karşı etkin bir şekilde emniyet altına alınmalıdır. Pervane somunu sıkma yönü, pervane şaftının ileri dönme yönünün tersi yönünde olmalıdır.

3. Flençli Bağlama

3.1 Flençli olarak takılan pervaneler ve kumanda edilebilir piçli pervanelerin göbeği pervane şaftının flencine sıkı geçmeli pinler ve cıvatalarla (tercihen havşalı cıvatalarda) bağlanır.

3.2 Sıkı geçmeli pinlerin çapı Bölüm 5, C.5.2 Formül (4)'ten hesaplanır.

3.3 Pervane tespit cıvataları D.3'dekilere benzer şekilde dizayn edilir. Bununda birlikte, diş dibi çapı aşağıdaki formülle verilenden küçük olmamalıdır:

$$d_r = 4{,}4 \sqrt{\frac{M_{o,35R} \cdot \alpha_A}{d \cdot Z \cdot R_{eH}}} \quad (23)$$

Semboller ve terimler için C.1'e bakınız.

3.4 Pervane tespit cıvataları istenmeden gevşemeye karşı emniyete alınmalıdır.

F. Balans Ayarı ve Denemeler

1. Balans Ayarı

Montaja hazır monoblok pervaneler ve kumanda edilebilir piçli pervanelerin ve sabit piçli pervane kanatlarının işlendikten sonra statik balans ayarları yapılmalıdır. Kumanda edilebilir piçli -veya sabit piçli- pervanelerin kanatları arasındaki kütle farkı %1,5'dan fazla olmamalıdır.

2. Testler

2.1 Sabit piçli pervanelerin, kumanda edilebilir piçli pervanelerin, kumanda edilebilir piçli pervane sistemlerinin ve yönlendirici tekerlerin son incelemeleri ve ölçülerinin kontrolü, **TL** tarafından yapılacaktır.

Bundan başka, kumanda edilebilir piçli pervane sistemlerinde basınç ve sızdırmazlık testleri ile sistemin çalışma deneyleri de gerçekleştirilecektir.

TL, yüzeysel çatlakların ve döküm hatalarının tespiti amacıyla, tahribatsız muayeneler yapılmasını isteyebilir.

2.2 Döküm pervane göbek kepleri, aynı zamanda korozyondan koruma amacına hizmet ettikleri için, üretim yerinde sızdırmazlık testine tabi tutulmalıdır.

TL, monte edilmiş halde, pervane kıç göbek sızdırmazlık elemanının sızdırmazlık testini isteyebilir.

2.3 Eğer pervane, şafta hidrolik sıkı geçmeli olarak monte edilmişse, temas alanının en az %70'ini gösterir bir konik alıştırma testi yapılarak sörveyörün onayına sunulmalıdır. İzleri özellikle baş konik ucunda olmak üzere, temas edilmeyen büyük alanlar göstermemelidir. Konik alıştırma izleri, orijinal bileşenler kullanılarak gösterilmelidir.

Eğer alternatif olarak bir erkek / dişi kalibre sistemi kullanılırsa, kalibreler arasında en az %80'lik bir temas alanı gösterilmeli ve belgelenmelidir. 10 uygulamadan veya 5 yıl sonra, konik alıştırmanın kanıtlanması tekrar edilmelidir.

2.4 Pervane kanatları belirlenen tolerans sınıfına (ISO 484) uygun olarak imal edilmelidir. En az aşağıdakilerin doğrulanması gerekmektedir:

- Yüzey düzgünlüğü
- Piçler (lokal ve ortalama piçler)
- Kanat kesitlerinin kalınlık ve boyu
- Kanat kesitlerinin formu
- Kanatların, referans hattı ve kanat kenarlarının yerleşimi
- Balans (ayrıca 2.5'e bakınız)
- Nozul ya da tünel içinde çalışan pervaneler için:
  - Kanatların en büyük yarıçapı (dış kesitli kontrol edilebilir piçli pervaneler için sıfır piçte)

Kanat kesit formunun doğrulaması ISO 484'te imalat tolerans sınıfı S ve I için belirtilen kenar kalıbının kullanımını içerebilir. Eş değer yöntemler kabul edilebilir, örneğin, belirtilen yüzey düzgünlüğünü elde etmek için yalnızca hafif bir öğütmenin gerekli olduğu kadar bir hassasiyetle belirtilen geometriyi üretebildiğini kanıtlayan çok eksenli freze makinelerinin kullanımı.

2.5 Komple pervane sörveyör gözetiminde ISO 484'te belirtilen tolerans sınıfına göre statik olarak dengelenmelidir. Uç hızı 60 m/s'yi aşan sevk pervaneleri için dinamik balans gerçekleştirilecektir. İmalatçı monte edilen pervanenin belirlenen limitler içinde olduğunu kanıtlamalıdır.

Birçok parçadan oluşan pervaneler için, gerekli statik balans, kanat ağırlığı ve ağırlık merkezi konumunun kontrolü ile değiştirilebilir.

BÖLÜM 9

DÜMEN MAKİNALARI VE YAN İTİCİLER

Sayfa

A. DÜMEN MAKİNALARI **9-**2
- **1.** Genel
- **2.** Malzeme ve Kaynak
- **3.** Dümen Sisteminin Bileşenleri ve Tasarım İlkeleri
- **4.** Boyutlandırma
- **5.** Denemeler ve Belgelendirme
- **6.** Seyir Tecrübeleri
- **7.** Tankerler için Kurallar

B. DÜMEN PERVANELER (AZIMUTH THRUSTERS) **9-**25
- **1.** Genel
- **2.** Malzeme
- **3.** Dümen Pervanelerin Bileşenleri ve Tasarım İlkeleri
- **4.** Boyutlandırma
- **5.** İtici Kompartmanları için Ek Kurallar
- **6.** Üreticinin Yerinde Yapılan Denemeler
- **7.** Belgelendirme ve Seyir Tecübeleri

C. YANAL İTME ÜNİTELERİ (BAŞ İTİCİ PERVANELER) **9-**30
- **1.** Genel
- **2.** Malzeme
- **3.** Tasarım ve Boyutlandırma
- **4.** Üreticinin Yerinde Yapılan Denemeler
- **5.** Seyir Tecrübeleri

A. Dümen Makinaları

1. Genel

1.1 Kapsam

Güç tahrikli tüm gemiler dümenler yardımıyla sevk ve manevra edilecektir. Dümen sisteminin kumanda-kontrol devresi, elektrik güç kaynağı ve boru devresi yedeklemeli olacak, ana tahrik ünitesi ise çift olarak öngörülecektir. Ana tahrik güç ünitesinin veya boru devre elemanlarından herhangi birinin veya elektrik güç kaynağının ya da kumanda-kontrol sisteminin herhangi bir arıza nedeniyle devre dışı kalması halinde yedekleme sistemi derhal devreye girecektir.

Bu bölümde yer alan kurallar elektrikli, elektro-hidrolik veya elektrikli dümen sistemlerine sahip gemilere uygulanacaktır. Bu bölümdeki kural istekleri; dümen çalıştırılmasında kullanılan tüm donanım dâhil, dümen makinası, dümen kumanda mahalli ve kumanda mahallinden dümen makinasına kadar olan tüm iletim elemanlarına uygulanır. Dümen ve manevra donanımı için, Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 18'e bakınız. Kural isteklerinin amacına uygun olarak; bundan sonraki bölümlerde dümen harekete geçiren aktüatörden güç aktaran parçalar dâhil tüm yapısal parçalar dümen makinası kavramı kullanılarak tarif edilecektir.

1974 SOLAS Bölüm II-1 Kurallar 29 ve 30, bu bölümde yer alan kuralların ayrılmaz bir parçasıdır ve bütünüyle uygulanacaktır. Sözü edilen kurallara ek olarak 500 GRT ve üzerinde tonaja sahip yeni inşa edilecek okyanus aşırı gemiler için **TL** aşağıdaki kuralları uygulayacaktır.

Bu bölümde yer alan kuralların başka hangi gemilere uygulanacağı tasarrufu **TL**'na aittir.

Buz klaslı gemiler için dümen donanımı Bölüm 19'daki ek kurallar ile uyumlu olmalıdır.

Dümen pervaneler (azimuth) ile ilgili ek kurallar B'de yer almaktadır.

1.2 Onaylanacak belgeler

Her bir dümen makinasına ait montaj ve genel yerleşim resimleri ile birlikte, hidrolik ve elektrik devre şemaları ve güç nakleden tüm önemli elemanların detay resimleri, üç kopya halinde, onaylanmak üzere **TL**'na sunulur.

Tasarım hedeflerini ve yöntemini içeren özel bir raporun onay için **TL**'ye sunulması gerekir. Sözkonusu rapor aşağıda sıralanan bilgileri içerecektir:

- Tasarım hedefleri ve çözümlemenin amaçları,
- Tasarım ve çözümleme için kullanılan veya başvurulan standartlar,
- Tasarım ve çözümlemede yapılan kabuller,
- Dümen sisteminin ve alt sistemlerinin bileşenleri,
- Her bir sistem bileşeninin çalışma modları,
- Olası arıza durumları, öngörülen veya gereken çalışma değerlerinden olası sapmaların kabul edilebilirliği,
- Gözönüne alınan yerel faktörler ve yerel faktörlerin dümen sisteminin arızalanmasına yol açabilecek olası etkileri,
- Onaylama işleminin tamamlanması için gereken seyir tecrübeleri ve denemeler.

Tasarım hedefleri raporu tasarım resimlerinin onaylanması için ayrıntılı olarak sunulmalıdır. Söz konusu rapor 2 bölümden oluşmalıdır:

Raporun ilk bölümü sevk sistemi kuruluş felsefesinin yer aldığı tasarım başlangıcındaki hedefler, kabullenmeler, izlenecek yol seçenekleri hakkında irdelemeler yapılan başlangıç analizini kapsayacaktır. Ayrıca sevk sistemini oluşturan elemanlardan herhangi birinin arızalanması durumunda ya da gemideki bölmelerden herhangi birinde yangın veya su basması gibi olağanüstü durumlarda dümen makinasının temel işlevini gerçekleştirebilmesine yönelik yapısal değerlendirmeler de ilk bölümde yer alacaktır.

Raporun ikinci bölümü, ilk bölümde tarif edilen dümen sistemi kavramı ayrıntılı olarak irdelenecek ve tasarımın son hali, erişilen hedefler vs açıklanacaktır. Raporun içeriğinin doğrulanması **TL** ve tersane arasında kararlaştırılacaktır.

Resimler ve diğer dokümanlar, malzeme, çalışma basıncı, pompaların debisi, harekete geçiren motor gücü gibi, kontrol için gerekli olan tüm bilgileri içermelidir.

Onay için sunulacak planlar ve belgeler aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır:

- Dümen makinasının yerleşim planı,
- Hidrolik boru devresine ait çalışma değerleri ve diyagramları,
- Güç destek sisteminin çalışma değerleri ve diyagramları,
- Elektrik motoru kontrol sisteminin çalışma değerleri ve diyagramları,
- Dümen makinasının kontrol sisteminin çalışma değerleri ve diyagramları,
- Kullanım araçları ve alarm sisteminin çalışma ve kuruluş diyagramları,
- Dümen yekesi harekete geçiricisinin (aktüatörün) teknik özellikleri ve resimleri,
- İç hidrolik basınca maruz parçalar ile moment aktaran parçaların teknik özellikleri ve resimleri,
- Kaynak uygulaması varsa, kaynak işleminin ayrıntılı özellikleri,
- Etkin dümen momentinin değeri.

1.3 Tanımlar ve düzenlemeler

Bu bölümde yer alan tanımlamalar aşağıda verilmektedir:

1.3.1 Dümen kontrol sistemi

Dümen kontrol sistemi, kaptan köşkünden dümen makinasını tahrik eden elektrik motoruna sinyal göndererek çalışmasını kontrol eden düzenektir. Dümen kontrol sistemi, alıcılardan, aktarıcılardan, hidrolik kumanda-kontrol pompasından ve onların elektrik motorlarından, boru devrelerinden ve kablolardan oluşur. Dümen dolabı, dümen yekesi ve dümen açısı besleme bağlantıları kontrol sisteminin bir parçası olarak düşünülmez.

Dümen makinasının çalışması aynı anda ya da ardışık devreye giren birden çok sisteme (güç ya da kontrol) bağlıysa; bir sistemdeki arızanın hidrolik dümen kilitlenmesine yol açma riski göz önüne alınarak önlenmelidir.

Ana dümen donanımı için dümen makinasının kontrolü, hem kaptan köşkünden hem de dümen dairesinden yapılacaktır.

- 1.3.3'e göre düzenlenen ana dümen donanımı her ikisi de kaptan köşkünden kumanda edilebilecek birbirinden bağımsız iki kontrol sistemi ile kontrol edilebilmelidir. Bu durum dümen dolabı veya kumanda kolunun iki adet olmasını gerektirmez. Kontrol sistemi hidrolik telemotor içeriyorsa 10000 gros ton ve üzeri tanker hariç, kimyasal tanker veya gaz taşıyan gemiler hariç olmak üzere, bağımsız ikinci bir sistemin yerleştirilmesine ihtiyaç yoktur, ve;

- Güç ile çalıştırılan ve dümen dairesinde bulunan yardımcı dümen donanımı, aynı zamanda kaptan köşkünden kumanda edilebilecek ve ana dümen donanımı kontrol sisteminden bağımsız kontrol edilebilecektir.

Birbirinden bağımsız iki adet dümen donanımı kontrol sistemi temin edilmelidir. Her birisi ayrı ayrı olarak kaptan köşkünden kumanda edilebilmeli ve herhangi birinde mekanik veya elektriksel bir arıza meydana geldiğinde diğerinin çalışmasını etkisiz hale getirmemelidir. Bu kontrol sistemleri, üniteler arasında dümen güç sistemleri ve kontrolün hızlı bir şekilde transferine izin vermelidir (3.4.2.3 ve 3.4.2.4'e bakınız).

"Teller, bağlantı uçları ve ünitelere takılmış çift dümen donanımı kontrol sistemlerinin parçaları, kontrol kutuları, elektrik dağıtım / tevzi panoları veya köprü üstü konsolları olabildiğince kullanışlı bir şekilde birbirinden ayrılmalıdır.

Fiziksel olarak ayrılmanın söz konusu olmadığı durumlarda, alev geciktirici plaka vasıtasıyla bu ayırma gerçekleştirilebilir.

1.3.1.1 Kaptan köşkünden kumanda edilebilir ana ve yardımcı dümen donanımı kontrol sistemi ise aşağıdaki hususları sağlamalıdır:

1.3.1.1.1 Eğer elektrikli ise; dümen dairesi içinde bağımsız dümen makinası güç devresinden veya dümen donanımı güç devresi beslemesine yakın elektrik dağıtım / tevzi panosu üzerinde bir noktada doğrudan elektrik dağıtım / tevzi panosu baralarından beslenmelidir;

1.3.1.1.2 Kaptan köşkünden kumanda edilebilen herhangi bir kontrol sistemi ile bağlantının kopması durumunda dümen donanımının hizmet vermeye devam etmesi için dümen dairesinde ilgili araçların temin edilmesi gereklidir;

1.3.1.1.3 Sistem, kaptan köşkü üzerinde bir pozisyondan devreye alma konumuna getirebilmelidir.

1.3.1.1.4 Kontrol sistemini besleyen elektriksel güçte bir arıza meydana gelmesi durumunda sesli ve görsel alarm kaptan köşkü üzerinden verilecektir.

1.3.1.1.5 Kısa devre koruması sadece dümen donanımı kontrol besleme devresi için yapılacaktır.

Geminin yön kontrolü için kullanılan bütün bileşenler güvenilir yapıda olacak ve **TL**'dan onay alınacaktır. Herhangi bir öncelikli / temel bileşenin uygunluğuna, bileşenin çift olmaması durumunda özel dikkat gösterilir. Herhangi bir öncelikli / temel bileşen, eğer uygunsa, sürtünmesiz yatakları rulmanlı yataklar gibi kullanacaktır, bilyalı veya kaymalı yataklardan kalıcı olarak yağlanmış veya yağlama fitingleri temin edilmiş olacaktır.

1.3.1.2.1 Dümen donanımı kontrol sisteminin bütün elektriksel bileşenleri iki adet olacaktır. Bu durum dümen dolabı veya dümen yekesinin çift olmasını gerektirmez.

1.3.1.2.2 Eğer bir dümen modu seçme anahtarı bağlantısı (tek eksenli anahtar) her iki dümen donanımı kontrol sistemi için çalışıyorsa, kontrol sisteminin çevrimleri için bağlantılar benzer şekilde bölünebilir ve yalıtkan plaka veya hava boşluğu vasıtasıyla birbirlerinden ayrılabilir.

1.3.1.2.3 İki kat takip kontrolün yapıldığı durumlarda (Şekil 9.3'e bakınız), yükselticiler dizayn edilmeli ve elektrikli ve mekanik olarak ayrıca beslenmelidir. Takip kontrolün yapıldığı ve yapılmadığı durumlarda, takip yükselticilerin titizlikle korunması sağlanmalıdır (Şekil 9.4'e bakınız).

1.3.1.2.4 Ek kontrol sistemleri için kontrol çevrimleri, dümen yekesi veya oto-pilot gibi, tüm kutuplu ayırma için dizayn edilmelidir (Şekil 9.2, 9.3 ve 9.4'e bakınız).

1.3.1.2.5 Geri besleme üniteleri ve emniyet şalterleri, elektrikli ve mekanik olarak dümen roduna veya aktüatöre ayrıca bağlanmış olan dümen donanımı kontrol sistemleri için ayrılmalıdır.

1.3.1.2.6 Dümen donanımının güç sistemlerini kontrol eden güç aktüatörlü veya hidrolik servo sistemlerinin içindeki hidrolik sistem bileşenlerinin (ör. selonoid valfleri, manyetik valfler), dümen donanımı kontrol sisteminin bir parçası olduğu dikkate alınarak çift (iki tane) ve ayrılmış olacaktır.

İki veya daha fazla ayrı güç ünitelerinin temin edildiği ve her bir güç ünitesine bağlı olan boruların yalıtımlı olabileceği durumlarda, güç ünitesinin bir parçası olan dümen donanımı kontrol sisteminin içindeki hidrolik sistem bileşenleri çift olarak kabul edilir ve ayrılmış olur.

1.3.1.3 Kontrol sistemlerinin arıza belirleme ve yanıt verme durumları için **TL** Elektrik Kuralları Kısım 5 Bölüm 7 Madde 6.10'na bakınız.

1.3.2 Ana dümen makinası

Ana dümen makinası, dümen yekesini döndüren

makineyi, yekeyi döndürmek için hareket başlatıcıyı (aktüatör), dümen makinasının elektrik motorunu, eğer varsa yardımcı donanımı ve normal çalışma koşulları altında geminin manevrasının dümen roduna (ör. yeke kolu veya kadran) moment uygulayarak yardım eden yeke kolu gibi elemanlardan oluşan sistemi geneline verilen isimdir.

1.3.3 Dümen makinasının güç ünitesi

Dümen makinasının güç ünitesi aşağıdakilerden oluşur:

- Elektrikli dümen makinalarında, elektrik motoru ve bağlı elektrik donanımı,
- Elektro-hidrolik dümen makinalarında, elektrik motoru ve bağlı elektrik donanımı ve pompa,
- Hidrolik dümen makinalarında, tahrik motoru ve bağlı hidrolik pompa.

Dümen makinaları tamamen birbirinin aynısı olan 2 veya daha fazla güç ünitesiyle tahrik edilecektir ve 1.4.1'de belirtilen kural istekleri gereği dümenin işlevlerini yerine getirme kapasitesinde olacaktır;

- Yolcu gemileri için, herhangi bir ünitenin hizmet dışı olması durumunda,
- Kargo gemileri için, bütün güç ünitelerinin işletilmesi

Güç ünitelerinin en az 2 güç devresiyle hizmet vermelidir.

Güç ünitelerinin tip testi ve onayından geçirilmesi gerekir (bkz 5.1).

1.3.4 Yardımcı dümen makinası

Yardımcı dümen makinası ana dümen makinasından tamamen ayrı bir makina olup, yeke kolu, kadran gibi dümen boğazının döndürülmesinde güç ve moment aktaran bileşenlerin arızası hariç olmak üzere ana dümen makinasının arızalanması durumunda devreye girerek dümene kumanda eder.

Ana ve yardımcı dümen donanımları, bunlardan bir tanesindeki arıza diğerinin çalışmasını engellemeyecek şekilde düzenlenecektir.

Ana dümen donanımının iki veya daha fazla aynı özellikte güç ünitesini ihtiva ettiği durumlarda, aşağıdaki koşulların sağlanması şartıyla yardımcı bir dümen donanımı yerleştirmeye gerek yoktur:

- Yolcu gemilerinde, herhangi bir güç ünitesi devre dışı kaldığında 1.4.1'de istenen ana dümen donanımının dümeni kumanda edebilecek yeterlilikte olması gerekir;
- Kargo gemilerinde, bütün güç üniteleri çalışıyorken 1.4.1'de istenen ana dümen donanımının dümeni kumanda edebilecek yeterlilikte olması gerekir;

Ana dümen donanımı düzenlenmesinde, boru sisteminde tekil bir arıza veya güç ünitelerinin herhangi birindeki arıza durumunda, durumunda manevra kabiliyeti korunacak veya hızlıca yeniden kazanılacak şekilde arızalı kısım izole edilebilmelidir.

Örneğin azimut veya su jeti sevk sistemleri gibi çoklu dümen sistemleri ile donatılmış bir gemide, aşağıdaki durumların sağlanması şartıyla yardımcı bir dümen donanımının yerleştirilmesine gerek yoktur:

- Yolcu gemilerinde, iki veya daha fazla güç ünitesi ile donatılmış olan sistemlerde bu güç ünitelerinden herhangi biri devre dışı kaldığında 1.4.1'de istenenleri karşılayacak nitelikte bir dümen sistemi
- Kargo gemilerinde, bir veya daha fazla aynı özellikte güç ünitesi ile donatılmış her bir dümen sistemi bütün güç üniteleri çalışıyorken 1.4.1'de istenenleri karşılayabilir olmalıdır;
- Her bir dümen sistemi, boru sisteminde veya güç ünitelerinin birinde tekil bir arızadan sonra gemi manevra kabiliyeti (her bir dümen sistemi operasyonu değil) korunmuş veya hızlıca yeniden kazanılmış olacaktır (ör. eğer gerekliyse, acil durumda arızalanmış dümen sisteminin sıfır konumuna (neutral) getirilmesi).

1.3.5 Güç çalıştırma düzeneği

Güç çalıştırma düzeneği dümen rodunu döndürmek için gerekli gücün verildiği hidrolik donanım olup dümen makinası güç ünitesi, borular ve boru donanımından oluşmaktadır. Birbirinin aynısı güç çalıştırma düzeneklerinin kural gereği bulundurulması istenilen yerlerde, güç çalıştırma düzenekleri aynı mekanik parçaları (yeke kolu, kadran, dümen rodu vs) veya aynı amaca yönelik parçaları paylaşabilirler.

1.3.6 En büyük seyir hızı

En büyük seyir hızı geminin en büyük su çekimine sahip olacak şekilde yüklü olarak en büyük pervane devrinde ve bu devre karşılık gelen en büyük kesintisiz motor (MCR) gücünde seyri sırasında sahip olacağı hız değeridir.

1.3.7 Dümen yekesini harekete geçiren düzenek (aktüatör)

Dümenin dönebilmesi için gereken hidrolik basıncı doğrudan mekanik harekete çeviren parçaya dümen yekesi tahrikçisi (aktüatörü) adı verilir.

Dümen yekesi için harekete geçirme düzeneklerinin tek olduğu gemilerde; harekete geçirme düzeneğine bağlanan borulara kesme valfleri yerleştirilmeli ve doğrudan bağlanmalıdır.

Aşağıda yer alan gemiler hariç diğer tüm gemilerde dümen donanımı tek bir silindir takımından oluşabilir:

- 100.000 DWT veya daha büyük tonajdaki yağ tankerleri, yakıt tankerleri, kimyasal tankerler veya gaz tankerleri 2 veya daha fazla birbirinin eşi dümen yekesi tahrikçisine (aktüatör) sahip olacaktır.

- İlgili **TL** Kurallarına uygun olmaları şartıyla 10.000 gros ton veya daha büyük fakat 100.000 DWT'den küçük yağ tankerleri, yakıt tankerleri, kimyasal tankerler ve gaz tankerleri tek dümen yeke tahrikçisine (aktüatör) sahip olabilir, yağ veya yakıt tankerleri, kimyasal tankerler ve gaz tankerleri

SOLAS Kısım II-1, Kural 29.17 ve benzer ilgili rehberler kapsamına girmeyen düme yeke silindir takımları Sınıf 1'e giren basınçlı kap gibi değerlendirilerek tasarımlanmalıdır (hidrolik silindirler için herhangi bir ayrıcalık olmayacaktır).

1.3.8 En yüksek çalışma basıncı (P_p)

En yüksek çalışma basıncı, 1.4'e uygun olarak dümen makinasının çalışması sırasında sistemde oluşması beklenen en yüksek basınç değeridir.

Borularda dahil olmak üzere tüm dümen donanımı için sürtünme kayıpları, en yüksek çalışma basıncı tespit edilerek göz önüne alınmalıdır.

1.3.9 Tasarım basıncı

İç basınca maruz boru ve diğer dümen donanımı bileşenleri boyutlandırmasında tasarım basıncı olarak aşağıdaki değerlerden büyük olan alınmalıdır:

- En yüksek çalışma basıncının 1,25 katı,

- 3.8.2'de bahsedilen emniyet valfinin ayarlandığı basınç değeri.

1.3.10 Test basıncı

Bileşenler, 5.4'deki basınç testine göre test edilecektir.

1.3.11 Hidrolik harekete geçiriciler (aktüatörler)

Çalışma basıncı 6,9 bar (690 kPa)'dan daha büyük olan hidrolik harekete geçiriciler **TL** Bölüm 14, A'da belirtilen basınçlı kaplara ait kural isteklerine uygun belgelendirilecektir.

Dümen sisteminden yalıtılabilen her harekete geçirici kendi basınç düşürme vanasıyla veya benzeriyle korunacaktır. Gaz doldurma sisteminin kullanıldığı yerlerde, harekete geçirici gaz tarafına basınç düşürme vanası konulacaktır.

1.3.12 Beyan edilen dümen açısı limitleri (geleneksel olmayan)

Beyan edilen dümen açısı, limiti, üretici tarafından emniyetli çalışma için maksimum dümen açısı veya eş değeri yönünden, ayrıca gemilerin hızı veya pervane torku (moment) / hızı veya diğer kısıtlamaların göz önüne alındığı operasyonel limitlerdir.

Beyan edilen dümen açısı limitleri, gemiye özel geleneksel olmayan manevra,sistemi için yön kontrol sistemi üreticileri tarafından beyan edilecektir. gemilerin manevra kabiliyeti testleri, beyan edilen dümen açısı limitlerini geçmeyecek dümen açıları ile birlikte MSC.137(76)'a uygun yapılmalıdır.

1.4 Performans

Dümen makineleri aşağıda belirtilen görevleri yerine getirebilmelidir:

1.4.1 Ana dümen makinası, sakin suya tam olarak dalmış vaziyetteki dümeni, geminin maksimum sürekli nominal seyir hızında, 35° iskeleden 35° sancağa veya tersine döndürebilecek veya farklı ise 1.3.12'ye göre beyan edilen dümen açısı limitlerinde, gemi yön kontrol sisteminin yönünü beyan edilen dümen açısı limitlerinde iskeleden sancağa veya tersine döndürebilecek yeterlilikte olmalıdır. Aynı seyir koşullarında dümenin 35° iskeleden 30° sancağa veya tersine döndürülmesinde geçen süre, 28 saniyeyi aşmamalıdır veya 1.3.12'ye göre beyan edilen dümen açısı limitleri farklıdır, beyan edilen dümen açısı limitlerinde ortalama rotasyonel hızı 2.3°/s'den az olmamalıdır, ve

Not: *Ayrıca bakınız Madde A.3.2.1.2 ve 3.2.1.3.*

1.4.2 Ana dümen makinasının arızalanması durumunda yardımcı dümen makinası, sakin suda tasarım seyir hızının %50'si (yarım yol ileri) veya 7 knot hızdan hangisi büyükse o hızda seyrederken, dümen gövdesinin tamamı suya batmış vaziyette dümeni 15° iskeleden 15° sancağa veyatersine 60 saniye içinde veya 1.3.12'ye göre beyan edilen dümen açısı farklı ise beyan edilen açılarda, gemi yön kontrol sisteminin yönünü ortalama rotasyonel hızı 0.5°/s'den az olmayacak şekilde iskeleden sancağa veya tersine döndürebilmelidir.

Not: *Ayrıca bakınız Madde A.3.3.1.2 ve 3.3.1.3.*

1.5 Dümen odası

Dümen makinası açık havadan korunacaktır. Dümen odaları makine dairelerinden ayrılmış ancak kolayca da erişilebilir olacaktır. Dümen odası tamir çalışılabilir alana sahip olacak, herhangi hidrolik sıvının dökülmesine karşı yerler kaymaz kaplamayla kaplanacak, korkuluk (tutamak) ve ızgaralar ile donatılacaktır.

Dümen odasına mekanik pusula konulacaktır.

2. Malzeme ve Kaynak

2.1 Onaylanan malzemeler

2.1.1 Teleskopik silindirler (hidrolik dümen silindirleri), aktüatörlü kelebek vanaların gövdesi, hidrolik güç iletme vanaları, flençler, fitingler ve dümen donanımının dümen roduna moment ileten dişli donanımı parçaları (dümen yekesi, kadran vb) **TL** Malzeme Kuralları'nın gerektirdiği gibi denemelerden geçirilmiş, çelik veya benzer sünek malzemeden üretilmelidir. Bu tür malzemelerin uzama sünekliği çoğunlukla %12'nin altına düşmez ve çekme gerilmesi 650 N/mm^2 değerini aşmaz.

Basınçlı kaplar genelde çelik, dökme çelik veya nodüler dökme demirden (yapısal açıdan ferritik yönü ağır basan) üretilmelidir.

TL'nun onayı alınmak koşuluyla; belirli parçaların dökme demirden yapılmasına izin verilir. Düşük gerilmelerle çalışan ve işlevi açısından hayati öneme sahip olmayan parçaların üretiminde gri dökme demir kullanılabilir. Uzunluğu 50 mm olan malzeme örneği için (L_0 /d = 4) olmak üzere uzama sünekliği %12'den daha düşük malzemeler veya gri dökme demir hayati öneme sahip ve yük ya da moment etkisinde gerilmelere maruz parçaların üretiminde kullanılamaz.

2.1.2 Nozul dümenlere sahip gemiler ile buz sınıfı gemilerde dümen dönme yatağı ile dış gövdeleri gri dökme demirden yapılamaz.

2.1.3 Hidrolik dümen dişlilerinin boruları dikişsiz borulardan veya boyuna kaynaklı çelik tüplerden oluşmalıdır. Soğuk çekilmiş ve tavlanmış tüplerin kullanılmasına izin verilmez.

Kumanda devresindeki bakır borular, tehlikeli yerlerde oluşabilecek hasarlara karşı üzerleri örtülmek suretiyle ve titreşim nedeniyle sertleşmeye karşı, uygun bağlayıcılarla korunmalıdır.

2.1.4 Eğer titreşim veya esnek bağlanan üniteler nedeniyle gerekiyorsa, kısa boru birleştirmeleri için, yüksek basınca dayanıklı hortum devreleri kullanılabilir. Bu hususta Bölüm 16, U'ya bakılmalıdır.

2.1.5 Sızdırmazlık elemanları da dahil olmak üzere, basınç altında çalışan elemanlara ait malzemeler, kullanılan hidrolik yağı için uygun olmalıdır.

Hareketsiz parçalar arasındaki sızdırmazlık contaları dış basınca maruz kalarak işlev yapmaktaysa; metal metale temas eden tipte veya başkaca eşdeğer tipte olacaktır.

Hareketli parçalar arasındaki sızdırmazlık contaları çift yerleştirilecek, böylece sızdırmazlık contalarının biri bozulsa bile hareket verici (aktüatör) devre dışı kalmayacaktır. Sızdırmazlığı **TL**'na kanıtlanan yöntem veya uygulamalar ile sızıntıların önlenmeye çalışılmasına izin verilebilir.

2.2 Malzeme deneyleri

2.2.1 Basınçlı hidrolik yağ devresi boruları ile birlikte, dümen makinalarının kuvvet nakline katkıda bulunan önemli elemanlarına ait malzemeler ve hidrolik dümen makinasının basınç altındaki gövde malzemeleri, Kısım 2, Malzeme Kuralları'na uygun olarak **TL**'nun gözetiminde test edilmelidir.

Basınçlı hidrolik boru hatları Bölüm 16, Tablo 16.6'da yer alan kural isteklerini karşılamalıdır.

2.2.2 Elle çalışır küçük ana dümen makinalarında ve elle çalışır küçük yardımcı tertibatlarda, **TL** tekil parçaların malzeme testlerinden (örneğin; aksiyometre dişlisi şaftları ve benzerleri gibi) vazgeçebilir.

2.3 Kaynak özellikleri

2.3.1 Basınç altındaki kaynaklı gövdeler için, **TL** Kaynak Kuralları'na başvurulmalıdır.

2.3.2 Kaynak ayrıntıları ve kaynak uygulama yöntemi **TL** ya da IACS üyesi bir klas kuruluşu tarafından onaylanacaktır

Dümen aktüatörünün basınca maruz bölgesi içide yer alan parçaların tümü kaynaklı birleştirme yöntemiyle üretilmeli veya mekanik yükleri ileten bağlantı parçaları eşdeğer dayanıma sahip olmalıdır.

3. Dümen Sisteminin Bileşenleri ve Tasarım İlkeleri

Yapı yerel gerilme birikmelerine izin vermeyecek ya da en aza indirecek şekilde tasarımlanmalıdır.

Dümen hareketi sırasında oluşacak aşırı yüke karşı dümen stopperi veya tamponlar olmadığı için korunamayan ancak dümen roduna kuvvet ileten tüm parçalar en azından yeke kollarının sahip olduğu dayanıma eşdeğer mukavemette olmalıdır.

3.1 Dümen makinası sayısı

3.1.1 Her gemi, en az bir adet ana ve bir adet yardımcı dümen makinasına sahip olmalıdır. Her iki dümen makinası birbirinden bağımsız olmalı ve mümkün olduğu takdirde, dümen şaftına ayrı ayrı kumanda edebilmelidir. Bazı elemanların ortak olarak hem ana, hem de yardımcı dümen makinalarında kullanılması hususunda müsaadeyi **TL** verebilir.

3.1.2 Çift dümen sistemi ile teçhiz edilmiş gemilerde, azimut veya su jeti sevk sistemleri gibi, her dümen sistemi kendi dümen makinası ile teçhiz edilmişse madde 3.1.1'deki gerekliliği sağlamış kabul edilir.

3.2 Ana dümen makinası ve dümen rodu

3.2.1 Ana dümen makinası ve dümen rodu:

3.2.1.1 Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 18'de ki isteklere uygun olarak tasarlanmış olan dümen yeterli mukavemette ve geminin servis hızında tam yol ileri durumunda geminin yönünü değiştirebilir kabiliyette olmalıdır;

3.2.1.2 Dümeni 35° iskeleden 35° sancağa veya tersine döndürebilecek yeterlilikte veya farklı ise 1.3.12'ye göre beyan edilen dümen açısı limitlerinde, geminin yüzdüğü en derin draftta ve tam yol ileri servis hızında giderken gemi yön kontrol sisteminin yönünü beyan edilen dümen açısı limitlerinde iskeleden sancağa veya tersine değiştirebilecek yeterlilikte olmalıdır. Aynı koşullarda dümenin 35° iskeleden 30° sancağa veya tersine döndürülmesinde geçen süre, 28 saniyeyi aşmamalıdır veya 1.3.12'ye göre beyan edilen dümen açısı limitleri farklı ise, beyan edilen dümen açısı limitlerinde ortalama rotasyonel hızı 2.3°/s'den az olmamalıdır;

3.2.1.3 Seyir tecrübeleri esnasında gemi; en derin draftta, ileri hareket durumunda iken ana makinenin maksimum sürekli devir sayısına ve pervanenin maksimum dizayn piçine karşılık gelen hızda, eğer Madde 3.2.1.2 ile uygunluğun kanıtlanması elverişli değil ise, inşa tarihine bakılmaksızın gemilerin bu gerekliliğe uygunluğu aşağıdaki yöntemlerin biri vasıtası ile kanıtlanabilir:

- Seyir tecrübeleri esnasında gemi trimsiz durumda iken ve ileri hareket durumunda ana makinenin maksimum sürekli devir sayısına ve pervanenin maksimum dizayn piçine karşılık gelen hızda dümen tamamen suyun içinde olacak şekilde; ya da

- Eğer seyir tecrübelerinde pervanenin tamemen suya batması sağlanamıyorsa, öngörülen seyir tecrübesi yükleme koşullarında suyun içinde kalan dümen yelpazesi alanı kullanılarak uygun bir ileri hız hesaplanacaktır. Hesaplanan ileri hız; -minimum olarak- gemi deniz seferi esnasındaki en derin draftında ve ana makinenin maksimum sürekli devir sayısına ve pervanenin maksimum dizayn piçine karşılık gelen hızda ileri hareket durumunda iken, ana dümen makinesine uygulanan kuvvet ve tork sağlanacak şekilde olacaktır; ya da

- Seyir tecrübesi yükleme koşulunda dümen kuvveti ve torku, güvenilir bir şekilde tahmin edilebilir ve tam yüklü duruma ekstrapole edilebilir olacaktır. Geminin hızı; ana makinenin maksimum sürekli devir sayısına ve pervanenin maksimum dizayn piçine karşılık gelecektir.

3.2.1.4 Yukardaki paragraf isteklerini sağlamak amacıyla güç ile kumanda edilen ve buz klaslı gemilerde güçlendirme amacı hariç**, TL**'nun yeke bölgesinde dümen rodu çapının 120 mm üzerinde olması durumunda dümen makinasının elle çalıştırılmasına müsaade edilmez.

3.2.1.5 Maksimum tornistan hızında hasar görmemsi için dizayn edilen ancak bu maksimum tornistan hızında ve en yüksek dümen açısında denemeler ile kanıtlanmasına gerek görülmeyen.

Ana dümen makinası, kural olarak, makine gücü ile çalışmalıdır.

10.000 GT ve daha büyük tüm tanker, kimyasal tanker veya gaz taşıyıcılarında ve 70.000 GRT ve daha büyük tüm diğer gemilerde ana dümen makinası iki veya daha fazla eşdeğer ünitesine sahip olacaktır.

3.2.2 Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 18, C.1 uyarınca burulmaya göre hesap edilmiş, dümen şaftı çapı en fazla 120 mm. ye kadar olan dümen makinalarında, elle çalıştırılmaya müsaade edilir. Dümenin alabandadan alabandaya basılması için, el dümen çarkının, 25 devirden daha fazla döndürülmesi gerekmemelidir. Sistemin randımanına bağlı olarak, genelde el çarkına uygulanacak kuvvet, 200 N'u aşmamalıdır.

3.3 Yardımcı dümen makinası

3.3.1 Yardımcı dümen makinası:

3.3.1.1 Yeterli mukavemette ve gemi seyrine elverişli hızda gemiye yön verme kabiliyetinde olmalı ve emercensi durumda hızlı bir şekilde harekete geçirilebilmelidir.

3.3.1.2 Dümeni 15° iskeleden 15° sancağa veya tersine 60 saniye içinde döndürebilecek şekilde veya 1.3.12'ye göre beyan edilen dümen açısı limitleri farklı ise bu açılarda geminin yüzdüğü en derin draftta ve seyir hızının %50'si (yarım yol ileri) veya 7 knot hızdan hangisi büyükse o hızda seyrederken gemi yön kontrol sisteminin yönünü beyan edilen dümen açısı limitlerinde ortalama rotasyonel hız 0.5°/s'den az olmayacak şekilde iskeleden sancağa veya tersine değiştirebilecek yeterlilikte olmalıdır;

3.3.1.3 Seyir tecrübeleri esnasında gemi; en derin draftta, ileri hareket durumunda iken ana makinenin maksimum sürekli devir sayısına ve pervanenin maksimum dizayn piçine karşılık gelen hızın yarısında (veya 7 knotta – hangisi büyükse-), eğer Madde 3.3.1.2 ile uygunluğun kanıtlanması elverişli değil ise, 1 Ocak 2009'dan once yapılanlar da dahil inşa tarihine bakılmaksızın gemilerin bu gerekliliğe uygunluğu aşağıdaki yöntemlerin biri vasıtası ile kanıtlanabilir:

- Seyir tecrübeleri esnasında gemi trimsiz durumda iken ve ileri hareket durumunda ana makinenin maksimum sürekli devir sayısına ve pervanenin maksimum dizayn piçine karşılık gelen hızın yarısında (veya 7 knotta – hangisi büyükse-) dümen tamamen suyun içinde olacak şekilde; ya da

- Eğer seyir tecrübelerinde pervanenin tamemen suya batması sağlanamıyorsa, öngörülen seyir tecrübesi yükleme koşullarında suyun içinde kalan dümen yelpazesi alanı kullanılarak uygun bir ileri hız hesaplanacaktır. Hesaplanan ileri hız; -minimum olarak- gemi deniz seferi esnasındaki en derin draftında ve ileri hareket durumunda iken ana makinenin maksimum sürekli devir sayısına ve pervanenin maksimum dizayn piçine karşılık gelen hızın yarısında (veya 7 knotta – hangisi büyükse-), yardımcı dümen makinesine uygulanan kuvvet ve tork sağlanacak şekilde olacaktır; ya da

- Seyir tecrübesi yükleme koşulunda dümen kuvveti ve torku, güvenilir bir şekilde tahmin edilebilir ve tam yüklü duruma ekstrapole edilebilir olacaktır.

3.3.1.4 3.3.1.2'deki gerekliliklerin sağlanabilmesi için güç ile kumanda edilen, veya buz klaslı gemilerde güçlendirme hariç. **TL** tarafından yeke bölgesinde dümen rodu çapının 230 mm üzerinde olması istenen (Her bir itici ünite için 2500 kW üzerinde sevk gücüne sahip olan), yardımcı dümen makinasıda güçle çalışmasına müsaade edilir.

Hidrolik olarak çalışan yardımcı dümen makinelerinde, ana dümen makinasından bağımsız, kendisine ait bir boru devresi mevcut olmalıdır. Dümen makinasının boru veya hortum devresi bağlantıları, direkt olarak basınç altındaki gövde üzerinden kapatılabilmelidir.

3.3.2 En düşük nominal üst akma gerilmesi R_{eH}=235 N/mm^2 olan teorik dümen şaftı çapı 230 mm. ye kadar yardımcı dümen makinelerinin, el ile çalıştırılmasına müsaade edilir.

3.4 Güç ünitesi

3.4.1 Güç arızası durumunda otomotik olarak yeniden başlatılacak şekilde düzenlenecek ve köprü üstünden çalıştırılabilecektir.

Herhangi bir dümen donanımı güç ünitesi ile ilgili arıza yaşanması durumunda, kaptan köşkünde sesli ve görsel alarm verilmelidir.

3.4.2 Eğer makine gücüyle çalışan ana dümen makinası, iki veya daha fazla eş büyüklükte güç ünitesi ile donatılmışsa, aşağıdaki koşulların gerçekleşmesi halinde, yardımcı dümen makinasının konulmasına gerek yoktur:

3.4.2.1 Yolcu gemilerinde, güç ünitelerinden biri devre dışı kaldığı zaman, 3.2.1.2 ve 4.1'deki koşullar geçerli olmalıdır.

3.4.2.2 Yük gemilerinde, çalışma sırasında, güç ünitelerinin tümü tarafından 3.2.1.2 ve 4.1'deki şartlar sağlanacak şekilde, bu güç üniteleri dizayn edilmelidir.

10.000 GRT ve daha büyük tanker, kimyasal tanker veya gaz taşıyıcılarının ana dümen makinası aşağıda belirtilen şekillerde olabilir:

- Her biri 3.2.1 ve 4.1'de belirtilen istekleri sağlayabilen bağımsız ve ayrı güç sistemi (güç üniteleri, hidrolik borular, güç aktüatörü), veya

- 3.2.1 ve 4.1'deki istekleri karşılayan, normal çalışmada birlikte çalışan en az iki adet eşdeğer güç sistemi.

3.4.2.3 Ana dümen makinası içindeki borular dâhil herhangi bir elemanın hasarlanması halinde, dümen yekesi veya benzeri türden yapısal parçalar, ayrıca silindir ile döner kanatlar (rotary vane) ve gövdesi hariç tutulmak üzere, tekrar çabuk bir şekilde kontrolü sağlayabilen bir sistem tesis edilmelidir.

10.000 GRT ve daha büyük tanker kimyasal tankerler veya gaz taşıyıcıları için manevra yeteneği 45 saniye içerisinde tekrar sağlanacaktır.

3.4.2.4 Hidrolik yağının kaybedilmesi halinde, ikinci kumanda sisteminin tam olarak çalışır durumunda kalabilmesi için, hasarlı sistem izole edilebilmelidir.

3.5 Dümen açısının sınırlanması ve güç dişlisinin durması

Dümen makineleri dümen durmadan önce dümeni durdurmak için sınırlama düğmeleri gibi çalışmayı kolaylaştırıcı donanıma sahip olmalıdır. Bu tür düzenekler dümen rodunun hareketi ile uyumlu olmalı ve dümen yekesi tahrikçisinin (aktüatör) içinde yer almalıdır. Ancak bu tür düzeneklerin dümen kontrol sistemiyle kumanda edilmesine izin verilmez.

Makine gücüyle çalışan dümen makinelerinde, dümenin alabandalara dönme açısı normal koşullarda 35°'lik bir dümen açısı için, dümen makinasındaki sınırlandırma düğmeleri gibi düzenekler yardımıyla sınırlanmalıdır. Bu miktardan olan sapmalara, yalnızca **TL**'nun rızasına bağlı olarak müsaade edilebilir.

3.6 Son durum için sınırlayıcı

Yekenin ve kadranların döndürülerek erişeceği en son konum için öngörülecek stopperler hakkında, Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 18, G'ye bakınız.

Yeke ve benzer sayılabilecek elemanlar için, nihayet durumu sınırlayıcısı bulunmayan hidrolik dümen makinelerinde, dümen aktüatöründe bir nihayet durumu sınırlayıcısı mevcut olmalıdır.

3.7 Kilitleme donanımı

Dümen makinası, dümeni herhangi bir pozisyonda sabit kılmaya yarayan bir kilitleme tertibatı ile donatılmış olmalıdır (Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 18, G'ye de bakınız).

Eğer, hidrolik donanımının kapatma düzeneği direkt olarak silindirlerde veya döner kanatlı gövdede yerleştirilmişse; bu halde özel kilitleme tertibatından vazgeçilebilir.

Silindir üniteli dümen makinelerinde üniteler birbirinden bağımsız olarak çalışıyorsa, kapama cihazlarının silindir üzerine doğrudan yerleştirilmesine gerek yoktur.

3.8 Aşırı yüke karşı korunma ve basınç düşürme vanaları

3.8.1 Makine gücü ile çalışan dümen makineleri, çalıştıran taraftaki uygulanan momenti maksimum müsaade edilebilen değerde tutabilen aşırı yüklenmeye karşı bir koruyucu ile (kaymalı kaplinler, güvenlik vanası vs) donatılmalıdır.

Emniyet valflerinin tasarım ve ayarları, cevap eşiği, maksimum izin verilebilir çalışma basıncının %10'dan fazla geçmesine izin vermeyecek şekilde olmalıdır..

Aşırı yüke karşı koruyucu cihaz, yetkisiz kimseler tarafından ayarının değiştirilmesine karşı emniyet altına

alınmış olmalıdır. Çalışma esnasında bunların ayarları kontrol edilebilmelidir.

3.7'ye göre kilitleme tertibatı da bulunan hidrolik dümen makinelerinin basınç altındaki gövdeleri, dümen şaftına akma sınırı momenti uygulandığında oluşan basınç, basınç altındaki gövdelerde parçalanmaya veya kalıcı şekil değiştirmeye neden olmayacak şekilde tasarımlanmadıkları takdirde güvenlik vanaları ile donatılacaktır.

3.8.2 SOLAS II-1, Kural 29.2.3 gereği, izole edilebilen ve içinde güç kaynağından veya dış kuvvetlerden kaynaklanan basınç oluşabilen hidrolik sistemin bir kısmının korunması için emniyet valfleri sağlanmalıdır. Güvenlik vanaları aşağıdaki kural isteklerini karşılamalıdır:

- Güvenlik vanaları en yüksek çalışma basıncının 1,25 katından daha büyük ancak dümen makinasının tasarım basıncından daha düşük bir basınç değerine ayarlanmalıdır (maksimum çalışma basıncı ve tasarım basıncının tanımı 4.1'e göredir).

- Güvenlik vanalarının en düşük boşaltma kapasitesi, pompaların toplam kapasitesinin 1,25 katından az olmamalıdır.

Bu ayarlamayla sistemde vanaların ayar basıncının 1,1 katından daha büyük pik basınçlar engellenmiş olur. Bu bakımdan, yakıtın viskozitesine göre çevre koşullarının önceden belirlenmesi büyük önem taşımaktadır.

TL güvenlik vanalarıyla alakalı olarak ayrıca boşaltma kapasitesi deneyi ve/veya şok dayanıklılık deneyi isteme hakkına sahiptir.

3.9 Kumanda-kontrol

3.9.1 Ana ve yardımcı dümen makineleri kumanda köprüsündeki bir kumanda yerinden çalıştırılmalıdır. Makinelerin kumandaları birbirinden bağımsız olmalı ve dümen, istek dışı hareket edemeyecek şekilde tertiplenmiş olmalıdır.

3.9.2 Dümen dairesindeki bir kumanda mahallinden de dümene kumanda edilebilmelidir. Güç iletim sistemi, ana dümen kumanda mahallindekinden bağımsız olmalıdır.

3.9.3 Kumanda köprüsü ile tüm diğer kumanda mahalleri ve dümen dairesi arasında uygun iletişim olanakları sağlanmalıdır.

3.9.4 Dümen makinasında, dümenin kumanda kabiliyetini azaltabilecek bir elemanın (örneğin; değişken debili pompanın veya akış kumanda vanasının ayar tertibatının) arızalanması, kumanda kabiliyetinin azalması başka türlü önlenmiyorsa kumanda köprüsünün dümen mahallinde görsel ve sesli alarm ile belirtilmelidir.

3.10 Dümen açısı göstergeleri

3.10.1 Kumanda köprüsünde ve diğer dümen kumanda mahallerinde, dümenin o andaki durumu, açıkça görülebilir olmalıdır. Elektrikli veya hidrolik kumandalı sistemlerde dümen açısı, bizzat dümen şaftı tarafından veya bununla rijit olarak bağımsız elemanlarla hareket ettirilebilen bir tertibatla (dümen pozisyonu göstergesi) gösterilebilmelidir. Ana ve yardımcı dümen makinelerinin zamana bağlı kumandalarında, dümenin gemi ortasına göre durumu, ek bir tertibatla (ihbar lambası veya benzeri) köprü üzerinde takip edilebilmelidir. İkinci kumanda sistemi elle çalıştırılan bir hidrolik donanım dahi olsa, genellikle bu gösterge temin edilmelidir. Bu hususta, Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 9, C.'de verilmiş olan elektrikli tesisatlar hakkındaki kurallara da bakınız.

3.10.2 Her an dümenin almış olduğu pozisyon dümen makinası üzerinde de görülmelidir.

Ayrıca ek bir dümen pozisyon göstergesinin makine mahallinde bulunması tavsiye edilir.

3.11 Boru devreleri ve hortumlar

3.11.1 Hidrolik dümen makinasının boru devreleri, kolayca erişilebilir yerlere ve hasarlara karşı korunmuş olarak döşenmelidir.

Hidrolik dümen makinelerinin boru devresi parçaları arasında güç iletimini kolaylaştıracak şekilde tasarımlanmalıdır.

Hidrolik sistemler gerektiğinde havasının alınabileceği düzeneğe sahip olmalıdır.

Boru devreleri, gemi dış kaplamasından yeterli uzaklıkta olmalıdır. Mümkünse boru devreleri, kargo mahallerinden geçirilmemelidir.

Bu boru devrelerinin, diğer hidrolik sistemlerle iştiraki olmamalıdır.

3.11.2 Borular, bağlantılar, vanalar, flençler ve diğer fitingler **TL** kurallarında Sınıf 1'e giren parçalar için geçerli kural isteklerini karşılamalıdır. Tasarım basıncı 1.3.9'da belirtildiği gibi olacaktır.

Boruların, valflerin, fitinglerin, basınçlı kapların ve diğerlerinin tasarım ve ölçülendirilmesi için, Bölüm 14'e ve Bölüm 16, A, B, C, D ve U'ya bakınız.

3.11.3 **TL** tip onayına sahip hortum bağlantıları normal çalışma koşullarında burulmaya uğramayacak ancak esnek bağlantının gerektiği 2 nokta arasında kurulmalıdır. Bağlantı hortumu makinenin çalışmasını sağlayacak uzunlukta ve esneklikte olmalıdır.

Hortumlar tasarımlandıkları söz konusu çevre koşullarında, basınçta, sıcaklıkta ve tasarımlandığı akışkan cinsiyle çalışmaya uygun, tanınmış standartlara göre tasarımlanmış, yüksek basınçlara dayanıklı hidrolik tip olmalıdır.

Hortumların yarılma/patlama basıncı tasarım basıncının 4 katından daha az olmamalıdır.

3.12 Yağ seviyesi göstergeleri, süzgeçler

3.12.1 Hidrolik sistem içinde yer alan tanklar, yağ seviyesi göstergesi ile donatılmalıdır.

3.12.2 Müsaade edilebilen en alçak yağ seviyesi izlenebilmelidir. Bunun için kaptan köşküne, makine dairesine veya makine kontrol odasına görsel ve sesli alarm tertiplenmelidir. Kumanda köprüsündeki alarm, tekil alarm olacaktır.

3.12.3 İş akışkanının temizlenmesi için boru devresine süzgeçler konulmalıdır. Hidrolik sistemin tipi ve tasarımı göz önüne alınarak, hidrolik akışkanın temizliğinin sürdürülmesi ile ilgili düzenlemeler yapılacaktır.

3.13 Depolama tankı

Hidrolik güç ile çalışan ana dümen makinelerinde, servis tankı da dahil olmak üzere, en az bir kumanda sistemini tekrar doldurabilecek yeterli hacimde ve sabit olarak monte edilmiş bir depolama tankı bulunmalıdır.

Dümen dairesindeki bir yerden kumanda sistemini tekrar doldurabilmek için, bu depolama tankı sabit olarak döşenmiş borularla kumanda sistemine bağlanmalıdır.

3.14 Yerleştirme

Dümen makinası kolayca erişilebilecek ve bakım-tutumu yapılabilecek şekilde yerleştirilmelidir.

3.15 Elektrik donanımı

Dümen makinasının elektrik donanımı için **TL**'nun Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 7, A'da yer alan kural istekleri karşılanmalıdır.

3.16 Alternatif güç kaynağı

SOLAS Kısım II-1, Kural 29.14 istekleri gereği alternatif güç kaynağı olarak bir jeneratör veya bir pompa tahrik motorunun kullanıldığı yerlerde, acil durum jeneratörlerinin otomatik çalıştırılma yöntemine uygun otomatik çalıştırma düzeneği kurulmalıdır.

Her bir itici ünite için sevk gücünün 2500 kW'ı aştığı durumlarda alternatif bir güç beslemesi, 1.4.2'deki gereklilikleri sağlayacak şekilde en azından dümen donanımlarını besleyecek şekilde olmalı ve aynı zamanda kontrol sistemi ve dümen sistemi cevap göstergesi 45 s. içerisinde otomatik olarak elektriksel gücün emercensi kaynağından veya dümen dairesinde bulunan bağımsız güç kaynağından ihtiyacı karşılamalıdır. Bağımsız güç kaynağı sadece bu amaç için kullanılmalıdır.

10000 gros ton ve üzeri tüm gemilerde alternatif güç beslemesi, devamlı çalışmada en az 30 dakika ve diğer

gemilerde en az 10 dakika çalışacak kapasitede olmalıdır.

3.17 Temellerie Yerleştirme

Dümen makinasının yerine oturtulması için Bölüm 2, K'daki kurallar uygulanmalıdır. Reçineler üzerine oturtulması durumunda, dümen yatak kuvvetlerinde olduğu gibi dümen şaftının elastik sınır momentine göre kuvvetler kaynakla tutturulmuş stopperler aracığıyla gemi bünyesine iletilmelidir.

3.18 İzleme, gözleme ve alarm sistemi

3.18.1 Dümen açısı göstergeleri dahil izleme, görüntüleme ve alarm sistemleri **TL** isteklerine uygun tasarımlanacak, inşa edilecek ve denenecektir.

3.18.2 Bir tekil arızadan dolayı hidrolik kilitlenmenin dümen tutmayı engellediği yerlerde, sesli ve ışıklı alarm sistemiyle sistem arızası kaptan köşkünden duyulabilmelidir.

Görsel ve ışıklı alarm sistemi aşağıdaki durumlar gerçekleştiğinde etkin hale geçmelidir:

- Değişken hacimli (deplasmanlı) pompa kontrol sistemi yönetim komutlarına yanıt vermiyorsa veya,

- Sabit debili pompa sisteminde 3 yollu vana veya benzer vana yanlış konumda ise.

3.19 Çalıştırma yönergeleri

3.19.1 Kaptan köşkünde dümen kumanda kontrol merkezinin yakınında uygun görülen yerlere aşağıda belirtilen standart uyarı levhası asılmalıdır:

DİKKAT

GÜÇ ÜNİTELERİNDEN 2 TANESİ AYNI ANDA ÇALIŞTIRILDIĞINDA, DÜMEN HELM POMPASINA TEPKİ VERMEYEBİLİR. BÖYLE DURUMLARDA KONTROL GERİ KAZANILINCAYA KADAR, POMPALARI DURDURUNUZ.

Yukarıdaki uyarı levhası aynı anda çalıştırılacak 2 ayrı güç ünitesine sahip dümen makineleri için gereklidir. Normalde, 2 güç ünitesinin her birisi kendisine ait ayrı kumanda-kontrol düzeneğine sahip olsa da ve güç üniteleri ayrık çalıştırılsalar dahi eğer kısmen ya da ortaklaşa çalışabiliyorlarsa; bu tip güç üniteleri aynı anda çalıştırılan güç kaynakları olarak değerlendirilecektir.

3.19.2 SOLAS 1986'ya giren gemilerde uygulama fırsatı bulunduğunda en azından yukarıdaki uyarı levhası konulacaktır.

4. Boyutlandırma

Dümen makinasının gücü 3.2 ve 3.3'deki kural gereklerini karşılamalıdır. Aynı zamanda SOLAS Chapter II-1, Part C, Reg.29'a bakınız.

4.1 Dümen döndürme momentleri

4.1.1 Gerekli en küçük moment

Dümen makinasının tasarım momenti **TL**'na sunulan dümen veya dümen makinası resimlerinde dümenin çalışabileceği beklenen moment değerinden az olamaz.

Dümen için çalışabilmesi umulan moment değeri dümen yapısal dayanım hesaplarında kullanılan moment değeri değildir.

4.1.2 İletilen etkin moment

Dümen makinesine iletilen M_{max} momenti 4.1.3'de açıklandığı gibi izin verilen en büyük moment M_{perm} değerinden büyük olamaz. İletilen moment (M_{max}) basınç düşürme vanasının ayarlandığı değeri belirler ve aşağıdaki (1a, b, c ve 2), denklemlerden hangisi büyükse o alınır:

Teleskopik silindirli / koçbaşı tipi hareket verici (aktüatör):

$$M_{max} = P \cdot N \cdot A \cdot L_2/(C \cdot \cos^2\theta) \quad \text{[Nm]} \qquad (1a)$$

Kelebek vana tipi hareket vericiler için:

$$M_{max} = P \cdot N \cdot A \cdot L_2/C \quad \text{[Nm]} \qquad (1b)$$

Bağlantılı silindir tip hareket verici için:

$$M_{max} = P \cdot N \cdot A \cdot L_2/(C \cdot \cos^2\theta) \quad \text{[Nm]} \qquad (1c)$$

Tüm dümen makinası tiplerinde :

$$M_{max} = \frac{\left(\frac{D_t}{N_u}\right)^3}{k_r} \quad \text{[Nm]} \qquad (2)$$

$$k_r = \left(\frac{n_y}{R_{eH}}\right)^e \qquad (3)$$

Burada;

A = Piston veya vana kesit alanı, [mm^2]

C = 10,000, Faktör,

D_t = Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 18, C.1 ve 14, D.10'a göre, ileri ve geri hareket ile ilgili formülden hesaplanan gerekli hidrodinamik dümen döndürme momentinden elde edilen teorik dümen şaftı çapı. [mm]

e = 0,75 R_{eH} >235 N/mm^2 için

= 1,00 R_{eH} ≤ 235 N/mm^2 için

k_r = Dümen rodu için malzeme faktörü, (3) nolu formülle hesaplanacaktır,

L_2 = Moment kolu, dümen açısı 0° iken dümen rodu merkezinden yeke koluna etkiyen kuvvetin uygulama noktası arasındaki mesafe, [m]

n_y = 235 N/mm^2, Akma sınırı için referans değer, [N/mm^2]

N = Etkin pistonların veya vanaların sayısı,

N_u = 4.2, Faktör,

R_{eH} = Dümen şaftı malzemesinin akma sınırı, 450 N/mm^2 veya 0,7 R_m'den büyük alınmasına gerek yoktur ve bunların en küçüğü alınır [N/mm^2]

R_m = Malzemenin en düşük çekme gerilmesi [N/mm^2]

θ = İzin verilen en büyük dümen açısı, (normalde 35°). [derece]

4.1.3 Dümen rodu için izin verilen en büyük moment

Dümen makinasının aşırı yüke karşı özellikle korunma hesabı yapılmayan parçalarının tasarım hesapları dümen roduna etkiyen izin verilen en büyük moment değerine göre yapılmalıdır. Gerçek dümen rodu çapı için izin verilen en büyük moment M_{perm} aşağıdaki formülle hesaplanacaktır:

$$M_{perm} = \frac{2 \cdot \left(\frac{D}{N_u}\right)^3}{k_r} \quad \text{[Nm]} \qquad (4)$$

Burada;

D = Gerçek dümen roduna ait minimum çap. [mm] Gerçek dümen rodu çapının 1,145 D_t den büyük alınmalıdır.

4.1.4 Dümen makinasının en büyük momenti (torku) **TL** Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 18, B.1.2, B.2.2 ve B.2.3'e göre hesaplanacak olan dümen roduna etkimesi gereken hidrodinamik moment ile dişli donanımının yaratacağı sürtünme momentlerinin toplamından daha büyük olmalıdır.

4.2 Dümen sisteminde oluşan gerilmeler ve dinamik yükler

4.2.1 Dümen makinası 4.1'de belirtilen kural isteklerini karşılayacak şekilde çalışması halinde; çalışma basıncının en yüksek değeri dümen sisteminde oluşabilecek en yüksek basınç değeri alınır.

4.2.2 Maksimum çalışma basıncının **(1)** belirlenmesi için ek olarak, boru devresi dahil dümen makinasındaki sürtünme kayıpları da göz önünde bulundurulmalıdır. Güvenlik vanaları bu basınca göre ayarlanmalıdır.

(1) *Bu maksimum basınç SOLAS Kısım II-1, Kural 29 madde 2.2 ve 2.3'deki tasarım basıncı ile karşılaştırılabilir.*

4.2.3 İç hidrolik basınca maruz dümen sistemi elemanları ile boru hattının desteklenmeyen boylarının hesabı için tasarım basıncı P_d'nin değeri yukarıda açıklandığı gibi ve basınç düşürme vanasının ayar değerinden az da olmamak kaydıyla en büyük çalışma basıncının en az 1,25 katı alınmalıdır. (bkz 3.8.2).

4.2.4 Dümen tahrikçileri Bölüm 14 isteklerine uygun tasarımlanmalıdır. Ancak izin verilen en yüksek gerilme S değeri aşağıda belirtilen oranların en küçüğünü aşamaz:

$$\frac{U}{A} \quad \text{veya} \quad \frac{Y}{B}$$

Burada;

Y = Çevre sıcaklığında en düşük akma gerilmesi veya malzemenin %2 emniyet gerilmesi, [N/mm^2]

U = Çevre sıcaklığında malzemenin en düşük çekme gerilmesi. [N/mm^2]

A = 3,5, Çelik için faktör,

= 4,0, Dökme çelik için faktör,

= 5,0, Nodüler dökme demir için faktör

B = 1,7, Çelik için faktör,

= 2,0, Dökme çelik için faktör,

= 3,0, Nodüler dökme demir için faktör

Yakıt, kimyasal veya sıvılaştırılmış gaz taşıyan ve tonajı 10.000 GRT'den büyük, ancak 100.000 DWT'den küçük ve üstelik ikiz dümen tahrikçisine (aktüatör) sahip olmayan tankerler için **TL** Yağ veya Yakıt Taşıyıcıları, Kimyasal Tankerler ve Gaz Taşıyıcıları ile ilgili dökümanlara başvurulmalıdır.

4.2.5 SOLAS Kısım II-1, Kural 29.2.2 ve 29.17.2 ve bunlara ek öneriler ya da tavsiye kararlarına göre yorulma ve kırılma mekaniği analizi için göz önüne alınacak dinamik yükler **TL** ile görüşülüp onaylanarak belirlenecektir.

Uzun süreli çalışma ve yorulma yığılması durumları da hesaplamalarda göz önüne alınacaktır.

4.3 Eşdeğer dümen rodu çapı

4.3.1 Bir dümen makinası tarafından çalıştırılan birden fazla dümenin olması durumunda, ilgili çap aşağıdaki formüllere göre bulunmalıdır:

$$D_{ti} = \sqrt[3]{D_{t1}^3 + D_{t2}^3 + ... + D_{tn}^3} \qquad (5)$$

4.3.2 Senkronizasyon

4.3.2.1 Genel

Dümenlerin hareketlerinin senkronizasyonu için aşağıda belirtilen sistemlerden biri konulacaktır:

- Bir mekanik kaplin, veya
- Otomatik senkronizasyon ayarlaması yapan diğer sistemler

4.3.2.2 Mekanik olmayan senkronizasyon

Dümen hareketinin senkronize edilmesi mekanik bir kaplin tarafından yerine getirilmiyorsa, aşağıdaki koşullar sağlanacaktır:

a) Her dümenin açısal konumu kaptan köşkünde gösterilecektir.

b) Dümen açı göstergeleri birbirlerinden ve özellikle senkronizasyon sisteminden bağımsız olacaktır.

c) Senkronizasyon sisteminin arızalanması halinde, bu sistemin, manevra kabiliyeti sürdürülebilecek veya yeniden geri kazanılacak şekilde, devre dışına alınması sağlanacaktır, A.7'ye de bakınız.

4.4 Güç ileten elemanların tasarımı

4.4.1 Aşırı yüke karşı korunmayan dümen makinasının parçalarının tasarım hesaplamalarında dümen roduna etkiyen izin verilen en yüksek moment değeri 4.1.3'e uygun belirlenmelidir.

Bu şekilde belirlenen dümen makinesine ait elemanlara gelen gerilmeler, kullanılan malzemenin akma sınırının altında olmalıdır. Dümen makinasının aşırı yüke karşı korunmuş elemanlarının hesabında, aşırı yüke karşı koruyucuların ayarlandığı sınır değere karşıt gelen yük değerleri esas alınacaktır.

4.4.2 Çekme mukavemeti 500 N/mm^2'ye kadar olan malzemelerden yapılmış dümen yekesi ve döner kanatçıkların (rotary vane) göbekleri, kuvvetin uygulanma alanında aşağıdaki koşulları sağlamalıdır (Şekil 9.1'e bakınız):

Göbek yüksekliği $H \geq 1{,}0\ D$ [mm]

Dış çap $D_a \geq 1{,}8\ D$ [mm]

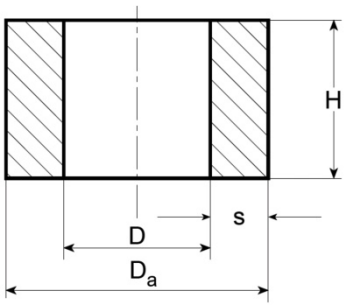
Özel durumlarda dış çap aşağıdaki değere indirilebilir:

$$D_a = 1{,}7 \cdot D \qquad \text{[mm]} \qquad (6)$$

Bununla beraber, göbek yüksekliği aşağıdaki değerden daha küçük olamaz

$$H = 1{,}14 \cdot D \qquad \text{[mm]} \qquad (7)$$

4.4.3 Çekme mukavemeti 500 N/mm^2'den daha büyük malzemelerin kullanılması halinde, göbek kesiti %10 azaltılabilir.



Şekil 9.1 Göbek boyutları

4.4.4 Eğer güç nakli iki parçalı sıkma veya konik bağlantıyla gerçekleşiyorsa, akma sınırı momenti, yeterli şekilde sıkılmış cıvatalar ve kama kullanılmak suretiyle, sürtünme direnci ile pozitif bağlama mekanizmasının bir bileşimi olarak nakledilir.

Formül (4)'e göre izin verilen en yüksek akma sınırı momenti için cıvataların diş dibi çapı aşağıdaki formülle bulunur:

$$d_k \geq 9{,}76 \cdot D \sqrt{\frac{1}{z \cdot k_r \cdot R_{eH,bolt}}} \qquad \text{[mm]} \qquad (8)$$

Burada;

z = Toplam cıvata sayısı, [-]

$R_{eH,bolt}$= Cıvata malzemesinin minimum akma dayanımı [N/mm^2]

4.4.5 İki parçalı sıkma bağlantılarının parçalı göbekleri, en az dört cıvata ile birleştirilmelidir.

Kama, sıkma parçalarının ek yerlerine getirilmemelidir.

4.4.6 Dümen yekesinin veya döner kanatçıkların dümen rodu ile birleştirilmesinde basınçlı yağ yöntemi kullanılması durumunda, elastisite teorisine dayanan hesaplama yöntemleri kullanılmalıdır. Burada elastik sınırı momenti esasına göre olan hesaplarda, sürtünme katsayısı, çelik için μ_o = 0,15 ve nodüler dökme demir için μ_o = 0,12 alınmalıdır. p yüzey basıncından ve sıkı geçme birleştirme ölçülerinden bulunan karşıt teğetsel gerilme değerleri ile elde edilen Von Mises'e ait eşdeğer gerilmesi, kullanılan malzemenin akma sınırının %80'ini geçmemelidir.

4.4.7 Dümen yekesinin veya döner kanatçıkların dümen şaftına birleştirilmesinde çevresel germe elemanları kullanılması halinde, sürtünme katsayısı μ_o = 0,12 olduğu kabul edilerek hesaplarda, maksimum dönme momentinin (ancak elastik sınır dönme momentinden büyük değil) iki buçuk katı esas alınır. p yüzey basıncından ve sıkı geçme birleştirme ölçülerine göre ilgili teğetsel gerilme değerlerinden elde edilen Von Mises eşdeğer gerilmesi, kullanılan malzemenin akma sınırının %80'ini geçmemelidir.

Birden fazla çevresel germe elemanı kullanılıyorsa, iletilen dönme momenti, bir zayıflama faktörü 0,9 kabul edilerek, tekil dönme momentinin toplamından elde edilir.

5. Denemeler ve Belgelendirme

5.1 Genel

Dümen makinasının parçaları, aşağıda yer alan kural isteklerine göre üretici mahallinde **TL** sörveyörü tarafından, kontrolden geçirilecek, test edilecek ve uygun olması durumunda sertifikalandırılacaktır.

Hidrolik yağ pompalarının uygunluk açısından belgelendirilmesi Bölüm 16 ve 5.3.1.3 isteklerine göre yapılacaktır.

Hidrolik testler dahil olmak üzere sınıf 1'e giren basınçlı kaplar, borular ve bağlı donanım için geliştirilen **TL** kural istekleri uygulanacaktır. Bölüm 14'e bakınız.

5.2 Malzeme testi

Dümen makineleri ve aksamının testleri için 2.2'ye bakınız.

5.3 Güç ünitelerinin ilk örneğinin (prototip) denenmesi

5.3.1 Güç ünitelerinin, üretici atölyesinde test standı üzerinde denemeleri yapılmalıdır.

Her yeni dizayn edilen güç ünitesi pompasının prototipi tip testinden geçirilecektir.

Tip testleri en az 100 saat sürecektir.

Tip testleri pompanın boşta (rölantide) yüksüz durumdayken, en büyük basma kapasitesindeyken ve en yüksek çalışma basıncı değerindeyken gerçekleştirilecektir.

Test, onaylı bir program çerçevesinde en az aşağıdakileri içerecek şekilde gereçekleştirilecek:

- Pompa ve strok kontrolü, (veya yön kontrol valfi) sürekli akış ve basınç ayar valfi tek bir yönde boşta tam akışla çalışırken ve karşı yönde basınç ayar valfi çalışırken yapılmalıdır.

- Pompa emiş koşulları, öngörülen en düşük emme basıncında simüle etmelidir. Güç üniteleri anormal ısınmalara, aşırı titreşimlere veya başkaca diğer anormalliklere karşı kontrol edilmelidir. Testten sonra güç ünitesinin pompası sökülmeli ve parçaları sörveyörün gözetiminde incelenmelidir.

- Deney sırasında, boşta çalışma rejiminden en büyük basma kapasitesinde çalışma rejimine veya en yüksek çalışma basıncı rejimine geçiş yapılmalıdır. Bir çalışma koşulundan başka bir çalışma koşuluna geçişler olabildiğince çabuk gerçekleşmelidir. Tüm deney boyunca, anormal ısınmalara, aşırı titreşimlere ve başkaca diğer anormalliklere izin verilmez.

- Deneyden sonra pompa sökülmeli ve parçaları incelenmelidir.

Deniz sektör uygulamalarında güvenlilirliği kanıtlanmış güç üniteleri için tip deneyi aranmayabilir.

5.3.1.1 Dizel motorları için Bölüm 2'ye bakınız.

5.3.1.2 Elektrik motorları için Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 7.A'ya bakınız.

5.3.1.3 Hidrolik pompalar ve motorlar için "Pompaların Dizayn, Yapım ve Testleri için Kurallar" uygulanacaktır. Tahrik gücü 50 kW veya üstünde ise, denemeler **TL** sörveyörü gözetiminde yapılmalıdır.

5.3.2 Dümen roduna mekanik kuvvetleri ileten tüm parçalar **TL**'nun öngördüğü deneylerden geçirilecektir.

5.3.3 Dümen makineleri gemiye yerleştirildikten sonra; güç üniteleri, dümen harekete geçirisi (aktüatör) ve boru devresi çalışır durumdayken basınç düşürme vanalarının ayarlandığı basınç değerinin %110'una eşit hidrostatik basınç deneyinden geçirilecektir. Deney **TL** sörveyörü katılımıyla gerçekleştirilecek ve basınç ayar vanasının çalışması da kontrol edilecektir (bkz 5.4 ve 5.5).

5.4 Basınç ve sızdırmazlık deneyleri

Basınç altındaki elemanlar bir basınç deneyinden geçirilmelidir.

Deney basıncı, P_t aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$P_t = 1{,}5 \cdot P_d \quad (9)$$

Bununla birlikte, 200 barın üstünde çalışma basınçları için test basıncının P+100 bar değerini geçmesine gerek yoktur [bar].

Borular, bunların vanaları ve donanımı için, Bölüm 16, B.4 ve U.5'e bakınız.

Gerekli görülen yapım parçalarında sızdırmazlık testleri yapılmalıdır.

5.5 Son kontroller ve çalıştırma denemesi

Tekil parçaların muayenelerinin ardından ve montajdan sonra, dümen makinasının son kontrolden ve çalıştırma denemesinden geçirilmesi istenir. Bu safhada diğer hususların yanında aşırı yüklemeye karşı koruma düzeni ayar edilmelidir.

6. Seyir tecrübeleri

Dümen makinasının çalışma durumu, seyir tecrübesi esnasında kontrol edilmelidir. Bu amaçla 3.2.1 ve 3.3.1'e uygun şekilde minimum bir istek olarak, zig zag (Z) manevra tecrübesi yapılmalıdır.

Dümen makineleri **TL** sörveyörünün katılacağı seyir tecrübesi sırasında deneylerden geçirilecektir. **TL** kural isteklerinin karşılanıp karşılanmadığının **TL** sörveyörü tarafından kontrol edileceği seyir tecrübesi deneyleri sırasında aşağıdaki başlıklar değerlendirmeye alınacaktır:

- Dümen makinası SOLAS II-1 Kural 29.3.2 ve 29.4.2 isteklerine uygun performans sergilemelidir. Piç kontrollü pervaneler için pervane kanadının piç adımı tasarımlandığı en yüksek adım değerinde olmalı ve geminin ileri seyrinde tasarımlandığı en yüksek devir hızında (devir/dakika) dönmelidir.

- Birbirleri arasında güç aktarımı yapılabilen üniteler varsa onlar da dâhil olmak üzere dümen makinası güç üniteleri,

- Dümen tutma yeteneğinin yeniden kazanması ölçmek ve değerlendirmek üzere güç çalıştırma sisteminin yalıtımı (geçici devre dışı kalması)

- Hidrolik yağ yeniden doldurma sistemi.

- SOLAS II-1, Kural 29.14 gereği sağlanması gereken acil güç değeri

- Dümen makinasının yerel ve genel kumanda-kontrolü ile yerel-genel kontrol için kumanda komut aktarımı.

- Dümen kontrol merkezi, makine dairesi ve dümen odası arasındaki iletişim yolları,

- SOLAS II-1, 29 ve 30 nolu kuralları ile 3.18'de belirtilen kural isteklerini karşılaması koşuluyla alarmlar ve göstergelerin tersanede yapılmasına izin verilebilir.

- Dümen makinası hidrolik kilitlenmeye karşı tasarımlanmış/donatılmış ise, bu özelliğini açığa koyacak denemeler yapılacaktır.

- Durma zamanı, rotası ve mesafesi seyir tecrübesinde kaydedilmeli, seyir tecrübesi sonuçlarıyla çift sevk/dümen düzeneğine sahip gemilerin bu ekipmanlardan bir yada daha fazlası çalışmazken seyir ve manevra yapma kabiliyetlerine karar vermek için kaptan ya da belirlenen personelin kullanması için gemide bulunmalıdır.

SOLAS II-1, Kural 29.3.2 ve 29.4.2'deki performans gerekliliklerinii karşılamak için, en derin draftta seyrederken bu performans isteklerini karşılamak zorundadırlar.. Bunu kanıtlamak için **ISO 19019** "Seagoing vessels and marine technology – Instructions for planning, carrying out and reporting sea trials" standardının 6.1.5.1 maddesi ile uyumlu olacak şekilde denemeler gerçekleştirilebilecektir.

Gemi en derin draftında değilken gerçekleştirilen tecrübelerde yükleme koşulu, aşağıdaki koşullarda kabul edilebilir:

1. Dümen tam batmış durumda (sıfır hız su hattında) ve gemi kabul edilebilir bir trim durumunda iken,

2. Tecrübe yükleme koşulunda dümen döndürme momenti eksiksiz bir şekilde öngörülmüştür (sistemin basınç ölçümü esas alınarak) ve en derin drafttaki eşdeğer döndürme momenti ve aktüatör basıncını belirlemek için aşağıdaki yöntemi kullanarak maksimum draft koşuluna ekstrapole edilerek:

$$Q_F = Q_T \alpha$$

$$\alpha = 1.25\left(\frac{A_F}{A_T}\right)\left(\frac{V_F}{V_T}\right)^2$$

Burada;

α ekstrapolasyon faktörü.

Q_F en derin çalışma draftı ve maksimum çalışma hızı koşulu için dümen rotu momenti

Q_T tecrübe koşulu için dümen rotu momenti

A_F en derin draft koşulunda, dümenin hareketli kısmının toplam suya batmış projeksiyon alanı

A_T seyir draftı koşulunda, dümenin hareketli kısmının toplam suya batmış projeksiyon alanı

V_F en derin draft koşulunda, ana makinanın maksimum devamlı devrine karşılık gelen, geminin kontrat dizayn hızı

V_T seyir koşulunda geminin ölçülen hızı (akıntı dikkate alınarak).

Dümen aktüatörü sistem basıncı, dümen rotu döndürme momenti ile lineer bağıntılı ise, yukarıdaki formül şu şekilde alınabilir:

$$P_F = P_T \alpha$$

Burada:

P_F en derin draft koşulunda, öngörülen dümen aktüatörü hidrolik basıncı

P_T seyir koşulunda, ölçülen maksimum aktüatör hidrolik basıncı.

Sabit hacimli sabit deplasman pompalarının kullanıldığı hallerde, en derin drafttaki öngörülen dümen aktüatörü hidrolik basıncı, dümen aktüatörünün belirlenen maksimum çalışma basıncından küçükse, kuralın karşılandığı kabul edilebilir. Değişken debili pompaların kullanımı halinde, manevra süresinin hesaplanmasını ve bu sürenin gereken süre ile karşılaştırılmasını sağlamak üzere, pompa datası sağlanmalı ve en derin drafta karşılık gelen akım miktarının belirlenmesinde kullanılmalıdır.

A_T'nin $0.95A_F$'den büyük olduğu hallerde, ekstrapolasyon yönteminin uygulanmasına gerek yoktur.

3. Alternatif olarak, tam yüklü seyir koşulunda ve servis hızındaki dümen rotu momentini belirlemek üzere, dizayner veya yapımcı hesaplamalı akışkan dinamiği (CFD) yöntemini veya deneysel araştırmaları kullanabilir. Bu hesaplamalar veya deneysel araştırmalar **TL** tarafından uygun bulunmalıdır.

Herhangi bir dümen donanımı tecrübesinde, ana makinenin en yüksek sürekli çalışmadaki devir sayısına ve tasarım piçine karşılık gelen gemi hızı uygulanır.

7. Tankerler için kurallar

7.1 Genel

Ana kurallara ek olarak, 10000 gros ton ve üzeri tankerlerin dümen donanımı aşağıdaki gerekliliklere uyulacaktır.

7.2 Dümen donanımının tasarım ve yerleşimi

10000 gros ton ve üzeri her tanker 7.3'e bağlı olarak aşağıdakiler ile uyumlu olmalıdır:

7.2.1 Dümen donanımının güç tahrik sisteminde dümen yekesi , kadran veya aynı amaca hizmet eden bileşenleri veya dümen aktüatörlerini sıkışması hariç, meydana gelebilecek herhangi bir tekil arızadan ötürü manevra kabiliyetinin kaybolması durumunda, manevra

kabiliyeti 45 s. süreyi geçmeyecek kazanabilecek şekilde düzenlenmelidir.

7.2.2 Ana dümen donanımı aşağıdakilerinden birini içerecektir:

7.2.2.1 İki tane bağımsız ve ayrı güç tahrik sistemler, her ikisi de dümeni 35º iskeleden 35º sancağa veya tersine gemi en derin draftta ve en yüksek seyir servis hızında giderken döndürebilecek yeterlilikte olmalıdır. Aynı koşullarda dümenin 35º iskeleden 30º sancağa veya tersine dönme süresi 28 s.den fazla olmamalıdır.

7.2.2.2 En az iki adet eş özellikte normal işletme şartlarında eş zamanlı olarak çalışan güç tahrikli sistem, dümeni 35º iskeleden 35º sancağa veya tersine gemi en derin draftta ve en yüksek seyir servis hızında giderken döndürebilecek yeterlilikte olmalıdır. Aynı koşullarda dümenin 35º iskeleden 30º sancağa veya tersine dönme süresi 28 s.den fazla olmamalıdır. Gerekmesi durumunda bu isteğe uymak için, hidrolik güç tahrik sistemleri arasına bağlantısı yapılmalıdır. Bir sistemden hidrolik akışkan kaybı olması durumunda bunu saptayabilecek ve diğer kısımların tamamıyla işlevsel kalması için, arızalı sistem otomatik olarak izole edebilecektir.

7.2.3 Hidrolik tipten başka dümen donanımı kullanılması durumunda donanım, eşdeğer standartlarda olmalıdır.

7.3 10000 gros ton ve üzeri ancak 100000 DWT'dan az tankerler için alternatif çözüm

7.3.1 Genel

10000 gros ton ve üzeri ancak 100000 DWT'dan az tankerler için 7.2.1'de açıklanandan farklı çözümlere, eşdeğer güvenlik standardı sağlanması koşuluyla, dümen aktüatörü veya aktüatörlerinin tekil arıza kriterinin uygulanmasına gerek kalmadan izin verilebilir:

7.3.1.1 Boru devresinin veya güç ünitelerinden birinin herhangi bir yerinde meydana gelebilecek tekil arızaya bağlı olarak manevra kabiliyetinin kaybolmasını takiben tekrardan manevra kabiliyetinin geri kazanılması 45 s. içinde olmalıdır, ve

7.3.1.2 Dümen donanımının sadece bir tane dümen aktüatörüne sahip ise, kırılma mekaniği ve yorulma analizini içeren tasarımda gerilme analizine kullanılan malzemeye, sızdırmazlık elemanlarının montajına, test ve muayenelere ve etkili bakım-tutuma özel önem verilmelidir.

7.3.2 Malzemeler

İç hidrolik basıncına maruz elemanlar ile mekanik kuvvetleri dümen roduna ileten parçalarda tanınmış standartlara uygun sünek malzemeler kullanılacaktır. Basınç altındaki elemanlar için kullanılacak malzemeler tanınmış basınçlı kaplar standartları ile uyumlu olmalıdır. Bu malzemeler %12'den az uzamaya ve 650 N/mm^2'yi geçecek çekme mukavemetine sahip olmamalıdır.

7.3.3 Tasarım

7.3.3.1 Tasarım basıncı

7.3.3.1.1 Tasarım basıncı, en az aşağıda belirtilen değerlerde olmalıdır:

7.3.3.1.1.1 İşletme şartlarında beklenen en yüksek çalışma basıncının 1,25 katı,

7.3.3.1.1.2 Basınç düşürme valfi ayarları.

7.3.3.2 Analiz

7.3.3.2.1 Dümen aktüatör üreticileri, istenilen servis için tasarımın uygunluğunu gösteren detaylı hesaplamaları **TL**'na sunmalıdır.

7.3.3.2.2 Tasarım basıncında gerilmelerin tespiti için aktüatörün basınç altındaki parçaların detaylı bir gerilme analizi yapılmalıdır.

7.3.3.2.3 Tasarımın karışıklığı veya üretim prosedürleri nedeniyle gerekli görüldüğü takdirde, bir yorulma analizi ve kırılma mekaniği analizi gerekli olabilir. Bu analizlerle bağlantılı olarak, öngörülen bütün dinamik yükler dikkate alınmalıdır. Tasarımın karışıklığına bağlı olarak, teorik hesapların yerine veya bunlara ek olarak deneysel gerilme analizi gerekli olabilir.

7.3.3.3 İzin verilen gerilmeler

7.3.3.3.1 İç hidrolik basınca bağlı olarak dümen aktüatör parçalarının genel boyutlandırmasını belirlemek amacıyla izin verilen gerilmeler aşağıdaki değerleri aşmamalıdır:

$\sigma_m \leq f$

$\sigma_\ell \leq 1.5\ f$

$\sigma_b \leq 1.5\ f$

$\sigma_\ell + \sigma_b \leq 1.5\ f$

$\sigma_m + \sigma_b \leq 1.5\ f$

Burada;

σ_m = Eşdeğer birincil genel membran gerilmesi

σ_ℓ = Eşdeğer birincil lokal membran gerilmesi

σ_b = Eşdeğer birincil eğilme gerilmesi

f = σ_B/A veya σ_y/B i değerlerinden az olanı

σ_B = Çevre sıcaklığında malzemenin belirtilen minimum çekme mukavemeti

σ_y = Çevre sıcaklığında malzemenin belirtilen minimum akma mukavemeti veya %0.2 zorlama gerilmesi

A ve B, aşağıdaki tablodan alınacaktır:

	Steel	Cast steel	Nodular cast iron
A	4	4.6	5.8
B	2	2.3	3.5

7.3.3.4 Patlama testi

7.3.3.4.1 Yorulma ve kırılma mekaniği analizi gerektirmeyen basınç altındakiparçaları, **TL**'nun uygun görmesi halinde patlama testi kabul edilebilir ve bu durumda 7.3.3.2.2 gereği istenen detaylı gerilme analizine gerek yoktur.

7.3.3.4.2 Minimum patlama basıncı aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$P_b = P \cdot A \cdot \frac{\sigma_{Ba}}{\sigma_B}$$

Burada;

P_b = Minimum patlama basıncı

P = 7.3.3.1.1'de tanımlanan tasarım basıncı

A = 7.3.3.3'deki tablodan

σ_{Ba} = Gerçek çekme mukavemeti

σ_B = 7.3.3.3'de tanımlanan çekme mukavemeti.

7.3.4 Yapı detayları

7.3.4.1 Genel

Yapı, gerilmelerin lokal yığılmasını minimuma indirecek şekilde olmalıdır.

7.3.4.2 Kaynaklar

7.3.4.2.1 Kaynak detayları ve kaynak prosedürleri onaylanmalıdır.

7.3.4.2.2 Dümen aktüatörünün basınç sınırındaki bütün kaynaklı birleştirmeler veya mekanik yükleri ileten bağlantı parçalarının kaynağı tam nüfuziyetli veya eşdeğer mukavemette olmalıdır.

7.3.4.3 Yağ keçesi

7.3.4.3.1 Hareket etmeyen parçalar arasındaki yağ keçeleri ile dış basınç sınırını oluşturan yağ keçeleri parça, metal-metal tip veya eşdeğeri olmalıdır.

7.3.4.3.2 Hareketli parçalar arasındaki yağ keçeleri ile dış basınç sınırını oluşturan yağ keçeleri duplike tipte bir tanesine problem olduğunda aktüatörü işlevsiz hale getirmeyecek şekilde olmalıdır.parça, metal-metal tip veya eşdeğeri olmalıdır. Alternatif yerleşimlerle sızıntıya karşı eşdeğer koruma sağlanması **TL**'nun uygun görmesi halinde kabul edilebilir.

7.3.4.4 İzolasyon valfleri

İzolasyon valfleri, aktüatöre giden boruların bağlantılarına yerleştirilmelidir ve doğrudan aktüatör üzerine monte edilmelidir.

7.3.4.5 Basınç düşürme valfleri

Aşırı basınca karşı dümen aktüatörlerini koruyan basınç düşürme valfleri aşağıdakilerle uyumlu olmalıdır:

7.3.4.5.1 Ayar basıncı, çalışma şartları altında maksimum çalışma basıncının 1,25 katından az olmamalıdır.

7.3.4.5.2 Basınç düşürme valflerinin minimum boşaltma kapasitesi, aktüatörlere güç sağlayan bütün pompaların toplam kapasitesinin % 10 fazlasından az olmamalıdır. Bazı koşullarda basınç artışı, ayar basıncının %10'nu aşmamalıdır. Bu bağlamda, yağ viskozitesi ile ilgili olarak öngörülen aşırı çevre koşulları göz önüne alınır.

7.3.5 Tahribatsız muayene

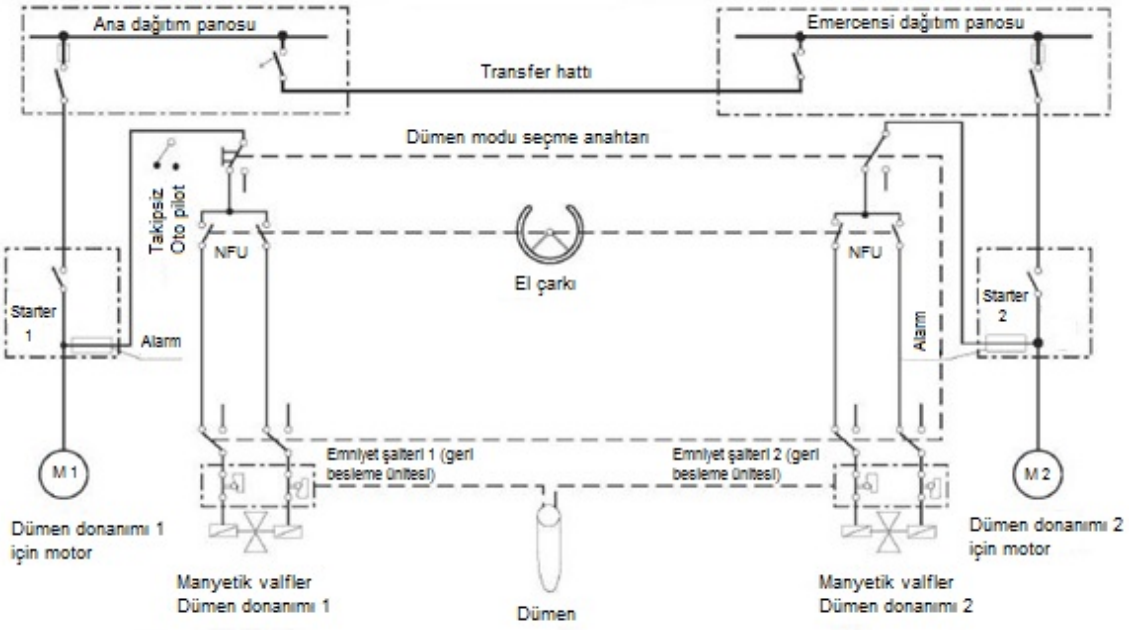
Dümen aktüatörü,yüzey ve hacimsel akışlardaki kusuları görmek için tahribatsız muayeneye tabi tutulacaktır. Tahribatsız muayene için prosedür ve kabul kriteri, tanınmış standartlarla uyumlu olmalıdır.

Eğer gerekli görülürse, maksimum izin verilebilir çatlak (kusur) boyutunu tespit etmek için kırılma mekaniği analizi kullanılabilir.

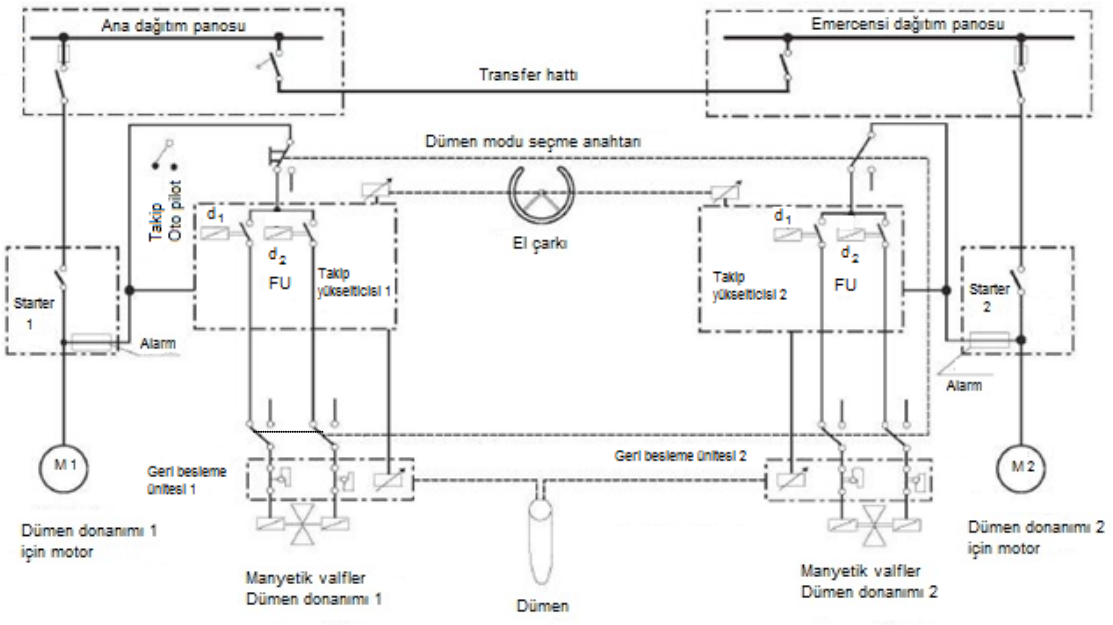
7.3.6 Test

7.3.6.1 Hidrostatik testleri içeren denemeler, tasarım basıncının 1,5 katında bütün basınç parçalarına uygulanmalıdır.

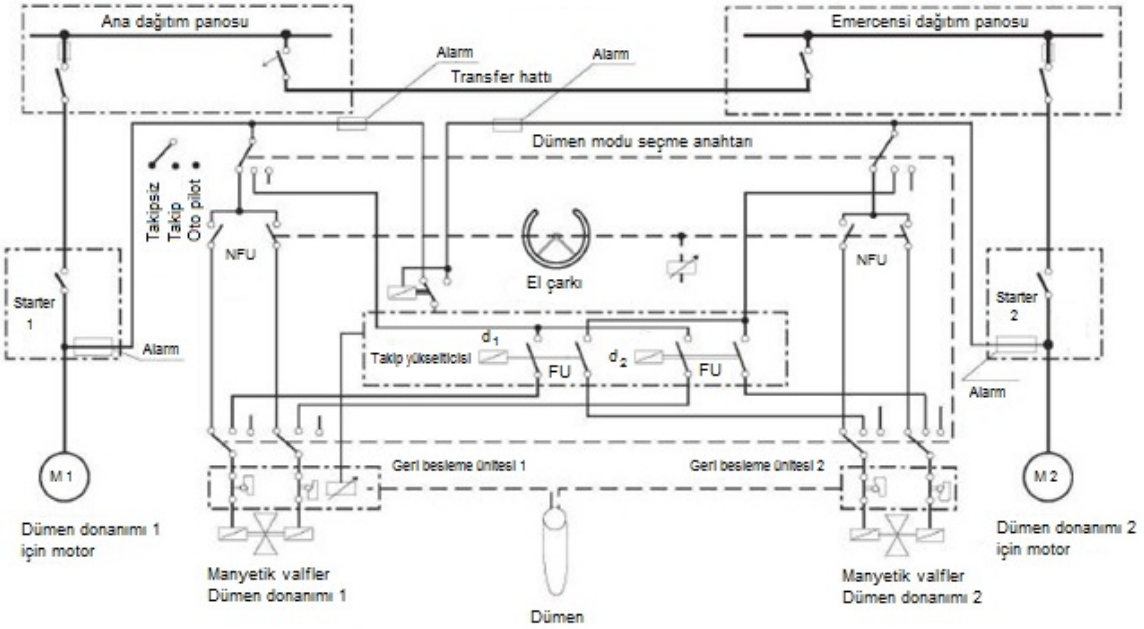
7.3.6.2 Gemi üzerinde, dümen aktüatörü, hidrostatik test ve çalışma testine tabi tutulur.



Şekil 9.2 Çift olmayan takip kontrol ve oto pilot sistemi prensip şeması, takip kontrol oto pilotta veya diğer ek kontrolda.



Şekil 9.3 Çift takip kontrol ve oto pilot sistemi prensip şeması, takip kontrol oto pilotta veya diğer ek kontrolda.



Şekil 9.4 Çift olmayan takip kontrol ve oto pilot sistemi prensip şeması, takip kontrol oto pilotta veya diğer ek kontrolda.

B. Dümen Pervane Donanımları ("Z" tahrik)

1. Genel

1.1 Kapsam

Bu bölümde yer alan kurallar dümen pervane olsun olmasın manevra ve dümen tutma amacına yönelik tüm iticilere uygulanacaktır. Kurallar aynı zamanda geminin kaptan köşkü gibi komutların verildiği merkezden dümen iticilere kadar olan kısımda yer alan tüm iletim ve iletişim sistemleri içinde geçerlidir.

Hem manevraya yardım hem de geminin dinamik konumunu korumak amacına hizmet eden iticiler bu bölümde yer alan kural isteklerinin uygunluğunu gösteren belgeye sahip olmalıdır. Benzer şekilde uygunluk belgesine üreticinin de sahip olması aranır. Ancak bu gibi durumlarda; bu bölümde yer alan kural isteklerinin sağlandığına dair onay verilebilir.

Bu bölümde kendilerine özel alt bölüm bulunmayan çalık (sikloid) pervaneler, su jeti veya pompa jeti gibi itici pervane sistemleri için üreticisi tarafından tasarım ve mühendislik analizinin onay için **TL**'na sunulması gerekir.

1.2 Tanımlar

Bu bölümde yapılan tanımlar aşağıda açıklanmaktadır:

1.2.1 İticiler

1.2.1.1 Genel

Deniz suyunu yana veya istenilen doğrultuda itebilen ve 360° kendi ekseni etrafında dönme yeteneğiyle özellikle geminin manevra özelliğini artıran pervane donanımına verilen isimdir. Başlıca 3 itici türü vardır:

- Geminin baş tarafına enlemesine açılan bir tünel içerisine yerleştirilen ve baş iticiler olarak da isimlendirilen yanal veya tünel iticiler;

- Omurgadan emdiği deniz suyunu güçlü bir pompa yardımıyla geminin arkasında seçilen bir noktadan basarak püskürten jet tipi iticiler,

- Kendi ekseni etrafında 360° dönerek deniz suyunu istenilen yöne saptırabilen böylece istenilen yönde itme kuvvetinin oluştuğu dümen pervaneler. Çalık (sikloid) pervaneler de bir çeşit özel tip dümen pervane olarak kabul edilecektir.

1.2.1.2 Pervane iticiler

İster yalnızca sevk için kullanılsın, ister kullanılmasın; belirli bir süre boyunca ve belirli koşullarda çalışacak şekilde tasarlanmış ve belirli bir yönde itmeyi sağlayan iticiler (pervaneler) kastedilemektedir.

1.2.2 Sürekli çalışan iticiler

Sürekli çalışacak şekilde tasarımlanmış ve geminin dinamik konumunu korumasına veya sevke yardımcı olan ya da yalnızca ana sevk ünitesi olarak kullanılan iticiler bu gruba girmektedir.

1.2.3 Kesintili görevli iticiler

Kesintili çalışacak şekilde tasarımlanmış, gücün ya da devrin belirli bir üst sınır değerine erişmesi halinde 1 saati aşmayacak peryotlarla çalışabilen iticiler bu gruba girmektedir. Kesintili görevli iticiler 20 saatlik çalışma sürecinde toplamda en fazla 8 saat çalıştırılabilir. Bu tür iticilerin yıllık çalışma süreci genelde 1000 saati aşmaz.

1.2.4 DK 1, 2, 3 klas notasyonu verilmesi

Kendi pervanesiyle sevk olunsun olunmasın, iticilere sahip, itici sistemi bulunan ve geminin denizdeki konumunu herhangi bir dış müdahaleye gerek kalmaksızın kontrol edebilen ve ayarlayabilen gemilere sahibinin isteği ile bu bölümde yer alan kurallara uygunluğu kanıtlandığında **DK** (dynamic positioning system / dinamik konumlandırma sistemi) klas notasyonu verilir. Klas notasyonuna eklenen **1**, **2** veya **3**, rakamları sistemin kendine yeterlilik derecesini göstermektedir.

1.3 Onaylanacak belgeler

Kontrolü yapabilmek için, bütün gerekli bilgiler verilmiş

olarak, montaj ve kesit resimleri ile aynı zamanda, dişliler ve pervaneye ait parça resimleri üç kopya olarak, **TL**'nun onayına sunulmalıdır.

İticinin konulacağı yer ve genel yerleştirme planı, destekleyen yardımcı makineler ve yardımcı destek sistemleri, yakıt tankları, makine yatakları, su geçirmez donanım vs onay için **TL**'na sunulacaktır.

Tasarımda öngörülen güç/devir değerleri ile öngörülen itme gücü belirtilecektir.

Dümen pervanelerin konulduğu yerlerde; iticinin ekseni etrafında dönmesini sağlayan mekanik sistemler ile kontrol devrelerinin planları **TL**'na verilecek ya da dinamik konum tutma için itme yönü **TL**'na verilecektir.

Ek olarak itici ile bağlantılı sistemlerin ve her bir bileşenin resimleri de **TL**'ye sunulacaktır.

2. Malzemeler

2.1 Onaylanan malzemeler

İticilerin moment ileten önemli bileşenleri **TL** Malzeme Kuralları'nda yer alan kural isteklerini karşılayacaktır.

Örneğin, pervaneler için malzeme gereklilikleri Bölüm 8, B., şaftlar için kullanılacak malzemeler Bölüm 5, B., dişliler için kullanılacak malzemeler Bölüm 7, B.1. ve dümen sistemleri için kullanılacak malzemeler A.2.1 ile uyumlu olmalıdır.

Alternatif malzeme önerilmesi durumunda , kimyasal ve mekanik özelliklerin benzer olduğunu ispat amacıyla malzeme özellikleri **TL**'na onay için sunulmalıdır.

2.2 Malzeme deneyleri

Dümen pervane sisteminde, burulma ve eğilme momentlerinin taşınmasına katılan bütün önemli elemanlar, **TL**'nun Kısım 2, Malzeme Kuralları'na göre veya özel bir tasarım ile onaylanmış diğer uygun malzeme özellikleri **TL** Sörveyörünün gözetiminde test edilmelidir. Aşağıda sıralanan malzemeler deneyden geçirilecektir:

- Şaft, şaft flençleri, kamalar,
- Dişliler (sevk zincirinde dişli kutusu, dümen makinası),
- Pervaneler,
- Çarklar,
- Kaplinler,
- Kaplin cıvataları.

Kaplin cıvatası olarak tanınmış standartlara uygun olarak üretilen cıvataların **TL** sörveyörünün katılımıyla deneyden geçirilmesi gerekmez.

3. Dümen Pervane Donanımı ve Tasarım İlkeleri

Çift dümen sistemi ile teçhiz edilmiş gemilerde, azimut veya su jeti sevk sistemleri gibi, her dümen sistemi kendi dümen makinası ile teçhiz edilmişse madde A.3.1.1'deki gerekliliği sağlamış kabul edilir.

3.1 Tek dümen pervaneli gemiler

Yalnızca tek dümen pervaneyle sevk ve manevra olunan gemiler için, bir sistemdeki tekil bir arızanın diğer sistemi/sistemleri etkilemesini önlemek üzere; itici pervane fazladan tasarımlanmış dümen sistemi ile donatılmalıdır.

3.2 İki dümen pervaneye sahip gemiler

Sevk ve manevra için 2 dümen pervaneye sahip gemilerde, her bir iticinin kendisine ait en az bir dümen sistemi olmalıdır. Her iticinin dümen sistemi diğer iticinin dümen sisteminden bağımsız olmalıdır.

3.3 Kilitleme düzeni

Her dümen pervane sistemi, servis dışı olduğu zaman pervane ve döndürme mekanizmasının arzu edilmeyen dönmesini önlemek için, bir kilitleme düzeni ile donatılmalıdır.

Kalan güçle, en az 7 knot hızla seyir sırasında kilitleme düzeninde bir sorun oluşmaksızın, geminin işletimi mümkün olmalıdır.

3.4 Performans ve kontrol

3.4.1 Her dümen pervanenin dönme hızı (35° alabandadan 30° diğer alabandaya 28 saniyeyi aşmayacak sürede) dakikada 0,4 devirden az olmamalıdır. Bunun için ön koşul olarak; geminin yaz yüklü su hattında yüzmesi, pervane şaftının en büyük sürekli çalışma devrinde dönmesi ve böylece geminin tasarımlandığı seyir hızında ilerlemesi gerekir.

Dümen pervanenin dönmesiyle geminin aniden durması veya manevrası gerçekleşiyorsa; bu amaca yönelik (180° dönüş 15 saniyeyi aşmayacak şekilde) dümen pervane dakikada 2 devir veya daha büyük dönme hızına sahip olmalıdır.

3.4.2 Her dümen pervanenin hem tahriki ve hem de döndürme mekanizmasının kumandası, kaptan köşkündeki kumanda konsolundan yapılmalıdır.

Kumandalar birbirinden bağımsız olmalı ve dümen pervane istek dışı değiştirilemeyecek şekilde tertiplenmelidir.

Tüm dümen pervaneler için, ortak ek bir kumanda sistemine müsaade edilebilir.

A.3.5'de belirtilen dümen açısı sınırlaması ile aynı amaca hizmet eden düzenler sağlanacaktır. Bu ünitelerin tam güçte ve gemi hızında, istenmeden herhangi bir açıya dönmesi nedeniyle, gemi tehlikeye düşmüyorsa, bundan vazgeçilebilir.

3.4.3 Bir birime ait kumanda ve hidrolik sistemdeki bir elemanın devre dışı kalması, diğer birimin de devre dışı kalmasına neden olmamalıdır.

3.4.4 Her dümen pervane için yardımcı bir dümen makinası sağlanmalıdır. Ana dümen makinası sistemindeki bir arıza halinde, yardımcı dümen makinası, dümen pervaneyi asgari olarak gemi ortası konumuna getirebilmelidir.

Azimuth, su jeti sevk sistemi gibi çoklu dümen sistemi ile donatılmış bir gemide, aşağıdaki koşulların karşılanması durumunda yardımcı bir dümen donanımının yerleştirilmesine gerek yoktur:

- Yolcu gemilerinde, iki ya da daha fazla güç ünitesi ile donatılan her bir dümen sistemi herhangi bir güç ünitesi devre dışı kaldığında 1.4.1'de istenenleri karşılayabiliyorsa;

- Kargo gemilerinde, bir ya da daha fazla güç ünitesi ile donatılan her bir dümen sistemi bütün güç üniteleri ile çalışıyor iken 1.4.1'de istenenleri karşılayacak yeterlilikte ise ;

- Her bir dümen donanımı düzenlenmesinde, boru sisteminde veya güç ünitelerinin birinde tekil bir arızadan sonra gemi manevra kabiliyeti (ama ayrı dümen sistemi kumandası) korunmuş veya hızlıca yeniden kazanılmış olabilir (ör. eğer gerekliyse, emercensi durumda sıfır konumunda (nötr) arızalanmış dümen sisteminin konumlandırma olasılığı).

3.4.5 Birden fazla dümen pervaneye ait hidrolik sistemler birleştirilmişlerse, hidrolik yağı kaçağı nedeniyle hasara uğrayan sistem, geriye kalan tüm diğer sistemler tam olarak çalışabilecek şekilde, izole edilebilmelidir.

3.5 Konum göstergeleri

3.5.1 Her dümen pervaneye ait pozisyonlar, kumanda köprüsünde ve her kumanda mahallinde kesin olarak görülebilmelidir.

3.5.2 Gerçek pozisyon, her an dümen pervane üzerinde de görülmelidir.

3.6 Boru devreleri

Hidrolik kumanda sistemine ait boru devreleri için, uygulanabilir olması halinde, A.3.11'deki kurallar geçerlidir.

3.7 Yağ seviyesi göstergeleri, süzgeçler

Yağ seviyesi ve süzgeçler için A.3.12'deki kurallar, uygulanabilir olması halinde, geçerlidir.

3.8 Yağlama

3.8.1 Yağlama yağının bir ana pompa ve bir bağımsız standby pompa ile temin edilmesi sağlanmalıdır.

3.8.2 Ayrık yağlama yağı sistemlerinde, ana yağlama yağı pompalarının gemide mevcut olanaklarla değiştirilmesi mümkün ise, bu halde montaja hazır yedek pompanın standby pompa yerine gemide bulunmasına müsaade edilebilir.

3.9 Kontrol, bakım-tutum için erişilebilirlik

İticilerin yerinden sökülmeksizin iç dişli yapılarının kontrolü amacıyla erişim kolaylığı açısından uygun kapak açıklıkları bulunmalıdır.

3.10 Alternatif güç kaynağı

SOLAS II-1 Kural 29.14 gereği alternatif güç kaynağının gerekli olduğu durumlarda, bir jeneratör veya bir motor tahrikli pompa bu amaçla kullanılıyorsa otomatik başlatma sistemi emercensi jeneratör otomatik başlantma sistemi şartlarını sağlamalıdır.

Her itici ünite için sevk gücünün 2500 kW'ı aştığı durumlarda alternatif güç beslemesi, en azından A.1.4.2'deki gereklilikleri sağlayacak şekilde dümen donanımını besleyecek yeterlilikte olmalıdır ve aynı zamanda emercensi güç kaynağı veya dümen dairesinde konumlandırılmış bağımsız bir güç kaynağından herhangi biri ile alternatif güç beslemesi kontrol sistemi ve dümen sistemi cevap göstergesi 45 s. içerisinde otomatik olarak yanıt verecek şekilde düzenlenmelidir. Buradaki bağımsız güç kaynağı, sadece bu amaç için kullanılacaktır.

10000 gros ton ve üzeri tüm gemilerde alternatif güç beslemesi, devamlı çalışmada en az 30 dakika ve diğer gemilerde en az 10 dakika çalışacak kapasitede olmalıdır.

4. Boyutlandırma

4.1 Dişliler

Dişlilerin dizaynı için Bölüm 7'ye bakınız.

Döndürme dişlileri genel olarak, alın dişlisi veya konik dişli şeklinde olur.

4.2 Şaft hattı

Pervane ile dişli çarkı arasındaki pervane şaftı tasarımı için Bölüm 5'e bakınız. Bu şaftın kalan kısımları ve diğer tüm şaftların tasarımı için Bölüm 7'ye bakınız.

4.3 Pervaneler

Pervanelerin tasarımı için Bölüm 8'e bakınız.

4.4 Sürtünmeye dirençli yataklar ve tahmini ömürleri

Yataklar ile ilgili tüm teknik bilgiler ve ömür hesaplamaları **TL**'na sunulacaktır. Hesaplamalar en büyük sürekli çalışma değerleri gözetilerek yapılmalı ve dişlilere veya dişlere etkiyen tüm kuvvetleri, harmonik itme kuvvetlerini vs içermelidir.

Sürtünmeye dirençli yataklar için L_{10} **(2)** ömür faktörünün en küçük değeri aşağıda belirtilenlerden az olamaz:

- Sürekli çalışacak iticiler için 20.000 saat (pervaneler ve **DPS-0**,-**1**,-**2**,-**3**),
- Kesikli çalıştırılacak iticiler için 5.000 saat.

(2) *L_{10} Yatak ömrü ISO ve ABMA (American Bearing Manufacturer Association) Standardlarında tarif edilmektedir.*

Yatak ömür hesaplarına etkileri yansıtılmak koşuluyla; yatakların muayene, kontrol ve değiştirme peryotlarının onaylanması halinde daha kısa yatak ömürlerine izin verilebilir.

Rulman (bilyalı, silindirik, iğnecikli) yataklar için ömür hesabı yatak elemanlarının yorulma özelliklerine bağlı istatistikî bilgilere dayanır. İstatistik veriler derlenirken belirli bir çalışma rejiminde ve yük koşullarında çok sayıda rulman yatak çalıştırılarak belirli bir sayıdaki örneğinin yine belirlenmiş saat sonunda göstereceği malzeme yorulma karakteristikleri dikkate alınır. Sanayi uygulamalarında malzemeler için yaygın ömür ölçütü L_{10} ile verilir. Ömür faktörü L_{10} sözü edilen yük ve çalışma koşullarında çalışan rulman yataklardan seçilen numune sayısı içerisinde %90'ının hasarsız ve yorulma belirtisi göstermediğini (yükleme hızı, yağlama, malzeme ve temizlik), geriye kalan %10'unun ise malzeme yorulması belirtileri gösterdiğini açıklar.

Yatak ömrü hesabı için birden fazla yöntem vardır, ancak her durumda geçerli olacak yatak ömrü hesaplama formülü aşağıda verilmiştir:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^{10/3} \frac{B \cdot a}{N} \qquad (10)$$

Burada:

L = Öngörülen yatak ömrü, [saat]

R = Yatağın eğiklik (radial) düzeyi, [N]

P = Yatağa etkiyen eşdeğer teğetsel (radial) dinamik kuvvet **(2)**, [N]

B = $10^6/60$ ISO yönteminde öngörülen faktör (yani ömür saati ile dönme devrinin aritmetik çarpımı) [-]

a = Ömür düzeltme faktörü [-]

= 1,0, çevre koşulları ihmal edilirse alınır

N = Dönme devri [devir/dakika].

4.5 Destek borusu

Destek borusunun boyutlandırılması ve bunların gemi bünyesine bağlanmalarında, pervane ve nozul itmeleri ile bunların dinamik bileşenlerinden oluşan yükler hesaba katılmalıdır.

4.6 Borular

Boruların, valflerin, fitinglerin ve basınçlı kapların tasarımı ve boyutlandırılması için Bölüm 14, ve Bölüm 16, A, B, C, D ve U'ya bakınız.

5. Dümen Pervane Bölmeleri için Ek Kurallar

5.1 Havalandırma

Gemi personelinin hava koşulları nasıl olursa olsun, gerektiğinde dümen pervanelerin konulduğu bölmeye girerek çalışabilmesini sağlayacak yeterlilikte havalandırma donanımı bulunmalıdır.

5.2 Yangın söndürme sistemi

Dümen pervanelerin konulduğu bölmeler Bölüm 18'de yer alan kural istekleri sağlayacak yeterlilikte yangın söndürme donanımına sahip olacaktır.

5.3 Sintine sistemi

Dümen pervanelerin konulduğu yerlerde normalde herhangi bir makine işletmecisi sürekli bulunmaz. Bu nedenle de bu bölmelere döşenecek sintine devrelerinde, sintine pompasının kumanda-kontrolü oda dışından yapılabilmelidir.

Dümen pervanelerin konulduğu yerlerde sintine pompalarının yalnızca oda içerisinden müdahaleye gerek duyması durumunda; merkez kontrol odasına, kaptan köşküne veya ayrıca makine personelinin çalışırken sürekli bulunduğu makine dairesi kontrol odasına yüksek sintine seviyesi alarm uyarı sistemi konulmalıdır.

Sintine sistemleri için ayrıca Bölüm 16Boru Devreleri, Pompalar, Vanalar ve İlgili Donanım'da yer alan kural isteklerine bakılmalıdır.

Kapalı bölme veya kabinlere konulacak dümen pervaneler yüksek su seviye alarmıyla donatılmış olacaktır.

Kapalı kabinde yer alan sintine devresinde en azından bir sintine pompasının kumanda-kontrolü kabin dışından yapılabilmelidir.

6. Üretici Yerindeki Deneyler

6.1. Güç birimlerinin denenmesi

A.5.1 maddesindeki kurallar, uygulanabilir olması halinde geçerlidir.

6.2 Pressure and tightness test

Burada uygun olması durumunda, A.5.2'deki kurallar geçerlidir.

6.3 Son kontroller ve çalıştırma denemeleri

6.3.1 Dümen pervanelere, her parçasının ayrı ayrı kontrolünden ve parçaların bir araya getirilerek monte edilmesinden sonra, bir kontrol ve çalıştırma denemesi uygulanmalıdır. Son kontrol, birkaç saat süren, sistemin kısmi ve tam yükte yapılan çalıştırma denemelerini kapsar. Burada ayrıca, dişli aralığı ve dişlilerin temas şekilleri üzerinde bir kontrol daha yapılmalıdır.

6.3.2 Eğer, büyük dümen pervanenin çalışma ve yükleme denemeleri için uygun bir deney yeri mevcut değilse, denemeler 6.3.1'e uygun olarak, havuz içinde yapılmalıdır.

6.3.3 Deneme kapsamında yapılacak olan sınırlandırmalarda, **TL**'nun rızasının alınması gerekir.

7. Seyir Deneyleri ve Belgelendirme

7.1 İticiler ve bağlı donanım **TL** sörveyörü nezaretinde kontrol ve muayeneden geçirilecek, denenecek ve uygunluğu belgelendirilecektir. Yerleştirmenin tamamlanmasının hemen ardında **TL** sörveyörünün katılımıyla seyir tecrübesi yapılmalıdır. Geminin normal manevra deneyleri ile dönme manevrasında itme yönü ve büyüklüğü tasarım sınırları içerisinde kalmak koşuluyla; yan itici defalarca kesikli veya sürekli çalıştırılarak deneyden geçirilecektir. Test ve denemeler için Bölüm 1 madde l'ya bakınız.

7.2 Dişli ve kumanda sisteminin, her hız kademesinde yapılan denemelerinde, kusursuz çalıştıkları, sessiz işledikleri ve yatak sıcaklıklarının normal oldukları kontrol edilmelidir.

Seyir denemelerinin son bulmasından sonra, dişli sistemi gözlem delikleri vasıtasıyla incelenmeli ve temas şekilleri kontrol edilmelidir. Dişli temas şekilleri, Bölüm 7, Tablo 7.11'de verilen, temas yüzde alanı referans değerleri esas alınmak suretiyle, değerlendirilmelidir.

7.3 Seyir denemelerinin ardından yapılan temas şekilleri kontrollerinin kapsamı, 6.3.1 ve 6.3.2'ye göre yapılan temas şekilleri kontrollerinin memnuniyet verici olduklarının gösterilmesi suretiyle, sörveyörün uygun görüşü doğrultusunda, sınırlandırılabilir.

C. Yan iticiler

1. Genel

1.1 Kapsam

Bu alt bölümde verilen kurallar, yan itici sistemler, bunların kumanda mahalleri ve kumanda mahallerinden yan itici sistemlere kadar olan tüm iletici elemanları için geçerlidir.

Buz klaslı gemiler için yanal itme ünitelerinin boyutlandırma ve malzemeleri için Bölüm 19'a bakınız.

1.2 Onaylanacak belgeler

Gücü 100 kW ve daha fazla olan yan iticilerin montaj ve kesit resimleri ile, dişli sistemi ve pervanenin tekil parça resimleri ve ayrıca kontrolde gerekli görülen tüm veriler üç kopya halinde, **TL**'nun onayına sunulmalıdır. Bu husus, pervanelere, sevk gücünün 500 kW'ın üzerinde olduğu durumlarda uygulanır.

2. Malzemeler

Malzemeler için, Bölüm 5 ve 7'deki kuralların uygun olması halinde bu kurallar geçerlidir.

Pervanelerin malzemeleri ve malzeme testi için benzer şekilde Bölüm 8 geçerlidir.

100 kW'dan az giriş gücünün olduğu durumlarda şaftlar, dişliler ve pervaneler için kullanılacak malzemelerin özellikleri Kısım 2, Malzeme, Bölüm 1 kuralları ile uyumlu olmalıdır. Üreticinin muayene sertifikalarında kanıt yer alabilir.

3. Boyutlandırma ve Tasarım

3.1 Genel istekler

Yan itici birimlerin ilgili bileşenleri Bölüm 5 ve Bölüm 7, pervaneler Bölüm 8'e göre tasarımlanmalıdır.

Hidrolik hareket ettirici sistemlerdeki boru birleştirmeleri için, A.2.1.3 ve A.2.1.4'deki kurallar, uygun olması halinde geçerlidir.

Yan itici birimler, diğer bağlı sistemlerden bağımsız olarak çalıştırılabilmelidir.

Yüklü su hattının altında kalan adamsız makine daireleri (UMS-**U**n**m**anned **S**paces), yan iticinin konulduğu bölme, emercensi yangın pompa dairesi gibi sintine pompasının konulduğu ve gerektiğinde çalıştırılarak bölme dışına veya alternatif bir yere sintine basılacağı yerlerde uyarı için sintine alarmı konulmalıdır.

Kanallardan geçişler sırasında pervanenin boşta dönmesi ilave bir yük durumu olarak dikkate alınmalıdır. Aksi halde, boşta dönmeyi önlemek için etkin karşı önlemler alınmalıdır (örneğin; şaft freni). Pervane alanında, itme kanalı, kavitasyon erozyonu nedeniyle oluşan hasarlara karşı etkin önlemlerle korunmalıdır (paslanmaz çelik kaplama gibi).

Yağlama yağı seviyesinin izlenmesi için, yağ seviyesinin belirlenmesini sağlayan donanım sağlanacaktır.

Yan itici birimlerin elektrikli parçaları için, Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 7, B'ye bakınız.

3.2 Dinamik konumlandırma için yanal itici ünitelere ait ilave istekler (DK)

Yataklar, sızdırmazlık elemanları, yağlama, hidrolik sistemler ve diğer tüm tasarım sistemleri sürekli çalışmaya uygun olacaktır.

Dişliler, Bölüm 7, Tablo 7.1'de belirtilen DK emniyet sınırlarına uygun olmalıdır. Dişli kutusu yağlama sistemi, Bölüm 7, E'ye uygun olmalıdır.

Piç kontrollü pervaneli üniteler için, hidrolik sistemler Bölüm 8, D.4.2'ye uygun olmalıdır.

Filtrelerin seçimi ve düzenlenmesi, filtrenin temizlenmesi veya değişimi dahil olmak üzere kesintisiz olarak filtrelenmiş yağ beslemesi sağlanacak şekilde yapılacaktır.

Otomasyonlu gemilerde, itici üniteler, Kısım 4-I, Otomasyon'da ana dişliler ve ana pervanelerle ilgili isteklere uygun olmalıdır.

4. Üretici Yerinde Yapılacak Deneyler

Uygun olması halinde A.5 uygulanır.

Tahrik gücü 100 kW ve daha fazla olan hidrolik pompa ve motorların testleri **TL** sörveyörünün gözetiminde yapılmalıdır.

Gereksinim duyduğu giriş gücü 100 kW'dan daha az yan iticiler için, son muayene, kontrol ve çalışma deneyleri Üretici Muayene Uygunluk Belgesi'ne (Sertifikası) sahip üreticinin kendi yerinde yapılabilir.

5. Seyir Tecrübeleri

Seyir tecrübesinde çalışma zamanlarının belirlenmesi için bir deneme yapılabilir.

BÖLÜM 10

HİDROLİK SİSTEMLER, YANGIN KAPILARI VE DENGELEYİCİLER

Sayfa

A. HİDROLİK SİSTEMLER **10-**2

1. Genel
2. Malzemeler
3. Hidrolik Ambar Kapağı Çalıştırıcıları
4. Dış Kaplamada Hidrolik Olarak Çalıştırılan Kapatma Düzenleri
5. Perde Kapıları Kapatma Sistemleri
6. Kaldırma Makineleri
7. Üretici Atölyesinde Yapılan Denemeler
8. Gemide Yapılan Denemeler

B. YANGIN KAPILARI KONTROL SİSTEMLERİ **10-**10

1. Genel
2. Malzemeler
3. Tasarım
4. Üretici Atölyesinde Yapılan Denemeler
5. Gemide Yapılan Denemeler

C. DENGELEYİCİLER **10-**13

1. Genel
2. Tasarım ve Yapım
3. Performans Karakteristikleri
4. Gemide Yapılan Denemeler

A. Hidrolik Sistemler

1. Genel

1.1 Kapsam

Bu bölümde yer almış bulunan kurallar borda ve bölme kapıların kapanmasını, ambar kapaklarının açılması ve vinçlerin kaldırmasını kontrol eden hidrolik sistemlere uygulanacaktır.

Bölüm 16, istekleri kapsamına girmeyen, gemilerdeki diğer tüm hidrolik sistemlerine de uygulanacaktır.

1.2 Tanımlar

Bir güç ünitesi, hidrolik pompa, pompayı tahrik eden motor kumanda ve emniyet valfleri, yağ tankı ve yağ iyileştirme donanımlarından oluşur.

Bir aktüator, hidrolik basıncı mekanik eyleme dönüştüren hareket vericidir.

1.3 Onaylanacak belgeler

Hidrolik sistem diyagramları ile birlikte silindirlerin ve/veya hidrolik motorların değerlendirilebilmesi için gerekli bilgileri içeren resimler, örneğin; işletme verileri, tarifler, kullanılan malzemeler, v.b. üç kopya halinde onaylanmak üzere **TL**'ye sunulacaktır.

1.4. Tasarım ilkeleri

1.4.1 Sevk ve manevra sistemi ile ilişkisi olmayan (örneğin; vinç) ve üretici firma tarafından tek parça halinde yapısal olarak üretilmiş yardımcı sistemlerdeki hidroliklerin bu bölümde yer alan kuralları karşılamasına gerek yoktur. Bununla birlikte hidrolik sistemler, tanınmış endüstri standartları ile uyumlu olmalıdır.

Sevk ve manevra sisteminin çalışmasında vazgeçilmez öneme sahip yağlı hidrolik sistemler ek istekleri karşılayacaktır. Piç kontrollü pervanelerin hidrolik sistemleri ve dişli kutusu hidrolik sistemleri Bölüm 8, D ve Bölüm 9, A ve B'deki istekleri de ek olarak karşılayacaktır.

1.4.2 Hidrolik sistem arızaları ana makine montajı ve yerleşiminin bir sonucu olmayacaktır.

TL tarafından kabul edilebilen başka bir çözüm seçeneği olmadığı müddetçe; hidrolik sistemlerin acil veya tehlike durumlarında elle çalıştırılma ve kumanda düzeneği olacaktır.

Güvenlik devrelerinde hidrolik sistemler kullanıldığında; hidrolik sistemlerde herhangi bir arıza meydana gelse dahi, güvenlik açığı oluşmamalı; kapalı kalması gereken güvenlik sistemi hidrolik sistem arıza yapsa dahi kapalı pozisyonda kilitli kalmalıdır.

Hidrolik basınç silindirlerine kumanda kontrollü geri döndürmez vana monte edilirse; bu vanaların herhangi bir boru ya da hortum bağlantısı olmadan doğrudan bağlanması gereklidir.

Geminin baş tarafında, kıç tarafında, bordasında veya içindeki kapıların kilitleme düzeneği hidrolik sistemlerle kontrol ediliyorsa; herhangi bir kapının güvenlik ve kilitleme düzeneği kapalı pozisyonda iken hidrolik sistem arıza yaptığında diğer kapıları kumanda ve kontrol eden hidrolik sistemler bundan etkilenmemeli ve her biri bir diğerinde bağımsız olmalıdır. Hidrolik dümen makinelerinin yerleştirilmesi ile ilgili kural ve istekler için Bölüm 9, A'ya bakınız.

1.4.3 Hidrolik sistemlerde kullanılan sıvılar öngörülen çevre ve çalışma koşullarına uygun olmalıdır.

1.4.4 Dümen makinesinin hidrolik devresi ile piç kontrollü pervanenin hidrolik devrelerin ne birbirleriyle ne de gemideki başka hidrolik devrelerle bağlantılı olmasına izin verilmeyecektir.

Makine dairesinin ana kapısının hidrolik sistemine ait boru devresinin başka hidrolik sistemlerin devreleriyle bağlantısına izin verilmez.

Yolcu gemilerinde ve özel amaçlı gemilerdeki kumandalı su geçirmez sürgülü kapıların hidrolik sistemine ait boru devrelerinin başka hidrolik devrelerle bağlantısına izin verilmez.

1.4.5 Hidrolik demir ırgatı ile başka hidrolik sistem veya sistemlerin boru devreleri arasında bağlantı kurulması kaçınılmaz ise; diğer hidrolik sistemler iki

paralel pompa ile tahrik edilecek ve tahrik eden pompaların her birisi ırgat motorunun demir atma ve demir alma işlevini aksatmadan üstlenecek güçte olacaktır.

1.4.6 Yolcu gemileri ile özel amaçlı gemilerin sürgülü hidrolik kapıların hidrolik sistemleri tek bir merkezde toplanacak ve her bir kapının hidrolik açma-kapama kumanda sistemi birbirinden bağımsız olacaktır.

1.4.6.1 Merkezi sistemlerdeki hidrolik tanklar düşük seviye alarmı ile donatılacaktır. Hidrolik akümülatörler düşük seviye gaz basınç alarmı ile donatılacaktır. Hidrolik akümülatörlerdeki güç kayıpları için etkin izleme (monitörleme) yöntemleri sağlanmalıdır. Bu alarmlar makine dairesinde kontrol odasından, kaptan köşkünde ise kumanda konsolundan sesli ve ışıklı olarak gözlenebilecektir.

Merkezi hidrolik sistemler, sistemin bir parçası hasara uğradığında birden fazla kapının çalışmama olasılığı en aza indirilecek şekilde tasarımlanacaktır.

1.4.6.2 Birbirinden bağımsız hidrolik sisteme sahip su geçirmez sürgülü kapıların her biri düşük gaz basıncı grup alarmı ile donatılmalı veya hidrolik akümülatörlerin depoladıkları enerji seviyesindeki azalmayı etkin izleyecek monitör düzeneğine kaptan köşkündeki kumanda konsolunda yer verilmelidir. Güç seviyelerindeki her azalmaya karşılık bir yerel çalışma pozisyonu sağlanmalıdır.

Çalışma basıncı 690 kPa'ın üzerindeki hidrolik akümülatörler Bölüm 14'deki basınçlı kaplar gibi sertifikalandırılacaktır. (Ayrıca bkz Bölüm 9, A.1.3.10)

Hidrolik sistemden ayrıklaştırılmış her akümülatör kendi basınç düşürme (rilif) ayar vanası veya benzer bir vana tarafından korunaklı olacaktır. Gaz doldurma sistemlerinde, basınç ayar vanası akümülatörün gaz tarafına yerleştirilmelidir.

1.4.7 Hidrolik sistemler, basınçlı sıvının uygun kapasitede ve saflıkta arıtılmasını sağlayacak süzgeçlerle donatılacaktır.

Dişli kutusu ve kaplinlerin hidrolik devrelerinde kullanılan süzgeçler sistemin çalışmasını kesintiye uğratmayacak şekilde temizlenebilme düzeneğine sahip olacaktır.

1.4.8 Hidrolik sistemler aşırı basıncın olumsuz etkilerine karşı emniyet vanaları veya basınç düşürme vanaları ile donatılacaktır. Hidrolik devrelerde maksimum basınç değeri, devredeki basınç düşürme vanasının ayarlandığı üst çalışma basınç değerinin %10 fazlasından büyük olamaz.

Hidrolik devrelerde kullanılan vanalar Bölüm 16'da yer alan kural ve istekleri karşılamalıdır. Yön değiştirici/saptırıcı vanalar, üreticisi tarafından belirlenmiş akışkan türü, basınç ve sıcaklık gibi sınırlamalara uygun olmalıdır.

1.4.9 Hidrolik devrelerdeki tüm pompaların basma tarafı aşırı basınca karşı korumalı olmalıdır. Basınç düşürme vanalarının bu amaçla kullanılacağı yerlerde; vanaların kapalı devreye akışkan kaçırarak, hidrolik yağ tankına geri dönmesini sağlamalıdır.

Hidrolik devrelerdeki olası sızıntılar için hidrolik yağ biriktirme tavaları, vana ve silindirlerin altına yerleştirilmelidir.

Sızıntı veya dökülmeler nedeniyle ısıtılmış yüzeylerle temas edecek hidrolik yağın hasara yol açmasını önlemek için, 220°C'ı aşan sıcak bölgelerde hidrolik yağ tankları yerleştirilemez.

1.4.10 Boru hattı ile devre elemanları hidrolik sıvı ile doldurulurken; dökülme ve sızıntıların önlemesi kadar devredeki havanın kaçışı için de gereken her türlü düzenleme yapılmalıdır.

Hidrolik tankların hava firar düzenleri Bölüm 16'da yer alan kural ve istekleri karşılayacaktır. Çift dip ya da benzer yapısal tanklardan farklı olarak hidrolik yağ tanklarının hava firar düzenleri makine dairesinin ve diğer kapalı alanların içinde sona ermelidir. Hidrolik yağ tanklarının hava firar borularından taşıntı olması durumu dikkate alınarak; taşıntıların sıcak yüzeylere, kıvılcım kaynaklarına ya da elektrik kaynaklarına erişemeyeceği şekilde hava firar borusunun ucunun yeri belirlenmelidir.

1.4.11 Dış basınç etkisi altındaki hidrolik devrelerde, dış basınç üst sınır değeri dikkate alınarak; hidrolik yağ

sızıntıları için, sabitlenen parçalar arasında temas yüzeyi metale-metal olacaktır.

Hidrolik devredeki hareketli parçalar arasında sızdırmazlık çift contalama uygulamasıyla sağlanacak, böylece contalardan birisi bozulsa dahi ana hareket vericinin (aktüatör) durdurulmasına gerek kalmayacaktır.

Sızdırmazlığa karşı etkili olduğu bildirilen başkaca çözüm uygulamaları **TL**'nun özel izni ve onayı ile kullanılabilir.

Hidrolik devrelerin sızdırmazlık contalarının malzemeleri devrede basılan akışkana, çalışma basıncına ve çalışma sıcaklığına uygun olacaktır.

1.4.12 Sistemin doğru çalışıp çalışmadığını kontrol etmek için; hidrolik sistemler yeterli gözlemleme (monitör) donanımına sahip olacaktır.

1.4.13 Makine dairesinde hidrolik devre pompaları gibi veya iş akışkanının basıncını 1,5 MPa'ın üzerine çıkaran sıkıştırıcılar gibi güç üniteleri diğer yardımcı makinelerde ayrı bölmelere yerleştirilmeli veya koruyucu perde ile ayrıklaştırılmalıdır. Böylece yüksek basıncın etkisiyle olası bir yağ sızıntısının veya yağ buharının elektrik motorları gibi kıvılcım kaynakları veya sıcaklığı 220°C'ı geçen yüzeyler ile temasının önüne geçilebilir. Boru donanımı oluşturulurken, birleştirme sayısı olabildiğince az olmalıdır.

1.4.14 Tasarım basıncı 2,5 MPa'dan daha az hidrolik devreler ile 5 kW'dan daha az güç gerektiren hidrolik devreler için **TL**'nun özel görüşü alınacaktır.

1.4.15 Tasarım basıncı 35 MPa'dan daha büyük olan hidrolik devreler için **TL**'nun özel görüşü alınacaktır.

1.4.16 Hidrolik devrelerde kullanılacak yağların alevlenme veya parlama sıcaklığı 150°C'ın altında olamaz. Hidrolik yağlar, sistemin çalışacağı sıcaklık değişim aralığının tamamında kullanıma uygun olmalıdır.

Hidrolik devrelerde iş akışkanı olarak kullanılan yağ hidrolik devreyi tasarlayanın talimatlarına göre değiştirilerek yenilenmelidir.

1.4.17 Uygulamak olası ise; hidrolik güç üniteleri ana makina dairesi veya kazan dairesi dışına yerleştirilmelidir.

Bu kuralın uygulanamadığı yerlerde; koruyucu perde ile veya benzer çözümlerle sıcak yüzeylere olası yağ buharı veya yağ spreyinin ulaşarak alev almanın önüne geçilmelidir.

1.4.18 Gerektiği yerlerde uygun soğutucular kullanılmalıdır.

1.5 Boyutlandırma

Basınçlı kapların boyutlandırılması için Bölüm 14'e, boru ve hortum devreleri için Bölüm 16'ya bakınız.

2. Malzeme

2.1 Onaylı malzemeler

2.1.1 Kuvvet iletimine büyük ölçüde katılan elemanlar, Kısım 2, Malzeme Kuralları'na uygun olarak çelik veya dökme çelikten yapılmalıdır. Diğer malzemelerin kullanımı **TL**'nun özel iznine bağlıdır.

Silindirler tercihen çelik, dökme çelik veya nodüler dökme demir (etkin miktarda ferritik) den yapılmalıdır.

2.1.2 Boru devreleri için, işletme basınçlarına göre dikişsiz veya boyuna kaynaklı çelik borular kullanılmalıdır.

2.1.3 Boru donanımının, pompaların, motorların, vanaların basınç taşıyan cidarları için, Bölüm 16, B'deki kurallar geçerlidir.

2.2 Malzemelerin testleri

Aşağıdaki elemanlarda kullanılan malzemeler, **TL**'nun gözetiminde Kısım 2, Malzeme Kuralları'na göre test edilmelidir:

- Anma çapı D_N > 32 olan basınçlı borular (bkz. Bölüm 16, Tablo 16.6)

- İç çapı ile basınç çarpımı $p \cdot D_i > 20.000$ olan silindirler,

Burada;

p = İzin verilen en büyük çalışma basıncı [bar],

D_i = Boru iç çapı [mm].

- Hidrolik akümülatörlerin malzeme testi için Bölüm 14.B'ye bakınız.

İkinci derece amaçlar için kullanılan silindirlerde, (örneğin; EN 10204-2.3'e göre) üretici test raporu şeklinde bir kanıt verebiliyorsa, **TL** tarafından yapılacak olan malzeme testlerinden vazgeçilebilir.

3. Hidrolik Ambar Kapağı Çalıştırıcıları

3.1 Tasarım ve yapım

3.1.1 Lastik contalı ve el mandallı gemi kapıları ile ambar kapaklarının açık ya da güvenlikli kapalı durumda oldukları kaptan köşkündeki konsoldan izlenebilecektir. Bu amaçla, el mandallarının her birisi konsoldaki göstergede ayrı ayrı yerde bulunmalıdır. Eğer gemideki tüm kapıların mandalları için tek bir harekete geçirme düzeni varsa; kaptan köşkündeki konsolda tek gösterge yeterli olur.

3.1.2 Ambar kapağı hidrolik çalıştırıcıları, ya tüm ambarlar için ortak bir güç merkezinden veya ayrı güç merkezleri tarafından, her biri bir ambara tahsis edilmek suretiyle, beslenebilirler. Eğer ortak bir güç merkezi kullanılıyorsa, en az iki pompa ünitesi bulunmalıdır. Sistemlerin ayrı olarak beslenmesi halinde, devre değiştirme vanaları veya bağlama elamanlarının donatılması gerekir. Böylece bir pompanın devre dışı kalması halinde dahi çalıştırma sürdürülebilir.

3.1.3 Ambar kapakları yalnızca pompaların çalıştırılmasıyla harekete geçirilemezler. Ambarların açılması ve kapanması özel çalıştırma yerlerinden kumanda edilmek suretiyle yapılmalıdır. Bu elemanlar, çalıştırma elemanlarının serbest bırakılmasıyla ambar kapaklarının hareketi derhal duracak şekilde tasarımlanmalıdır.

Çalıştırma yerlerinden ambarlar görünebilir olmalıdır. Eğer özel hallerde bu husus mümkün olamıyorsa, ambarların açılması ve kapanması sesli uyarı tertibatlarıyla duyurulmalıdır. Ayrıca bu halde çalıştırma yerleri, ambar kapaklarının hareket durumlarını gösteren izleme tertibatlarıyla donatılmış olmalıdır.

Kumanda yerinde açma ve kapama işlemini düzenleyen çalıştırma elemanları, birbirlerinden ayırt edilebilecek şekilde markalanmalıdır.

3.1.4 Çalıştırıcı gücün devre dışı kalmasından veya boru devresindeki bir borunun patlamasından sonra, yavaş olarak ambarların kapanmasını sağlamak için, ambar kapaklarını hareket ettiren güç ünitelerinin (silindir veya benzeri) içinde veya hemen bitişiğinde uygun düzenekler bulunmalıdır.

3.2 Borular

3.2.1 Borular hasarlara ve dış etkenlere karşı kusursuz bir şekilde korunmuş olarak döşenmeli ve yerlerine bağlanmalıdır.

Boruların tanklardan ancak boru tünelleri içinde geçişlerine izin verilir. Bu tip boruların yük (kargo) bölmelerinden geçişleri, ancak zorunlu durumlar için olmak üzere sınırlandırılmalıdır. Boru devre sistemi basıncı, izin verilen en büyük çalışma üst basıncı değerinde tutan emniyet vanaları ile donatılmalıdır.

3.2.2 Hidrolik sıvının temizlenmesi için boru devre sistemi dreyn, temizleme ve yıkama için rakorlarla donatılmalıdır.

Hidrolik devrede sistemi temizleyecek donanım bulunacaktır.

3.2.3 Hidrolik akümülatörün yağ haznesinin, bağlandığı sistemin basınç düşürme ayar vanasına devamlı (sabit) girişi olmalıdır. Akümülatörün gaz haznesi yalnızca ölü (inert) gaz ile doldurulabilir. Gaz ve çalışma ortamı, akümülatör balonu, diyaframlar veya benzer ayırıcılarla birbirlerinden ayrılmalıdır.

3.2.4 Ambar kapaklarını çalıştıran hidrolik sistemle diğer hidrolik sistemler arasında bağlantı kurulabilmesi için **TL**'nun izni gerekir.

3.2.5. Yağ seviye göstergeleri (indikatör) için Bölüm 9, A.3.12'ye bakınız.

3.2.6 Hidrolik sıvılar öngörülen ortam ve servis sıcaklıklarına uygun olmalıdır.

3.3 Hortum devreleri

Hortum devrelerinin yapımı Bölüm 16, U'ya uygun olmalıdır. Gemi güvenliği bakımından önemli olmayan sistemler ile yangın tehlikesi bulunmayan gemi bölümlerindeki sistemlerde eğer hortum devreleri için, hortum devresi ve bileşenlerinin yangına (aleve) dirençli olması gereklidir.

3.4 Acil (emercensi) çalışma

Ana sistemin devre dışı kalması halinde, ambarları açıp kapayabilen ve ana sistemden bağımsız olan tertibatların bulunması tavsiye edilir. Kargo vinçleri, palamar vinçleri gibi vinçler kullanılarak, ambar kapaklarının hareket ettirilmesini sağlayan kaldırma halkaları, bunlara bir örnektir.

4. Dış Kaplamada Hidrolik Olarak Çalıştırılan Kapatma Düzenleri

4.1 Kapsam

Aşağıdaki kurallar, genellikle seyir esnasında çalıştırılmayan ve hidrolik olarak hareket ettirilen dış kaplama üzerindeki borda kapıları ve taşıt rampaları gibi kapakların kapatma düzenlerini tahrik eden tertibatlar için geçerlidir. Bu kapatma düzenlerinin tasarımı ve düzeni hususunda, Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 6, F'ye bakınız.

4.2 Tasarım

4.2.1 Geminin baş tarafındaki ve iç kısımlarındaki kapılar geminin araç güvertesine açılıyorsa veya geminin borda kapıları ya da kıç taraftaki kapısı kısmen veya tamamen fribord güvertesinin altında 6 m^2'den daha büyük açıklık alana sahip bölmelere açılıyorsa; fribord güvertesinin üzerindeki herhangi bir noktadan her kapı uzaktan kumanda ile açılabilecek, kapanabilecek ve kilitli güvenli konum alabilecektir.

4.2.2 Kapıların kumanda kontrol panellerine yalnızca yetkili personel erişebilmelidir.

4.2.3 Limandan ayrılmadan önce her kumanda kontrol panelinde tüm güvenlik cihazlarının kapalı ve kilitli olması gerektiğini hatırlatan bir uyarı levhası bulunmalıdır. Kapıların kapanmaması ve açık kalması halinde gösterge ışıklarıyla görsel olarak uyarı desteklenmelidir.

4.2.4 Görüntüleme sistemi ve alarm sistemlerinin kendi göstergeleri olmalıdır. Alarm sistemi "hata güvenlik ilkesi"ne (fail-safe principle) dayalı olarak tasarımlanmalıdır. Hem kaptan köşkündeki kumanda panelinde hem de kapıların üzerine veya yakınına uygun konumda yerleştirilmiş panel üzerinde kapının kapalı olduğunu ve güvenlik ve kilit sisteminin durumunu gösteren ışıklı uyarı sistemi olmalıdır. Işıklı uyarı sistemi elle kapatılamayacaktır. Kaptan köşkünde göstergelerin bulunduğu panelde "limanda/seyirde" durumları için mod seçme düğmesi bulunacaktır. Bu düzenlemeyle geminin seyri sırasında kapılardan herhangi biri kapanmamışsa ya da güvenlik ile ilgili cihazların herhangi biri olması gereken doğru konumda değilse; gösterge paneli yardımıyla kaptan köşküne hem ışıklı hem de sesli uyarı yapılabilecektir. Gemideki her bir kapının açık/kapalı konumda ve her güvenlik ve kilit sisteminin durumunu gösteren paneller ayrıca lamba test fonksiyonuna da sahip olmalıdır.

4.2.5 Dış kaplama üzerindeki kapıların ve de diğerlerinin ancak güç merkezindeki pompaların çalıştırılması sonucu harekete geçirilebilmesi mümkün olmamalıdır.

4.2.6 Dış kaplama üzerindeki her kapatma düzeni için, yetkisiz kimselerin erişemeyeceği şekilde, birer yerel kumanda tertibatı öngörülmelidir. Kumanda elemanlarının (basma düğmeleri, kollar ve benzerleri) boş bırakılmasıyla kapatma düzenleri derhal durmalıdır.

4.2.7 Dış kaplama üzerindeki kapatma düzenleri, kumanda yerlerinden görülebilir olmalıdır. Eğer kapatma düzeninin hareketi kumanda yerinden izlenemiyorsa, sesli uyarı tertibatları öngörülmelidir. Ayrıca bu halde kumanda yerleri, hareket durumlarını gösteren izleme teçhizatlarıyla donatılmış olmalıdır.

4.2.8 Dış kaplama üzerindeki kapatma düzenleri, bunların nihayet konumlarına aşırı hızlarda çarpmasını önleyici tertibatlarla donatılmalıdır. Bu tertibatlar, tahrik eden güç ünitesinin durmasına neden olmamalıdır.

Açık durumdaki kapatma düzenleri gerekliyse mekanik olarak güven altına alınmalıdır.

4.2.9 Yatay bir eksen etrafında menteşelenmiş veya düşey olarak hareket eden kapatma düzenlerinin güç üniteleri, kapatma düzeninin ani olarak düşmesini önlemek için, kısma vanalarıyla, yük tutucu valfleriyle veya benzerleriyle donatılmalıdır.

4.2.10 Tahrik eden gücün, en azından iki adet birbirinden bağımsız pompa grubuna paylaştırılması önerilir.

4.3 Borular ve hortum devreleri

Hidrolik olarak çalışan dış kaplama üzerindeki kapatma düzenlerinin boru ve hortum devreleri için, benzer şekilde 3.2 ve 3.3'deki kurallar uygulanır.

5. Perde Kapıları Kapatma Sistemleri

5.1 Genel

5.1.1 Kapsam

5.1.1.1 Aşağıdaki kurallar yolcu ve yük gemilerindeki hidrolik olarak çalışan su geçirmez perde kapılarının çalıştırma tertibatları için geçerlidir.

5.1.1.2 Su geçirmez perde kapılarının sayısı, yapımları ve tertiplenmeleri hakkında Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 11, A.5'e bakınız.

Buradaki kurallar, "SOLAS" Denizde Can Emniyeti Hakkında Uluslararası Anlaşma, Kısım II-1, 15, 16 ve 25.9 kurallarını değiştiremez.

5.1.2 Tasarım

Perde kapıları, yatay olarak hareket eden güç tahrikli kapılar olmalıdır. Farklı yapıdaki kapılar, **TL**'nun onayına bağlı olup, gerekiyorsa ek güvenlik önlemleri de alınmalıdır.

5.1.3 Boru donanımı

5.1.3.1 Perde üzerindeki hidrolik kumandalı kapama sistemlerinin boru devreleri için, uygulanabilmesi halinde ve esnek hortum devrelerinin kullanılmaması kaydı ile 3.2 'deki kurallar geçerlidir.

5.1.3.2 Hidrolik sıvılar öngörülen ortam ve servis sıcaklıklarına uygun olmalıdır.

5.1.4 Tahrik ünitesi

5.1.4.1 Köprüde merkezi kumanda istasyonunda, "yerel kumanda" ve "tüm kapıları kapatın" durumlarına ayarlanan seçici bir şalter öngörülür. Normal koşullarda bu şalter "yerel kumanda" durumuna ayarlı olmalıdır.

"Yerel kumanda" durumunda otomatik kapama olmadan kapılar yerel olarak açılıp kapanabilmelidir.

"Kapıları kapatın" durumunda tüm kapılar otomatik olarak kapatılmalıdır. Bunlar yerel kumanda ile tekrar açılabilmelidir. Ancak yerel kumanda cihazı serbest bırakılınca otomatik olarak tekrar kapanmalıdır. Kapalı kapıların köprüden açılması mümkün olmamalıdır.

5.1.4.2 Kapalı veya açık perde kapıları güç kaybı halinde otomatik olarak harekete geçmemelidir.

5.1.4.3 Kumanda sistemi, boru devreleri dâhil, içinde bir arıza olduğu takdirde diğer perde kapılarının çalışmasını etkilememelidir.

5.1.4.4 Her kapının yanında ve perdenin her iki tarafında ve döşemeden en az 1,6 m. yükseklikte güçle çalışan kumanda elemanları tertiplenmelidir. Kumanda elemanı, kapıdan geçen insanın her iki elemanı açık tutabileceği şekilde yerleştirilmelidir.

Kumanda elemanı serbest bırakılınca ilk durumuna geri gelmelidir.

5.1.4.5 Kumanda elemanının hareket doğrultusu açık olarak işaretlenmeli ve kapının hareketi ile uyumlu olmalıdır.

5.1.4.6 Güçle tahrik edilen kumanda sisteminin içindeki herhangi bir elemanının (boru devresi dâhil, kapıların ve benzeri kısımların kapama silindirleri hariç) arızalanması, elle çalışan kumanda sisteminin çalışma kabiliyetini etkilememelidir.

5.1.4.7 Güçle tahrik edilen perde kapıları, tahrik ünitesinin şalterini açmakla harekete geçmemeli ancak ilave bir tertibatla hareket ettirilmelidir.

5.1.4.8 Tahrik ünitesinin kontrol ve kumanda cihazları, kumanda köprüsünün merkezi kontrol istasyonunda ve lokal olarak ünite üzerinde bulunmalıdır.

5.1.5 Elle kontrol

Her perde kapısının güçle tahrikten bağımsız olarak bir elle çalıştırma sistemi olmalıdır.

5.1.6 Göstergeler (İndikatörler)

Kaptan köşkünün merkezi kontrol panelinde, her perde kapısının tamamıyla açık veya kapalı durumu için görsel göstergeler bulunmalıdır.

5.1.7 Elektrik donanımı

Elektrik donanımının ayrıntıları için Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 9, D ve 14, D'ye bakınız.

5.2 Yolcu gemileri

5.1'deki kurallara ek olarak yolcu gemileri için aşağıdaki kurallar da göz önüne alınmalıdır:

5.2.1 Tasarım ve yerleştirme

5.2.1.1 Perde kapıları, boru devreleri, elektrik kabloları, kontrol cihazları dâhil güç merkezleri, yüklü çektiği suda dış kaplama çevresinin kesiştiği noktadaki düşeyden en az 0,2 B uzaklıkta olmalıdır (B=gemi genişliği).

5.2.1.2. Perde kapıları, geminin sürekli olarak 15° meylinde güçle tahrikle ve de elle çalıştırma ile emniyetle kapatılabilmelidir.

5.2.1.3 Bir kapıyı kapatmak için gerekli kuvvet, kapı eşiğinden en az 1,0 metre yükseklikte statik su basıncına göre hesaplanır.

5.2.1.4 Güçle tahrik edilen bütün kapılar geminin düz durumunda 60 saniyeden fazla olmamak üzere aynı zamanda köprüden kapatılabilmelidir.

5.2.1.5 Her tekil kapının kapanma hızı düzgün olmalıdır. Bu kapıların kapanma süresi, geminin düz durumunda, hareketin başlamasından tamamıyla açık durumdan kapalı duruma gelinceye kadar 40 saniyeden fazla ve 20 saniyeden az olmamalıdır.

5.2.1.6 Güçle tahrik edilen perde kapama sistemleri, isteğe göre bütün kapılar için merkezi hidrolik tahrikli veya her tekil kapı için birbirinden bağımsız hidrolik veya elektrik tahrikli donatılır.

5.2.1.7 Perde kapıları kapatma sistemleri diğer sistemlere bağlanmamalıdır.

5.2.2 Merkezi hidrolik sistem - güçle tahrik

5.2.2.1 İki adet birbirinden bağımsız makine ile çalışan pompa ünitesi, mümkünse perde veya fribord güvertesi üzerine ve makine dairesi dışına yerleştirilir.

5.2.2.2 Her pompa ünitesi tam hızda, bağlı olan tüm su geçirmez perde kapılarını aynı anda kapatabilmelidir.

5.2.2.3 Hidrolik sistemde, bağlı olan tüm kapıları üç kere çalıştıracak, yani kapama, açma ve tekrar kapama yaptırabilecek yeterli kapasitede hidrolik akümülatörler mevcut olmalı ve bunlar müsaade edilen minimum basınçlarında çalışabilmelidir.

5.2.3 Hidrolik tekil güçle tahrik

5.2.3.1 Her kapı için, kapıyı açan ve kapayan bağımsız tahrikli bir pompa sistemi öngörülür.

5.2.3.2 Ek olarak, kapıyı müsaade edilen minimum akümülatör basıncı ile üç kere çalıştıracak yani kapama, açma ve tekrar kapama yaptırabilecek yeterli kapasitede bir akümülatör öngörülür.

5.2.4 Elektrikli tekil güçle tahrik

5.2.4.1 Her kapı için, kapıyı açan ve kapayan bağımsız

elektrikli güç öngörülür.

5.2.4.2 Ana veya emercensi güç sisteminin arızalanması halinde, tahrik ünitesi, kapıyı üç kere çalıştıracak yani kapama, açma ve tekrar kapama yaptırabilecek yeterlikte olmalıdır.

5.2.5 Elle kontrol

5.2.5.1 Elle kumanda, perdenin iki tarafından ve perde veya fribord güvertesinin üstünden ve makina dairesinin dışından kolay ulaşılabilir bir kumanda yerinden çalıştırılabilmelidir.

5.2.5.2 Kapılardaki kumanda cihazları, kapıları açıp kapatabilmelidir.

5.2.5.3 Güverte üstündeki kumanda cihazları kapıyı kapatabilmelidir.

5.2.5.4 Elle çalışan kumanda cihazları ile tamamıyla açık bir kapı 90 saniye içinde kapatılabilmelidir.

5.2.5.5 Perde veya fribord güvertesi üstündeki uzaktan kumandalı elle hidrolik çalıştırma için, çalıştırma yeri ile kumanda köprüsündeki merkezi kontrol istasyonu arasında karşılıklı haberleşme olanağı sağlanmalıdır.

5.2.6 Göstergeler (indikatörler)

Perde veya fribord güverte üstündeki elle çalıştırma yerlerinde ilgili her kapı için 5.1.6'ya göre göstergeler tertiplenmelidir.

5.2.7 Alarmlar

5.2.7.1 Köprüden bütün kapıların kapatılması sırasında her kapı için bir sesli alarm çalmalıdır. Bu alarm, kapının hareketinden en az 5 saniye evvel (10 saniyeden fazla değil) başlamalı ve kapının tüm hareketi sırasında devam etmelidir.

5.2.7.2 Kapı, perde veya fribord güvertesi üstündeki uzaktan kumanda ile kapatılıyorsa, sesli alarmın kapının hareketi sırasında çalması yeterlidir.

5.2.7.3 Yolcu mahallerinde ve yüksek sesli mahallerde ek olarak, aralıklı yanıp sönen görsel alarm yerleştirilmesi istenebilir.

5.2.7.4 Merkezi hidrolik sistemde, servis tankındaki yağ seviyesinin kabul edilen minimum yağ seviyesinin altına düşmesi halinde, sesli ve görsel alarm ile kumanda köprüsündeki merkez kontrol istasyonu ikaz edilmelidir.

5.2.7.5 5.2.7.4'de belirtilen bir alarm sistemi, merkezi hidrolik sistemin kabul edilen minimum akümülatör basıncı için de öngörülür.

5.2.7.6 Her kapının kendi tahrik ünitesi ile merkezden ayrılan hidrolik sisteminde, izin verilen minimum akümülatör basıncı kumanda köprüsündeki merkezi kontrol istasyonunda bir grup alarm ile ikaz edilmelidir.

Ek olarak her bir kapı için, her çalıştırma istasyonunda görsel göstergeler öngörülür.

5.3 Yük gemileri

Yük gemileri için 5.1'de belirtilenlere ek olarak aşağıdaki kurallar da göz önüne alınmalıdır:

5.3.1 Elle kontrol

5.3.1.1 Elle kumanda, kapıyı, perdenin her iki tarafından da çalıştırabilmelidir.

5.3.1.2 Kumanda tertibatı kapıyı açabilme ve kapayabilmelidir.

5.3.2 Alarmlar

Kapılar, köprüden kapatılırken, kapının hareketi devamınca sesli bir alarmla ikaz edilmelidir. Ön uyarı gereklidir.

6. Kaldırma Makineleri

6.1 Tanımlar

Bu kurallardaki kaldırma makinalarından, hidrolik olarak hareket ettirilen örneğin; kumanda köprüsü kaldırıcıları, asansörler, kaldırma platformları ve benzeri tertibatlar anlaşılmalıdır.

6.2 Tasarım

6.2.1 Kaldırma makineleri ortak bir güç üzerinden veya ayrı ayrı çok sayıdaki güç yerlerinden, her tek kaldırma aracı için beslenebilmelidir.

Diğer hidrolik sistemlerle, boru donanımları irtibatlı olan hidrolik çalıştırıcılarda olduğu gibi, ortak beslenmede ikinci bir pompa ünitesi bulunmalıdır.

6.2.2 Kaldırma makineleri, pompaların çalıştırılmasıyla harekete geçmemelidir. Kaldırma makinelerinin hareketi, özel kumanda yerlerinden idare edilmelidir. Çalıştırıcı elemanlar, bunların boş bırakılmasıyla kaldırma makinesinin hareketi derhal duracak şekilde yapılmış olmalıdır.

6.2.3 Yerel kumanda tertibatları, yetkisiz kimselerin müdahale edemeyeceği yerlere tertiplenmelidir. Kaldırma makineerinin hareketi, çalıştırma yerlerinden görülebilmelidir. Eğer hareket, gözlenemiyorsa, sesli ve/veya görsel uyarı tertibatları öngörülmelidir. Ayrıca çalıştırma yerleri hareket safhalarını izleyen kontrol tertibatlarıyla da donatılmalıdır.

6.2.4 Ayrıca kaldırma sistemi, nihayet durumuna yüksek hızla yaklaşmayı önleyen tertibatla donatılmalıdır. Bu tertibat tahrik ünitesinin devre dışı bırakılmasına neden olmamalıdır. Kaldırma tertibatları, gerektiğinde kendi nihayet durumlarında mekanik olarak emniyete alınabilmelidir.

Tertibatın kilitlendiği çalıştırma yerinden görülemiyorsa, çalıştırma yerine kilitlenme durumunu gösteren görsel bir gösterge tertiplenmelidir.

6.2.5 Tahrik ünitesinin devre dışı kalması veya bir borunun patlaması halinde, kaldırma tertibatının yavaş olarak indirilmesini sağlayan tertibatlar için benzer şekilde 3.1.4'deki hususlar geçerlidir.

6.3 Borular, hortum devre elemanları

Hidrolik olarak çalıştırılan kaldırma tertibatlarının boru ve hortum devreleri için, benzer şekilde, 3.2 ve 3.3'deki kurallar geçerlidir.

7. Üretici Atölyesinde Yapılan Denemeler

7.1 Güç ünitelerinin denenmesi

Güç üniteleri üretim yerlerindeki deney merkezinde denemeler yapılarak kontrol edilmelidir. Bu denemeler için iş yeri test sertifikası, hidrolik sistemin son sörveyinde sunulur.

7.2 Basınç ve sızdırmazlık testleri

Benzer şekilde Bölüm 9, A.5.4'deki kurallar geçerlidir.

8. Gemide Yapılan Denemeler

Cihazlara montajdan sonra bir çalıştırma denemesi uygulanmalıdır.

Su geçirmez kapıların çalışma testleri acil çalıştırma sistemi ile kapama sürelerinin belirlenmesini kapsar.

B. Yangın Kapıları Kontrol Sistemleri

1. Genel

1.1 Kapsam

Bu Bölüm'deki kurallar, yolcu gemilerinde güçle tahrik edilen yangın kapılarının kontrol sistemlerine uygulanır. (Bu kurallar, Denizde Can Güvenliği Hakkındaki Uluslararası Anlaşma "SOLAS, 1974", Kısım II-2, Kural 9.4'de geçen gemi yangın kapılarına ait kumanda sistemlerindeki istekleri karşılar.) Diğer yangın kapıları kontrol sistemlerinde, aşağıdaki kurallar uygun olması halinde kullanılabilir.

1.2 Onaylanacak dokümanlar

Elektrik ve pnömatik sistemlerin devre şeması ile birlikte, sistemin değerlendirilmesinde gerekli olan çalışma verileri, tanımlar, kullanılan malzemeler gibi, tüm bilgileri içeren silindir resimleri, üç kopya halinde onaya sunulmalıdır.

1.3 Boyutlandırma

Basınçlı kapların boyutlandırılması için, Bölüm 14'e,

boruların boyutlandırılması için ise, Bölüm 16'ya bakınız.

2. Malzemeler

2.1 Onaylı malzemeler

Silindirler korozyona dayanıklı malzemelerden yapılmalıdır.

Borular için paslanmaz çelik veya bakır kullanılmalıdır.

Diğer malzemelerin kullanılmasında, **TL** ile özel anlaşmaya varılmış olmalıdır.

Hortum hatlarının kullanılmasına izin verilmez.

Yalıtım malzemesi onaylı tipte olmalıdır.

Çalışma ve sistemin güvenliği için önem taşıyan tüm elemanların nitelikleri, tanınmış kural ve standartlara uygun olmalıdır.

2.2 Malzeme testleri

Kullanılan malzemelerin niteliklerini açıklayan uygun bir kanıt temin edilmelidir. Bunun için **TL** Malzeme Test Sertifikası veya üretici test raporu gerekir.

TL sörveyörü, gerekli gördüğü hallerde tamamlayıcı olarak ek malzeme testi yaptırma hakkını saklı tutar.

Basınçlı hava akümülatörlerinin malzeme testleri için Bölüm 14, B'ye bakınız.

3. Tasarım

3.1 Her kapıyı, perdenin her iki tarafından yalnız bir kişi açıp kapayabilmelidir.

3.2 Yangın kapıları, geminin 3,5° sürekli meyil etmesi halinde kendi kendine kapanabilmelidir.

3.3 Geminin dik durumunda menteşeli kapıların kapanma zamanı, her kapının tamamıyla açık durumda harekete başlamasından kapalı duruma gelinceye kadar 40 saniyeden fazla 10 saniyeden az olmamalıdır.

Sürgülü kayar kapıların kapanma hızı düzgün olmalı ve geminin dik durumunda 0,2 m/s'den fazla ve 0,1 m/s'den az olmamalıdır.

Kapı civarında bulunan kimsenin aşırı tehlikeden korunması için gerekli önemler alınmalıdır.

3.4 Tüm kapılar ortak olarak veya gruplar halinde merkezi kontrol istasyonundan kapatılabilmelidir. Her tekil kapının kapama durumuna geçmesi mümkün olmalıdır. Kapama şalteri, kilitli şalter şeklinde olmalıdır.

3.5 Merkezi kontrol istasyonunda, her yangın kapısının tamamıyla kapalı olduğu durumu gösteren görsel göstergeler yerleştirilmelidir.

3.6 SOLAS 1974 Kısım II-2, Kural 3.46'ya uyan "özel mahaller" (örneğin; araba güvertesi, demiryolu güvertesi) ve benzeri mahallerden kumanda istasyonuna, merdiven boşluğuna, yaşam ve hizmet mahallerine açılan ve seyir esnasında kapalı tutulan güçle tahrik edilen kapıların, 3.5'deki göstergelerle ve 3.12'deki alarm tertibatları ile donatılmasına gerek yoktur.

3.7 Perdenin iki yanında her kapının bitişiğinde pnömatik sistemlerin kumandası için çalıştırma elemanları bulunmalı ve merkezi kumanda istasyonundan kapatılan bir kapı, bu kumanda elemanları ile yeniden açılabilmelidir. Kumanda elemanları, bunların serbest bırakılmasıyla başlangıç durumuna dönebilmeli ve böylece kapıların tekrar kapatılması sağlanmalıdır.

Acil (emercensi) durumda kumanda elemanları üzerinde kapının açılmasını derhal durduran ve kapının doğrudan doğruya kapanmasını sağlayan olanaklar sağlanmış olmalıdır.

Kumanda elemanlarının, kapı kolu ile birlikte çalışacak şekilde yapılmış olmasına müsaade edilebilir.

Kumanda elemanları açık bir kapıyı o yerden kapatabilecek şekilde yapılmalıdır. Ayrıca her kapı uzaktan kumanda ile açılması mümkün olmayacak şekilde yerel olarak kilitlenebilmelidir.

3.8 Kapıdaki kontrol ünitesi, pnömatik sistemi boşaltan veya kapı kontrol sisteminin elektrik enerjisini kesen, aynı anda ana besleme devresini kapayan bir cihazla donatılmalıdır. Böylece acil durumlarda elle çalıştırmak mümkün olur.

3.9 Merkezi güç beslemesinde kesilme olması halinde, kapı otomatik olarak kapanmalıdır. Merkezi beslenme sağlandığında kapı tekrar otomatik olarak açılmamalıdır.

Kapının hemen yakınında, geminin dik durumunda yerel kumanda elemanları ile kapıyı en az on kere daha çalıştırabilecek kapasitede hava içeren hava akümülatörleri olmalıdır.

3.10 Enerjinin kesintiye uğraması halinde dahi, kapının elle çalıştırılması güven altına alınmalıdır.

3.11 Bir kapının yerel kumanda yerinde, merkezi enerjinin kesilmesi diğer kapıların çalışma kabiliyetini etkilememelidir.

3.12 Merkezi kontrol istasyonundan kapatılan kapılar, bir sesli alarm ile donatılmalıdır. Bu alarm, kapama komutundan sonra en az 5 saniyede, kapının harekete geçmesinden evvel en fazla 10 saniyede, çalmaya başlamalı ve kapının tamamıyla kapanmasına kadar devam etmelidir.

3.13 Yangın kapıları, temas suretiyle kapıların tekrar açılmasını sağlayan emniyet şeritleri ile donatılmalıdır. Emniyet şeritleriyle temas sonucu yangın kapısının açılma mesafesi 1,0 metreyi aşamaz.

3.14 Kapıların, bütün elemanları dahil yerel kumanda sistemi, bakım ve ayar için ulaşılabilir olmalıdır.

3.15 Kumanda sisteminin tasarımı **TL** tarafından onaylı olmalıdır. Yangın durumunda çalışma kabiliyeti FTP-Code **(1)**'a göre **TL**'nun gözetiminde kanıtlanmalıdır.

Kumanda sistemi en azından aşağıdaki koşulları yerine getirmelidir.

3.15.1 Kapılar, 60 dakika boyunca merkezi enerji ile beslenerek en az 200°C ortam sıcaklığında güvenle çalışabilmelidir.

3.15.2 Yangının etkilemediği diğer kapıların, merkezi enerji beslemesi etkilenmemelidir.

3.15.3 Ortam sıcaklığının 300°C'ı aşması halinde, merkezi güç beslemesi otomatik olarak kapanmalı ve yerel kumandanın enerjisi kesilmelidir. Artık enerji, bu işlem esnasında açık bir kapıyı tamamen kapayacak yeterlikte olmalıdır.

Kapatma tertibatı bir saatlik süre boyunca, Denizde Can Güvenliği Hakkındaki Anlaşma, "SOLAS, 1974" Kısım II-2, Kural 3'te belirtilen standart zaman sıcaklık eğrisine uyan ortam sıcaklığında, enerji beslemesinin kapatılmasını sağlamalıdır.

3.16 Pnömatik sistem aşırı basınca karşı korunmuş olmalıdır.

3.17 Hidrolik devrelerde basılan akışkanın dışarı boşaltılması ve devrenin havalandırılması/ havasının alınması için gerekli düzenekler öngörülmelidir.

3.18 Hava süzgeçleri ve hava kurutucu cihazlar devrede öngörülmelidir.

3.19 Elektrik tertibatlarının detayları için Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 14, D'ye bakınız.

4. Üretici Atölyesinde Yapılan Denemeler

Kumanda sisteminin tamamı **TL** tarafından tasarımı onaylanmadan önce denemelere tabi tutulur. Burada 2 ve 3 de istenilen tasarım hedefleri ve çalışma kabiliyeti kanıtlanmalıdır.

5. Gemide Yapılan Denemeler

Teçhizatın gemiye montajından sonra, emercensi çalıştırma ve kapama sürelerinin belirlenmesini de kapsayan bir çalıştırma denemesi uygulanmalıdır.

---

(1) *IMO. Res. MSC 61 (67).*

C. Dengeleyiciler (Stabilizers)

1. Genel

1.1 Kapsam

Bu bölümde belirtilen kurallar, geminin çalıştırılması ve güvenliği bakımından gerekli olan dengeleyici donanımı için geçerlidir.

1.2 Onaylanacak belgeler

Aşağıdaki resimler ve teknik özellikler üç kopya halinde onaylanmak üzere **TL**'ye sunulur:

- Yük taşıyan yatakların, moment ileten elemanların ve hidrolik basınca uğrayan yalpa fininin yapısal resimleri, resim üzerine işlenmiş tasarım yük ve moment değerleri ile basınç düşürme vanalarının ayarları,

- Hidrolik sistemin kuruluş şeması, boruların ve basınç düşürme vanalarının malzeme özellikleri ve çalışma basınçları,

- Güvenlik ve kontrol ile ilgili ayrıntılar ve elektrik devreleri,

- Yalpa fini parçalarının malzeme özellikleri,

- Önerilen test ve seyir sırasında gemide yapılacak denemelere ait ayrıntılar,

- Deniz koşulları, gemi hızı, yalpa genliği, periyodik sınırlara bağlı gemi bünyesine etkiyen yalpa kuvvetleri ve dengeye getirme ile ilgili her türlü sınırlamalara ait ayrıntılar,

  Askeri gemilere takılı yalpa finleri için, belirli dalga yüksekliğinden, dalga boyundan ve karşılaşma periyodundan oluşan deniz koşullarında öngörülen hızda ve rotada gemi ilerliyorken belirli bir yalpa açısına göre yalpa fini performans ayrıntılarını içeren tasarım açıklaması, Söz konusu tasarım, filo işletmesi ve denizde ikmal sistemi (RAS-replenishment at sea) gibi gemi işletmeciliği gereklerini karşılayacak ve tasarımı yapan ile donatan arasında uzlaşıyla belirlenecektir. Belirli çevre koşulları altında arızasız sürekli çalışabilmesi için gerekenler, değişik trim veya meyil durumları ile dümen dinleme gibi denizcilik özellikleri de dikkate alınarak saptanmalıdır. Yalpa fininin ikinci fonksiyonu olan gemi yalpasını indükleme detayları, örneğin; yalpa fin sisteminin rutin olarak test edilmesi (kendi indüklenmiş yalpasına karşı), silah sistemleri testlerinin kolaylaştırılması ve CBRN Koruma ön ıslatma sistemlerini desteklemek, tasarım sürecinin içine dahil edilmelidir.

2. Tasarım ve Yapım

2.1 Yalpa fini yapısı, yerleştirilme, yataklar, destek yapısı ve su geçirmezliğinden oluşan bütün, tasarım ilke ve hedefleri ile yapısal açıdan zorunlu yerleştirme ayrıntılarını karşılamalıdır.

2.2 Yalpa finini harekete geçiren sistemler, dümen sisteminin gereklerini yerine getirmelidir.

2.3 Yalpa fini parçalarının malzeme özellikleri dümen sisteminin gereklerini yerine getirmelidir.

2.4 Hidrolik tahrik edicilere ait boru birleştirmeleri için uyması halinde Bölüm 9, A.2.1.3 ve A.2.1.4 uygulanır.

3. Performans Karakteristikleri

3.1 Yalpa finleri çalışmaya başladıktan sonra gemi hızı ve deniz koşullarından bağımsız olarak otomatik olarak çalışmalıdır.

3.2 Yalpa finlerini kendiliğinden harekete geçirecek düzenekler için; yalpa genliği ve yalpa periyodu elle ayarlanabilmelidir. Finler yardımıyla yalpa hareketine zorlanmak, geminin mal güvenliği veya personelin can güvenliğini tehlikeye sokmamalıdır. Bu konuda aşağıdaki kural istekleri karşılanmalıdır:

- Yalpa finlerini kendiliğinden harekete geçiren düzenek, seçenekli anahtar düğmesi ile kontrol edilecek olup, adı geçen kontrol anahtarı kaptan köşküne yerleştirilecektir ve yanlışlıkla çalıştırmalara karşı da korunaklı olacaktır.

- Kaptan köşkünden elle kumanda yapılarak finin yalpa hareket genliği ve periyodu ayarlanabilmelidir.

3.3 Yalpa fininin veya kontrol sisteminin herhangi bir parçasında meydana gelebilecek arıza, geminin seyir güvenliğini veya denizcilik yeteneğini olumsuz yönde etkilememelidir.

3.4 Yalpa finini harekete geçiren sistemde (aktüatör) arıza meydana gelmesi durumunda; elektrik gücünün yokluğunda, gemi durmuş vaziyetteyken, devre üzerinde ve kolay erişilebilir yerdeki el pompası en fazla 2 insan gücüyle, elektrik gücü olmaksızın, yalpa finini merkez konuma getirilebilmelidir.

4. Gemide Yapılan Denemeler

4.1 Yalpa fin üniteleri, gemiye montajdan sonra hidrostatik ve çalışma testlerine tabi tutulur.

4.2 Denemeler, tersane, gemi işleteni ve **TL** temsilcilerinin ortak kararlaştırdıkları işlemlere uygun olarak yapılmalıdır. Yapılan denemelerde aşağıdakiler kanıtlanmalıdır:

- 1.2'de belirtilen tasarım isteklerine göre yalpa fini dengeleme sistemi,
- Yalpa finlerinin açılması ve yerine kapanması,
- Acil durum el pompası seçeneği de dahil elektrik güç kaynağı yokluğuna karşı alternatif düzenlemeler,
- Aktif yalpa finlerinin kontrolü,
- Alarmlar ve göstergeler,
- Hidrolik kilitlenmeyi önleyen yapısal tasarıma sahip yalpa finlerinin kapasitesi.

4.3 Bölüm 9, A.5.4'de yer alan kural istekleri sağlanacaktır.

BÖLÜM 11

DEMİR IRGATI VE VİNÇLER

Sayfa

A. DEMİR IRGATLARI **11-** 2

1. Genel

2. Malzemeler ve Üretim

3. Demir Irgatının Parçaları ve Tasarım İlkeleri

4. Performans Ölçütü ve Dizayn

5. Üretici Yerinde Yapılan Denemeler

6. Seyir Tecrübeleri

7. Markalama

B. VİNÇLER **11-** 11

1. Yedekte Çekme Vinçleri

2. Yük Elleçleme Vinçleri ve Diğer Kaldırma Makineleri

3. Filika Vinçleri

4. Özel Donanımlar için Kullanılan Vinçler

A. Demir Irgatları

1. Genel

1.1 Uygulama

Gemilerde, demir zinciri ölçülerine ve aşağıda belirtilen kriterlere uygun olup, demirlerin elleçlenmesinde kullanılan bir demir ırgatı bulunacaktır. Demirler ve zincirler için, Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 17'ye bakınız.

1.2 Onaylanacak belgeler

Aşağıda yer alan ve demir ırgatı ve çekme sistemini tasarım özelliklerini, tasarımında gözetilen standartları, yapılan mühendislik analizini ve yapısal ayrıntı resimleri onaylanmak üzere **TL**'na verilecektir:

- Her demir ırgatı ve zincir tutucu tipi için, genel ve kesit resimleri ile birlikte, bunların hidrolik, elektrik ve buhar devrelerine ait devre şemaları, ana şaft, kavaleta, fren, tutucu parça, zincir makarası ve miline ait tekil parça resimleri, üç kopya halinde onaya sunulur,

  Aşırı yüklenmeye karşı öngörülen koruma şekilleri ve diğer emniyet donanımları ile birlikte, demir ırgatına ait açıklamalar da sunulmalıdır,

- Demir ırgatı tasarım özellikleri, demir ve demir zinciri özellikleri, demirleme derinliği, performans ölçütü ve uyulan standartlar,

- Ana tahrik ünitesi (motoru), şaft sistemi, kavaleta, demir, demir zinciri, bağlama donanımı vinci, kablolar ve kurtağzı gibi demir atma ve çekme sistemi elemanlarını içine alan ve bunlara ek olarak yine sistemin parçalarından olan frenler, kontrol üniteleri vb elemanları da kapsayacak şekilde demir ırgatı genel yerleştirme ve planı,

- Demir ırgat sisteminin moment ileten tüm elemanları (şaftlar, dişliler, kavramalar, kaplinler, kaplin cıvataları vs) ile demir ırgatının yük taşıyan, kuvvet ileten tüm elemanlarının boyutları, malzemeler, kaynak detayları, eğer uygunsa, (şaft yatakları, kavaleta, zincir makarası, tambur vs) ve tüm bunlara ek olarak demir ırgatını güverteye sabitleyen cıvata, takoz ve stopperlere ait mukavemet hesapları bir kopya olarak verilecektir. Bu hesaplarda, 4.1'den 4.3'a kadar belirtilen yükler nedeniyle demir ırgatına gelen kuvvetler dikkate alınacaktır,

- Hidrolik boru sistemi diyagramında dizayn basıncı, emniyet valflerinin yerleşimi ve ayar değerleri, boruların ve donanımın malzeme özellikleri, tipik boru birleştirme yöntemi ve hidrolik motorlar ile ilgili teknik veriler ve ayrıntılar bulunacaktır,

- Elektrik devresine ait kablo özellikleri, boyutları, elektrik motorunun kontrol yöntemi, çalışma aralığı veya çalışma ayar değerleri,

- Kumanda-kontrol, izleme-görüntüleme ve araç-gereç düzeni,

- Moment ileten ve yük taşıyan elemanlar için yapılan mühendislik analizi, gözetilen standartlar ve kurallar. Dişliler için yapılan analizler tanınmış uluslararası standarta uygun olacaktır.

- Güverte altı destek yapıları ve kilitleme düzeneği dahil demir ırgatının yatağı ile ilgili teknik ayrıntılar,

- Gücü 100 kW ve üzeri olup, dişli donanımına sahip tahrik eden elektrik motorlarının teknik özellikleri ve resimleri,

- Eğer bir demir ırgatı, çeşitli zincir mukavemetleri ve tipleri için onaylanmak zorunluluğunda ise, en büyük frenleme momentine göre yapılan hesaplar sunulmalı, ayrıca ilgili demir ve zincirler için, 4.1.2'e göre bulunan çalıştırma gücü ve çekme hızı kanıtlanmalıdır.

- Komple ırgat ünitesinin üretim yerinde, "aşırı yükleme" kapasitesi dahil "yük testi" yapılmamış ise, ırgatın tahrik makinasının, kaldırma hızını, gerekli devamlı çekmeyi ve aşırı yük kapasitesini sağladığını kanıtlayan hesaplar,

- Geminin işletim el kitabı içinde, demir ırgatı kullanım ve bakım talimatı da yer alacaktır.

- Güverte makinelerinin yerleştirilşmeleri için, Makinanın Layna Alınması ve Yerleştirilmeleri ile ilgili Bölüm 2, K'ya bakınız,

1.3 Gözetilen standartlardaki uygunluk

Demir ırgatlarının tasarım, üretim ve denemeleri **TL** tarafından tanınan uluslararası standart veya kodlara uygun olmalıdır. Irgatlar ile ilgili standardın **TL** tarafından uygun bulunabilmesi için, başvurulacak standartın performans, gerilmeler ve denemeler ile ilgili ölçütleri olmalıdır.

TL tarafından tanınan önemli standartlar aşağıda belirtilmiştir:

- ISO 7825: Güverte makinaları için genel kurallar
- ISO 4568: Gemiler için demir ırgatları ve çıpa bocurgatları kuralları
- SNAME T & R Bulletin 3-15: Ticari Gemiler için Çıpa Irgatlarının Dizayn ve Test Kılavuzu
- JIS F6714: Irgatlar
- BS MA35: Gemi Güverte Irgat Makinaları için Gereksinimler

2. Malzemeler ve Üretim

2.1 Malzemeler

Demir ırgatlarının yük ve moment taşıyan ve ileten parçalarının malzemeleri **TL** Malzeme Kuralları ile tanınmış ulusal veya uluslararası standartlara uygun olacaktır. Kullanılması öngörülen malzemeler inşaat-yapım resimlerinde işlenecek ve tasarımla ilişkilendirilerek onaya sunulacaktır. Kullanılması öngörülen bu tür malzemelerin bizzat üreticisi tarafından üretim belgesi bulunmalı ve aynı zamanda üretim belgeleri tanınır olmalıdır.

2.1.1 Onaylanan malzemeler

2.1.1.1 Teleskopik silindirler; Rotary vana tipi aktüatörlerin basınç odaları ; hidrolik güç boru devresi vanaları, flanşları ve fitingleri; bütün devir düşürme donanımları, mekanik kuvvetleri ana şafta, gövdeye ve zincir cer dişlilerine aktaran parçalar **TL** Kısım 2, Malzeme Kuralları'na uygun ve gerektiği gibi denemelerden geçirilmiş çelik veya onaylanan sünekliğe sahip metal malzemelerden olmalıdır (genellikle, %12'ye kadar uzama sünekliği olan malzemelerin çekme gerilmesi 650 N/mm^2 değerini aşamaz).
Basınç altındaki elemanlar kural olarak çelikten, dökme çelikten veya nodüler (daha ziyade ferritik) dökme demirden üretilmelidir.

Dökme demir **TL**'nun onayı ile ancak belirli bazı parçaların yapımında kullanılabilir. Gri dökme demir, düşük gerilmelere maruz ve ikincil derecede öneme sahip parçalarda kullanılabilir. Boyu 50 mm olarak belirlenen malzeme örneğinde (L_0 /d = 4) olmak üzere uzama sünekliği %12'den az olan gri dökme demir veya aynı özelliklere sahip başkaca bir metal malzemenin kullanılması uygun değildir.

2.1.1.2 Kavaleta ve zincir makaraları genellikle dökme çelikten üretilmelidir. Aşağıda belirtilen lokmalı demir zincirleri için küresel grafitli dökme demir kabul edilebilir:

- K1 kalite için 50 mm çap'a kadar (basit, sıradan kalite)
- K2 kalite için 42 mm. çap'a kadar (özel kalite)
- K3 kalite için 35 mm. çap'a kadar (çok özel kalite).

Özel durumlarda, **TL** ile anlaşma sağlanması koşuluyla, daha büyük demir zinciri çapları için de küresel grafitli dökme demir kullanılabilir.

Kır dökme demir aşağıda belirtilen lokmalı demir zincirlerinde kullanılabilir

- K1 kalite için 30 mm. çap'a kadar (Normal kalite),
- K2 kalite için 25 mm. çap'a kadar (Özel kalite),
- K3 kalite için 21 mm. çap'a kadar (Ekstra özel kalite).

2.1.2 Malzeme testleri

2.1.2.1 Kavaletanın serbest bırakılması sonucu zincirin asılması suretiyle zorlanan dövme, haddelenmiş ve dökümden yapılmış parçaların malzemelerinin (ana şaft, kavaleta, fren bantları, fren sıkma milleri, fren cıvataları, germe kuşakları, tutucu parça, zincir

makarası ve milleri) testleri, **TL**'nun gözetiminde Kısım 2, Malzeme Kuralları'na göre yapılmalıdır.

Çapı 14 mm. ye kadar olan zincirler için, demir ırgatlarında çelik üreticisinin hazırladığı test kabul sertifikası kanıt olarak kabul edilebilir.

Demir ırgatlarının çerçeve yapısı ve yuvası için çelik üreticisinin hazırladığı test kabul sertifikası kanıt olarak kabul edilebilir.

2.1.2.2 Ayrıca, hidrolik sistemlerdeki boru devrelerinin ve basınçlı kapların malzemeleri de test edilmelidir (Bölüm 16, Tablo 16.6'ya bakınız).

2.2 Kaynaklı üretim

Kaynaklı birleştirme detayları imalat planlarında gösterilecek ve ırgatın dizayn onayı çerçevesinde onaylanacaktır. Kaynak prosedürleri ve kaynakçıların vasıflandırılması, **TL** Kuralları, Kısım 3, Kaynak kuralarına göre olacaktır. Kaynak tüketim malzemelerl **TL** tip onaylı olacaktır. Kaynakların tahribatsız muayene sınıfları ve varsa kaynak sonrası ısıl işlemler belirtilecek ve değerlendirme amacıyla verilecektir.

3. Demir Irgatının Bileşenleri ve Tasarım İlkeleri

3.1 Tahrik türü

3.1.1 Demir ırgatları kural olarak, diğer güverte makinalarından bağımsız ayrı bir tahrik makinası ile çalıştırılmalıdır. Hidrolik ve buharla çalıştırılan ırgat makinalarının boru devreleri, bu sistemler için müsaade edilebilen diğer hidrolik veya buhar sistemlerine bağlanabilirler. Bununla beraber ırgatlar, diğer bağlı olan sistemlerden bağımsız olarak çalıştırılabilmelidir.

3.1.2 El ile tahrike, ağırlığı ancak 250 kg'a kadar olan demirler için müsaade edilebilir.

3.1.3 Diğer hidrolik sistemlerle boru devreleri bağlı olan hidrolik tahrik sistemlerinde, ikinci bir pompa ünitesinin yedekte bulundurulması tavsiye edilir.

3.1.4 İki zincir kavaletalı ırgatlarda, her iki kavaleta birlikte çalışabilmelidir.

3.2 Dönme yönünü değiştirme düzeneği

Güçle çalışan ırgatların dönme yönü değiştirilebilmelidir. Sefer bölgesi K'ye (veya RSA 50'ye) kadar olan gemilerdeki demir ırgatları, içten yanmalı motorlar ile tahrik ediliyorsa, dönme yönü değiştirme mekanizması istenmeyebilir.

3.3 Aşırı yüke karşı koruma

Mekanik parçaların, ırgatın sıkışması halinde korunması için, tahrik makinasının (4.1.4'e bakınız) doğurabileceği yüksek miktardaki döndürme momentini sınırlı tutabilen (örneğin; kaymalı kavramalar, güvenlik vanaları gibi) aşırı yüklenmeye karşı koruyucular bulunmalıdır. Aşırı yüklenmeye karşı koruyucunun ayar durumu belirtilmelidir (örneğin; çalıştırma talimatı gibi).

3.4 Kaplinler

Irgatlar, kavaleta ile tahrik şaftı arasında boşalabilen kaplinlerle donatılmalıdır.

Hidrolik olarak veya elektrikle çalışan kaplinler, herhangi bir acil durumda elle de boşaltılabilmelidir.

3.5 Frenleme düzeneği

Irgatlar, kavaleta boşaltıldığı zaman, 4.2.3'e göre bulunan kuvveti tutabilen, kavaleta frenleri ile donatılmalıdır. Ayrıca dişli mekanizması kendini kilitleyen tipte olmadığı takdirde, kavaleta kavramada iken tahrik makinasının arızalanması durumunda, örneğin; dişli freni, alçaltma freni, hidrolik yağ freni ile donatılmalıdır.

Eğer frenler güçle çalıştırılıyorsa, elle çalıştırma için ek donanımlar temin edilmelidir. Güç ile tahrik arızası dahil olmak üzere tüm çalışma koşullarında elle çalıştırma mümkün olmalıdır.

3.6 Borular

Boruların, valflerin, fitinglerin, basınçlı kapların vb dizaynı ve boyutlandırılması için, Bölüm 14 (Basınçlı kaplar) ve ayrıca Bölüm 16 (Boru devreleri, valfler, fitingler ve pompalar) A, B, C, D, E ve U'ya bakınız.

3.7 Kavaleta

Kavaleta en az beş dişe sahip olmalıdır.

3.8 Irgatların halat çekme vinci gibi kullanılması

Birlikte hem demir ve hem de halat çekebilen ırgatlar veya gemi bağlama halat vinçleri, halatta mümkün olabilecek en büyük çekme kuvvetlerinde dahi, müsaade edilmeyen zorlanmalara maruz bırakılmamalıdır.

3.9 Elektrik donanımı

3.9.1 Elektrik teçhizatı için, Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 7, E.2'deki kurallar göz önüne alınmalıdır.

3.9.2 Elektrik motorları

Elektrik motorları **TL** isteklerine uygun olacak ve 100 kW ve daha büyük güçte olanlar sertifikalı olacaktır. Havaya maruz motorlar **TL** isteklerinde belirtilen şekilde, bulundukları yerlere uygun muhafazalı olacaktır. Dişli donanımı varsa, bunlar **TL** isteklerine uygun olacak ve 100 kW ve daha büyük güçte olanlar sertifikalı olacaktır.

3.9.3 Elektrik devreleri

Motor branş devreleri, **TL** kurallarına göre korunacaktır ve kablo boyutları **TL** isteklerine uygun olacaktır. Deniz suyuna maruz alanlara monte edilen elektrik kabloları için etkin mekanik koruma sağlanacaktır.

3.10 Hidrolik donanım

Yağ seviyesi göstergeleri için, Bölüm 9, A.3.12 ve filtreler için Bölüm 10, A.3.2.2'ye bakınız.

3.11 Mekanik bileşenlerin korunması

Bileşen muhafazaları dahil, mekanik parçaların korunması amacıyla, tahrik makinasının devrini ve torkunu sınırlamak üzere uygun bir koruma sistemi sağlanacaktır. Özellikle, tahrik makinası olarak bir eksenel pistonlu tip hidrolik motorun kullanıldığı durumlarda, kablonun kontrol edilmemiş şekilde döşenmesi halinde aşırı devir nedeniyle tahrik makinasının ciddi hasar görmesine neden olacak birikinti oluşumuna dikkat edilmelidir.

4. Performans Ölçütü ve Dizayn

Tanınmış standartlara uygunluğu gözetilmeksizin demir ırgatları aşağıda belirtilen kural isteklerini karşılayacaktır. Mühendislik analizlerinin onay için **TL**'na sunulması yerine; tip testi işlemlerini ve aşamalarını içeren bilgiler **TL**'na sunularak demir ırgatı mekanik tasarımı onayı için tip testi sonuçlarının esas alınması talebi kabul edilebilir.

4.1 Mekanik dizayn

4.1.1 Dizayn yükleri

4.1.1.1 Çekme kuvvetleri

Çekme kuvvetinin hesabı yapılırken demir ırgatının çekme koşulları tek demir, tam frenleme yükü, zincir kavaletası ayrılmış olarak düşünülecek ve kavaletanın bozulmasına yol açacak zincirin en düşük kopma yükünün %80'ine eşit yükün uygulandığı dikkate alınacak; hesaplamalar sonunda her bir yük yatağında oluşan en büyük gerilemenin, malzemenin akma gerilmesinin (veya %0,2 kanıtlanmış/garantilenmiş dayanma gerilmesi) aşmadığı gösterilecektir (bkz Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 17 kural istekleri). Zincir kilit donanımına sahip ırgatlar için, hesaplamalarda kavaletanın bozulmasına yok açacak en düşük gerilme değerinin %45'i alınabilir.

4.1.1.2 Atalet kuvvetleri

Zincir gibi birbirini tamamlayan elemanlardan (ana tahrik ünitesi, dişli kutusu, yataklar, kavramalar, şaftlar vs) oluşmuş tahrik sisteminin tasarımı yapılırken ana tahrik ünitesinin veya kavaletanın aniden durdurulması ve aniden çalıştırılarak yüklendiği gibi atalet kuvvetlerini sınırlayan durumlar göz önüne alınmalıdır.

4.1.2 Sürekli çekme gücü

Güç ünitesinin vereceği sürekli çekme gücü değerini (Z_{cont1}) demir zinciri kalitesine ve çapına (d) bağlı olarak, 30 dakikalık bir süre boyunca, aşağıdaki tabloda gösterilen şekilde sağlamalıdır (örneğin, IEC 60034-1'e göre S2-30 dk.'ya karşılık gelen 30-dakikalık kısa zaman sınıfı):

Tablo 11.1 Demir zinciri kalitesine bağlı olarak Z_{cont1}

Demir zinciri kalitesi	Z_{cont1}	
	N	kgf
K1	37,5 d^2	3,82 d^2
K2	42,5 d^2	4,33 d^2
K3	47,5 d^2	4,84 d^2
d birimi	mm	mm

Yukarıdaki tabloda verilen değerler çiposuz göz demiri kullanımı ve 82,5 m.'lik demirleme derinliği içindir.

82,5 m.'den daha fazla olan demirleme derinlikleri için Z_{cont2} :

$Z_{cont2}[N] = Z_{cont1}[N] + (D – 82.5) \times 0.27d^2$

veya

$Z_{cont2}[kgf] = Z_{cont1}[kgf] + (D – 82.5) \times 0.0275d^2$

Burada, D demirleme derinliğidir [m].

Demir ağırlıklarının **TL** Kuralları, Kısım 1, Bölüm 17'de verilen şekilde olduğu kabul edilmiştir. Z_{cont} değerinin tek demirin çekilmesi esas alınmış olup, suyun kaldırma kuvveti ve loçadaki sürtünme etkisi (% 70 olduğu kabul edilir) de hesaba katılmıştır. Genelde söz konusu bu yükleme koşullarında, moment ileten her bileşenin üzerindeki gerilmeler akma gerilmesinin %40'ını (veya

%0,2 kanıtlanmış/garantilenmiş dayanma gerilmesi) geçmemelidir.

4.1.3 Demir alma hızı

Çıpa ve zincirin ortalama çekilme hızı dakika en az 0,15 m/sec olmalıdır. Kontrol amaçlı deneme yapılırken; en az 82,5 metre zincir loçadan aşağıya sallandırılır, çıpanın su içerisine tamamen batmış durumda ancak serbestçe askıda durması sağlanır ve 2 boy'dan az olmamak üzere demir ırgatı zinciri çektiğinde ölçülecek zaman süresi zincirin ortalama çekilme hızını belirler.

4.1.4 Aşırı yüklenme kapasitesi

Demir ırgatını tahrik eden elektrik motoru çıpayı tutunduğu yerden ayırmak için geçici olarak aşırı yüklenebilir. Kısa süreli aşırı yüklenme durumunda ırgatın elektrik motoru en az 2 dakika süreyle kesintisiz sürekli çekme gücünün en az 1,5 katı yüklemeyi kaldırabilmelidir. Bu sürede hız normalin altında olabilir.

4.1.5 Frenleme kapasitesi

Demir ırgatının fren kasnağı kavaletada hafifçe boşluk oluştuğunda; kavaletayı durdurabilecek kapasitede olmalıdır. Kavaleta stopperinin bulunmadığı ırgatlarda, fren kasnağı kaydırma ve sıyırma yapmaksızın ve sistem elemanlarına kalıcı hasar vermeksizin, yalnıza kavaletanın bozulmasına yol açacak gerilmenin %80'ini geçmeyecek şekilde bir moment oluşturarak sistemi durdurabilmelidir. Kavaleta için stopper varsa, kavaletanın bozulmasına yol açacak gerilmenin %45'ini hesaplarda dikkate almak gerekir.

4.1.6 Kavaleta stoperi

Bağlantıları ile birlikte kavaleta stoperi (varsa), kalıcı deformasyon olmaksızın, demir zincirinin minimum kopma mukavemetinin %80'ine dayanacak şekilde tasarlanmalıdır.

4.1.7 Taşıyıcı yapı

Irgatın ve demir zinciri stoperinin taşıyıcı tekne yapıları için **TL** Kuralları, Kısım 1, Bölüm 17,G'ye bakınız.

4.2 Yük ileten bileşenlerin ve zincir tutucuların boyutlandırılması

4.2.1 Demir ırgatlarının güç nakleden elemanları ile zincir tutucunun tasarımı için, Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 17'de yer alan demirler ve zincirler esas alınmalıdır.

4.2.2 Kavaleta freni, demir ve zincir denize boşaltılırken bunları emniyetle durdurabilecek şekilde boyutlandırılarak tasarımlanmalıdır.

4.2.3 Kavaletası boşta iken zincir çekme kuvvetiyle zorlanan ırgat parçalarının (kavaleta, ana şaft, fren donanımı, ırgat faundeyşını ve bunun güverteye bağlantıları) boyutlandırılarak dizaynında, öngörülen zincire ait **TL** Malzeme Kuralları'nda belirtilen anma kopma yükünün %80'i büyüklüğünde bir teorik çekme kuvveti esas alınmalıdır. Ana şaftın hesabında, frenin

frenleme kuvveti esas alınmalı ve kavaleta freni bu yükün etkisinde kayma yapmamalıdır.

4.2.4 Eğer **TL** tarafından kabul edilebilir ek bir zincir tutucu öngörülmüşse, teorik çekme kuvveti, zincirin anma kopma yükünün %45'ine indirilebilir.

4.2.5 Tüm diğer ırgat elemanlarının dizaynında kavaleta bölüm dairesinden etkiyen ve 4.1.4'de belirtilen maksimum çekme kuvvetine eşit bir kuvvet esas alınmalıdır.

4.2.6 4.2.3 ve 4.2.4'de belirtilen teorik çekme kuvvetinde, frenin el çarkına uygulanan kuvvet, 500 N'u geçmemelidir.

4.2.7 Zincir tutucuların boyutlandırılmasında, zincirin anma kopma yükünün %80'i büyüklüğündeki bir teorik çekme kuvveti esas alınmalıdır.

4.2.8 Elemanlara etki eden toplam zorlamalar, kullanılan malzemelerin en düşük akma sınırı değerlerinin altında kalmalıdır.

4.2.9 Irgatların ve zincir tutucuların alt yapıları için Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 8 ve 17 göz önüne alınmalıdır.

4.3 Dalgalara dayanabilmek için dayanıklılık gereksinimleri

4.3.1 Boyu 80 m. veya daha fazla olan ve ilgili eleman bölgesinde açık güvertenin, yaz yüklü su hattından yüksekliği 0,1 **L** veya 22 m. den daha az olan (hangisi küçükse) gemilerde, geminin baş taraf 1/4 **L** içindeki bölgesinde yer alan ırgatların bağlantıları, deniz dalgalarına dayanacaktır. Aşağıdaki basınçlar ve ilgili alanlar uygulanacaktır (Şekil 11.1):

- 200 kN/m^2, baş kaimeden dışa ve şaft eksenine dik etkiyen (bu doğrultudaki projeksiyon alanında),
- 150 kN/m^2 şaft eksenine paralel ve ayrı ayrı içe ve dışa doğru etkiyen (bu doğrultudaki projeksiyon alanının f ile çarpılan bölgesinde),

f = 1+ B/H, fakat değeri 2,5'den büyük alınamaz,

B = Şaft eksenine paralel olarak ölçülen ırgat genişliği [m],

H = Irgatın toplam yüksekliği [m].

Halat ırgatlarının, demir ırgatı ile birleşik olduğu hallerde, bunlar demir ırgatının bir parçası olarak kabul edilecektir.

4.3.2 Irgatı güverteye bağlayan cıvatalar, takozlar ve stoperlerde, 4.3.1'de belirtilen dalgalardan kaynaklanan kuvvetler hesaplanacaktır.

Irgat, her biri bir veya daha fazla sayıda cıvata içeren N cıvata grupları tarafından mesnetlenir (Şekil 11.2).

"i" cıvata grubundaki (veya cıvatadaki) R_i eksenel kuvvetleri (pozitif çekme) aşağıdaki şekilde elde edilir:

$$R_{xi} = \frac{P_x \cdot h \cdot x_i \cdot A_i}{I_x} \quad \text{[kN]} \qquad (4)$$

$$R_{yi} = \frac{P_y \cdot h \cdot y_i \cdot A_i}{I_y} \quad \text{[kN]} \qquad (5)$$

$$R_i = R_{xi} + R_{yi} - R_{si} \quad \text{[kN]} \qquad (6)$$

P_x = Şaft eksenine dik etkiyen kuvvet [kN],

P_y = "i" cıvata grubunda hangisi daha büyük kuvvet oluşturuyorsa, içeri veya dışarıya doğru olmak üzere, şaft eksenine paralel etkiyen kuvvet [kN],

h = Irgat temelinden itibaren şaft yüksekliği [cm],

x_i,y_i = N cıvata gruplarının merkezinden itibaren i cıvata grubunun x ve y koordinatları, etkiyen kuvvete ters yönde pozitif [cm],

A_i = "i" grubundaki tüm cıvataların kesit alanı [cm^2],

I_x = $\Sigma A_i x_i^2$ N cıvata grupları için [cm^4],

I_y = $\Sigma A_i y_i^2$ N cıvata grupları için [cm^4],

R_{si} = Irgatın ağırlığı nedeniyle, i cıvata grubundaki statik reaksiyon [kN].

4.3.3 "i" cıvata grubuna etkiyen F_{xi} ve F_{yi} kesme kuvvetleri ve bileşke kombine kuvvet F_i aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$F_{xi} = \frac{P_x - \alpha \cdot m_w}{N} \quad [kN] \quad (7)$$

$$F_{yi} = \frac{P_y - \alpha \cdot m_w}{N} \quad [kN] \quad (8)$$

$$F_i = \sqrt{F_{xi}^2 + F_{yi}^2} \quad [kN] \quad (9)$$

α = Sürtünme katsayısı, 0,5 alınacaktır [-],

m_w = Irgatın ağırlık kuvveti [kN],

N = Cıvata grupları sayısı. [-].

4.3.1, 4.3.2 ve 4.3.3'e göre hesaplanan eksenel çekme, basma ve yanal kuvvetler, taşıyıcı yapının tasarımında da dikkate alınacaktır.

4.3.4 Her bir i cıvata grubunda, tekil cıvatalardaki eksenel çekme gerilmeleri hesaplanacaktır. Yatay F_{xi} ve F_{yi} kuvvetleri, kesme takozları tarafından karşılanır.

"Raybalı" cıvataların, bir veya iki doğrultuda bu kesme kuvvetlerini taşımak üzere tasarımlandığı durumlarda, her bir tekil cıvatadaki von Mises eşdeğer gerilmeleri hesaplanacak ve deney yükü altındaki gerilme ile karşılaştırılacaktır.

Sabitleme düzenlemesinde dökülebilir reçine kullanılırsa, hesaplarda bu durum dikkate alınacaktır.

Cıvata uzama mukavemetinde emniyet faktörü 2,0'den az alınmayacaktır.

5. Üretici Yerinde Yapılan Denemeler

5.1 Tahrik makinalarının denenmesi

Bölüm 9, A.5.3'de yer alan kuralların uygulanması uygundur.

5.2 Basınç ve sızdırmazlık deneyleri

Bölüm 9, A.5.4'de yer alan kuralların uygulanması uygundur. Basınç ayar valflerinin ayar basıncı p_c olarak alınabilir.

5.3 Son kontrol ve çalıştırma denemeleri

5.3.1 Çıpalar ve kavaletalar **TL** sörveyörünün veya **TL** tarafından yetkili kılınmış temsilciler gözetiminde ve yine **TL**'nun öngördüğü tezgâhlarda deneylerden geçirilerek **TL** Malzeme Kurallarına uygun üretilip üretilmediği saptanacaktır.

5.3.2 Deney başarı belgelerinde, çıpaların ağırlıkları, veya zincirin ağırlığı ve boyutları ile özellikleri ve uygulanan kuvvet değerleri belirtilmelidir. Çıpa ve zincir gemideki yerlerine konulurken, söz konusu belgeler **TL** sörveyörüne uygunluk kontrolü için verilecektir.

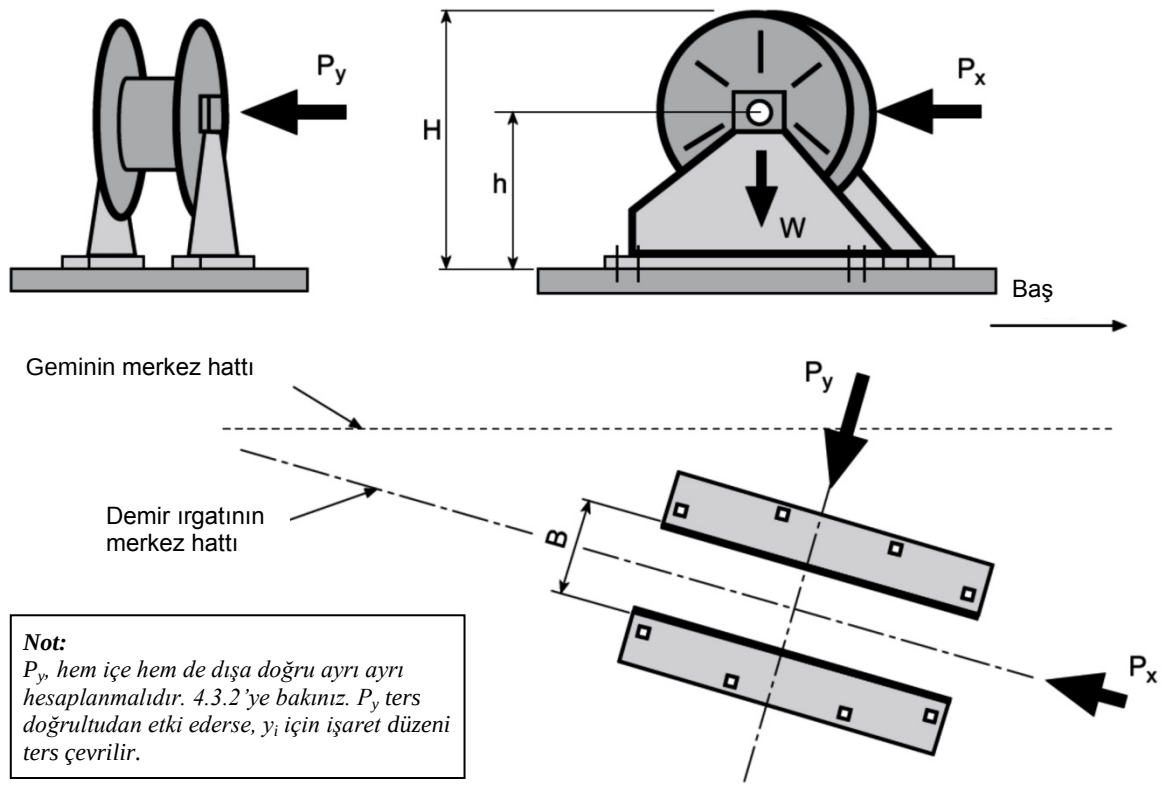
5.3.3 Çelik tel ve ip halatlar **TL** Malzeme Kurallarına uygun olmalıdır.

5.3.4 Yüksek taşıma güçlü demirler ile ilgili çekiş gücü denemeleri için **TL** Kısım 2, Malzeme Kuralları'na başvurulmalıdır.

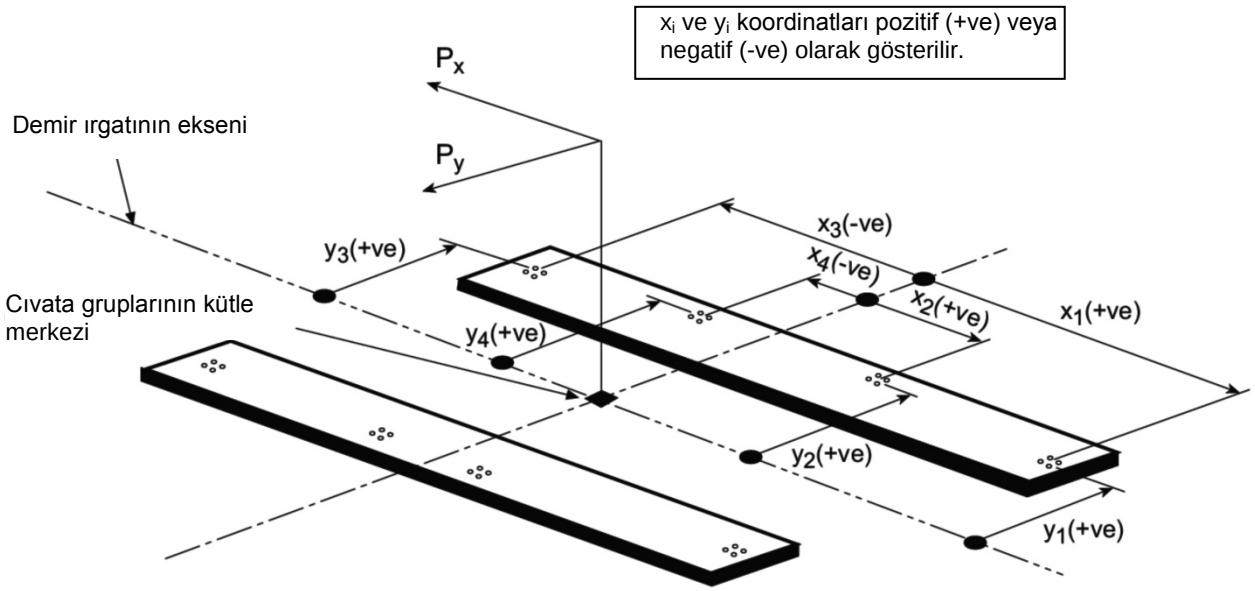
5.3.5 Yapımları tamamlanan ırgatlara, maksimum çekme kuvvetinde son bir kontrol ve çalıştırma denemesi uygulanmalıdır. Anma çekme kuvvetinin sürekli olarak uygulanması suretiyle zincir çekme hızı tespit edilmeli ve denemelerde özellikle fren ve güvenlik tertibatlarının kontrolü ve ayarı yapılmalıdır.

Çapı 14 mm. den büyük olan zincirler için olan demir ırgatlarında, bu denemeler **TL** sörveyörünün gözetiminde yapılmalıdır.

Çapı 14 mm. ve daha küçük olan zincirler için olan demir ırgatlarında üreticinin test kabul sertifikası yeterlidir.



Şekil 11.1 Demir ırgatı yükleri



Şekil 11.2 Kuvvetlerin ve ağırlıkların doğrultusu ve işaret düzeni

5.3.6 Üretim yeri muayeneleri ve testleri

Demir ırgatları, onaylı planlara uygunluk yönünden üretim yerinde sörveyör tarafından muayane edilecektir. Standartlarda belirtilen kabul testleri, sörveyör gözetiminde yapılacak ve asgari olarak aşağıdaki testleri içerektir:

5.3.6.1 Yüksüz test. Demir ırgatı, yüksüz olarak, her iki yönde nominal devirde toplam olarak 30 dakika çalıştırılacaktır. Eğer ırgatta devir değiştirme donanımı varsa, demir ırgatı her devir değişiminde ve her yönde ilave olarak 5 dakika çalıştırılacaktır.

5.3.6.2 Yük testi. Demir ırgatı, 4.1'de belirtilen sürekli çekme gücü, aşırı yüklenme kapasitesi ve demir alma hızının sağlandığının doğrulanması için teste tabi tutulacaktır.

Üretici atölyesinde yeterli olanaklar bulunmadığı takdirde, aşırı yüklenmeye karşı koruma düzeninin ayarı da dahil olmak üzere, yukarda sözü edilen denemeler gemide yapılabilir. Bu takdirde, üretici atölyesinde yüksüz olarak çalıştırma denemeleri yapılmalıdır.

5.3.6.3 Frenleme kapasitesi. Fren tutma kapasitesi testlerle veya hesaplama ile doğrulanabilir.

5.3.7 Üretimden sonra, zincir stopperleri, **TL** sörveyörü nezaretinde nihai muayeneye ve işletim testine tabi tutulur.

5.3.8 Demir ırgatı tasarımı sırasında kötü hava koşullarından dolayı baş kasaranın ya da kavaletanın su altında kalmasına ve su baskınına uğramasına engel olunmalıdır. Bu amaçla:

- Irgat motorunun alt sabitleme levhası ile kavaletanın en üst noktası arasındaki uzaklık için su geçirmezlik sağlanmalı ve

- Kavaleta yapısal olarak yeterli dayanımda uygun malzemeden sızdırmazlık sağlayan kapakla koruma altına alınmalı ve kapak çıkarılarak kavaletaya erişilebilmelidir.

6. Seyir Tecrübeleri

6.1 Her demir ırgatı gemideki yerine konulduktan sonra, tasarımlandığı çalışma koşullarında deneylerden geçirilecektir.

6.2 Demir ırgatının her bir parçası birbirinden bağımsız olarak işlevlerine göre (frenleme, kavrama fonksiyonu, demir atma, demir alma, zincirin kavaleta üzerinde uygun yerleşip yerleşmediği, zincirin loça kovanından uygun şekilde geçip geçmediği, zincirliğe istiflenme veya boşalma durumu) ayrı ayrı denenecektir.

6.3 Çıpalar loçadaki yerlerine uygun bir şekilde oturmalı ve kavaleta stopperi tasarım amacına uygun kilitleme yapabilmelidir.

6.4 Yukarıda 4.4'de açıklandığı gibi ortalama zincir çekme hızı en az 82,5 metre uzunluğundaki zincirin serbest bir şekilde askıda kaldığı ve çıpanın su içine dalmış vaziyetteyken çekilerek doğrulanan hız değeridir.

6.5 Seyir tecrübesi sırasında demir ırgatlarının kapasitesi aşağıdaki özellikleri sağlamalıdır:

- Bütün belirlenen dizayn demirleme derinlikleri için: 82,5 metre derinlikteki çıpayı 27,5 metre derinliğe ortalama 9 m/dk'lık çekme hızıyla yükseltebilmelidir; ve

- Belirlenen demirleme derinliğinin 82,5 metreyi aştığı durumda: yukarıdaki maddeye ilaveten çıpanın belirlenen demirleme derinliğinden 82,5 metre derinliğe ortalama yükseltilme hızı dakikada 3 metre olmalıdır.

6.6 Seyir tecrübelerinin yapılacağı bölgede su derinliği yeterli değilse; uygun benzeşim koşulları sağlayarak değerlendirmelerde bulunmak alternatif bir çözümdür.

6.7 Fren kasnağının durdurma kapasitesi aralıklı uygulamalar ile frenleme yapılarak denenecek ve kavaletanın durdurulması incelenecektir.

7. Markalama

Demir ırgatlarına, aşağıdaki bilgiler kalıcı olarak markalanacaktır:

a) Zincirin nominal ölçüleri (örneğin 100/3/45, zincir çapı/kalite/kopma yükü)

b) Maksimum demirleme derinliği [m]

B. Vinçler

1. Yedekte çekme vinçleri

1.1 Yedekleme vinçlerinin boyutlandırılması ve testleri için, Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları Bölüm 29, D göz önüne alınmalıdır.

1.2. Çekme halatındaki gerilmeyi ayarlayan otomatik aygıtların kullanılması halinde, dakikada bir gerilme değerleri kontrol edilebilecektir. Gerilme göstergeleri hem çekme vincine ve hem de kaptan köşküne yerleştirilecektir.

1.3 Çekme halatındaki gerilme izin verilen en yüksek seviyeyi aştığında sesli uyarı sistemi devreye girecektir. Çekme halatı için sayaç kullanılması önerilir.

1.4 Çok tabakalı halat sarma düzeneğine sahip çekme vinci tamburları en üstteki sarım tabakasının dışına doğru çıkan ve halat çapının 2,5 katından büyük flenç çıkıntısına sahip olmalıdır. Sarma tamburlarının (tel halat veya zincirin sarım yönlerini korumaya ve değiştirmeye yarayan) kurtağzı olmalıdır. İki veya daha fazla sayıda tambur olması halinde kurtağızları birbirinden bağımsız olacaktır. Halat tamburu tahrik motorundan ayrılmayı sağlayacak kaplin donanımına sahip olacaktır.

Vinç başlıklarının geometrik boyutları çekme halatının gevşetilmesine olanak sağlamalıdır.

1.5 Vinçlerin tasarımı gerektiğinde çekme halatının boşalmasına izin vermelidir.

1.6 Tahrik motorları devre dışı kaldığında veya tahrik enerjisi ortadan kalktığında; yedek çekme vinçleri tasarımlandığı yükün en 1,25 katı büyüklükte çekme kuvvetine eşdeğer otomatik fren donanımına sahip olacaktır.

1.7 Vinç kasnağının tahrik motorundan ayrıldığı durumlarda veya sıyırma oluşmadan çekme halatının kopma sınırını aşan yükleme durumlarında devreye girmek üzere halat kasnağını durduracak fren mekanizması olmalıdır. Kasnak freni kontrol mekanizması için gereken güç hangi kaynaktan karşılanırsa karşılansın; ayrıca elle kumanda-kontrol mekanizmasına da sahip olmalıdır. Fren tasarımı, çekme halatının boşalmasına izin verebilmelidir.

1.8 Çekme vinçlerinin halat kuvveti yönündeki elemanları orta sarım tabakasına sarılan halatın uyguladığı kuvvete karşı sergileyeceği dayanım açısından kontrol edilecektir. Bu duruma özgü olup kıyaslamalarda kullanılacak emniyet gerilmeleri malzemenin üst akma gerilmesinin %40'ını ($\leqslant$0,4 R_{eH}) aşmayacaktır.

1.9 Çekme vincini oluşturan elemanlar yapısal dayanım açısından kontrol edilirken, gerilmelere neden olan kuvvet için en üst sarım tabakasına çekme halatını koparacak büyüklükte olduğu kabul edilecek ve aynı zamanda tahrik eden elektrik motorunun uyguladığı momentin alabileceği en büyük değerde olduğu kabul edilecektir. Söz konusu kuvvet ve momentin etkisi altında doğacak gerilmeleri kontrol etmek için başvurulacak emniyet gerilmesi değeri üst akma sınırının %95'ini ($\leq$0.95 R_{eH}) aşamaz.

2. Yük Elleçleme Vinçleri ve Diğer Kaldırma Makineleri

Bu vinçlerin boyutlandırılması ve denenmesi için Kısım 50, Kaldırma Donanımları için Yapım ve Sörvey Kuralları'na uyulmalıdır.

3. Filika Vinçleri

Filika vinçlerinin boyutlandırılması ve denenmesi için LSA – Can Kurtarma Araçları Kodu'na uyulmalıdır.

4. Özel Donanımlar için Kullanılan Vinçler

Örneğin rampalar, kaldırma tertibatları ve ambar kapakları gibi özel donanımlarda kullanılan vinçler için, ilgili kurallar geçerlidir. (Kısım 50, Kaldırma Donanımları için Yapım ve Sörvey Kuralları ve LSA – Can Kurtarma Araçları Kodu'na uyulmalıdır).

Tablo 11. 2 Çıpa, demir zinciri ve halatlar

Donanım numarası		Çiposuz çıpa		Zincir özellikleri				Akıntı tel halatı veya akıntı zinciri		Çekme halatı		Bağlama halatı		
Dahil	Hariç	Çıpa sayısı	Tek çıpanın ağırlığı (kg)	Toplam uzunluğu (m)	Çap (mm)			Uzunluk (m)	Kopma kuvveti (kN)	Uzunluk (m)	Kopma kuvveti (kN)	Sayı	Uzunluk (m)	Kopma kuvveti (kN)
					Gr-1	Gr-2	Gr3							
≤ 50		2	120	165	12.5	12.5	12.5	80	65	180	100	3	80	35
50 – 70		2	180	220	14	12.5	12.5	80	65	180	100	3	80	35
70 – 90		2	240	220	16	14	14	85	75	180	100	3	100	40
90 – 110		2	300	247.5	17.5	16	16	85	80	180	100	3	110	40
110 – 130		2	360	247.5	19	17.5	17.5	90	90	180	100	3	110	45
130 – 150		2	420	275	20.5	17.5	17.5	90	100	180	100	3	120	50
150 – 175		2	480	275	22	19	19	90	110	180	100	3	120	55
175 – 205		2	570	302.5	24	20.5	20.5	90	120	180	110	3	120	60
205 – 240		3	660	302.5	26	22	20.5			180	130	4	120	65
240 – 280		3	780	330	28	24	22			180	150	4	120	70
280 – 320		3	900	357.5	30	26	24			180	175	4	140	80
320 – 360		3	1020	357.5	32	28	24			180	200	4	140	85
360 – 400		3	1140	385	34	30	26			180	225	4	140	95
400 – 450		3	1290	385	36	32	28			180	250	4	140	100
450 – 500		3	1440	412.5	38	34	30			180	275	4	140	110
500 – 550		3	1590	412.5	40	34	30			190	305	4	160	120
550 – 600		3	1740	440	42	36	32			190	340	4	160	130
600 – 660		3	1920	440	44	38	34			190	370	4	160	145
660 – 720		3	2100	440	46	40	36			190	405	4	160	160
720 – 780		3	2280	467.5	48	42	36			190	440	4	170	170
780 – 840		3	2460	467.5	50	44	38			190	480	4	170	185
840 – 910		3	2640	467.5	52	46	40			190	520	4	170	200
910 – 980		3	2850	495	54	48	42			190	560	4	170	215
980 – 1060		3	3060	495	56	50	44			200	600	4	180	230
1060 – 1140		3	3300	495	58	50	46			200	645	4	180	250
1140 – 1220		3	3540	522.5	60	52	46			200	690	4	180	270
1220 – 1300		3	3780	522.5	62	54	48			200	740	4	180	285
1300 – 1390		3	4050	522.5	64	56	50			200	785	4	180	305
1390 – 1480		3	4320	550	66	58	50			200	835	4	180	325
1480 – 1570		3	4590	550	68	60	52			220	890	5	190	325
1570 – 1670		3	4890	550	70	62	54			220	940	5	190	335
1670 – 1790		3	5250	577.5	73	64	56			220	1025	5	190	350
1790 – 1930		3	5610	577.5	76	66	58			220	1110	5	190	375
1930 – 2080		3	6000	577.5	78	68	60			220	1170	5	190	400
2080 – 2230		3	6450	605	81	70	62			240	1260	5	200	425
2230 – 2380		3	6900	605	84	73	64			240	1355	5	200	450
2380 – 2530		3	7350	605	87	76	66			240	1455	5	200	480
2530 – 2700		3	7800	632.5	90	78	68			260	1470	6	200	480
2700 – 2870		3	8300	632.5	92	81	70			260	1470	6	200	490
2870 – 3040		3	8700	632.5	95	84	73			260	1470	6	200	500
3040 – 3210		3	9300	660	97	84	76			280	1470	6	200	520
3210 – 3400		3	9900	660	100	87	78			280	1470	6	200	555
3400 – 3600		3	10500	660	102	90	78			280	1470	6	200	590
3600 – 3800		3	11100	687.5	105	92	81			300	1470	6	200	620
3800 – 4000		3	11700	687.5	107	95	84			300	1470	6	200	650
4000 – 4200		3	12300	687.5	111	97	87			300	1470	7	200	650
4200 – 4400		3	12900	715	114	100	87			300	1470	7	200	660
4400 – 4600		3	13500	715	117	102	90			300	1470	7	200	670
4600 – 4800		3	14100	715	120	105	92			300	1470	7	200	680
4800 – 5000		3	14700	742.5	122	107	95			300	1470	7	200	685
5000 – 5200		3	15400	742.5	124	111	97			300	1470	8	200	685
5200 – 5500		3	16100	742.5	127	111	97			300	1470	8	200	695
5500 – 5800		3	16900	742.5	130	114	100			300	1470	8	200	705
5800 – 6100		3	17800	742.5	132	117	102			300	1470	9	200	705
6100 – 6500		3	18800	742.5		120	107			300	1470	9	200	715
6500 – 6900		3	20000	770		124	111			300	1470	9	200	725
6900 – 7400		3	21500	770		127	114			300	1470	10	200	725
7400 – 7900		3	23000	770		132	117			300	1470	11	200	725
7900 – 8400		3	24500	770		137	122			300	1470	11	200	735
8400 – 8900		3	26000	770		142	127			300	1470	12	200	735
8900 – 9400		3	27500	770		147	132			300	1470	13	200	735
9400 – 10000		3	29000	770		152	132			300	1470	14	200	735
10000 – 10700		3	31000	770			137			300	1470	15	200	735
10700 – 11500		3	33000	770			142			300	1470	16	200	735
11500 – 12400		3	35500	770			147			300	1470	17	200	735
12400 – 13400		3	38500	770			152			300	1470	18	200	735
13400 – 14600		3	42000	770			157			300	1470	19	200	735
14600 – 16000		3	46000	770			162			300	1470	21	200	735

BÖLÜM 12

BUHAR KAZANLARI

Sayfa

A. GENEL **12-** 3
- **1.** Kapsam
- **2.** Diğer Kurallar
- **3.** Onaylanacak Dokümanlar
- **4.** Tanımlar
- **5.** Düşük Su Seviyesi-Yüksek Duman Geçiti-Düşme Süresi

B. MALZEMELER **12-** 5
- **1.** Genel İstekler
- **2.** Kabul Edilmiş Malzemeler
- **3.** Malzeme Testleri

C. YAPIMA AİT ESASLAR **12-** 7
- **1.** Kazan Malzemelerine Uygulanan Yapım İşlemi
- **2.** Kaynak İşleri
- **3.** Perçin İşlemi
- **4.** Boru Uçlarının Genişletilmesi
- **5.** Payandalar, Payanda Boruları ve Payanda Cıvataları
- **6.** Takviyeler, Kuşaklar ve Taşıma Mapaları
- **7.** Düz ve Kenarları Kıvrılmamış Aynaların, Kazan Zarflarına Kaynakla Birleştirilmesi
- **8.** Nozullar ve Flençler
- **9.** Temizleme ve Kontrol Delikleri, Açıklıklar ve Kapaklar
- **10.** Kazan Dramları, Zarf Bölümleri, Hederleri ve Külhanlar
- **11.** Elle Çalıştırma
- **12.** Buhar Tesislerinde Tahrik Gücü

D. TASARIM HESAPLAMALARI **12-** 30
- **1.** Tasarım Esasları
- **2.** İçten Basınca Maruz Silindirik Kabuklar
- **3.** Dıştan Basınca Maruz ve Dış Çapı 200 mm. den Daha Fazla Olan Silindirik Kabuklar ve Borular
- **4.** İçten ve Dıştan Basınca Zorlanan Bombeli Aynalar
- **5.** Düz Cidarlar
- **6.** Payandalar, Payanda Boruları ve Payanda Cıvataları
- **7.** Kazan ve Süperhiter Boruları
- **8.** Düz ve Dörtköşe Borular ile Kısmi Hederler
- **9.** Gergi ve Kirişler
- **10.** Cıvatalar

E. TEÇHİZAT VE TESİSAT **12-** 31
1. Genel
2. Emniyet Valfleri
3. Su Seviyesi Göstergeleri
4. Basınç Ölçme Cihazları
5. Sıcaklık Göstergeleri
6. Ayar Cihazları (Kontrol Cihazları)
7. İzleme Cihazları (Alarmlar)
8. Güvenlik Tertibatı (Sınırlayıcılar)
9. Besleme ve Dolaşım Cihazları
10. Kapama Cihazları
11. Köpük Kaldırma, Çamur (sludge) Temizleme, Boşaltma, Havalandırma ve Örnek Alma Cihazları
12. Tanıtım Plakası
13. Valfler ve Fitingler
14. Kazanların Yerleştirilmesi
F. BUHAR KAZANLARININ TESTLERİ **12-** 40
1. Tahribatsız Testler
2. Yapım Kontrolü
3. Su Basınç Testleri
4. Gemideki Testler
G. KIZGIN SU ÜRETİCİLERİ **12-** 42
1. Genel
2. Ön Basınçlı Genleşme Tankları
3. Besleme Suyu Sağlama
4. Dolaşım (Sirkülasyon) Pompaları
H. DUMAN GAZLI EKONOMAYZERLER **12-** 43
1. Tanımlar
2. Malzemeler
3. Tasarım Hesaplamaları
4. Teçhizat
5. Tanıtım Plakası
6. Testler
7. İşletme Talimatları

A. Genel

1. Kapsam

1.1 Buhar kazanı, ilgili boru sistemleri ve fitingleri ile bir tür basınçlı kaptır.

Buhar kazanları görecekleri hizmete uygun tasarım ve konstrüksiyon niteliklerinde olacaklardır.

Bu kurallara göre, buhar kazanı deyimi, aşağıdaki amaçlar için kullanılan tüm kapalı kaplar ile, boru sistemlerini kapsar:

- Atmosfer basıncından daha yüksek basınçta buhar üretilmesi (buhar üreticileri), veya

- Atmosfer basıncına karşıt gelen kaynama noktası üstündeki sıcaklık derecelerinde suyun ısıtılması (sıcak su üreticileri).

Buhar kazanları hareketli parçalara, sıcak yüzeylere ve diğer tehlikelere karşı azami dikkat sarfedilerek gemideki personelin karşılaşabileceği tehlikeleri minimuma indirecek şekilde tesis edilecek ve muhafaza altına alınacaktır.

Tasarım, konstrüksiyonda kullanılan malzemeleri, teçhizatın kullanım amacını, maruz kalacağı çalışma koşullarını ve gemideki çevre koşullarını dikkate alacak şekilde yapılacaktır.

1.2 "Buhar Üreticisi" deyimi, aynı zamanda, yukarıda bahsedilen kap ve boru sistemlerine doğrudan bağlı olarak çalışan ve üretilen buharın içinde kızdırıldığı veya soğutulduğu tertibat ile, dolaşım boruları dış dram ve cebri dolaşımlı kazanlarda hizmete giren dolaşım pompası gövdelerinin tümü de kapsar.

1.3 Müsaade edilen çıkış sıcaklık derecesi120°C'ı geçmeyen sıcak su üreticileri ile birlikte yalnızca buhar ve sıcak suyla ısıtılan tüm buhar ve sıcak su üreticisi içeren sistemlere bu bölümde verilen kurallar uygulanmaz. Bölüm 14, Basınçlı Kaplar ile ilgili kurallar uygulanır.

Atmosfer basıncına eşit kaynama noktasının üzerinde suyun sıcaklığının artması (çıkış sıcaklık derecesi > 120°C) – üretilen sıcak su, sıcak su jeneratörlerinin dışında kullanılmalıdır.

1.4 Paragraf 1.2 ve 1.3'de tanımlanmış olan buhar ve sıcak su üreticilerine, B'den F'ye kadar verilmiş kurallar gereğinde, G'deki kurallar uygulanır.

Duman gazlı ekonomayzerler, H'da konmuş olan özel kurallara tabidir. Malzeme, yapım ve tasarım için B, C ve D'de belirtilmiş olan kurallara uyulur.

2. Diğer Kurallar

2.1 Konstrüksiyon teçhizatı ve işletilmeleri açısından, buhar kazan tesislerinin uluslararası ve ulusal standardlara, kurallara veya **TL** tarafından onaylanmış yönetmeliklere uygunluklarının temin edilmesi gereklidir.

3. Onaylanacak Dokümanlar

Kazanların, güvenlik değerlendirmeleri için gerekli tüm bilgileri içeren çizimleri **TL**'na üç kopya olarak teslim edilecektir.

Özellikle aşağıdaki ayrıntılar belirtilecektir:

- Genel yerleştirme planı,

- Tasarım bilgileri: ısıtma yüzey alanı, buharlaştırma kapasitesi, tasarım ve işletme basıncı ve sıcaklığı, süperhiter heder ve boru yüzeyi ortalama sıcaklığı, süperhiter tahmini basınç düşümü, buhar koşulları, ısıtma yüzeyleri, müsaade edilen buhar miktarı, besleme, ateşleme sistemi, güvenlik valfleri, kontrol sistemleri ve sınırlayıcılar, tasarım koşullarında havalandırma gereksinimleri, cebri havalandırma fanlarının sayısı ve kapasitesi,

- Tüm basınç altındaki parçaların malzemeleri, kaynaklı eklentileri ve dolgu malzemelerini de içeren kaynaklara ait tüm ayrıntılar,

- Kesit resimleri,

- Yataklama düzenlemeleri,

- Buhar ve su dramları ve heder düzenlemeleri,

- Su duvarı düzenlemeleri,
- Buhar ve süperhiter borularının maksimum tahmin edilen ortalama yüzey sıcaklığı ve boru mesnet düzenlemeleri,
- Ekonomayzer düzenlemeleri, heder ayrıntıları ve eleman ayrıntıları,
- Muhafaza düzenlemeleri,
- Tipik kaynaklı bağlantı tasarımları,
- Kaynak sonrası ısıl işlem ve tahribatsız muayene,
- Güvenlik valfleri ve tahliye kapasitelerini içeren kazan destek elemanları, tahliye düzenlemeleri, su geyçleri ve muslukları, v.s.
- Entegre boru donanımı,
- Ara ısıtma bölümü (mevcutsa),
- Fuel oil yakma düzenlemeleri,
- Cebri havalandırma sistemi,
- Kazan enstrümantasyonu, izleme ve kontrol sistemleri.

4. Tanımlar

Bu bölümde geçerli olan temel kavram ve tanımlar aşağıda verilmektedir:

- Alevli basınçlı kap
  Alevli basınçlı kap kısmen veya tamamen yakıcılardan veya egzoz gazlarından dolayı ateşe maruz kalan basınçlı bir kaptır.
- Alevsiz basınçlı kap
  Herhangi bir yakıcı veya alev kaynağından dolayı ateşe maruz olmayan basınçlı kaptır.
- Kazan
  Kazan, yakıtın yanmasından veya egzoz gazlarından yapılan ısı nakli aracılığıyla 120°C'nin üzerindeki sıcaklıkta sıcak su veya buhar üretmek üzere kullanılan bir veya birkaç alevli basınçlı kap ve ilgili boru sistemidir.

  Kazana doğrudan bağlanan, ekonomayzerler, süperhiterler ve güvenlik valfleri gibi teçhizat buhar üreticisinden izole eden bir valf aracılığıyla ayrılmamışlarsa kazanın bir parçası olarak değerlendirilirler. Kazana bağlanan boru donanımı izole eden valfin yukarısında kazanın bir parçası ve aşağısında ise ilgili boru sisteminin bir parçası olarak olarak değerlendirilir
- Otomatik kazan yakıt yakma ünitesi
  Fuel oil yakılması için bir cihaz olup işletlen personelin doğrudan gözetimi gerekmeksizin otomatik olarak kontrol edilen bir işletimi vardır.
- Önemli hizmetler için yardımcı kazanlar
  Yardımcı kazanlar, yardımcı makinalara, geminin sevk edilmesini, güvenli seyiri ve malların uygun taşımasını temin eden sistemlere ve teçhizata buhar sağlar. Bahsedilen makinalara, teçhizat ve sistemlerin işletilmesi için gemide başka güç kaynağı olmaması durumunda ve kazanların arıza göstermesi halinde devreye alınırlar.
- Buhar üretici
  Buhar üretici, buhar üretmek için kullanılan ilgili boru sistemi ile birlikte bir ısı değiştirgecidir. Genel olarak burada kazanlar için olan gereksinimler aksi belirtilmedikçe buhar üreteçleri için de geçerlidir.
- Süperhiterler, ekonomayzerler, ara ısıtıcılar, kızdırma sıcaklığı düşürücüleri
  Kazan ile ilgili ısı değiştirgeçleridir.
- Insineratör
  Insineratör, ev atıklarının içeriklerine benzeyen katı atıkları ve gemi işletiminden kaynaklanan sıvı atıkları (gündelik çöp, yük ile ilgili çöp, bakım atıkları, işletime ait atıklar, yük artıkları ve balık avlama malzemesi) aynı zamanda 60°C'nin üstünde parlama noktası olan slaç yakmak için gemide bulunan bir tesistir. Bu tesisler üretilen ısı enerjisini kullanmak için tasarlanabilirler.
- Tasarım basıncı, PR

Tasarım basıncı, süperhitere giriş noktasında doymuş buhar odasındaki bar cinsinden (geyç basıncı) onaylanmış buhar basıncıdır. Tek geçişli cebri akışlı kazanlarda, maksimum izin verilen çalışma basıncı süperhiter çıkışındaki basınçtır ve süperhiteri olmayan sürekli kazanlarda buhar üreteçlerinin çıkışındaki buhar basıncıdır.

- Maksimum izin verilen çalışma basıncı, PB
  Maksimum izin verilen çalışma basıncı PB, kazan veya basınçlı kapların tepesinde normal işletme koşulunda ve bu basınca karşılık gelen sıcaklıktaki maksimum izin verilen basınçtır. Basınç altında olan parçalar için minimum değerdir ve parça ile kazan veya basınçlı kabın tepesi arasındaki mevcut olabilecek statik yükseklik farkına göre düzeltilmiştir. PB, tasarım basıncı PR'yi geçmeyecektir.

- Tasarım sıcaklığı
  Tasarımda kullanılan maksimum sıcaklık, işletme koşullarında beklenen ortalama metal sıcaklığından (kalınlık boyunca) az olmayacaktır.

- Kazan tasarım kapasitesi
  Tasarım parametrelerinde 1 saat boyunca sürekli çalışma halinde kazanın üretebileceği maksimum buhar miktarıdır.

- Buhar kazanı cidarları
  Buhar kazanı cidarları kazan izole edilmiş kısımları arasında yer alan buhar ve su boşlukları duvarlarıdır. İzole edilmiş kısımların gövdeleri, kazan cidarlarının parçasıdır.

- İzin verilen buhar miktarı
  İzin verilen buhar miktarı tasarım buhar koşullarında çalışan buhar üreticinin sürekli olarak üretebildiği maksimum buhar miktarıdır.

- Isıtma yüzeyi
  Isıtma yüzeyi kazan duvarlarının ısı ileten kısımlarıdır. Yani;

  - Alev veya egzoz gazlarına maruz yüzeylerin m^2 olarak alanı, veya

  - Elektrikle ısıtma halinde, eşdeğer ısıtma yüzeyi

$$H = \frac{860}{18000} P$$

Burada P, kW olarak elektrik gücüdür ve H, m^2'dir.

5. Düşük Su Seviyesi-Yüksek Duman Geçiti-Düşme Süresi

5.1 En düşük su seviyesi (LWL), gemi 4° yalpa yaptığında en yüksek duman geçidinin en az 150 mm üstünde kalacak şekilde yerleştirilmelidir.

En yüksek duman geçiti (HF), Bölüm 1, Tablo 1.1'de belirtilen statik yalpa açılarında bile ıslak kalacaktır.

Su seviyesinin yüksekliği, su seviye kısıtlayıcılarına cevap verebilmek açısından önemlidir.

5.2 "Düşme süresi", kesintiye uğramış besleme ve izin verilen buhar üretimi şartlarında su seviyesi vasıtasıyla, en düşük su seviyesinden en yüksek duman geçidi seviyesine düşürmek için geçen süredir.

$$T = \frac{60 \cdot V}{D \cdot v'}$$

T = Düşme süresi [dk]

V = Buhar kazanı içerisinde en düşük su seviyesi ile en yüksek duman geçidi arasındaki suyun hacmi [m^3]

D = İzin verilen buhar miktarı [kg/h]

v' = Doyma sıcaklığındaki suyun özgül hacmi [m^3/kg]

En düşük su seviyesi ayarlanmalıdır. Böylece düşme süresi 5 dakikadan az olmamalıdır.

5.3 En yüksek duman gazı geçidi (HF)

- Isıtma yüzeyinin en yüksek noktası üzerinde su ile irtibat halinde ve alev yayılmasına maruz kalan, ve

- Kazan üreticisi tarafından, brülör tam yükte çalıştırılırken kapatıldıktan sonra veya makinadan yapılan ısı beslemesinin azalması durumları, tanımlanmalıdır. Duman gazı sıcaklığı veya egzoz gaz sıcaklığı, en yüksek duman geçidi seviyesinde 400 °C'nin altında bir değere düşürülmelidir. Kesintiye uğramış besleme suyu sağlama koşullarında su seviyesi, en düşük su seviyesinden en yüksek duman geçidinin 50 mm üzerinde bir seviyeye düşürülerek yukarıdaki durumu sağlama mümkün olabilecektir.

Üst buhar domu ile birlikte su borulu kazan üzerinde en yüksek duman geçidi, en yüksek gravite (yerçekimi kuvveti) borularının en üst kenarıdır.

5.4 En yüksek duman geçidi ile ilgili olan kurallar aşağıdakilere uygulanmaz:

- Su borulu kazan çıkış borusunun dış çapı 102 mm ye kadar olduğunda
- Cebri akışlı domsuz kazan
- Süperhiterler
- Duman gazları veya egzoz gazı ile ısıtılan yüzeylerde maksimum sürekli güçte gaz sıcaklığı 400 °C'yi geçmezse.

5.5 Fırınlarda ve diğer ısıtılmış kazan parçalarında biriktirilmiş ısı, yağ yakan kazan kapatıldığında sonradan gelen buharlaşmadan dolayı su seviyesinin kabul edilemez azalmasına öncülük edemez.

Bu gereklilik ile su seviyesinin kabul edilemez azalması karşılanmaktadır. Örneğin; eğer bu durum hesaplama veya deneme ile ispat edilmişse, makinadan yapılan ısı beslemesinin azalması veya brülörün tam yükte çalışması durumunda kapatılmasından sonra, duman gazı sıcaklığı veya egzoz gaz sıcaklığı en yüksek duman gazı geçidinde 400 °C değerinin altında bir değere sırasıyla düşürülür. Kesintiye uğramış besleme suyu sağlama koşullarından önce su seviyesi, en düşük su seviyesinden en yüksek duman geçidinin 50 mm üzerinde bir seviyeye düşürülür.

Su seviye indikatörleri (göstergeleri), en yüksek duman geçidinin 50 mm üzerinde olacak şekilde tanımlanarak yerleştirilmelidir.

5.6 En düşük belirtilen su seviyesi, su seviye işaretçisi ile kazanın dış cidarı üzerine kalıcı olarak işaretlenmelidir. İşaretçinin konumu, operatör için dökümantasyona dahil edilmiş olmalıdır.

Referans plakaları, en düşük su seviyesini gösteren su seviye geyçlerinin yanına veya arkasına ek olarak bağlanmalıdır.

B. Malzemeler

1. Genel İstekler

1.1 Üretim esnasındaki işlenebilirlik ve daha sonraki çalışma karakteristikleri bakımından, buhar kazanlarının yapımında kullanılan malzemeler **TL** teknik gereklerini yerine getirmelidirler ve ASME Kazan ve Basınçlı Kap Kuralları Bölüm I veya TRD (Buhar Kazanları için Teknik Kurallar) koşullarını sağlamalıdırlar.

1.2 Kazanların basınca maruz kalan kısımları geçerli kazan veya basınçlı kaplar kurallarının izin verdiği özelliklere uygun malzemelerden üretileceklerdir.

1.3 Basınca maruz kalmayan parçaların basınca maruz kalan parçalara kaynak edilmeleri söz konusu ise, bu parçalar kaynak edilebilir kalitede olacaklardır (kaynak prosedür yeterliliği doğrulanacaktır).

1.4 Yüksek sıcaklığa maruz kalan malzemeler

Oda sıcaklığından daha yüksek sıcaklıklara tabi olan basınca maruz kalan parçaların malzemeleri bu sıcaklıklarda çalışmaya uygun mekanik ve metalürjik özellikte olacaklardır. İlgili malzeme özellikleri yüksek sıcaklıklarda belirli mekanik özelliklere sahip olacaklardır, veya alternatif olarak malzemelerin uygulamaları geçerli kazan veya basınçlı kap standardlarında belirtildiği şekliyle yüksek sıcaklıklarda izin verilen gerilmeler ile sınırlandırılacaktır.

1.5 Düşük sıcaklığa maruz kalan malzemeler

Düşük sıcaklığa tabi olan basınca maruz kalan parçaların malzemeleri uygun çentik sertliği özelliğine sahip olacaktır. İzin verilen malzemeler, izin verilen sıcaklıklar, yapılması gereken testler ve karşılık gelen sertlik kriterleri geçerli basınçlı kap standardında tarif edildiği şekilde olacaktır.

Tablo 12.1 Onaylanan malzemeler

Malzeme ve ürün şekli	Uygulama sınırları	Kısım 2, Malzeme Kurallarına göre malzemeler
Çelik levhalar ve çelik bandlar	-	Bölüm 3'e göre, yüksek sıcaklığa dayanıklı çelik levha ve bandlar
Çelik borular	-	Bölüm 4, B ve C'ye göre, ferritik çelikten dikişsiz ve kaynaklı borular
Dövme ve şekil verilmiş parçalar; - Dramlar, hederler ve benzeri içi boş boyuna dikişsiz parçalar - Kapaklar, flençler, nozullar, aynalar	-	Bölüm 5'e göre, buhar kazanları, kaplar ve boru devreleri için dövme parçalar
Somunlar ve cıvatalar	-	Bölüm 4'e göre cıvatalar ve somunlar, yüksek sıcaklık cıvataları, EN 10269'a göre
	≤ 300°C ≤ 4 MPa ≤ M 30	EN ISO 898 Kısım 1 ve 2 veya eşdeğer normlara göre
Çelik dökümler	-	Bölüm 6, D'ye göre, buhar kazanı, basınçlı kaplar ve boru devreleri için çelik döküm
	≤ 300°C	Ek olarak EN 10293'e göre GS 16 Mn5 ve GS 20 Mn5 ve EN 10293'e göre GS 38 ve GS 45
Nodüler dökme demir	≤ 300°C ≤ 4 MPa ≤ DN 175 valfler ve fitingler için	Nodüler dökme demir, Bölüm 7'ye göre
Kır dökme demir; - Kazan kısımları (Yalnızca ısıtılmamış yüzeyler için olup, ısı transferi ünitelerinin ısıtıcıları olamaz) - Valfler ve fitingler (Dinamik zorlananlar dışındaki valfler) - Egzoz gazlı ekonomayzerler	≤ 200°C ≤ 1 MPa ≤ 200 mm çapta ≤ 200°C ≤ 1 MPa ≤ DN 175 ≤ 5,2 MPa duman gazı sıcaklığı ≤ 600°C su çıkış sıcaklığı ≤ 245°C	Bölüm 7'ye göre, kır dökme demir kaliteleri
	≤ 10 MPa duman gazı sıcaklığı ≤ 700°C su çıkış sıcaklığı ≤ 260°C	Bölüm 7'ye göre, en az GG-25 olan kır dökme demir
Dökme bakır alaşımlı valfler ve fitingler	≤ 225°C ≤ 2,5 MPa	Bölüm 9'a göre, bakır döküm alaşımları

2. Onaylanan Malzemeler

Tablo 12.1'de verilenlere uygun malzemelerin kullanılması halinde, 1. maddedeki istekler yerine getirilmiş olur.

TL'nun Kısım 2, Malzeme Kuralları içinde yer almamış malzemeler de kullanılabilir, ancak, bunların amaca uygun malzeme özelliklerine sahip oldukları belgelenmelidir.

3. Malzeme Testleri

3.1 Kazanların ve basınçlı kapların konstrüksiyonunda kullanılan kaynak sarf malzemeleri de dahil olmak üzere tüm malzemeler ilgili malzeme özelliklerinin karşılandığını göstermek üzere malzeme üreticileri tarafından sertifikalandırılacaklardır. Sertifikalandırılmış kalite test (MTR) raporları ilgili malzemeye kadar izlenebilir şekilde **TL** sörveyörüne bilgi ve tüm hallerde doğrulama için sunulacaktır.

3.2 Basınca maruz kalan kazan parçalarının malzemeleri, buhar ve su dramları, kabuk ve kafalar, hederler, kabuk flençleri, boruları v.s. duman gazlı ekonomayzer boruları da dahil olmak üzere, **TL** sörveyörü gözetiminde Kısım 2, Malzeme Kuralları'na (Tablo 12.1'e bakınız) göre test edilir. Kaynak sarf malzemelerinin mekanik dayanımlarının doğrulanması örnek üretim parçalarının testi yoluyla yapılacaktır.

3.3 Aşağıdaki hallerde, **TL** testden vazgeçebilir:

3.3.1 Payanda cıvataları, çapı 100 mm. den küçük payandalar, takviye levhaları, el delikleri ve menhol kapakları, DN150 ye kadar olan dövme flençler ve nozullar gibi, alaşımsız çelikten yapılmış ufak kazan elemanları, ve

3.3.2 Dıştan basınca maruz duman boruları.

3.3.1 ve 3.3.2'de adı geçen kısımlara ait malzemelerin özellikleri, EN 10204-3.1.B uyarınca muayene sertifikaları ile belgelenir.

3.4 Alaşımsız çeliklerin geçerli standartlara göre yapılan testlerinde özel anlaşma sağlanmalıdır.

3.5 Valflere ve fitinglere ait malzemeler Tablo 12.2'de belirtilen verilere göre **TL** tarafından test edilmelidir.

Tablo 12.2 Valflerin ve fitinglerin malzeme testleri

Malzeme tipi (1)	Çalışma sıcaklığı [°C]	Test için gerekli çalışma basıncı PB [MPa] DN [mm]
Çelik, çelik döküm	> 300	DN > 32
Çelik, çelik döküm, nodüler dökme demir	≤ 300	PBxDN > 250 **(2)** veya DN > 250
Bakır alaşımları	≤ 225	PBxDN > 150 **(2)**

(1) *Kır dökme demirler için teste gerek yoktur.*
(2) *DN ≤ 32 ise testden vazgeçilebilir.*

3.6 Dış taşıyıcılar, kaldırıcı mapalar, taşıyıcı gibi malzeme testini gerektirmeyen kısımlar, istenen amaca göre tasarlanmalı ve uygun malzemelerden yapılmalıdır.

C. Yapıma Ait Esaslar

1. Kazan Malzemelerine Uygulanan Yapım İşlemi

Yapım esnasında, malzemelerin kusurlu olup olmadıkları kontrol edilmelidir. Çeşitli malzemelerin karıştırılmamış olduğu hususundan emin olunmalıdır. Yapım esnasında, malzeme üzerindeki marka ve kontrol damgalarının el değmemiş şekilde kalmış olduğu veya kuralına uygun şekilde taşınmış olduğuna, dikkat edilmelidir.

Sıcak ve soğuk şekil vermede kötü şekilde etkilenen kazan parçaları, Malzeme Kuralları'na uygun olarak, ısıl işleme tabi tutulmalı ve testleri yapılmalıdır.

2. Kaynak İşleri

Kazanlar kaynaklı yapılmalıdır. Kaynakların yapılması, kaynak prosedür özellikleri ve prosedür yeterlilik kayıtları, kaynak sonrası ısıl işlem prosedürü, tahribatsız muayene planı ve kaynak atölyesinin onaylanması Kısım 3, Bölüm 13, Buhar Kazanlarının Kaynağı'na uygun olacaktır.

Kaynakçı ehliyetlerinin kayıtları sörveyöre teslim edilecektir.

3. Perçin İşlemi

Özel hallerde, kazan parçalarını perçinleme zorunluluğu varsa, bunlar hakkındaki kurallar **TL**'dan elde edilmelidir.

4. Boru Uçlarının Genişletilmesi

Boru delikleri itinalı bir şekilde delinmeli ve raybalanmalıdır.

Keskin kenarlar giderilmelidir. Özellikle et kalınlıklarının az alınması halinde, boru delikleri mümkün olduğu kadar boru eksenine dik olmalıdır.

Genişletilecek olan boru uçları temizlenmeli ve ölçüsüne uygunluğu ve olası kusurlara karşı kontrol edilmelidir. Gereği halinde, boru uçları genişletilme işleminden önce, tekniğine uygun olarak tavlanmalıdır.

İkinci geçişin girişinde, boru ile boru aynası arasında kaynaklı bağlantı olan duman boruları, kaynaktan önce ve sonra mekanik olarak genişletilecektir.

5. Payandalar, Payanda Boruları ve Payanda Cıvataları

5.1 Payandalar, payanda boruları ve payanda cıvataları, fazla miktarda eğilme ve kesme kuvvetlerine maruz kalmayacak şekilde, tertip edilmelidir.

Kesit değişikliği nedeniyle vida dişlerindeki ve kaynak yerlerindeki gerilme birikimi, uygun şekilde formlandırılmak suretiyle, en küçük düzeyde tutulmalıdır.

5.2 Payandalar ve payanda cıvataları tercihen tam nüfuziyetli kaynak edilmelidir. Uzun payandalarda titreşim zorlamaları göz önüne alınmalıdır.

5.3 Payandalar her iki nihayetlerinden su veya buhar mahallerine en az 25 mm. girecek uzunlukta delinmelidir. Genişletilmiş nihayetlerde sürekli şaft en az 25 mm. delinmelidir. Şekil 12.22'ye bakınız.

5.4 Köşe payandaları ile kazan boy ekseni arasındaki açı, 30°'yi geçmemelidir. Köşe payandalarının kaynakla birleştirildikleri yerdeki gerilme yığılmaları, uygun şekillendirmelerle, en küçük düzeyde tutulmalıdır. Kaynak dikişleri tam mukavemette yapılmalıdır. Alev borulu kazanlarda, köşe payandaları, alev borusundan en az 200 mm. uzakta olmalıdır.

5.5 Aleve maruz düz yüzeyler payanda cıvataları ile takviye edilmelidir. Genellikle, cıvata merkezleri arasındaki uzaklıklar 200 mm. den büyük olmamalıdır.

6. Takviyeler, Kuşaklar ve Taşıma Mapaları

6.1 Düz nihayet yüzeyleri takviye eden profil ve lamalar, taşıdıkları yükleri doğrudan doğruya kazan zarf bünyesine aktarmalıdırlar (örneğin; ek kaynak parçasız).

6.2 Dablin levhaları, alev radyasyonuna maruz basınçlı parçalarda tertiplenmemelidir.

Gereği halinde, kazan cidarlarının koruması bakımından, taşıyıcıların ve kaldırma mapalarının altına takviye levhaları konulmalıdır.

7. Düz ve Kenarları Kıvrılmamış Aynaların, Kazan Zarflarına Kaynakla Birleştirilmesi

Geniş su mahaline sahip kazanların kenarları kıvrılmamış düz ve disk şeklindeki aynalarının, kazan zarfına tam nüfuziyetli köşe kaynağı ile birleştirilmesinde, zarfın aynaya göre taşıntı miktarı, en az 15 mm. olmalıdır. Ayna kalınlığı / zarf kalınlığı S_B / S_M şeklinde tanımlanan kalınlık oranı, 1,8'den daha büyük olmamalıdır. Aynalar, kazan zarfına tam nüfuziyetli olarak kaynak edilmelidir.

8. Nozullar ve Flençler

Tüm nozullar ve flençler sağlam yapıda olmalı ve cidarlara uygun şekilde kaynatılmalıdır. Nozul borularının et kalınlıkları, ek dış zorlamalara güvenle dayanabilecek boyutta olmalıdır. Kaynaklı nozulların kalınlıkları, kaynatıldıkları yerdeki kalınlığa uygun olmalıdır.

Kaynak boyunlu flençler, dövme malzemeden ve uygun tane doğrultusunda yapılmalıdır.

9. Temizleme ve Kontrol Delikleri, Açıklıklar ve Kapaklar

9.1 Buhar kazanlarında, içteki mahallerin temizlenebilmesi ve muayenesi için açıklıklar tertiplenmelidir. Özellikle alev radyasyonuna maruz yüzeylerin ve su seviyesi değişken olanların kritik ve yüksek zorlamaların etkisinde olan kaynak dikişleri yeterli olarak muayene edilebilmelidir.

9.2 Menholler esas açıklık tipleridir. Menhollerin mümkün olmadığı durumlarda kafa delikleri ve el delikleri düzenlemeleri yapılmalıdır.

9.3 İç çapı 1200 mm. den daha büyük kazanlarda veya 800 mm. den daha büyük çapta ve 2000 mm. uzunluktaki kazanlarda, içeriye giriş olanakları sağlanmalıdır. Dram içindeki parçalar iç muayeneyi önlememelidir veya gerektiğinde sökülebilmelidir.

9.4 Kontrol ve içeriye giriş delikleri, aşağıdaki minimum ölçülerde olmalıdır:

Menholler	oval açıklıklarda 300x400 mm, dairesel açıklıklarda 400 mm, Bazı hallerde **TL** tarafından özellikle onay verildiğinde, menhol boyutları oval açıklıklar için 280x380 mm ve dairesel açıklıklarda 380 mm çapa kadar azaltılabilir. Silindir zarflardaki oval menholler küçük eksen boy doğrultusunda olmak üzere konumlandırılmalıdırlar, halka zıvanası 150 mm. den büyük olanlarda, açıklık 320x420 mm olmalıdır.
Kafa delikleri	oval açıklıklarda 220x320 mm veya dairesel açıklıklarda 320 mm.çapta,
El delikleri	90x120 mm oval açılıklarda veya 120 mm dairesel açılıklarda. Kazanın boyutu veya iç yerleştirmesi nedeniyle doğrudan erişim için menhol veya diğer açıklığın temin edilmesinin pratik olmadığı durumda, iki veya daha fazla el delikleri veya diğer uygun açıklık vasıtasıyla iç kısım muayene edilebilir. Diğer kazan standardları ve kurallarındaki alternatif çözümler değerlendirilecektir.
Gözetleme delikleri	en az 50 mm. çapında olmalıdır. Ancak bunlar, yapım şekli nedeni ile el deliklerinin tertibinin mümkün olmadığı hallerde donatılmalıdır.

9.5 Düşey gaz borulu kazanların işlenmemiş su seviyesi bölgesinde zarf üzerinde birbirlerinin karşısında en az iki el deliği olacaktır.

9.6 İç yüzeylere serbest erişimi ve bu yüzeylerin muayenesini önleyecek veya zorlaştıracak tüm kazan parçaları sökülebilir tipte olacaktır.

9.7 Deliklerin kesilmesiyle levha çok zayıflıyorsa, menhol ve diğer deliklerin örneğin dramların, kenarları etkin bir şekilde takviye edilmelidir. Kapakla kapatılan deliklerin kenarları, kenar takviyeleri kaynatılarak kuvvetlendirilmelidir.

9.8 Delik kapakları, menhol takviyeleri ve kapak gergi üzengileri sünek malzemeden yapılmalıdır (Kır döküm veya temper dökümden olamaz). Sıcak gaz akımı içinde bulunmayan hederler ve heder bölümlerine ait menhol kapaklarının çektirme üzengileri için, kır döküm (en az GG-20) kullanılabilir. Metal sızdırmazlık malzemesi kullanılmadığı takdirde, sızdırmazlık malzemesinin (salmastranın) basınçla yerinden dışarıya doğru zorlanmasını önlemek için, kapakların dış tarafına uygun bir kenar tertibatı yapılmalıdır. Kenar tertibatı ile delik çevresi arasındaki uzaklık çepeçevre düzgün olmalı ve çalışma basıncı 3.2 MPa'ın altında olan kazanlarda bu aralık 2 mm. yi geçmemeli, 3.2 MPa'ın üstündeki basınçlarda ise 1 mm. olmalıdır. Kenar tertibatı yüksekliği, sızdırmazlık malzemesi (salmastra) kalınlığından en az 5 mm. daha büyük olmalıdır.

9.9 Sızdırmazlık malzemeleri kapalı halka şeklinde olmalıdır. Çalışma koşullarına uygun sızdırmazlık malzemeleri kullanılmalıdır.

10. Kazan Dramları, Zarf Bölümleri, Hederleri ve Külhanlar

Kısım 3, Kaynak Kuralları, Bölüm 13'e bakınız.

11. Elle Çalıştırma

11.1 Otomatik olarak kumanda edilen buhar kazanları için kumanda ve gözetim sağlanmalıdır. Ek kontrol seviyesi kullanarak aşağıdaki minimum gereklilikler elle çalıştırmaya izin vermelidir:

11.1.1 En yüksek duman geçiti ısıtma yüzeylerinde olan kazanların (örneğin; yakıtlı buhar kazanı ve egzoz gazı sıcaklığı >400 °C olan egzoz gazı kazanı) elle çalıştırılması sırasında, asgari olarak, su seviyesi sınırlayıcıları ve sıcak su üreticileri sıcaklık sınırlayıcıları aktif durumda olmalıdır.

11.1.2 Egzoz gazı sıcaklığı <400 °C olan egzoz gazı kazanları, su seviyesi sınırlayıcısı olmadan çalıştırılablir.

11.1.3 Elle çalıştırma sırasında, yoğuşum suyunda yağın ve besleme suyunda yabancı maddelerin izleme düzenlerinin aktif olmasına gerek yoktur.

11.1.4 Elle çalıştırma için güvenlik ekipmanına, sadece anahtar şalteri ile devre dışı bırakılabildiğinden gerek yoktur. Anahtar şalterinin harekete geçirildiği gösterilmelidir.

11.1.5 Ateşleme sisteminin elle çalıştırılmasına ait detaylı istekler için Bölüm 15'e bakınız.

11.2 Elle çalıştırma, sistemin sabit ve doğrudan kontrolünü gerektirir.

12. Buhar Tesislerinde Tahrik Gücü

Buharla çalışan gemilerde tesisat, bir ana kazanın arızalanması halinde yeterli manevra kabiliyetini sağlayabilecek ve yardımcı makinayı çalıştırabilecek yeterli bir sevk kapasitesi olacak şekilde tasarlanmalıdır.

D. Tasarım Hesaplamaları

1. Tasarım Esasları

1.1 Tasarım formüllerinin kapsamı

1.1.1 Aşağıdaki mukavemet hesapları, başlıca statik zorlamalar altındaki normal çalışma koşulları için, minimum gerekleri içerir. Ek kuvvet ve momentlerin önemli büyüklüklerde olması halinde, bunlar ayrıca özel olarak gözden geçirilmelidir.

1.1.2 Formüllere göre hesaplanan et kalınlıkları, gerekli olan en küçük değerlerdir. Kısım 2, Malzeme Kuralları'na göre müsaade edilen kalınlık alt toleransları, hesaplanan değerlere eklenmelidir.

1.2 Tasarım basıncı, P_c

1.2.1 Genellikle tasarım basıncı, en azından müsaade edilen maksimum çalışma basıncına eşit olmalıdır. 5 Kpa'dan büyük hidrostatik basınçlar, ayrıca göz önüne alınmalıdır.

1.2.2 Cebri geçişli kazanların hesaplarında kullanılacak olan basınç, kazanı oluşturan her bir ana kısmın sürekli maksimum güçte çalışması esnasındaki, beklenen maksimum çalışma basıncıdır.

1.2.3 Kazan çıkışındaki kızgın buhar devresinde uygulanacak olan tasarım basıncı, yeterli güvenlik teçhizatı sayesinde, daha fazla artmasının önüne geçilebilen maksimum çalışma basıncıdır.

1.2.4 İçten ve dıştan basınca maruz kalan kazan elemanlarında, örneğin; kazan dramlarındaki kızgın buhar soğutucularında olduğu gibi, tasarım basıncı, bu iki basınç arasındaki fark olarak alınabilir. Ancak bunun için, çalışma halinde her iki basıncın da değişmez şekilde birlikte oluştuğuna emin olunmalıdır. Bununla beraber, bu elemanların tasarım basıncı 1.7 MPa'dan daha az alınamaz. Tasarım esnasında, yapılacak olan hidrostatik basınç testlerinde doğabilecek zorlanmaların da, hesaba katılması gerekir.

1.3 Tasarım sıcaklığı, t

Mukavemet hesapları, göz önüne alınan elemanın et kalınlığının ortasındaki sıcaklığa göre yapılmalıdır. Buhar süperhiterinin en fazla gerilmeye tabi kesit alanından hesaplanan maksimum sıcaklık tasarım sıcaklığı olarak alınacaktır. Tasarım sıcaklığı, referanssıcaklığı ve buna Tablo 12.3'de görüldüğü gibi eklenen değerlerden oluşur. Bu sıcaklık, 250°C'dan daha az olamaz.

1.4 Müsaade edilebilen gerilmeler

Yapısal elemanların boyutlandırılmasında temel unsur, müsaade edilen gerilme σ_{perm} [N/mm^2] dir. Duruma göre, aşağıdaki bağıntılardan elde edilen minimum değerlerden biri alınır.

1.4.1 Haddelenmiş ve dövme çelikler

350°C'a kadar olan tasarım sıcaklıklarında;

$\frac{R_{m,20°}}{2,7}$ Burada $R_{m,20°}$, oda sıcaklığında garanti edilen en düşük çekme mukavemeti [N/mm^2],

$\frac{R_{eH,t}}{1.6}$ Burada $R_{eH,t}$, tasarım sıcaklığında t, garanti edilen akma noktası veya minimum % 0,2 uzama sınırı

350°C'ın üstündeki tasarım sıcaklıklarında;

$\frac{R_{m100000,t}}{1,5}$ Burada $R_{m,\ 100000,\ t}$, tasarım sıcaklığında 100000 saatlik sürünme mukavemetinin ortalama değeri.

$\frac{R_{eH,t}}{1,6}$ Burada $R_{eH,t}$, tasarım sıcaklığında garanti edilen akma noktası veya tasarım sıcaklığında garanti edilen en düşük %0,2 uzama sınırı,

Tablo 12.3 Tasarım sıcaklıkları

Referans sıcaklığı	Eklenecek sıcaklık miktarı		
	Isıtılmamış kısımlar	Isıtılmış kısımlar Isıtma şekli	
		Temasla	Radyasyonla
Müsaade edilen maksimum çalışma basıncındaki doymuş buhar sıcaklığı	0ºC	25ºC	50ºC
Kızgın buhar sıcaklığı	15ºC **(1)**	35ºC	50ºC
(1) *Tasarım sıcaklığının aşılması, özel önlemler alınmak suretiyle sağlanabiliyorsa, eklenecek sıcaklık dereceleri 7ºC kadar azaltılabilir.*			

1.4.2 Dökme malzemeler

- Dökme çelik

$\frac{R_{m,20°}}{3,2}$ $\frac{R_{eH,t}}{2,0}$ $\frac{R_{m,100000,t}}{2,0}$

- Nodüler dökme demir

$\frac{R_{m,20°}}{4,8}$ $\frac{R_{eH,t}}{3,0}$

- Kır dökme demir

$\frac{R_{m,20°}}{11}$

Detaylar ve açıklamalar için Bölüm 14'e bakınız.

1.4.3 Yüksek sünekliğe sahip östenitik çelikler için, özel istekler üzerinde anlaşma sağlanabilir.

1.4.4 Su ile temaslı ve üzerinde delik açılmış silindirik cidarlarda, koruyucu manyetit tabakası göz önünde tutularak, 170 N/mm^2'lik bir anma gerilmesinin üzerine çıkılmamalıdır.

1.4.5 Mukavemet karakteristikleri Kısım 2, Malzeme Kuralları veya burada verilen standartlardan alınmalıdır.

1.5 Korozyon ve aşınma artımı

Korozyon ve aşınma için artım, c=1 mm. alınmalıdır. 30 mm. ve daha kalın veya paslanmaz malzeme için bu arttırmadan vazgeçilebilir.

1.6 Özel haller

Eğer kazan aksamı aşağıdaki kurallara veya genel mühendislik esaslarına göre tasarlanamıyorsa, her kısmın boyutları yapılacak deneylerle, örneğin; uzama ölçümleri gibi, tayin edilmelidir.

2. İçten Basınca Maruz Silindirik Kabuklar

2.1 Kapsam

Aşağıdaki tasarım kuralları, çap oranı $D_a/D_i \leq 1,7$'ye kadar olan dramlara, takviye çemberlerine ve hederlere uygulanır. Et kalınlığı ≤ 80 mm. olması halinde çap oranı $D_a/D_i \leq 2$'ye kadar olanlar için de aynı kurallar uygulanır.

2.2 Semboller

p_c = Tasarım basıncı, [bar]

s = Et kalınlığı, [mm]

D_i = İç çap, [mm]

D_a = Dış çap, [mm]

c = Korozyon ve aşınma artımı, [mm]

d = Delik çapı, [mm]

Ağzı genişletilmiş borular ve ağzı genişletilmiş sızdırmaz kaynaklı borularda delik çapı (Şekil 12.1a ve 12.1b'ye bakınız).

Geçirilerek kaynatılmış nipel ve nozul borularının iç çapı (Şekil 12.1c'ye bakınız).

t, t_ℓ, t_u = Boru delik merkezleri arasındaki uzaklıklar (dairesel dikişlerde, et kalınlığının ortasında ölçülür). [mm]

v = Zayıflama katsayısı, [-]

Kaynak dikişlerinde: kaynak faktörü

Kabuğa delinmiş deliklerde: zayıflamış levha kesitinin, zayıflamamış levha kesitine oranı,

σ_{perm} = Müsaade edilebilen gerilme (1.4'e bakınız). [N/mm^2]

s_A = Delik kenarlarındaki gerekli et kalınlığı, [mm]

s_S = Nozul borusu et kalınlığı, [mm]

b = Ana parçanın taşıyıcı uzunluğu, [mm]

ℓ = İki nozul borusu arasındaki bağ genişliği, [mm]

ℓ_s = Nozul borusu taşıyıcı uzunluğu, [mm]

ℓ'_s = Nozul borularının içeriye uzantısı, [mm]

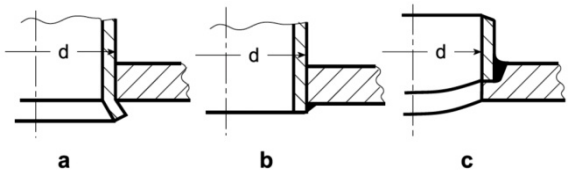
A_p = Basınç altındaki alan, [mm^2]

A_σ = Taşıyıcı kesit alanı. [mm^2]

Tablo 12.4 Zayıflama katsayısı v

Yapım	Zayıflama katsayısı, v
Dikişsiz gövde çemberleri ve dramlar	1,0
Boyuna kaynaklı gövde çemberleri ve dramlar	Kaynağın kalite derecesi için Kısım 3, Kaynak Kuralları'na bakınız
Boy yönünde delik sıraları **(1)**;	$(t_\ell - d)/t_\ell$
Çevresel doğrultuda	$2\cdot(t_u - d)/t_u$

(1) *Delik sıraları için v değeri hesaplamalarda 1,0'den daha büyük alınamaz. Aşırtmalı aralıklar için Şekil 12.27'ye ve aynı zamanda madde 2.2'de verilmiş olan Şekil 12.1a ÷ 12.1c'ye de bakınız.*



Şekil 12.1 Delik çapı ve boru iç çapı

2.3 Tasarım hesaplamaları

2.3.1 Gerekli et kalınlığı s aşağıdaki bağıntı ile verilmiştir:

$$S = c + \frac{D_a \cdot p_c}{20 \cdot \sigma_{perm} \cdot v + p_c} \qquad (1)$$

2.3.2 Müsaade edilen maksimum çalışma basıncı

2.5 N/mm^{2}' den daha fazla ve ısıtılmış olan dram ve hederlerde doğabilecek ısıl gerilmeler, özellikle göz önüne alınmalıdır. İlk geçiş bölgesinde bulunmayan ve ısıtılmış olan dramlarda (1000°C'a kadar olan gaz sıcaklığında), ısıl gerilmeler için aşağıdaki şartlarda özel bir sertifikaya gerek yoktur: Ancak, bunun için et kalınlığının 30 mm. ye kadar olması ve cidarın yeterince soğuyabilmesi için sık boru tertibinin yapılmış olması gerekir.

Eğer bağ elemanı, gaz akımı doğrultusuna dikey olarak, en fazla 50 mm. ve gaz akımı doğrultusunda en fazla 100 mm. ise, bu "sık boru tertibi" olarak kabul edilebilir.

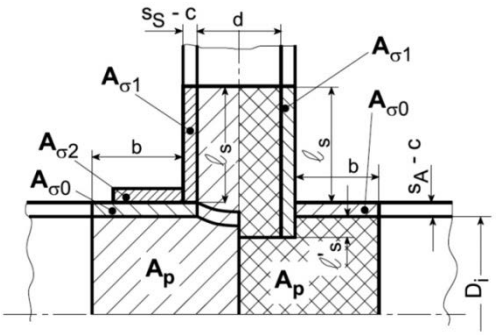
2.3.3 Zayıflama katsayısı, v

Zayıflama katsayısı Tablo 12.4'den alınacaktır.

2.3.4 Delikler veya nozul boruları nedeniyle oluşan zayıflamalar, aşağıdaki ifadeye uygun olarak, alan kaybının giderilmesi şeklinde dikkate alınacaktır:

$$\frac{p_c}{10} \cdot \left[\frac{A_p}{A_\sigma} + \frac{1}{2} \right] \leq \sigma_{perm} \qquad (2)$$

Basınç altındaki A_p alanı ve taşıyıcı kesit alanı A_σ , Şekil 12.2'de tanımlanmıştır.



Şekil 12.2 Silindirik kabuktaki açıklık

Taşıyıcı uzunluklar aşağıdaki değerlerden daha büyük olamazlar:

Ana parçalar için $b = \sqrt{(D_i + s_A - c) \cdot (s_A - c)}$

Nozul boruları için $\ell_s = 1{,}25\sqrt{(d + s_S - c) \cdot (s_S - c)}$

Nozul borularının içeriye doğru uzanan kısmında, en fazla $\ell'_s \leq 0{,}5\ell_s$ değeri taşıyıcı olarak hesaplara dahil edilebilir.

Ana parçalar, nozul boruları veya takviye levhaları için değişik mukavemet değerlerine sahip malzemeler kullanılmışsa, bu durum hesaplarda göz önüne alınır. Bununla beraber, takviyelerde müsaade edilebilen gerilmeler, ana parçanınkinden daha büyük olamaz.

Disk şeklindeki takviye elemanlarının kalınlıkları, ana parçanın et kalınlığından daha büyük olamaz. Hesaplarda en fazla bu kalınlıklara müsaade edilir ve takviye elemanlarının genişliği, açıklık / delik (s_A) kenarında gerekli cidar kalınlığının üç mislinden fazla olabilir.

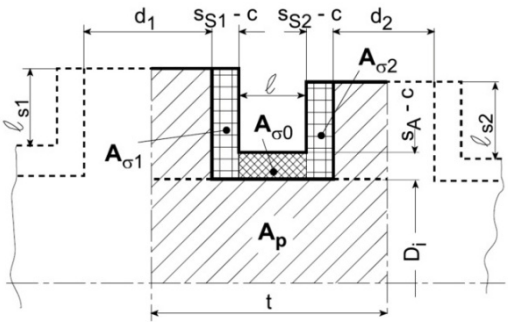
Disk şeklindeki takviyeler dışa yerleştirilir.

Boru nozullarının cidar kalınlığı, gerekli delik cidar kalınlığının iki mislinden fazla olamaz (s_A).

Delikler arasındaki mesafe, aşağıdaki bağıntıya uyarsa, karşılıklı etkileşim olur:

$$\ell \leq 2 \cdot \sqrt{(D_i + s_A - c) \cdot (s_A - c)}$$

Bu halde, alan telafisi için Şekil 12.3 geçerlidir.



Şekil 12.3 Açıklıklardaki karşılıklı etkileşim

Delikler için karşılıklı etkileşim ortaya konduğunda takviye elemanları, iç nozul boruları veya takviye plakaları itibarıyla göz önünde bulundurulmalıdır.

2.4 Müsaade edilebilen en küçük et kalınlığı

Kaynaklı ve dikişsiz gövde çemberlerinde, müsaade edilebilen en küçük et kalınlığı 5 mm. dir. Silindir çapının 200 mm. den küçük olması durumunda, demir dışındaki metallerde ve paslanmaz çeliklerde, daha küçük et kalınlıklarına müsaade edilebilir. Boruların makineto çekilmek suretiyle genişletilmiş olarak monte edildiği dramlarda et kalınlığı, en az 16 mm. lik bir silindirik genişletme boyu sağlanacak şekilde, ölçülendirilmelidir.

3. Dıştan Basınca Maruz ve Dış Çapı 200 mm. den Daha Fazla Olan Silindirik Kabuklar ve Borular

3.1 Kapsam

Aşağıdaki kurallar, dış çapı 200 mm. den daha fazla olan ve dıştan basınca maruz düz ve ondüleli silindirik kabuklar ile borular için geçerlidir. Külhanlar, alev radyasyonuna maruz olan borulardır.

3.2 Semboller

p_c = Tasarım basıncı, [bar]

s = Et kalınlığı, [mm]

d = Düz borunun ortalama çapı, [mm]

d_a = Düz borunun dış çapı, [mm]

d_i = Ondüleli külhanın minimum iç çapı, [mm]

ℓ = Boru uzunluğu veya iki etkin takviye arasındaki mesafe, [mm]

h = Takviye çemberinin yüksekliği, [mm]

b = Takviye çemberinin kalınlığı, [mm]

u = Borunun yuvarlaklıktan kaçıklığı (ovallik), [%]

a = Dairesel formdan en büyük sapma (Şekil 12.5'e bakınız), [mm]

σ_{perm} = Müsaade edilebilen gerilme, [N/mm^2]

E_t = Tasarım sıcaklığındaki elastisite modülü, [N/mm^2]

S_k = Elastik burkulmaya karşı emniyet katsayısı, [-]

ν = Enine uzama katsayısı (çelik için 0,3), [-]

c = Korozyon ve aşınma payı [mm].

3.3 Tasarım hesaplamaları

3.3.1 Silindirik kabuklar ve düz külhanlar

Plastik şekil değiştirme hesabı:

$$p_c \le 10 \cdot \sigma_{perm} \cdot \frac{2\cdot(s-c)}{d} \cdot \frac{1+0{,}1\cdot\frac{d}{\ell}}{1+0{,}03\cdot\frac{d}{s-c}\cdot\frac{u}{1+5\cdot\frac{d}{\ell}}} \qquad (3)$$

Elastik burkulma hesabı :

$$p_c \le 20 \cdot \frac{E_t}{S_k} \cdot \left[\frac{\frac{s-c}{d_a}}{(n^2-1)\left[1+\left(\frac{n}{Z}\right)^2\right]^2} + \frac{\left(\frac{s-c}{d_a}\right)^3}{3(1-\nu^2)} \cdot \left(n^2 - 1 + \frac{2n^2-1-\nu}{1+\left(\frac{n}{Z}\right)^2} \right) \right] \qquad \textbf{(4)}$$

Burada; $Z = \frac{\pi \cdot d_a}{(2\cdot\ell)}$

ve $n \ge 2$

$n > Z$

n tamsayı olarak, P_c yi minimum değerde tutacak şekilde seçilmelidir. n, takviye için ana malzemeye şekil verme suretiyle oluşturulmuş halkaların sayısıdır. n sayısı, aşağıdaki yaklaşık formülden hesaplanabilir:

$$n = 1{,}63 \sqrt[4]{\left(\frac{d_a}{\ell}\right)^2 \cdot \frac{d_a}{s-c}}$$

3.3.2 Fox ve Morrison tiplerindeki ondüleli külhanlarda gerekli olan et kalınlığı s, aşağıdaki bağıntıya göre bulunur:

$$s = \frac{P_c}{20} \cdot \frac{d_i}{\sigma_{perm}} + 1 \text{ [mm]} \qquad (5)$$

3.4 Müsaade edilebilen gerilmeler

Hesaplarda külhanlar için kullanılacak olan müsaade edilebilen gerilmeler, 1.4'de verilenlerden farklı olarak, aşağıdakiler gibi alınmalıdır:

Yatay, düz külhanlar $\frac{R_{eH,t}}{2{,}5}$

Düşey, düz külhanlar $\frac{R_{eH,t}}{2{,}0}$

Ondüleli külhanlar $\frac{R_{eH,t}}{2{,}8}$

Egzoz gazı ile ısıtılan külhanlar	$\frac{R_{eH,t}}{2,0}$

3.5 Tasarım sıcaklığı

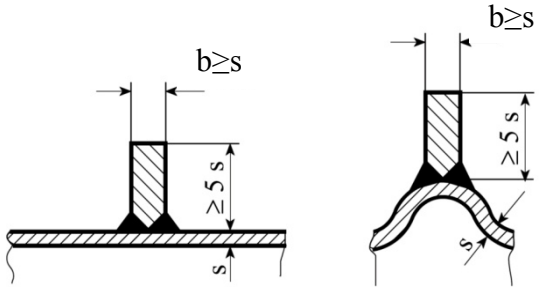
Külhanlar için kullanılacak olan tasarım sıcaklıkları, 1.3'de verilenden farklı olarak, Tablo 12.5'de verilen değerler alınmalıdır.

Tablo 12.5 Dıştan basınç tesirindeki kabuklar ve külhanlar için tasarım sıcaklıkları

Aleve maruz külhanlarda: Düz külhanlar t = [C°] doyma sıcaklığı + 4 · s +30°C Ondüleli külhanlar t = [C°] doyma sıcaklığı + 3 · s +30°C	250°C dan az alınmamalıdır
Egzoz gazı ile ısıtılan külhanlarda: t [C°] = doyma sıcaklığı + 2 · s +15°C	

3.6 Takviyeler

Külhanlar ve cehennemlik aynalarından ayrı olarak, Şekil 12.4'de gösterilen yapım tipleri de, etkin birer takviye olarak göz önüne alınabilir.



Şekil 12.4 Etkin takviyeler

3.7 Emniyet katsayısı, S_k

Elastik burkulma hesaplarında emniyet katsayısı olarak S_k = 3 alınmalıdır. Bu değer, %1,5'dan fazla veya az olan ovallik için de geçerlidir. %1,5 ile %2 değerleri arasındaki ovallik için ise, S_k = 4,0 alınmalıdır.

3.8 Elastisite modülü

Çelik için elastisite modülü, tasarım sıcaklığına bağlı olarak, Tablo 12.6'dan alınabilir.

Tablo 12.6 Çelik için elastisite modülü

Tasarım sıcaklığı [°C]	E_t (1) [N/mm^2]
20	206000
250	186400
300	181500
400	171700
500	161900
600	152100
(1) *Ara değerler enterpolasyonla bulunur.*	

3.9 Korozyon ve aşınma artımı

Korozyon ve aşınma için s et kalınlığı, 1 mm. artırılır. Ondüleli külhanlarda s, işlenmiş hazır külhanın et kalınlığıdır.

3.10 İzin verilen en düşük ve en fazla et kalınlıkları

Düz külhanların et kalınlıkları, en az 7 mm. ve ondüleli külhanların et kalınlıkları da, en az 10 mm. olmalıdır. Demir olmayan metallerden ve paslanmaz çelikten yapılan küçük kazanlarda, daha ince et kalınlıklarına müsaade edilir. Maksimum et kalınlığı 20 mm. yi aşamaz. 1000°C' dan küçük duman gazları ile kızdırılan külhanlarda, maksimum et kalınlığı 30 mm. ye kadar olabilir.

3.11 Takviye edilmemiş en büyük boy

Külhanlarda iki takviye arasındaki uzunluk, 6 · d yi geçemez. En büyük desteklenmemiş uzunluk 6 m' yi veya birinci geçiş için ön aynadan itibaren 5 m'yi geçemez. Alev bölgesinde, yani yaklaşık olarak ön aynanın arkasında, 2·d ye kadar, Şekil 12.4'te gösterilen takviye şekillerinden kaçınılmalıdır.

Ondüleli külhanların düz kısımlarının, gerilmeye maruz boylarının aynanın ortasından ilk ondülenin başladığı yere kadar olan mesafesi 250 mm'yi geçmediği hallerde ayrı olarak hesaplanmaları gerekmez.

3.12 Ovallik

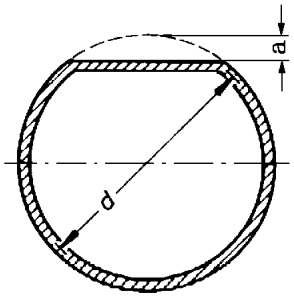
Yüzde olarak ovallik, aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$u = \frac{2(d_{max} - d_{min})}{d_{max} + d_{min}} \cdot 100$$

Hesaplamalarda yeni düz borular için ovallik, u = %1,5 olarak alınır.

Kullanılmış külhanlarda, ovallik çapların Şekil 12.5'e göre ölçülmesi suretiyle tayin edilir.

$$u = \frac{4 \cdot a}{d} \cdot 100$$



Şekil 12.5 Ovallik parametreleri

3.13 Külhanların aralıkları

Külhan ile kazan zarfı arasında en dar yerindeki net aralık, en az 100 mm. olmalıdır. İki külhan arasındaki aralık, en az 120 mm. olmalıdır.

4. İçten ve Dıştan Basınca Zorlanan Bombeli Aynalar

4.1 Kapsam

4.1.1 Aşağıdaki kurallar, içten ve dıştan basınç altındaki payandasız bombeli aynalarda uygulanır (Şekil 12.6'ya bakınız). Bunlar için, aşağıdaki şartlar göz önüne alınmalıdır:

Bombelik yarıçapı R, aynanın dış çapı D_a yı geçemez ve köşe kıvrım yarıçapı r, 0,1 D_a dan küçük olamaz.

H yüksekliği 0,18 D_a dan küçük olamaz.

Yarı küresel aynaların dışında, silindirik kısmın yüksekliği 3,5·s olmalıdır. Burada s olarak, menhol bulunan aynalarda da delinmemiş levhanın kalınlığı alınabilir. Bununla beraber silindirik kısmın yüksekliğinin Tablo 12.7'deki değerleri geçmesi zorunlu değildir:

Tablo 12.7 Silindirik düz kısmın yüksekliği

Et kalınlığı s [mm]	h [mm]
s ≤ 50	150
50 < s ≤ 80	120
80 < s ≤ 100	100
100 < s ≤ 120	75
s > 120	50

4.1.2 Bu kurallar kaynaklı bombeli aynalara da uygulanır. Burada kaynak dikişinin zayıflama katsayısı da göz önüne alınır (2.3.3'e bakınız).

4.2 Semboller

p_c = Tasarım basıncı, [bar]

s = Aynanın et kalınlığı, [mm]

D_a = Aynanın dış çapı, [mm]

H = Aynanın bombelik yüksekliği, [mm]

h = Silindirik düz kısmın yüksekliği, [mm]

R = İç bombelik yarıçapı, [mm]

d = Aynanın merkezi ile delik merkezini birleştiren hat üzerinde ölçülmüş delik çapı. Delik merkezi ile ayna merkezi aynı olması halinde maksimum delik çapı, [mm]

σ_{perm} = Müsaade edilebilen gerilme (1.4'e bakınız), [N/mm^2]

β = Flençlerdeki zorlanma için hesaplama katsayısı, [-]

β_o = Küresel parçadaki zorlanma için hesaplama katsayısı, [-]

v = Zayıflama katsayısı, [-]

c = Korozyon ve aşınma artımı, [mm]

E_t = Tasarım sıcaklığındaki elastisite modülü, [N/mm^2]

s_A = Delik çevresindeki gerekli et kalınlığı, [mm]

s_S = Nozul borusu et kalınlığı, [mm]

b = Ana parçanın taşıyıcı uzunluğu, [mm]

ℓ = İki nozul borusu arasındaki bağ genişliği, [mm]

ℓ_s = Nozul borusu taşıyıcı uzunluğu, [mm]

ℓ'_s = Nozul borusunun içeriye uzantısı, [mm]

A_p = Basınç altındaki alan, [mm^2]

A_σ = Taşıyıcı kesit alanı, [mm^2]

S_k = Elastik burkulmaya karşı emniyet katsayısı, [-]

S'_k = Test basıncında burkulmaya karşı emniyet katsayısı. [-]

4.3 İç basınç için tasarım hesaplamaları

4.3.1 Gerekli et kalınlığı aşağıdaki bağıntıyla verilir:

$$s = \frac{D_a \cdot p_c \cdot \beta}{40 \cdot \sigma_{perm} \cdot v} + c \qquad (6)$$

İşlemi bitmiş silindirik kısımların et kalınlıkları, en az zayıflatılmamış silindirik kabuğun gerekli kalınlığı kadar olmalıdır.

4.3.2 β ve β_o tasarım katsayıları

Tasarım katsayıları, Şekil 12.7'den H/D_a oranına göre ve $d/(D_a \cdot s)^{1/2}$ ile s/D_a parametrelerinden belirlenir.

Alışılagelmiş biçimdeki bombeler için, H yüksekliği aşağıdaki şekilde hesaplanır:

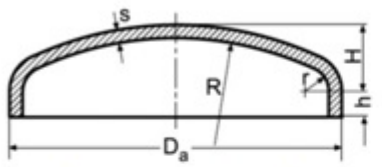
Yayvan bombeli aynalar ($R = D_a$):

$$H \approx 0{,}1935 \cdot D_a + 0{,}55 \cdot s$$

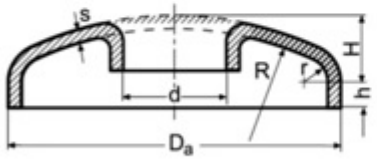
Derin bombeli aynalar, elipsoid şeklinde ($R = 0{,}8\ D_a$):

$$H \approx 0{,}255 \cdot D_a + 0{,}36 \cdot s$$

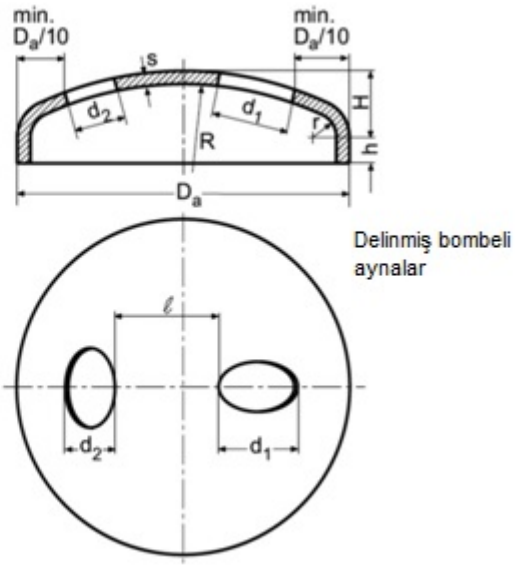
Delinmemiş aynalar için verilmiş olan β değerleri aynı zamanda delinmiş aynalar için de geçerlidir. Ancak delik kenarları bombe içinde ve maksimum delik çapı $d \leq 4 \cdot s$ olmalıdır veya delik kenarları yeterince takviye edilmelidir. Birbirine komşu, takviye edilmemiş iki delik arasındaki delinmemiş aralık, bu delik merkezlerini birleştiren hat üzerinde ölçülmek üzere, en az bu iki delik çapının toplamı kadar olmalıdır. Eğer aralık, yukarıda belirtilen değerden daha küçük ise, bu ikisi arasında bir bağ yokmuş gibi bombe kalınlığı boyutlandırılmalı veya deliklerin kenarları yeterince takviye edilmelidir.



Delinmemiş bombeli aynalar

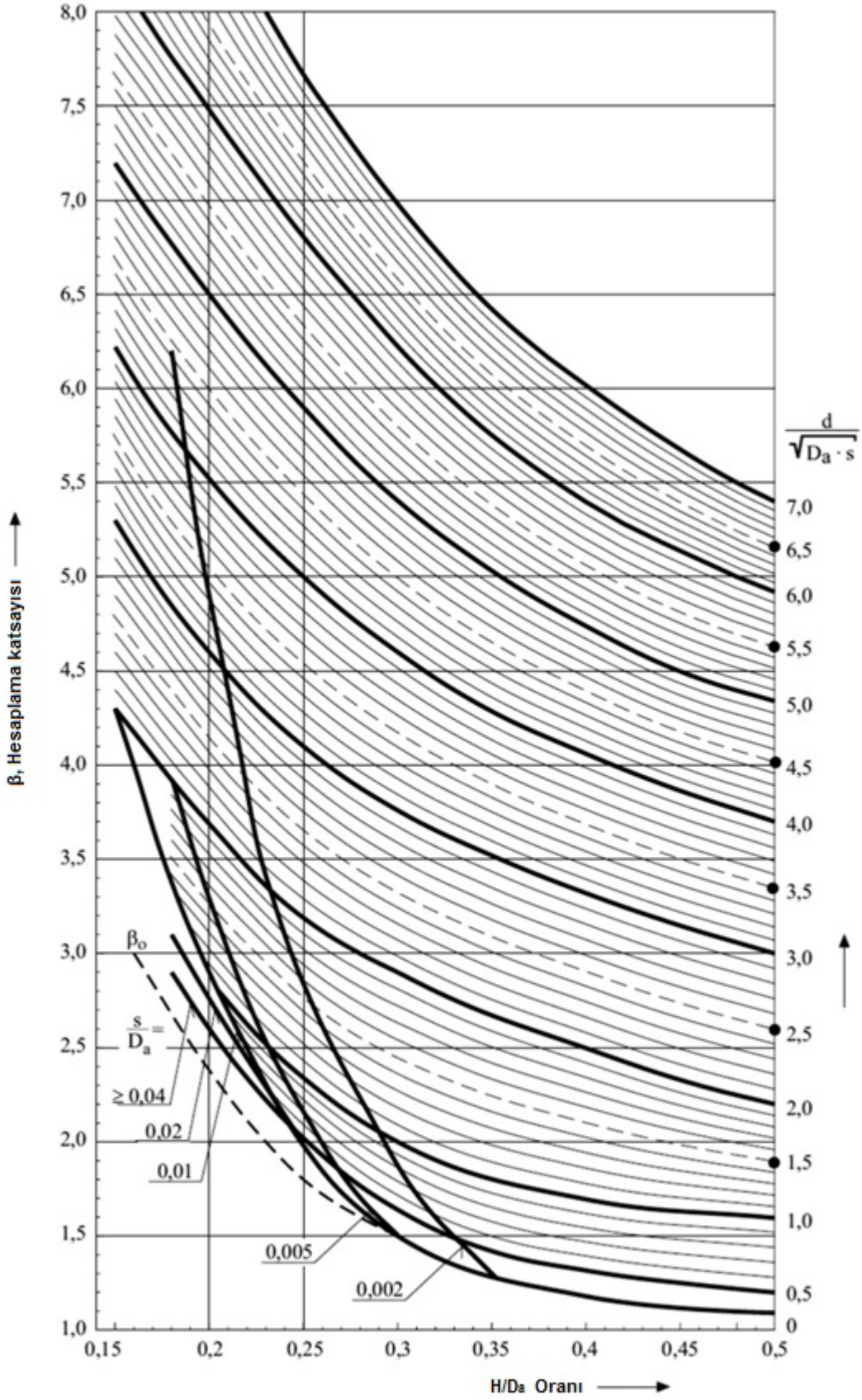


Menhollü bombeli aynalar

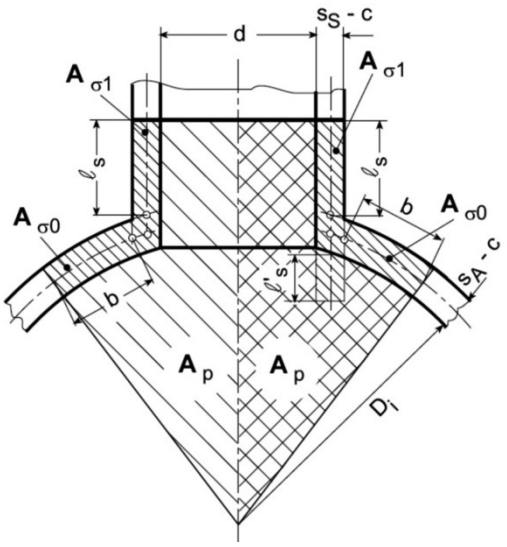


Delinmiş bombeli aynalar

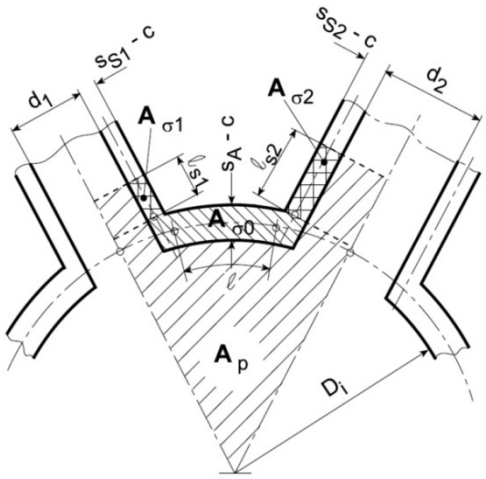
Şekil 12.6 Payandasız bombeli aynalar için parametreler



Şekil 12.7 Bombeli aynaların tasarımı için β katsayıları



Şekil 12.8 Bombeli aynadaki açıklıklar



Şekil 12.9 Açıklıklardaki karşılıklı etkileşim

4.3.3 Bombe içinde kalan deliklerin takviyeleri

İlgili alanlar arasında aşağıdaki bağıntınıngerçekleşmesi halinde, bombe içinde kalan deliklerin yeterince takviye edilmiş olduğu kabul edilir:

$$\frac{p_c}{10}\left[\frac{A_p}{A_\sigma}+\frac{1}{2}\right]\leq \sigma_{perm} \qquad (7)$$

Basınç altındaki A_p alanı ve taşıyıcı kesit alanı A_σ , Şekil 12.8'de gösterilmiştir.

Takviyelerin ve taşıyıcı uzunlukların hesabında 2.3.4'deki formüller ve koşullar uygulanır.

2.3.4'deki koşullar altında deliklerin karşılıklı etkileşimi alanlar arasındaki bağıntılarla, Şekil 12.9'da gösterilmiştir.

Diskin kenarı 0,8 · D_a bölgesinin dışına taşamaz.

Boru şeklindeki takviyeler için, aşağıdaki et kalınlık oranları geçerlidir:

$$\frac{s_S - c}{s_A - c}\leq 2{,}0$$

4.4 Dış basınç için tasarım hesaplamaları

4.4.1 Dış basınca maruz bombeli aynalar, iç basınçla zorlanıyorlarmış gibi, aynı formüllere göre hesaplanırlar. Bununla beraber, 1.4.1'e göre müsaade edilebilen gerilmenin belirlenmesi için, kullanılan emniyet katsayısı %20 arttırılır.

4.4.2 Aynaların küresel kısmının elastik burkulmaya karşı güvenli olduğu ayrıca araştırılmalıdır.

Bunun için, aşağıdaki bağıntıdan yararlanılır:

$$p_c \leq 3{,}66 \cdot \frac{E_t}{S_k} \cdot \left(\frac{s-c}{R}\right)^2 \qquad (8)$$

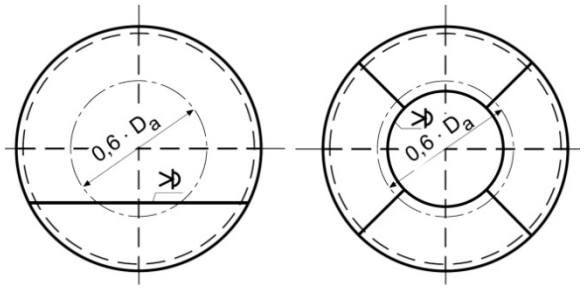
Çelik için E_t elastisite modülü Tablo 12.6'dan alınabilir. Elastik burkulmaya karşı emniyet katsayısı S_k ve deney basıncındaki gerekli emniyet katsayısı S'_k , Tablo 12.8'de verilmiştir.

Tablo 12.8 Elastik burkulmaya karşı emniyet katsayıları

(s-c)/R	S_k (1)	S'_k (1)
0,001	5,5	4,0
0,003	4,0	2,9
0,005	3,7	2,7
0,010	3,5	2,6
0,100	3,0	2,2
(1) *Ara değerler enterpolasyonla bulunur.*		

4.5 Zayıflama katsayısı

Zayıflama katsayısı, 2.3.3'deki Tablo 12.4'den alınabilir. Bundan başka eğer kaynak dikişleri, bombelik içindeki 0,6 · D_a ile tanımlanan bölgenin içine giriyorsa, test kapsamına bakılmaksızın, yarı küresel bombeler hariç olmak üzere, kaynaklı bombeli aynalar v = 1 alınmak suretiyle hesaplanabilir (Şekil 12.10'a bakınız).



Şekil 12.10 Bombelik içindeki kaynak dikişi

4.6 Müsaade edilen minimum et kalınlığı

Kaynaklı aynalarda müsaade edilen minimum et kalınlığı 5 mm. dir. Demir olmayan metaller ve paslanmaz çeliklerde daha küçük minimum et kalınlıklarına **TL**'nun onayı ile müsaade edilir.

5. Düz Cidarlar

5.1 Kapsam

Aşağıdaki hesap kuralları iç veya dış basınca maruz, payandalı veya payandasız, flençli düz aynalara ve basit mesnetli, cıvatalı veya kaynaklı düz levhalara uygulanır.

5.2 Semboller

p_c = Tasarım basıncı, [bar]

s = Et kalınlığı, [mm]

s_1 = Zorlama azaltıcı oyukların et kalınlığı, [mm]

s_2 = Silindirik veya dört köşe hederlerin zorlama azaltıcı oyuklu düz ayna ile birleşme yerindeki et kalınlığı, [mm]

D_b = Flençli düz aynaların iç çapı veya bir kapakla donatılacak olan bir deliğin tasarım çapı, [mm]

D_1,D_2 = Halka şeklindeki levhaların çapları, [mm]

D_ℓ = Ek eğilme momentine maruz bir levhanın cıvata deliklerinin merkez dairesi çapı, [mm]

d_e = En az üç tespit yeri içinde tanımlanabilen düz bir levha üzerindeki en büyük dairenin çapı, [mm]

d_a = Genişletilmiş boruların boru dış çapı, [mm]

a,b = Dikdörtgen veya elips şekilli levhaların net taşıma veya tasarım genişlikleri, b daima kısa kenar veya ekseni tanımlar, [mm]

t_1,t_2 = Eşit aralıklı olarak tertiplenmiş payanda veya payanda cıvataları merkezleri arasındaki uzaklık, [mm]

e_1,e_2 = Eşit aralıklı olarak tertiplenmemiş payanda veya payanda cıvataları arasındaki uzaklık, [mm]

f = Levhanın delik aralarında kalan kesit alanı, [mm^2]

r_K = Bir flencin iç köşe yarıçapı veya zorlama azaltıcı oyuk yarıçapı, [mm]

h = Kaynak boyunlu düz aynaların iç derinliği, [mm]

C = Tasarım katsayısı, (payandasız yüzeyler için Tablo 12.11 ve payandalı yüzeyler için Tablo 12.12'ye bakınız). [-]

y = Oran, [-]

σ_{perm} = Müsaade edilebilen gerilme (1.4'e bakınız), [N/mm^2]

c = Korozyon ve aşınma artımı. [mm]

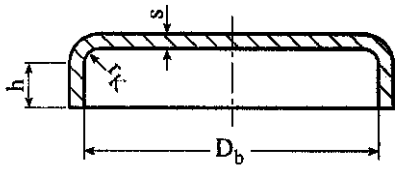
5.3 Payandasız cidarların tasarım hesaplamaları

5.3.1 Düz, dairesel, flençli ve deliksiz aynalar

Payandasız cidarların yuvarlatılmış köşelerinin eğriliği ve flençli aynanın iç çapı Şekil 12.11'de gösterilmektedir.

Gerekli et kalınlığı s, aşağıdaki bağıntılardan bulunur:

$$s = C \cdot (D_b - r_K) \cdot \sqrt{\frac{p_c}{10 \cdot \sigma_{perm}}} + c \qquad (9)$$



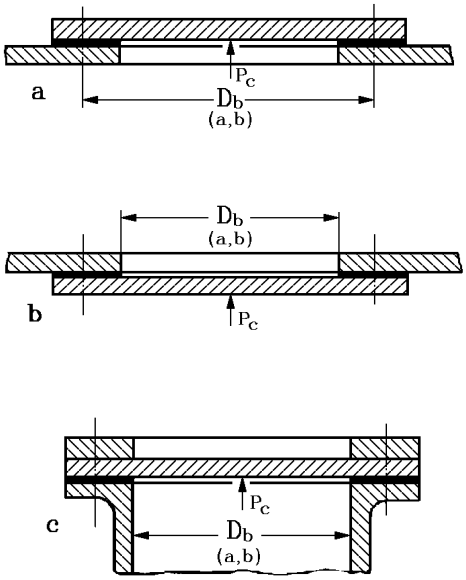
Şekil 12.11 Düz, dairesel ve flençli aynalar

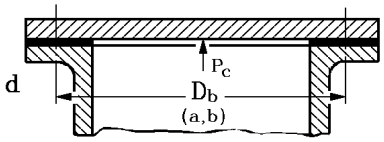
Silindirik kısmın yüksekliği h, en az 3,5 s olmalıdır.

5.3.2 Dairesel levhalar

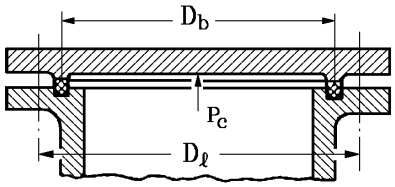
Gerekli et kalınlığı s, Şekiller 12.12-12.14 gözönüne alınarak aşağıdaki bağıntıdan bulunur:

$$s = C \cdot D_b \cdot \sqrt{\frac{p_c}{10 \cdot \sigma_{perm}}} + c \qquad (10)$$

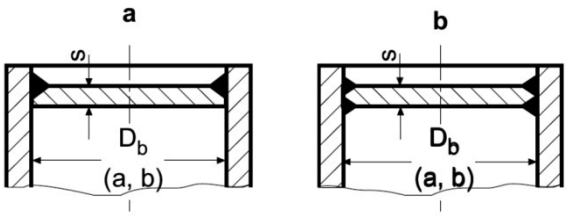




Şekil 12.12 Düz contalı dairesel levhalar



Şekil 12.13 Sızdırmazlık ringli dairesel levhalar

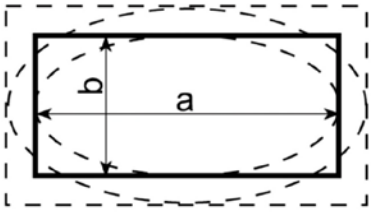


Şekil 12.14 Dairesel kaynaklı aynalar

5.3.3 Dikdörtgen ve eliptik levhalar

Gerekli et kalınlığı s, Şekil 12.15 gözönüne alınarak aşağıdaki bağıntıdan bulunur.

$$s = C \cdot b \cdot y \cdot \sqrt{\frac{p_c}{10 \cdot \sigma_{perm}}} + c \qquad (11)$$

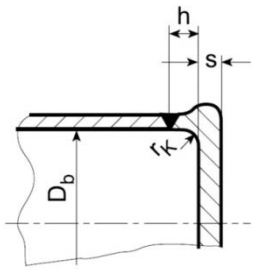


Şekil 12.15 Dikdörtgen ve eliptik levhalara ait parametreler

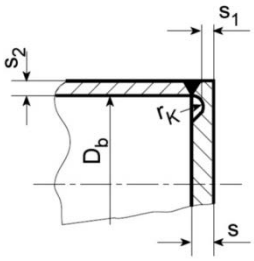
5.3.4 Kaynak boyunlu aynalar

Kaynak boyunlu aynalarla ilgili ilave istekler için, 5.5.2'ye de bakınız.

Levha kalınlığı s, (10) veya (11) formüllerine göre hesaplanır:



Şekil 12.16
Kaynak boyunlu aynalar



Şekil 12.17
Zorlama azaltıcı oyuklu kaynak boyunlu aynalar

Zorlama azaltıcı oyuklu aynalarda, kaynak dikişlerinde de, etkin şekilde zorlama azaltılması sağlanmalıdır. Bu nedenle, zorlama azaltıcı oyuklardaki et kalınlığı s_1, aşağıdaki şartları sağlamalıdır, Şekil 12.17'ye bakınız;

Yuvarlak aynalar için $s_1 \leq 0{,}77 \cdot s_2$

Dikdörtgen aynalar için $s_1 \leq 0{,}55 \cdot s_2$

Burada s_2, silindirik veya dikdörtgen hederin et kalınlığını [mm] olarak gösterir. Ayrıca oyuk kesitinde oluşan kesme kuvvetine de güvenli bir şekilde dayanabilmelidir.

Bu nedenle:

Yuvarlak aynalar için,

$$s_1 \geq \frac{p_c}{10} \cdot \left[\frac{D_b}{2} - r_K \right] \cdot \frac{1{,}3}{\sigma_{perm}} \qquad (12)$$

Dikdörtgen aynalar için,

$$s_1 \geq \frac{p_c}{10} \cdot \left(\frac{a \cdot b}{a + b} \right) \cdot \frac{1{,}3}{\sigma_{perm}} \qquad (13)$$

olmalıdır.

r_K yarıçapı 5 mm. den az olmamak şartıyla, en az 0,2 · s olmalıdır. s_1 et kalınlığı, en az 5 mm. olmalıdır.

Şekil 12.16 veya Şekil 12.17'deki gibi, kaynak boyunlu aynalar saçtan imal ediliyorsa, dış zarfla birleşme yeri katmerleşmeye karşı muayene edilmelidir (örneğin; ultrasonik muayene yöntemi ile).

5.4 Payandalı cidarların tasarım hesaplamaları

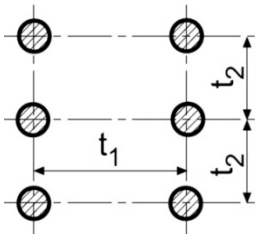
5.4.1 Düz levhalar üniform bir şekilde payanda cıvataları, dairesel payandalar veya payanda boruları ile takviye edilmişlerse, payandalanmış alan içindeki gerekli et kalınlığı s, aşağıdaki gibi elde edilir (Şekil 12.18'e bakınız);

$$s = c + C \cdot \sqrt{\frac{p_c \cdot (t_1^2 + t_2^2)}{10 \cdot \sigma_{perm}}} \qquad (14)$$

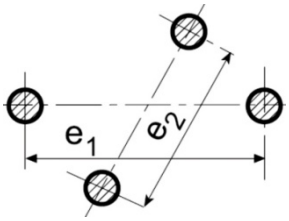
5.4.2 Düz levhalar üniform olmayan bir şekilde payanda cıvataları, dairesel payandalar veya payanda boruları ile takviye edilmişlerse, payandalanmış alan içindeki gerekli et kalınlığı s, aşağıdaki bağıntıdan elde edilir (Şekil 12.19'a bakınız):

$$s = C \cdot \frac{e_1 + e_2}{2} \cdot \sqrt{\frac{p_c}{10 \cdot \sigma_{perm}}} + c \qquad (15)$$

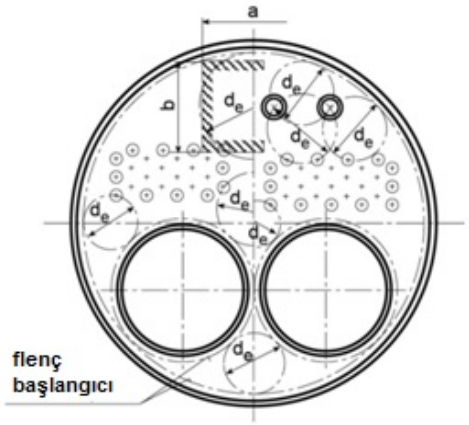
5.4.3 Köşe payandaları, kirişler veya diğer bir şekilde takviye edilmiş düz levhalar ile, payanda ve borular arasında kalan düz levhalar için Şekil 12.20'ye bakınız.



Şekil 12.18
Üniform takviyeli levhalar



Şekil 12.19
Üniform olmayan takviyeli levhalar



Şekil 12.20 Takviyeli düz levhalar

Tasarım hesaplamaları, payandalanmamış serbest alan içine çizilebilen dairenin çapı d_e veya dikdörtgenin kısa kenar uzunluğu b ye göre yapılır. Böylece, zorlanmalar bakımından en uygun olmayan yer, hesaplarda esas alınmış olur.

Gerekli s et kalınlığı, aşağıdaki bağıntılardan elde edilir:

$$s = C \cdot d_e \cdot \sqrt{\frac{p_c}{10 \cdot \sigma_{perm}}} + c \qquad (16)$$

veya

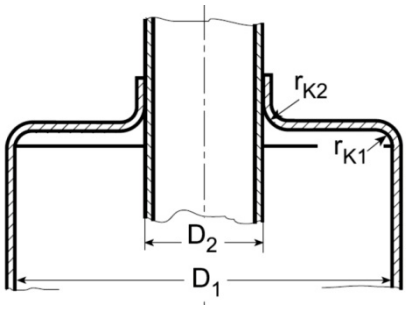
$$s = C \cdot b \cdot y \cdot \sqrt{\frac{p_c}{10 \cdot \sigma_{perm}}} + c \qquad (17)$$

Yukarıdaki formüllere göre bulunan değerlerden büyüğü alınmalıdır.

5.4.4 Ortadan payandalı düz halka şeklindeki levhalar, bakınız Şekil 12.21.

Gerekli s et kalınlığı, aşağıdaki bağıntıdan elde edilir:

$$s = 0.25 \cdot (D_1 - D_2 - r_{K1} - r_{K2}) \cdot \sqrt{\frac{p_c}{10 \cdot \sigma_{perm}}} + c \qquad (18)$$



Şekil 12.21 Ortadan payandalı düz halka şeklindeki levhalar

5.5 Flençler hakkında istekler

5.5.1 Yukarıdaki formüllerin flençli aynalar veya payanda görevi yapan flençlere uygulanabilmesi için, flençlerin iç köşe yarıçapları, ayna çapına bağlı olarak, en az aşağıdaki değerlerde olmalıdır (Tablo 12.9'a bakınız).

Ayrıca, flenç iç köşe yarıçapı r_K, (Şekil 12.11, 12.20 ve 12.21) et kalınlığının 1,3 katından küçük olmamalıdır.

Tablo 12.9 Minimum flenç iç köşe yarıçapı

Ayna dış çapı D_a [mm]	Flenç iç köşe yarıçapı r_K [mm]
$D_a \leq 500$	30
$500 < D_a \leq 1400$	35
$1400 < D_a \leq 1600$	40
$1600 < D_a \leq 1900$	45
$D_a > 1900$	50

5.5.2 Zorlama azaltıcı oyuk bulunmayan kaynak boyunlu flençli aynalarda, hederler için flenç yarıçapı 8 mm. den az olmamak şartıyla, $r_K \geq 1/3 \cdot s$ ve aynanın iç yüksekliği $h \geq s$ olmalıdır. Burada, delikli aynalar için geçerli olan s değeri, aynı ölçülerdeki deliksiz bir aynanın kalınlığı olarak alınır (Şekil 12.16'ya bakınız).

5.6 y Oranı

y oranı, dikdörtgen ve eliptik payandasız levhalarda ve payandalı düz yüzeylerde, takviye edilmemiş alana çizilen dikdörtgenin b/a kenarlar oranına bağlı olarak, yuvarlak levhalara nazaran zorlanma artmasını hesaba katan ve Tablo 12.10'da verilmiş olan değerdir.

Tablo 12.10 y Oranı değerleri

Şekil	b/a oranı (1)				
	1,0	0,75	0,5	0,25	≤ 0,1
Dikdörtgen	1,10	1,26	1,4	1,52	1,56
Elips	1,00	1,15	1,3	-	-
(1) *Ara değerler lineer enterpolasyonla elde edilir.*					

5.7 C, Hesaplama Katsayısı

C katsayısı, mesnet tipini, kenar birleştirmelerini ve takviye çeşitlerini hesaba katan bir değerdir. Hesaplarda kullanılacak olan C değerleri, Tablo 12.11 ve 12.12'de verilmiştir.

Bir düz cidarın parçalarına, değişik takviyelerinden dolayı Tablo 12.12'ye göre farklı C değerleri uygulanıyorsa, C kat sayısı aritmetik ortalama değerden hesaplanır.

5.8 Ağzı genişletilmiş borular arasındaki minimum levha genişliği

Minimum levha genişliği, boru ağzının genişletilmesinde

uygulanan yönteme bağlıdır. İki genişletilmiş boru ağzı arasında kalan levhanın f kesit alanı, aşağıdaki gibi olmalıdır:

Çelik için $f = 15 + 3{,}4 \cdot d_a$ [mm^2]

Bakır için $f = 25 + 9{,}5 \cdot d_a$ [mm^2]

5.9 En küçük ve en büyük et kalınlığı

5.9.1 Ağzı genişletilmiş boruların bulunduğu yerdeki en küçük et kalınlığı, 12 mm. dir. Ağzı genişletilmiş borularda, yerinden çıkmasına karşı güvenlik bakımından, 6.3.2'ye bakınız.

5.9.2 Düz aynaların ısıyla temasta olan bölgelerindeki kalınlığı, 30 mm. yi geçmemelidir.

Tablo 12.11 Payandasız cidarlara ait C katsayısı değerleri

Aynaların veya levhaların tipi	C
Hederler için dökme veya tornalanmış düz aynalar ve flençli düz aynalar	0,35
Çevresi boyunca sıkı oturtulmuş ve cıvatalanmış levhalar	
Her iki tarafından kaynaklı oturtulmuş düz levhalar	
Zorlama azaltıcı oyuklu, kaynak boyunlu flençli aynalar	0,40
Örneğin; menhol kapağı gibi serbest oturtulmuş levhalar; kapama halinde çalışma basıncına ek olarak cıvataların sıkılması sonucu doğabilen ek kuvvetler de hesaba katılmalıdır (bunlar kapak altındaki cıvata veya cıvataların müsaade edilebilen gerilmelerinden oluşan ek kuvvetlerdir)	0,45
Tek taraftan kaynaklı oturtulmuş düz levhalar	
Çevresi boyunca cıvatalanmış ve aynı zamanda aşağıdaki oranlara göre ek bir eğilme momentiyle yüklenmiş levhalar D_ℓ / D_b = 1,0 = 1,1 = 1,2 = 1,3 Ara değerler lineer enterpolasyonla elde edilir.	 0,45 0,50 0,55 0,60

Tablo 12.12 Payandalı cidarlara ait C katsayısı değerleri

Takviye ve/veya payandaların tipi	C
Kazan zarfı, heder ve cehennemlik cidarı levha payanda veya payanda borusu alanında	0,35
Payanda cıvataları merkezleri arasındaki mesafe en fazla 200 mm. olan, düzenli sıralanmış payanda cıvataları bölgesinde	0,40
Kaynaklı, cıvatalı veya ağızları genişletilerek takılmış olmalarına bakılmaksızın, düzenli sıralanmış boru bölgesi dışındaki yuvarlak payandalar ve borularda	0,45

5.10 Açıklıkların takviyesi

Düz cidarlı yerlerdeki kenarları takviye edilmemiş açıklıkların, olumsuz zayıflamalarını önlemek için, kalınlıkların hesabında özel arttırmalara gidilmelidir.

6. Payandalar, Payanda Boruları ve Payanda Cıvataları

6.1 Kapsam

Aşağıdaki kurallar, çelik veya bakırdan yapılmış ve 5'deki istekleri karşılayan boyuna payandalar, köşe payandaları, payanda boruları, payanda cıvataları ve takviye kirişleri için geçerlidir.

6.2 Semboller

p_c = Tasarım basıncı, [bar]

F = Bir payanda, payanda borusu veya payanda cıvatasındaki yük, [N]

A_1 = Payanda, payanda cıvatası ve payanda boruları için hesaplanan gerekli kesit alanı, [mm^2]

A_2 = Ağzı genişletilmiş borularda taşıyıcı alan, [mm^2]

A_p = Tek bir payanda, payanda cıvatası veya boru tarafından taşınan levha alanı, [mm^2]

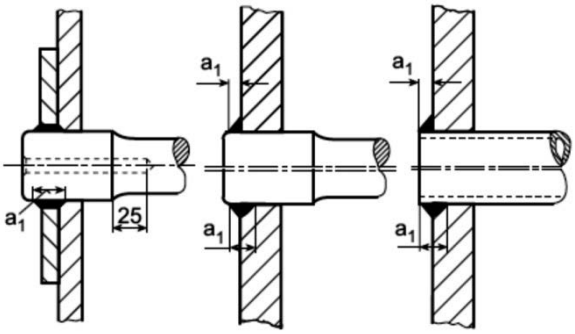
d_a = Borunun dış çapı, payanda veya payanda cıvatasının çapı, [mm]

d_i = Payanda borusu iç çapı, [mm]

ℓ_o = Borunun genişletilen uzunluğu, [mm]

a_1 = Zorlanma doğrultusundaki bir kaynak dikişinin yüksekliği (Şekil 12.22, 23, 24'e göre) [mm]

σ_{perm} = Müsaade edilebilen gerilme. [N/mm^2]



Şekil 12.22 Şekil 12.23 Şekil 12.24

Payandalar, payanda boruları ve payanda cıvatalarının kaynak parametreleri

6.3 Tasarım Hesaplamaları

Payandaların, payanda borularının ve payanda cıvatalarının ölçülendirilmesinde, diğer kazan kısımlarının destekleyici etkileri de dikkate alınabilir. Flençli aynalarda, levha alanı A_p nin hesabı için, flence kadar uzanan düz yüzeyin alınması uygun olur.

Düz aynalarda, yükün yarısına kadar olan kısmının bitişik kazan cidarı tarafından taşındığı kabul edilebilir.

6.3.1 Payanda, payanda cıvatalarının veya payanda borularının gerekli kesit alanı, aşağıdaki formülden bulunur:

$$A_1 = \frac{F}{\sigma_{perm}} \qquad (19)$$

6.3.2 Ağzı genişletilmiş borularda, boruların boru aynasında dışarıya çıkmasına karşı yeterli bir emniyet mevcut olmalıdır. Taşıyıcı alan üzerindeki müsaade edilen zorlama, Tablo 12.13'de verilen değerleri geçmediği takdirde, böyle bir emniyetin var olduğu kabul edilir.

12.13 Genişletilmiş boru bağlantılarındaki zorlamalar

Genişletilmiş bağlantıların tipi	Taşıyıcı alan üzerindeki müsaade edilebilen zorlama [N/mm^2]
Düz	$(F / A_2) \leq 150$
Oyuklu	$(F / A_2) \leq 300$
Flençli	$(F / A_2) \leq 400$

Hesaplarda taşıyıcı alan olarak $A_2 = (d_a - d_i) \cdot \ell_o$ alınmalıdır.

Bununla beraber en fazla $A_2 = 0{,}1 \cdot d_a \cdot \ell_o$ olur.

Taşıyıcı alanın hesabında, genişletilen boru ağzı uzunluğu (ℓ_o), 40 mm. den daha fazla alınamaz.

6.3.3 Boyuna payandalar, payanda boruları veya payanda cıvatalarının, kaynaklandıkları yerlerdeki kaynakların kesmeye zorlanan kesit alanları, cıvata veya payanda borusu için gerekli olan kesit alanının en az 1,25 katı olmalıdır.

$$d_a \cdot \pi \cdot a_1 \geq 1{,}25 \cdot A_1 \qquad (20)$$

6.4 Müsaade edilebilen gerilme

Müsaade edilebilen gerilme 1.4.1'e göre belirlenir. Dövme veya haddelenmiş çelikten üretilen payandalar, payanda boruları ve cıvatalar için, kaynak dikişi bölgesinde müsaade edilebilen gerilme, 1.4.1'den farklı olarak, $R_{eH,t}/1{,}8$ ile hesaplanır.

6.5 Et kalınlığı için arttırımlar

Payandalar, payanda boruları ve payanda cıvatalarının gerekli kesit hesabı için Formül (19)'a göre korozyon ve aşınma arttırımı dikkate alınmalıdır.

7. Kazan ve Süperhiter Boruları

7.1 Kapsam

Aşağıdaki kurallar, içten basınçlı ve dış çapı 200 mm. ye kadar olan borularla, ayrıca dıştan basınçla zorlanan

boruların hesaplanmasında uygulanır.

7.2 Semboller

p_c = Tasarım basıncı, [bar]

s = Et kalınlığı, [mm]

d_a = Boru dış çapı, [mm]

σ_{perm} = Müsaade edilebilen gerilme, [N/mm^2]

v = Boyuna kaynak dikişli borularda kaynak kalite derecesi. [-]

7.3 Et kalınlığı hesabı

Gerekli et kalınlığı s, aşağıdaki bağıntıdan hesaplanır:

$$s = \frac{d_a \cdot p_c}{20 \cdot \sigma_{perm} \cdot v + p_c} \qquad (21)$$

7.4 Tasarım sıcaklığı, t

Tasarım sıcaklığı 1.3'e göre belirlenir.

Cebri geçişli kazanlarda boru et kalınlıklarının hesabı, çalışma şartlarında kazanın her bir ana kısmında beklenen maksimum sıcaklık derecesine, sıcaklık derecesi arttırmalarını da eklemek suretiyle yapılır.

7.5 Müsaade edilebilen gerilmeler

Müsaade edilebilen gerilme 1.4.1'den hesaplanabilir.

Dıştan basınca maruz borular için; $R_{eH,t}$ / 2,0 formülü uygulanır.

7.6 Kaynak dikişi katsayısı v

Boyuna kaynaklı borularda v değeri, kabul testine uygun olarak alınmalıdır.

7.7 Boru et kalınlığı arttırmaları

Oldukça kuvvetli mekanik ve kimyasal tahribatın etkisinde kalabilecek borularda, (21) Formülüne göre hesap edilen boru et kalınlıklarında ek bir arttırmaya gidilmelidir. Boru et kalınlıklarında müsaade edilebilen bir azaltma, ancak, dış çapı 76,1 mm. yi geçen borular için düşünülebilir (1.1.2'ye bakınız).

7.8 Kazan borularında maksimum et kalınlığı

Aşırı kızgın kazan borularında (örneğin ısıtma gazlarının sıcaklığı 800°C'ın üzerinde), et kalınlığı 6,3 mm. den daha büyük olmamalıdır. Özel hallerde, örneğin süperhiterleri taşıyan borularda, yukarıdaki isteğin dışına çıkılabilir.

8. Düz ve Dörtköşe Borular ile Kısmi Hederler

8.1 Semboller

p_c = Tasarım basıncı, [bar]

s = Et kalınlığı, [mm]

2·m = İncelenen cidara paralel dörtköşe borunun net genişliği, [mm]

2·n = İncelenen cidara dik borunun net genişliği, [mm]

Z = (23) Formülüne göre hesaplanan katsayı, [mm^2]

a = İncelenen delik sıraları merkez hattının orta hattından uzaklığı, [mm]

t = Delik merkezleri arasındaki uzaklık, [mm]

d = Delik çapı, [mm]

v = Çekme gerilmesi altında delik sıralarındaki zayıflama katsayısı, [-]

v' = Eğilme gerilmesi altında delik sıralarındaki zayıflama katsayısı, [-]

r = Köşelerdeki iç yarıçap, [mm]

σ_{perm} = Müsaade edilebilen gerilme. [N/mm^2]

8.2 Tasarım hesaplamaları

8.2.1 Et kalınlığı, kenarların ortasına ve delikler arasındaki levha kesitine göre hesaplanır. Hesaplanmış maksimum et kalınlığı, tüm dört köşe borunun et kalınlığı için geçerlidir.

Aşağıdaki hesap metodunda, boruların bağlama yerlerine itinalı bir şekilde takılmış oldukları, böylece cidarın yeterince takviye edildiği varsayılır.

8.2.2 Gerekli et kalınlığı, aşağıdaki bağıntıdan hesaplanır:

$$s = \frac{p_c \cdot n}{20 \cdot \sigma_{perm} \cdot v} + \sqrt{\frac{4.5 \cdot p_c \cdot Z}{10 \cdot \sigma_{perm} \cdot v'}} \qquad (22)$$

Eğer, çok sayıda farklı delik sırası mevcut ise, bu halde her sıra için gerekli olan et kalınlığı belirlenir.

8.2.3 Z aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$Z = \left| \frac{1}{3}\left(\frac{m^3 + n^3}{m + n}\right) - \frac{1}{2}(m^2 - a^2) \right| \qquad (23)$$

8.3 Zayıflama katsayısı, bağ verimlilik faktörü

8.3.1 Deliklerin, yalnız tek bir sıra halinde veya birbirine paralel olan birden fazla sıra halinde aşırtmalı olmayacak şekilde yerleştirilmiş olmaları durumunda, zayıflama katsayıları v ve v', aşağıdaki gibi tayin edilir:

$$v = \frac{t - d}{t}$$

$$v' = v = \frac{t - d}{t} \quad , \qquad d < 0{,}6 \cdot m \text{ olan deliklerde}$$

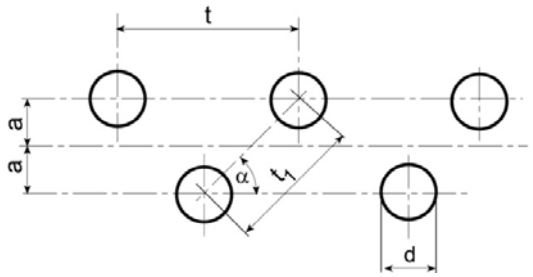
$$v' = \frac{t - 0{,}6 \cdot m}{t} \quad , \qquad d \geq 0{,}6 \cdot m \text{ olan deliklerde}$$

8.3.2 Elips şekilli deliklerde v ve v' değerlerini tayin etmek için, d değeri olarak, dikdörtgen borunun boyu doğrultusundaki net delik genişliği alınır. v' nün hesabında hangi formülün kullanılması gerektiğine karar verebilmek için, d ≥ 0,6 · m ve d < 0,6 · m. eşitsizliklerindeki d değeri, boy eksenine dikey olarak ölçülen net delik genişliği (delik iç çapı) olmalıdır.

8.3.3 Çapraz delikler için zayıflama katsayısının hesabında, formülde t yerine, çapraz aralıklara ait t_1 değeri alınır (Şekil 12.25).

8.3.4 Çapraz delikler için, Z değeri, aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$Z = \left| \frac{1}{3}\left(\frac{m^3 + n^3}{m + n}\right) - \frac{1}{2} m^2 \right| \cos \alpha$$



Şekil 12.25 Çapraz delikler için aralıklar

8.4 Köşelerdeki zorlanmalar

Köşelerde müsaade edilemeyen zorlanmalara yol açmamak için, r (iç köşe yarıçapı) aşağıdaki koşulları sağlamalıdır; r ≥ s/2, bununla beraber:

- İç genişliği 50 mm ye kadar olan dört köşe borular için, en az 3 mm.

- İç genişliği 80 mm ye kadar olan dört köşe borular için, en az 8 mm olmalıdır.

Ara değerler, lineer enterpolasyonla bulunur. Köşenin her iki tarafındaki anma et kalınlıklarının aritmetik ortalamasına göre yarıçap tayin edilir. Köşelerdeki et kalınlıkları, (22) Formülüne göre hesaplanandan daha küçük olamaz.

8.5 En az et kalınlığı ve delikler arasında kalan levha genişliği

8.5.1 Ağzı genişletilmiş borularda et kalınlığı, en az 14 mm. olmalıdır.

8.5.2 İki delik veya boru delikleri arasındaki levha genişliği, boru merkezleri arasındaki uzaklığın 1/4 ünden daha küçük olamaz.

9. Gergi ve Kirişler

9.1 Kapsam

Aşağıdaki kurallar, düz tavan levhalarını takviye eden çelik kirişlere uygulanır.

9.2 Genel

Tavan kirişleri, cehennemlik tavan levhasına çepeçevre etkin bir şekilde kaynak edilmelidir. Kirişler, kaynak işlemi gerektiği gibi kusursuz yapılabilecek ve suyun akışını engellemeyecek şekilde tertiplenmelidir.

9.3 Semboller

p_c = Tasarım basıncı, [bar]

F = Bir kiriş tarafından taşınan yük, [N]

e = Kirişlerin merkezleri arasındaki uzaklık, [mm]

ℓ = Kirişin desteklenmeyen boyu, [mm]

b = Kiriş kalınlığı, [mm]

h = Kiriş yüksekliği, [mm]

W = Bir kirişin kesit modülü, [mm^3]

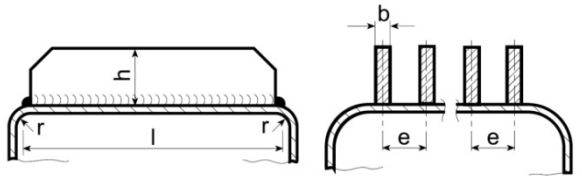
M = Yük nedeniyle kirişe gelen eğilme momenti, [Nmm]

z = Kesit modülü katsayısı, [-]

σ_{perm} = Müsaade edilebilen gerilme (1.4'e bakınız). [N/mm^2]

9.4 Tasarım hesaplamaları

9.4.1 Şekil 12.26'da gösterildiği gibi basit mesnetli kiriş, ℓ uzunluğunda basit bir kiriş gibi göz önüne alınır. Burada, tavan levhalarının da taşımaya katıldıkları göz önüne alınabilir.



Şekil 12.26 Mesnetsiz kiriş

9.4.2 Tavan kirişinde gerekli kesit modülü, aşağıdaki formülle bulunur:

$$W = \frac{M_{max}}{1{,}3 \cdot \sigma_{perm} \cdot z} \leq \frac{b \cdot h^2}{6} \qquad (24)$$

Kesit modülü hesabında geçen z katsayısında, tavan levhalarının da kirişin bir parçası olarak kesit modülünü arttırdığı göz önüne alınır. Genellikle, z = 5/3 olarak alınabilir.

Hesaplamada, h yüksekliği 8·b den daha büyük alınamaz.

9.4.3 Maksimum eğilme momenti, aşağıdaki formülden elde edilir:

$$M_{max} = \frac{F \cdot \ell}{8} \qquad (25)$$

Burada,

$$F = \frac{p_c}{10} \cdot \ell \cdot e \qquad (26)$$

dır.

10. Cıvatalar

10.1 Kapsam

Aşağıdaki kurallar, kuvvet iletici bağlama elemanları olarak iç basınç nedeniyle çekme zorlamaları etkisindeki cıvatalar içindir. Burada normal çalışma şartları kabul edilmiştir.

10.2 Genel

Özellikle fazla zorlanan, çalışma sıcaklığı 300°C'dan fazla veya iç basıncı 8 N/mm^2 ve yukarısında olan yerlerdeki elastik cıvata bağlamaları için, inceltilmiş gövdeli cıvatalar kullanılmalıdır. M 30 dan büyük bütün cıvatalar (30 mm. çaplı metrik diş), inceltilmiş gövdeli cıvata olmalıdır. Burada inceltilmiş gövdeli cıvatalar, DIN 2510 (TS 1709)'a göre gövde çapı $d_s = 0{,}9 \cdot d_k$ olan cıvatalardır (d_k diş dibi çapıdır). Hesaplarda, gövde çapı $< 0{,}9 \cdot d_k$ olması hali, özel şekilde göz önüne alınır.

İnceltilmiş gövde çapı 10 mm. den daha az olan cıvatalara müsaade edilmez.

Cıvatalar sıcak gaz akımı içinde bulunmamalıdır. Bir bağlantıda en az 4 adet cıvata kullanılmalıdır.

Küçük sızdırmazlık kuvvetleri sağlamak için, flenç sızdırmazlık malzemesi, mümkün olduğu kadar dar olmalıdır.

Standart boru flençlerinin kullanıldıkları yerlerdeki cıvataların mukavemet yönünden gerekleri yerine getirdikleri, ancak bunun için cıvatalarda, EN 1515-1 ve EN 1515-2'de verilen malzemelerin kullanılmış ve maksimum müsaade edilen çalışma basıncı ile sıcaklık derecesinin göz önüne alınmış olması halinde, kabul edilebilir.

10.3 Semboller

p_c = Tasarım basıncı, [bar]

p' = Test basıncı, [bar]

F_S = Çalışma halinde cıvata bağlantısına gelen toplam yük, [N]

F'_S = Test basıncında cıvata bağlantısına gelen toplam yük, [N]

F_{So} = Basınçsız halde montaj durumundaki cıvata bağlantısına gelen toplam yük, [N]

F_B = Çalışma basıncında cıvata bağlantısına gelen yük, [N]

F_D = Çalışma şartlarında sızdırmazlık kuvveti, [N]

F_{Do} = Montaj durumundaki sızdırmazlık kuvveti, [N]

F_Z = Gerdirilerek bağlanan boru devrelerindeki ek kuvvet, [N]

D_b = Ortalama sızdırmazlık veya cıvata dairesi çapı, [mm]

d_i = Bağlanan boruların iç çapı, [mm]

d_s = İnceltilmiş gövdeli cıvatanın gövde çapı, [mm]

d_k = Diş dibi çapı, [mm]

n = Bir bağlantıdaki cıvata sayısı, [-]

σ_{perm} = Müsaade edilebilen gerilme, [N/mm^2]

φ = Yüzeyin pürüzlülük katsayısı, [-]

c = Artım, [mm]

k_1 = Çalışma şartlarındaki sızdırmazlık değeri, [mm]

k_o = Montaj durumundaki sızdırmazlık değeri, [mm]

K_D = Sızdırmazlık malzemesinin şekil değiştirme değeri. [N/mm^2]

10.4 Tasarım hesaplamaları

10.4.1 Cıvatalı bağlantılar, aşağıdaki yükleme durumlarına göre tasarlanmalıdır:

10.4.1.1 Çalışma şartlarına göre, (tasarım basıncı p_c , tasarım sıcaklığı t),

10.4.1.2 Test basıncındaki yüklemeye göre, (test basıncı p', t = 20°C) ve,

10.4.1.3 Montaj halinde basınç yok iken, (p=0 bar, t=20°C).

10.4.2 n adet cıvatadan oluşan bir bağlama yerindeki bir cıvata için, gerekli diş dibi çapı aşağıdaki formüle göre bulunur:

$$d_k = \sqrt{\frac{4 \cdot F_s}{\pi \cdot \sigma_{perm} \cdot \varphi \cdot n}} + c \qquad (27)$$

10.4.3 Cıvatalı bir bağlantıda, toplam yük aşağıdaki gibi hesaplanır:

10.4.3.1 Çalışma şartlarına göre:

$$F_s = F_B + F_D + F_Z \qquad (28)$$

$$F_B = \frac{\pi}{4} D_b^2 \cdot \frac{p_c}{10} \qquad (29)$$

$$F_D = 1.2 \cdot k_1 \cdot \pi \cdot D_b \cdot \frac{p_c}{10} \qquad (30)$$

(Eğer cıvataların tertip şekli dairesel formdan oldukça farklı ise, bu halde doğabilecek özel zorlamalar göz önüne alınmalıdır).

Ek boru kuvveti F_Z, bağlanan boru devrelerindeki gerdirme durumlarından hesap edilmelidir. Boru devresi bağlantıları bulunmayan cıvatalı birleştirmelerde, F_Z sıfırdır. Normal şekilde döşenmiş ve bağlı boru devrelerinde çalışma sıcaklığı < 400°C ise, F_Z yaklaşık olarak, aşağıdaki bağıntıya göre bulunabilir:

$$F_Z \approx \frac{\pi}{4} \cdot d_i^2 \cdot \frac{p_c}{10}$$

10.4.3.2 Test basıncı için:

$$F_s' = \frac{p_p}{p_c}\left(F_B + \frac{F_D}{1.2}\right) + F_Z \qquad (31)$$

Diş dibi çapının hesabında, (27) Formülünde F_S yerine F'_S alınır.

10.4.3.3 Montaj durumunda basınçsız hal için:

$$F_{So} = F_{Do} + F_Z \qquad (32)$$

$$F_{Do} = k_o \cdot K_D \cdot \pi \cdot D_b \qquad (33)$$

Diş dibi çapının hesabında, (27) Formülünde F_S yerine F_{So} alınır.

Basınçsız ve montaj şartlarında birleştirmede sızdırmazlık yüzeyi ile flenç yatak yüzeyleri arasındaki boşluğu bir bütün oluşturacak şekilde kapamak için, cıvatalara F_{Do} montaj sızdırmazlık kuvveti uygulanır.

Eğer montaj sızdırmazlık kuvveti $F_{Do} > F_S$ ise, bu halde metal veya metal olmayan yumuşak sızdırmazlık malzemesi kullanılır ve F_{Do} yerine aşağıdaki bağıntıda verilen F'_{Do} değeri alınır:

$$F'_{Do} = 0.2 \cdot F_{Do} + 0.8 \cdot \sqrt{F_S \cdot F_{Do}} \qquad (34)$$

k_o, k_1 ve K_D katsayıları sızdırmazlık malzemesinin, tip tasarımı ve formuna ve akışkanın cinsine bağlıdır.

Bunlarla ilgili değerler, Tablo 12.16 ve 12.17'de verilmiştir.

10.4.4 Cıvata yapımında, 10.4.1.1'den 10.4.1.3'e kadar belirtilmiş olan üç ayrı yük durumuna göre tayin edilen, en büyük diş dibi çapı göz önünde tutulur.

10.5 Tasarım sıcaklığı, t

Cıvataların tasarım sıcaklıkları birleştirmenin ve izolasyonun cinsine bağlıdır. Sıcaklık hakkında herhangi bir bilgi mevcut değilse, aşağıdaki tasarım sıcaklıkları alınır:

Serbest flenç
+ serbest flenç, (buhar sıcaklığı - 30°C)

Sabit flenç
+ serbest flenç, (buhar sıcaklığı - 25°C)

Sabit flenç
+ sabit flenç, (buhar sıcaklığı - 15°C)

Sıcaklık indirimi, izole edilmiş cıvatalı bağlantılardaki sıcaklık düşmesini göz önüne alır. İzole edilmemiş cıvatalı bağlantılarda, bağlantının tümünde yüksek ısıl gerilmeler bulunması nedeniyle, daha fazla bir sıcaklık indirimine müsaade edilmez.

10.6 Müsaade edilebilen gerilme

Müsaade edilebilen gerilme değerleri, σ_{perm}, Tablo 12.14'de verilmiştir.

Tablo 12.14 Müsaade edilebilen gerilme, σ_{perm}

Durum	İnceltilmiş gövdeli cıvatalar için	Düz gövdeli cıvatalar için
Çalışma durumunda	$\frac{R_{eH,t}}{1,5}$	$\frac{R_{eH,t}}{1,6}$
Deney basıncında ve basınçsız montaj durumunda	$\frac{R_{eH,20}}{1,1}$	$\frac{R_{eH,20}}{1,2}$

10.7 Yüzey kalite katsayısı, φ

10.7.1 Dolu gövdeli cıvatalarda, EN ISO 898'e göre en az mg yüzey kalitesi sağlanmalıdır. İnceltilmiş gövdeli cıvataların her tarafı işlenmelidir.

10.7.2 İşlenmemiş düz paralel taşıyıcı yüzeylerde, φ = 0,75 alınmalıdır. Taşıyıcı yüzeylerde, eş parçaların yüzeylerinin işlenmesi halinde, φ = 1,0 alınabilir. Düz paralel olamayan taşıyıcı yüzeylere (örneğin; köşebentlerde) müsaade edilmez.

10.8 Artım, c

Artım değeri c [mm], Tablo 12.15'e göre alınmalıdır.

Tablo 12.15 Artımlar c

Durum	c [mm]
Çalışma durumu: M 24'e kadar M 27'den M 45'e kadar M 48 ve yukarısı	 3 $5 - 0{,}1 \cdot d_k$ 1
Test basıncında	0
Montaj durumunda	0

Tablo 12.16 Şekil değiştirme faktörleri

Malzeme	Şekil değiştirme değeri K_D [N/mm^2]
Alüminyum, yumuşak	92
Bakır, yumuşak	185
Yumuşak demir	343
Çelik, St 35	392
Alaşımlı çelik, 13 Cr Mo 44	441
Östenitik çelik	491
Not: Oda sıcaklığında K_D yerine, yüzde olarak sıkışma değeri %10 (δ_0) için gerekli şekil değiştirme mukavemeti veya karşıt olarak R_m çekme mukavemeti alınır.	

E. Teçhizat ve Tesisat

1. Genel

1.1 Aşağıdaki gereksinimler işletme sırasında devamlı ve doğrudan gözetim altında bulunmayan buhar kazanlarına uygulanır. Bunlara ek olarak bayrak devletinin resmi kuralları da göz önüne alınacaktır.

1.2 İşletme sırasında devamlı ve doğrudan gözetim altında bulunan buhar kazanlarında, geminin emniyeti de göz önüne alınarak aşağıdaki isteklerden hafifletmeler yapılabilir.

1.3 Su hacmi 150 litreden fazla olmayan, müsaade edilebilen maksimum çalışma basıncı 1MPa'ı aşmayan ve su hacmi ile müsaade edilebilen maksimum çalışma basıncının çarpımı 50 (MPa x litre) 'den az olan kazanlarda aşağıdaki isteklerden hafifletmeler yapılabilir.

1.4 Elektrik tesisatı ve teçhizatı için Kısım 5, Elektrik, Kısım 4-1, Otomasyon'a bakınız.

2. Emniyet Valfleri

2.1 Kendi buhar odası olan her buhar kazanı, en az iki adet tip onaylı, aynı boyutlarda ve yaylı emniyet valfi ile donatılmalıdır. En az bir emniyet valfi, müsaade edilebilen maksimum çalışma basıncını karşılayabilecek şekilde yerleştirilmelidir.

Emniyet valfleri, buhar kazanında sürekli çalışma süresince üretilen maksimum miktardaki buharın, müsaade edilen maksimum çalışma basıncının %10'unu aşmadan boşaltılabilmesini birlikte sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.

2.2 Kendi buhar odası bulunmayan, kapatılabilen her buhar kazanı, en az bir adet tip onaylı, yaylı bir emniyet valfi ile donatılmalıdır. En az bir emniyet valfi müsaade edilebilen maksimum çalışma basıncını karşılayabilecek şekilde yerleştirilmelidir. Emniyet valfi veya valfleri buhar kazanında sürekli çalışma süresince üretilen maksimum miktardaki buharın, müsaade edilebilen maksimum çalışma basıncının %10'unu aşmadan boşaltılabilmesini sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.

2.2.1 Egzoz gazı ile ısıtılan büyük bir su mahalline sahip olan ve kapatılabilen buhar kazanlarından, ısıtma yüzeyi 50 m^2'ye kadar olanlar için en az bir, 50 m^2'den büyük olanlar için en az iki adet tip onaylı, yaylı emniyet valfi sağlanacaktır. Emniyet valfleri; spindıl ile burç arasında, kompakt tıkanıklık durumunda çalışması garanti edilecek şekilde tasarlanmalıdır. Aksi halde, bunların tasarımı, valfteki ve spindıl ile burç arasında kompakt tıkanıklık oluşmayacak şekilde yapılabilir (örneğin, körük valfleri).

2.2.2 Egzoz gazıyla ısıtılan ve kesici-kapama düzeneklerine sahip, büyük boyutlu su tankı olan buhar kazanları 2.2.1'de öngörülen kural isteklerine uygun

güvenlik vanalarına ek olarak fazladan bir adet yarılma/patlama diski ile donatılmak zorundadır.

Yarılma / patlama diski kesintisiz sürekli çalışma koşullarında buhar kazanı tarafından üretilen en büyük buhar debisi miktarı kadar buharı kazandan dışarıya atmaya elverişli / yeter büyüklükte olacaktır. Yarılma / patlama diskinin yerinden çıkmasını sağlayacak basınç değeri, kazan için izin verilen en büyük çalışma değerinin 1.25 katını aşamaz.

2.3 Dış buhar dramları, en az iki adet tip onaylı, yaylı emniyet valfi ile donatılmalıdır. En az bir emniyet valfi müsaade edilebilen maksimum çalışma basıncını karşılayabilecek şekilde yerleştirilmelidir. Emniyet valfleri, bağlı olduğu bütün buhar üreticilerinde sürekli çalışma süresince üretilen maksimum miktardaki buharın, buhar dramının müsaade edilebilen maksimum çalışma basıncının %10'unu aşmadan boşaltılabilmesini sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.

2.4 Her sıcak su üreticisi, en az iki adet tip onaylı, yaylı emniyet valfi ile donatılmalıdır. En az bir emniyet valfi müsaade edilebilen maksimum çalışma basıncını karşılayabilecek şekilde yerleştirilmelidir. Emniyet valflerinin ayarlandığı basınca karşılık gelen doymuş buhar şartlarında buhar boşaltma kapasitesi, normal olarak emniyet valfleri su altı basıncındaymış gibi varsayılır. Emniyet valfleri, bağlı olduğu bütün buhar üreticilerinde sürekli çalışma süresince üretilen maksimum miktardaki buharın, müsaade edilebilen maksimum çalışma basıncının %10'unu aşmadan boşaltılabilmesini sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.

2.5 Emniyet valflerinin kapatma basıncı, karşılama basıncının %10 daha altında olmamalıdır.

2.6 Emniyet valflerinin minimum akış çapı 15 mm. olmalıdır.

2.7 Herhangi bir dış enerji kaynağının aracılığı olmaksızın güvenle çalışabilen yardımcı kumandalı emniyet valflerinin kullanılmasına müsaade edilir.

2.8 Emniyet valfleri, doymuş buhar kısımlarında veya kendi buhar odası bulunmayan buhar kazanlarının en yüksek noktalarına veya su-buhar çıkışlarında tertiplenir.

Sıcak su üreticilerinde emniyet valfleri, boşaltım hattının yakınında tertiplenmelidir. Domsuz sıcak su üreticilerinde emniyet valfleri, boşaltım hattının sıcak su üreticisine bağlandığı yerin yakınında tertiplenmelidir.

2.9 Kapatma yeteneği bulunmayan süperhiterlerle donatılmış buhar üreticilerinde, bir emniyet valfi süperhiterin boşaltım hattında tertiplenmelidir. Süperhiterin boşaltım hattındaki emniyet valfi, gerekli egzoz kapasitesinin en az %25'ini boşaltabilecek kapasitede tasarlanmalıdır.

Kapatma yeteneği bulunan süperhiterler, süperhiterin tam buhar kapasitesi için tasarlanan en az bir adet emniyet valfi ile donatılmalıdır.

Emniyet valflerinin kapasitesi tasarlanırken, kızdırma neticesinde oluşan buharın hacim artışı için artım yapılmalıdır.

2.10 Emniyet valflerine, içinde su toplanabilen borularla buhar gönderilmemelidir.

2.11 Emniyet valfleri kolayca ulaşılabilir yerlerde olmalı ve çalışma sırasında güvenli olarak havası alınabilmelidir.

2.12 Emniyet valfleri çeşitli sıcaklıklara maruz kalsalar dahi, oynak parçaları kiletlenmeyecek veya sıkışmayacak şekilde yapılmalıdır. Sürtünme kuvvetleri nedeni ile emniyet valflerinin çalışmalarına engel olan sızdırmazlık malzemelerinin kullanılması müsaade edilmez.

2.13 Emniyet valfleri ayarlarının yetkisizce değiştirilmesine karşı koruyucu önlemler alınmalıdır.

2.14 Boru devreleri veya valf gövdesi, blöf tarafındaki en alt noktada kapatılmayan bir su boşaltma düzeni ile donatılmalıdır.

2.15 Çok sayıda emniyet valflerinin birlikte boşaldıkları boru devreleri, valflerin boşaltma kabiliyetini engelleyecek şekilde olmamalıdır. Akışkan, güvenli olarak boşaltılmalıdır.

3. Su Seviyesi Göstergeleri

3.1 Kendi buhar odası olan buhar üreticileri, su

seviyesinin doğrudan okunabilmesini sağlayan iki cihaz ile donatılmalıdır.

3.2 Sıcaklığı 400°C'ı aşmayan egzoz gazı ile ısıtılan kendi buhar odası olan buhar üreticileri, su seviyesinin doğrudan okunabilmesini sağlayan en az bir cihazla donatılmalıdır.

3.3 Kendi buhar odası bulunmayan buhar üreticilerinin dış buhar dramları, su seviyesinin doğrudan okunabilmesini sağlayan iki cihazla donatılmalıdır.

3.4 Cebri tek geçişli kazanlar, su seviyesi göstergeleri yerine başlangıçtaki su noksanını uyaracak şekilde, birbirinden bağımsız iki düzenle donatılmalıdır. Ikinci uyarıcı düzen yerine, otomatik olarak ısıtma sistemini kesebilecek diğer bir düzen kabul edilebilir.

3.5 Sıcak su üreticileri, üreticinin en üst noktasında veya hemen yakınında bir test musluğu ile donatılmalıdır.

3.5.1 Ek bir su seviyesi göstergesi temin edilmelidir. Bu gösterge, sıcak su üreticisinde veya boşaltım hattında tertiplenmelidir.

3.5.2 Eğer sıcak su üreticisine düşük basınç sınırlayıcısı yerleştirilmişse (membranlı genleşme tankında veya sistemde) su seviyesi, membranlı genleşme tankında belirtilen en düşük su seviyesinin altına düştüğü durumlarda durdurmaya yarar ve bu durumda sıcak su üreticisine yerleştirilen ek su seviyesi göstergesinden vazgeçilebilir.

3.5.3 Domsuz sıcak su üreticilerinde su seviye göstergesinin yerine düşük akış sınırlayıcısı yerleştirilecektir (8.8.5'e bakınız).

3.6 Silindirik cam su seviyesi göstergelerine müsaade edilmez.

3.7 Su seviyesi göstergeleri, denizli havalarda oluşan geminin salınım hareketlerinde ve meyilli durumlarında su seviyesinin okunması mümkün olabilecek şekilde yerleştirilmelidir. Suyun gözlenme aralığının alt sınırı, en yüksek duman geçidi üstünden en az 30 mm. yukarıda, buna karşılık en alçak su seviyesinin en az 30 mm. daha aşağısında olmalıdır. En alçak su seviyesi gözlenme aralığının ortasından daha yukarıda olmamalıdır. Su seviyesi göstergeleri iyi aydınlatılmalı ve kazan kumanda istasyonundan görülebilmelidir.

3.8 Buhar kazanı ile su seviyesi göstergeleri arasındaki bağlantı borularının iç çapları en az 20 mm. olmalıdır. Bu borular su ve buhar cebi oluşmasına engel olacak şekilde keskin kıvrımlar yapılmaksızın döşenmeli ve sıcak gaz etkisine ve soğumaya karşı korunmalıdır.

Su seviyesi göstergeleri müşterek bağlama boruları ile bağlanmışsa veya su tarafındaki bağlantı boruları 750 mm. den daha uzun ise bağlantı borularının iç çapı en az 40 mm. olmalıdır.

3.9 Su seviyesi göstergeleri rahat ulaşılabilir, kolay kullanılabilir ve çabuk kapanabilir kapama aygıtları ile kazanın su ve buhar mahallerine bağlanır.

3.10 Su seviyesi göstergelerinin blöfü için kullanılan cihazlar, tehlikesiz çalışabilecek ve blöfü gözleyebilecek şekilde tasarlanmalıdır.

Akışkan tehlikesiz boşaltılmalıdır.

3.11 Uzaktan kumandalı göstergeler ve dolaylı okuma imkanı veren gösterge cihazları ek gösterge tertibatı olarak kabul edilebilir.

3.12 Su seviye göstergelerinin musluklarına veya valflerine doğrudan doğruya taban döşemesinden veya kumanda platformundan elle erişilememeli, çekme çubuğu veya çekme zinciri kullanılmalıdır.

4. Basınç Ölçme Cihazları

4.1 Her kazanın buhar mahallinde, doğrudan bağlanmış en az bir adet basınç göstergesi bulunacaktır. İzin verilen maksimum çalışma basıncı, gösterge skalası üzerine kalıcı ve belirli bir kırmızı çizgi ile işaretlenecektir.

4.2 Basınç göstergesinden bağımsız bir sensör bulunan en az bir adet ilave basınç göstergesi, makina kumanda istasyonunda veya benzeri uygun bir mahalde bulunmalıdır.

4.3 Eğer bir gemide çok sayıda kazan bulunuyorsa ve bunların buhar mahalleri birbirleri ile

bağlantılı ise her kazana takılan basınç göstergesi dışında, makina kumanda istasyonunda veya benzeri uygun bir mahalde bir adet basınç göstergesi bulunması yeterlidir.

4.4 Basınç göstergesine gelen boru devresinde bir su cebi bulunmalı ve bunun dışarı püskürtme tertibatı olmalıdır. Basınç göstergesine yakın olan boru devresi üzerinde test göstergesi takılabilecek bir bağlantı yeri bulunmalıdır. Basınç göstergeleri, bunlara ait boruların kazana bağlantı yerlerinden daha aşağıya takılmışsa, bu takdirde test göstergesi için biri basınç göstergesinin yakınında, diğeri ise basınç göstergesi borusunun bağlantı parçası yakınında olmak üzere iki bağlantı yeri bulunmalıdır.

4.5 Basınç göstergeleri, radyasyonla ısınmaya karşı gayet iyi korunmalı ve devamlı olarak aydınlatılmalıdır.

4.6 Basınç göstergeleri kolay görülebildikleri yerlere konulmalıdır.

4.7 Çift sonlu kazanların her sonda bir basınç göstergesi olacaktır.

5. Sıcaklık Göstergeleri

5.1 Yanmalı buhar kazanlarının duman gazı çıkışında bir sıcaklık ölçme cihazı konur.

5.2 Egzoz gazı ile ısıtılan buhar kazanlarının egzoz gazı girişine ve çıkışına sıcaklık ölçme çihazları yerleştirilir.

5.3 Gerektiğinde kullanılan malzemelerin davranışlarını anlayabilmek için süperhiter çıkışlarına veya bazı süperhiter kademeleri arasına, ön ve arka sıcak buhar soğutucularına ve cebri geçişli kazanların çıkışlarına sıcaklık ölçme cihazları konulmalıdır.

5.4 Yağ yakan buhar kazanlarının egzoz gaz çıkışına bir sıcaklık göstergesi yerleştirilmelidir.

5.5 Her sıcak su üreticisinin boşaltım ve dönüş hattına sıcaklık göstergeleri yerleştirilmelidir. Şöyle ki; sıcaklık göstergeleri gerçek giriş ve çıkış sıcaklıklarını gösterir.

6. Ayar Cihazları (Kontrol Cihazları)

6.1 Egzoz gazı ile ısıtılan kazanların dışındaki buhar kazanları, çabuk ayarlanabilen otomatik ateşleme sistemi ile çalıştırılır. Ana kazanlardaki ayarlama olanakları, bütün seyir kademelerinde ve manevralarda, buhar basıncının ve kızgın buhar sıcaklığının emniyet sınırları içinde kalacak ve besleme suyunun sağlanmasını garanti edecek şekilde emniyetle ayarlama durumunda olmalıdır. Yardımcı kazanlar için, mümkün olan yük değişimleri kapsamında aynı istekler geçerlidir.

6.2 Buhar basıncı, ısı sağlanması kontrol edilerek otomatik olarak ayarlanmalıdır. Egzoz gazı ile ısıtılan buhar kazanlarında, buhar basıncı, fazla buharın yoğunlaşmasından ayarlanabilir.

6.3 En alçak su seviyesi tespit edilmiş kazanlarda, su seviyesi besleme suyu sağlanması kontrol edilmek suretiyle otomatik olarak ayarlanmalıdır.

6.4 Isıtma yüzeyi yalnız bir boru kangalından oluşan cebri dolaşımlı kazanlarda ve cebri geçişli kazanlarda besleme suyu sağlanması, yakıt sağlanmasına bağlı olarak ayarlanabilir.

6.5 Süperhiterli buhar kazanlarında hesaplanan sıcaklık, süperhiter cidarlarının erişebileceği maksimum sıcaklıktan yüksek olduğunda, kızgın buhar sıcaklığı otomatik olarak ayarlanmalıdır.

6.6 Isı beslemesinin kontrol edilmesiyle her bir sıcak su üreticisi boşaltım sıcaklığı otomatik olarak ayarlanır. Egzoz gazı ile ısıtılan sıcak su üreticilerinin boşaltım sıcaklığının kontrolü, kulerin (soğutucu) boşaltılması ile gerçekleştirilebilir.

7. İzleme Cihazları (Alarmlar)

7.1 Tespit edilen en yüksek su seviyesi aşıldığı zaman uyaran bir ikaz cihazı konulmalıdır.

7.2 Egzoz gazı ile ısıtılan kazanlara, müsaade edilen maksimum çalışma basıncına ulaşılmadan önce uyaran bir ikaz cihazı konulmalıdır.

7.3 En alçak su seviyesi tespit edilmiş, egzoz

gazı ile ısıtılan kazanlara, su seviyesinin altına düşülmesi halinde uyaran bir ikaz cihazı konulmalıdır.

7.4 Kanatlı borulu egzoz kazanlarında egzoz borusuna yangın halinde alarm veren bir sıcaklık izleme cihazı konulmalıdır (otomasyon bölümüne bakınız).

7.5 Buhar ve yoğunlaşma sistemine yağ veya gres karışma olasılığı halinde, buhar kazanının çalışmasında, konsantrasyonun tehlikeli duruma geçtiğini alarm eden ve besleme suyunu kesen, otomatik ve devamlı çalışan uygun bir cihaz yerleştirilir.

7.6 Buhar veya yoğunlaşma sistemine asit, kirli su veya deniz suyu karışma olasılığı halinde, buhar kazanının çalışmasında konsantrasyonun tehlikeli duruma geçtiğini alarm eden ve besleme suyunu kesen otomatik ve devamlı çalışan uygun bir cihaz konulmalıdır.

7.7 Cihazın kendini izlemesine aynı derecede emniyetle erişilemiyorsa, izleme tertibatının işlev testi çalışma sırasında da mümkün olmalıdır.

7.8 İzleme tertibatı, kazan dairesinden veya makina kontrol dairesinden veya diğer uygun bir mahalden görsel ve sesli olarak arıza uyarısı vermelidir Otomasyon bölümüne bakınız.

8. Güvenlik Tertibatı (Sınırlayıcılar)

8.1 Emniyet cihazlarının gemide kullanımı için uygunlukları tip testi ile kanıtlanmalıdır.

Emniyet cihazları buhar kazanlarında kullanım için uygun olmalıdırlar.

8.2 Yanmalı kazanlar, müsaade edilen maksimum çalışma basıncına ulaşılmadan önce ateşleme sistemini kapatan ve kilitleyen güvenilir bir basınç sınırlayıcısı ile donatılır.

8.3 Isıtma yüzeyi en yüksek duman geçidi ile belirlenen buhar kazanlarında, su seviyesi tespit edilen minimum su seviyesinin altına düşmesi halinde, ateşleme sistemini kapatan ve kilitleyen birbirinden bağımsız güvenilir iki su seviyesi sınırlayıcısı bulunmalıdır. Su seviyesi sınırlayıcıları, su seviyesi ayarlama tertibatından bağımsız olmalıdır.

8.4 Kazanın dışında bulunan su seviyesi sınırlayıcılarının kapları, iç çapı en az 20 mm. olan boru hattı ile kazana bağlanır. Bu boru hattının kapama cihazının nominal çapı en az 20 mm. olmalı ve açık veya kapalı durumu belirtilmelidir. Su seviyesi sınırlayıcıları, müşterek bağlantı hatları üzerinden bağlanıyorsa, su tarafındaki bağlantı borularının iç çapı en az 40 mm. olmalıdır.

Ateşleme sisteminin çalışması, ancak kapama cihazının açık olması halinde mümkün olmalı veya kapama cihazı kapandıktan sonra güvenli ve otomatik olarak tekrar açılmalıdır.

Kazanın dışında bulunan su seviyesi sınırlayıcılarının kapları, kaplar ve boru hatları zorunlu ve periyodik olarak blöf yapılacak şekilde tasarlanmalıdır.

8.5 En alçak su seviyesi tespit edilen cebri dolaşımlı kazanlarda, su dolaşımında kabul edilemeyen azalmalarda ateşlemeyi kapatan ve kilitleyen güvenli ve birbirinden bağımsız iki güvenlik cihazı, istenilen su seviyesi sınırlayıcılarına ek olarak bulunmalıdır.

8.6 Isıtma yüzeyi yalnız bir boru kangalından oluşan cebri dolaşımlı kazanlarda ve cebri geçişli kazanlarda, ek olarak istenilen su seviyesi sınırlayıcısı yerine, ısıtma yüzeyinin aşırı ısınmasını önlemek üzere ateşlemeyi kapatan ve kilitleyen güvenli ve birbirinden bağımsız iki güvenlik cihazı konur.

8.7 Süperhiterli buhar kazanları, müsaade edilen kızgın buhar basıncı sıcaklığının aşılması halinde ısıtmayı kesen ve kilitleyen bir sıcaklık sınırlayıcısı ile donatılır. Uzun süreli mukavemet değerlerine göre tasarlanan kızgın buhar taşıyan kazan kısımlarında, bir yazıcı sıcaklık kayıt cihazı yeterlidir.

8.8 Güvenlik cihazları kazan dairesinden veya makina kontrol dairesinden veya diğer uygun bir mahalden görsel ve sesli olarak arıza uyarısı vermelidir Otomasyon bölümüne bakınız.

8.9 Sınırlayıcıların, elektrik akımının kesilmesi halinde sistemi kapatması ve kilitlemesi başka şekilde bir eşdeğer güvenlikle sağlanamıyorsa bunların elektrik tertibatı kapalı devre prensibine göre tasarım edilir.

8.10 Dalgalı denizlerin etkisini azaltabilmek için su seviyesi göstergesi, su seviyesinde tehlikeli düşmeler meydana gelmeyecek şekilde gecikmeli çalışabilmelidir.

8.11 Güvenlik cihazının çalışmasından sonra ateşleme sistemindeki elektrikli kilitlemeyi, yalnız ateşleme sisteminin kumanda panelinde kendisi çözebilmelidir.

8.12 Cihazın kendi izlemesi ile eşdeğer bir güvenlik sağlanamıyorsa, güvenlik sistemi çalışma sırasında çalışma testine tabi tutulmalıdır. Burada, su seviyesi sınırlayıcısının çalışma testi, su yüzeyi en alçak su seviyesinin altına düşemeyecek şekilde yapılmalıdır.

8.13 Cebri geçişli kazanların ek isteklerinin ayrıntıları için 3.10'a bakınız.

8.14 Sıcak su üreticileri aşağıda sıralanan güvenlik ekipmanları ile donatılmalıdır:

8.14.1 Bir basınç sınırlayıcısı, izin verilen maksimum çalışma basıncının aşılması (yüksek basınç sınırlayıcısı) durumunda yakıt brülörünü kapatarak ve kilitleyerek egzoz gazı ile ısıtılan sıcak su ısıtıcısındaki alarmı tetikler, dış basınç üretimi yapan ekipmanla donatılan her sıcak su üreticisinde temin edilmelidir. Eğer yakıt brülörünü kapatmanın haricinde ise bu durum her özel tesis için tanımlanmalıdır. Ayrıca dolaşım pompaları da kapatılmalıdır.

8.14.2 Bir basınç sınırlayıcısı, sistem basıncının ilgili minimum basıncın (düşük basınç sınırlayıcısı) altına düştüğü durumlarda yakıt brülörünü kapatır ve kilitler, dış basınç üretimi yapan sistemlerde temin edilmelidir.

8.14.3 Bir su seviyesi kısıtlayıcısı, su seviyesi izin verilen en düşük seviyenin altına düştüğü zaman yakıt brülörü ve dolaşım pompalarını kapatır ve kilitler, sıcak su üreticilerinde temin edilmelidir. Bu su seviyesi kısıtlayıcısı, sıcak su üreticisine veya boşaltım hattına yerleştirilmelidir. Membranlı genleşme tankı için düşük basınç sınırlayıcısı, su seviyesi belirtilen en düşük su seviyesinin altına düştüğü durumlarda durduracak şekilde ayarlanırsa, su seviyesi göstergesinin yerleştirilmesinden vazgeçilebilir.

8.14.4 Doğal dolaşımlı (sirkülasyonlu) sıcak su üreticilerinde düşük su seviye sınırlayıcısı, kabul edilemez buharlaşmayı erkenden önlemek için sıcaklık sınırlayıcısının veya düşük su seviye sınırlayıcısının yakıt brülörünü kapatamadığı durumlarda bir düşük akış sınırlayıcısı tarafından değiştirilmelidir.

8.14.5 Domsuz sıcak su üreticilerinde, düşük su seviye sınırlayıcısının yerine bir düşük akış sınırlayıcısı yerleştirilmelidir. Bu sınırlayıcı, su akışının belirtilen en düşük değerin altına düştüğü durumlarda yakıt brülörünü kapatır ve kilitler.

8.14.6 Her sıcak su üreticisi bir sıcaklık sınırlayıcısı ile donatılmalıdır. Sıcaklık sınırlayıcısı sensörünün yerleşimi, dolaşım pompaları dursa bile, her durumda sıcak su üreticilerinde en yüksek sıcaklığı her çalışma koşulu altında algılayacak şekilde olmalıdır.

Ayarlanan sıcaklığın kontrolü için sıcaklık sınırlayıcısı sensörünün yakınında bir daldırma borusu bulunmalıdır.

9. Besleme ve Dolaşım Cihazları

9.1 Kazan besleme ve dolaşım cihazları için Bölüm 16, F'ye bakınız. Ek olarak aşağıdaki istekler göz önüne alınır.

9.2 Besleme cihazı, geri döndürmez valfin sızdırmaz olmaması halinde, duman geçitinin en yüksek noktasının 50 mm. üstünden boşaltılabilecek şekilde buhar kazanına yerleştirilir.

9.3 Besleme suyu, kazan cidarına ve ısıtma yüzeyine zararlı etkisi olmayacak şekilde kazana verilmelidir.

9.4 Besleme ve kazan suyunun uygun bir şekilde bakımı ve izlenmesi gerçekleştirilmelidir.

9.5 Sıcak su üreticilerinde boşaltım hattı, üreticinin en yüksek noktasında olacak şekilde düzenlenmelidir.

9.6 Üreticinin sıcak su dönüş hattına çek valf yerleştirilmelidir. Eğer dönüş hattı en yüksek duman geçidinin en az 50 mm üzerinden üreticiye bağlanırsa, bu çek valften vazgeçilebilir.

10. Kapama Cihazları

10.1 Her buhar kazanı, bağlı olan tüm borulardan kapanma özelliğine sahip olmalıdır. Kapama cihazları, kazan cidarına mümkün olduğu kadar yakın yerleştirilmeli ve tehlikesizce çalıştırılabilmelidir.

10.2 Eğer müsaade edilen çalışma basınçları farklı birden fazla kazan aynı devreye buhar veya sıcak su veriyorlarsa, her kazan için, o kazanda müsaade edilen çalışma basıncının üstüne çıkılmaması sağlanmalıdır.

10.3 Müşterek boru devresi ile bağlanmış birden fazla kazan bulunması halinde buhar, besleme ve boşaltma devrelerindeki kapama cihazları kazanlara kaynaklanmışsa, kazanların seferde güvenliğini sağlamak ve yetkisiz kimseler tarafından kullanılmaya engel olmak için birbiri arkasına yerleştirilmiş iki kapama cihazı ve bu ikisi arasına hava boşaltma donanımı tertiplenmelidir.

10.4 Kendi buhar odası bulunmayan buhar üreticilerinden oluşan tesislerde, yağ yakan buhar üreticisi veya buhar ayrılması için bir buhar dramı kullanılır, dolaşım hatlarındaki kapama cihazları açık pozisyonda sızdırmaz olmalıdır.

10.5 Sıcak su üreticilerinde boşaltım ve dönüş hattındaki kapama cihazları açık pozisyonda sızdırmaz olmalıdır.

11. Köpük Kaldırma, Çamur (Sludge) Temizleme, Boşaltma, Havalandırma ve Örnek Alma Cihazları

11.1 Buhar kazanları ve dış buhar dramları, boşaltma yapabilecek ve çamuru (sludge) temizleyebilecek cihazlarla donatılmalıdır. Gerekiyorsa buhar kazanları köpük kaldırma cihazı ile de donatılır.

11.2 Boşaltma cihazları ve bağlantıları kızgın gazların etkisinden korunmalı ve tehlikesizce çalışabilmelidir. Kendi kapanan çamur (sludge) temizleme valfleri, kapalı durumda tutulabilmeli veya alternatif olarak boruya ilave bir kapama cihazı yerleştirilmelidir.

11.3 Bir çok kazanın köpük alma, çamur (sludge) temizleme ve boşaltma devreleri birleşikse her tekil kazanın devreleri bir geri döndürmez valf ile donatılmalıdır.

11.4 Köpük alma, çamur (sludge) temizleme veya boşaltma devreleri ve bunların valfleri ve fitingleri müsaade edilen maksimum çalışma basıncına göre tasarlanmalıdır.

11.5 Cebri geçişli kazanlar dışında, kazanın içindeki sudan örnek alınabilmesi için buhar kazanına bir cihaz yerleştirilir.

11.6 Köpük alma, çamur (sludge) temizleme, boşaltma, havalandırma ve örnek alma cihazları emniyetle kullanılabilmelidir. Boşaltılacak maddenin dreyni emniyetle yapılabilmelidir.

12. Tanıtım Plakası

12.1 Her kazana kalıcı bir tanıtım plakası yerleştirilir. Bu levha aşağıdaki bilgileri içerir:

- Üreticinin ismi ve adresi,
- Yapım numarası ve yapım yılı,
- Müsaade edilen maksimum çalışma basıncı (bar),
- Buhar üreticileri için izin verilen buhar miktarı (kg/saat veya ton/saat),
- Kazan kapatılamayan süperhiterle donatılmışsa müsaade edilen maksimum kızgın buhar sıcaklığı (°C).
- Sıcak su üreticileri için izin verilen maksimum boşaltım sıcaklığı [°C]
- Sıcak su üreticileri için izin verilen maksimum ısıtma gücü [kW veya MW]

12.2 Tanıtım plakası, kazanın en geniş kısmına veya kazan gövdesine kalıcı olarak ve görülebilir şekilde yerleştirilmelidir.

13. Valfler ve Fitingler

13.1 Malzemeler

Tablo 12.1'de belirtilen buhar kazanının valfleri ve fitingleri, sünek malzemeden yapılmalı ve bunlara ait tüm parçalar çalışma sırasında oluşan ve özellikle, ısıl ve titreşimden doğabilecek zorlanmalara dayanabilmelidir. Tablo 12.1'de belirtilen sınırlar içinde kalmak koşulu ile, kır dökme demir kullanılabilir. Ancak, emniyet valfleri ve blöf valfleri gibi, dinamik zorlamalara maruz kalan valf ve fitinglerde kullanılamazlar.

Valflerin ve fitinglerin malzeme testleri Tablo 12.2'de belirtilen şekilde yapılacaktır.

13.2 Tasarım

Sürgülü kapama valflerinde, gövdelerinde bulunan suyun ısınması nedeniyle müsaade edilebilen basınçtan daha büyük bir basıncın oluşmaması sağlanmalıdır. Vira edilen kapaklı valflerdeki kapağın, istenmeden çözülmesine karşı güvenliği sağlanmalıdır.

13.3 Basınç ve sızdırmazlık testleri

13.3.1 Tüm valfler ve fitingler yerlerine takılmadan önce, anma basıncının 1,5 katı değerindeki, bir su basınç testine tabi tutulur. Anma basıncı belirtilmemiş olan valfler ve fitingler, çalışma basınçlarının iki katında test edilirler. Burada, 20°C'daki akma sınırına nazaran emniyet katsayısı 1,1'in daha altında olmamalıdır.

13.3.2 Kapalı valflerin sızdırmazlık testleri, uygulanabilmelerine göre, anma basıncında veya çalışma basıncının 1,1 katında yapılır.

300°C'ın üstündeki çalışma sıcaklığına maruz dökme malzemeden yapılmış valfler ve fitingler, aşağıdaki sızdırmazlık testlerinden birine tabi tutulur:

- Hava ile sızdırmazlık testi (test basıncı yaklaşık olarak 0,1xçalışma basıncı; maksimum 200 kPa)
- Doymuş buhar veya kızgın buharla sızdırmazlık testi (test basıncı en fazla maksimum müsaade edilen çalışma basıncına eşit olabilir)
- Eğer basınç testi petrol veya benzeri özelliğe sahip diğer bir sıvı ile yapılmışsa, ayrı bir sızdırmazlık testinin yapılmasından vazgeçilebilir.

13.3.3 Emniyet valfleri, basınç ayar testine maruz kalırlar. Testten sonra valfin oturacağı yerin sızdırmazlığı, ayar basıncının 0,8 katı bir basınçla kontrol edilmelidir. Ayarlar yetkisiz değişikliklere karşı korunmalıdır.

13.3.4 Valflerin ve fitinglerin basınç ve sızdırmazlık testleri ve emniyet valflerinin ayarlanan basınç testi **TL** sörveyörünün gözetiminde yapılacaktır.

14. Kazanların Yerleştirilmesi

14.1 Montaj

Kazanlar, gemiye dikkatli bir şekilde yerleştirilmeli ve denizde doğabilecek her türlü etkilere karşı yerinden oynamaması sağlanmalıdır. Kazanların çalışmaları sırasında oluşan ısıl genleşmelere karşı, bunları dengeleyici önlemler alınmalıdır. Kazanlara ve bunların oturdukları temellere, her taraftan kolaylıkla ulaşılabilmeli veya ulaşılabilir duruma kolaylıkla getirilebilmelidir.

14.2 Dip boşluğu

Kazan ve zemin veya iç dip arasındaki mesafe silindirik bir kazanın en alt kısmında 200 mm'den az olmamalıdır. Su borulu kazanlarda cehennemliğin altı (veya kazan tavasının) ve tank üstü (veya zemin) arasındaki mesafe 750 mm'den az olmamalıdır.

14.3 Yan boşluğu

Kazanlar ve düşey perdeler arasındaki mesfe yapının bakımı için geçit sağlamak bakımından yeterli olmalıdır ve perdeler yakıt tankları ve diğer yağ tanklarını ayırıyorsa, perdelerin sıcaklığının yağın parlama noktasına ulaşmasını önleyecek yeterlilikte mesafe bırakılmalıdır. Bu boşluk genelde en az 750 mm. olmalıdır.

14.4 Üst boşluk

Kazanın üstünde ısının dağılmasına imkan sağlamak

için yeterli mesafe temin edilmelidir. Bu boşluk genelde 1270 mm'den az olmamalıdır. Hiçbir yakıt veya yağ tankı kazanın üstüne konulmamalıdır.

14.5 Ara güverte donatımı

Kazanlar makina dairelerinde ara güverteye yerleştirildiklerinde ve kazan daireleri su geçmez perdelerle makina dairesinden ayrılmadıklarında, ara güverteler en az 200 mm. yüksekliğindeki mezarnalarla takviye edilmelidir. Bu bölge sintineye boşaltılabilir.

14.6 Sıcak yüzeyler

İşletim sırasında personelle temas edebilecek sıcak yüzeyler uygun bir şekilde korumaya alınmalı veya izole edilmelidir. Sıcak yüzeylerin sıcaklıkları 220°C'yi aştığı hallerde ve basınç altında veya olmayan yakıt, yağlama yağı veya diğer yanıcı sıvıların sızıntıları bu yüzeylerle temas edebilecekleri yerlerde, sıcak yüzeyler bu tip sıvıların geçemeyecekleri bir şekilde uygun malzemeler ile izole edilmelidirler. Yağ geçirmeyen izolasyon malzemesi metal tabaka veya eşdeğer bir malzeme ile kaplanabilir.

14.7 Havalandırma

Yakıt yakılan teçhizatların bulunduğu mahaller iyi bir şekilde havalandırılmalıdır.

14.8 Yangına karşı önlemler

Kazan dairesi A kategorisinde makina dairesi olarak değerlendirilir ve Bölüm 18 - Yangın Önleme ve Yangın Söndürme Teçhizatları'nda belirtildiği üzere sabit yangın söndürme sistemi ve diğer yangınla mücadele teçhizatı ile donatılmalıdır.

F. Buhar Kazanlarının Testleri

1. Tahribatsız Testler

Radyografik muayeneler Kısım 2, Malzeme Kuralları ve onaylanmış standardlar veya kurallar gereğince yapılacaktır. Radyografi standardı ve kabul kriterleri ultrason, boya nufuziyet veya manyetik partikül diğer tahribatsız muayene türleri ile birlikte seçilen standard veya kurala uygun olmalıdır. Radyografik filmler **TL** sörveyörüne gözden geçirme için teslim edilmelidir.

2. Yapım Kontrolü

Kazanların yapımı tamamlandıktan sonra, yapım kontrolü uygulanır.

Yapım kontrolü, buhar kazanlarının onaylanmış resimlerine uygun ve kusursuz yapıldıklarının kanıtlanmasını sağlar. Kazanı yeterince kontrol edebilmek için, tüm parçalarına ulaşılabilirliği sağlanmalıdır. Gereği halinde, yapım kontrolü, üretimin çeşitli safhalarında yapılır. Aşağıdaki belgeler temin edilmelidir;

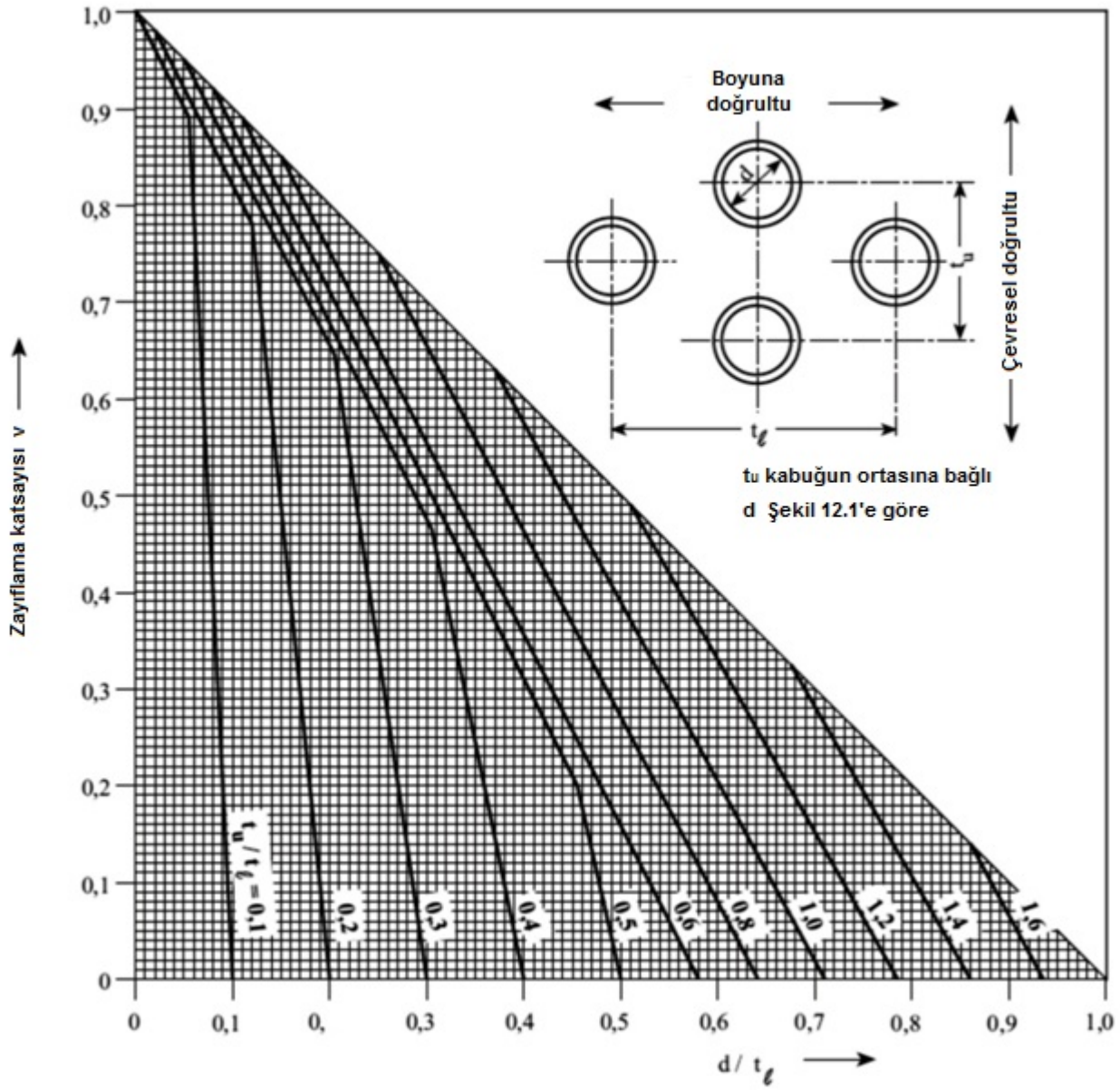
- Kullanılan malzemeleri içeren malzeme test sertifikaları,
- Tahribatsız kaynak dikişi muayenelerine ait protokollar (uygulanabilen durumlarda).
- İşçilik kontrol sonuçları, ve
- Yapılan ısıl işlemlere ait kanıtlar.

Yapım kontrolü **TL** sörveyörü tarafından veya onun gözetiminde yapılacaktır.

3. Su Basınç Testleri

3.1 Kazana astarlama, izolasyon ve kaplamadan önce, bir su basınç testi yapılır. Eğer yalnız bazı tekil parçalar gözle yapılabilecek yeterli bir kontrol için ulaşılabilir ise, bu takdirde su basınç testi kazan bölümlerinde yapılabilir. Kazan cidarları, kalıcı bir şekil değişikliği göstermeksizin ve sızdırmaksızın test basıncına dayanmalıdır.

3.2 Genellikle test basıncı, müsaade edilebilen maksimum çalışma basıncının 1,5 katıdır. A.4.'e bakınız. Izin verilen maksimum çalışma basıncının 200 kPa veya 0,2 N/mm^{2,}den daha düşük olduğu hallerde, test basıncı, izin verilen maksimum çalışma basıncından en az 0,1 N/mm^{2} fazla olmalıdır.



Şekil 12.27 Simetrik olarak şaşırtılmış delik sıralı silindirik kabuklar için zayıflama katsayısı v

3.3 Cebri geçişli kazanlarda test basıncı, kazanın müsaade edilebilen maksimum çalışma basıncında ve maksimum buhar üretim kapasitesinde çalışması durumunda, kazana su giriş basıncının en az 1,1 katı olmalıdır. Eğer kazan parçalarının akma mukavemetinin 0,9 katından daha fazla zorlanma tehlikesi varsa, bu halde hidrostatik basınç testi ayrı ayrı bölümlerde yapılabilir. Burada müsaade edilebilen maksimum çalışma basıncı olarak, ilgili kazan parçasının tasarlanmış olduğu, basınç değeri alınır.

3.4 İçten ve dıştan basınca maruz kazan parçalarında, her iki basınç, çalışma sırasında aynı zamanda sürekli olarak meydana geliyorsa, test basıncı, basınçlar arasındaki farka göre tayin edilir. Bununla beraber, bu halde test basıncı, D.1.2.4'e göre belirlenen tasarım basıncının 1,5 katından daha az olamaz.

3.5 Hidrostatik basınç testi, **TL** Sörveyörü tarafından veya gözetiminde yapılmalıdır.

4. Gemideki Testler

4.1 İlgili emniyet valfinin işlevsel testi

İlgili emniyet ekipmanının işlevi test edilmelidir, mümkün olduğunca, kızdırılmamış basınçsız buhar kazanında olmalıdır.

4.2 Emniyet valflerinin testi

4.2.1 Emniyet valflerinin basınç aktivasyonu, blöf testi veya sızdırmaz valf için sunulan üretici sertifikası düzenlenmesi ile kanıtlanmalıdır.

4.2.2 Emniyet valflerinin yeterli blöf performansı, blöf testi ile kanıtlanmalıdır. Egzoz gazı ile ısıtılan buhar kazanları için blöf testi %100 MCR'da (maksimum sürekli nominal güç) gerçekleştirilmiştir. Birleşik buhar kazanları ve yağ yakan buhar kazanı ile birlikte birleşik buhar kazanları ve kendi buhar odası olmayan egzoz gaz kazanı garanti edilmiş olmalıdır, %100 yakıt brülörü performansı ve egzoz gaz kazanının işletimi yukarıda bahsedilen koşullar için izin verilen maksimum çalışma basıncının %10'nu aşmamalıdır.

4.3 İşlevsel test

Kontrol ve izleme cihazlarını içeren buhar kazanının bütün ekipmanları işlevsel teste tabi tutulur.

5. Yapısal kontrol, hidrostatik basınç testi ve kabul testi **TL** Sörveyörü tarafından veya gözetiminde yapılmalıdır.

G. Kızgın Su Üreticileri

1. Genel

1.1 Buhar veya sıcak sıvılarla ısıtılan sıcak su üreticisi için malzemeler, tasarım hesaplamaları ve üretim prensipleri Bölüm 14'deki kurallara tabidir.

1.2 Sıcak su üreten tesisler için cebri dolaşım kullanılmalıdır. Doğal dolaşımlı tesislere izin verilmez.

1.3 Sıcak su üreten tesisler, dış basınç üretimi ile tasarlanmalıdır (örneğin; membranlı genleşme tankı veya membransız nitrojen örtülü genleşme tankı). Atmosfere açılan tesislere veya iç basınç üretimli tesislere izin verilmez.

1.4 Bir bakıma tesisin güvenliği için kritik olan buhar üretimini önlemek için basınç üretimi gerçekleştirilmelidir.

1.5 Sıcak su üretici tesisinden su hacminin artışı ve sıcaklık değişimi sonucu ısı tüketen sistemi sağlamak için her sıcak su üretici tesisi genleşme için yeterli hacime sahip olmalıdır. Genleşme tankı ve bağlantı hatları donmaya karşı korunmalıdır.

2. Ön Basınçlı Genleşme Tankları

2.1 Su seviyesi izin verilen minimum su seviyesinin altına düştüğü zamanlarda, yakıt brülörünün ve dolaşım pompalarının kapatılması ve kilitlenmesini sağlayacak bir düşük su seviye sınırlayıcısı genleşme tanklarında bulunmalıdır.

2.2 Sistem ile genleşme tankı arasındaki bağlantı hatlarında yer alan kapatma cihazları açık konumda iken sızdırmaz olmalıdır.

2.3 Membranlı genleşme tankına sahip sıcak su üretici tesisleri

2.3.1 Su seviyesi izin verilen minimum su seviyesinin altına düştüğü zaman düşük basınç sınırlayıcısı belirli bir değerde aktif hale getirilirse membranlı genleşme tanklarındaki düşük su seviye sınırlayıcısının montajından (2.1'e bakınız) vazgeçilebilir.

2.3.2 Gaz odalarının doğru dolum basıncının kontrolü ön basınçlı membranlı genleşme tanklarında sağlanmalıdır.

2.3.3 Membranın gaz basıncı bir basınç regülatörü tarafından kontrol edildiği zamanlarda membranlı genleşme tanklarında emniyet valfi ve basınç göstergesi bulunmalıdır.

2.4 Membransız, nitrojen blanketli genleşme tankına sahip sıcak su üretici tesisleri

2.4.1 Genleşme tankındaki en düşük su seviyesi (LWL), sistem ile beraber genleşme tankına bağlanan borunun üst kenarından en az 50 mm yukarıda olmalıdır.

2.4.2 Her basınçlandırılmış genleşme tankında bir basınç göstergesi tertip edilmelidir.

2.4.3 Her basınçlandırılmış genleşme tankında bir emniyet valfi tertip edilmelidir ve bu valf, sıcak su üreticisindeki emniyet valflerinin ayar basıncının altında bir basınca ayarlanmalıdır. Emniyet valfinin boyutlandırılması için tesisteki en büyük sıcak su üreticisinin gücünü dikkate almak yeterlidir. Eğer gerekliyse ek ısıtma cihazlarına ihtiyaç duyulur.

2.4.4 Eğer gerekliyse sistemin su hacmindeki değişimin sonucu olarak genleşme tankına besleme suyu sağlama veya boşaltmada su seviyesi, bir su seviye regülatörü tarafından kontrol edilir. Çok yüksek veya çok düşük su seviyelerinde alarm harekete geçirilir.

2.4.5 Su seviyesinin, tesis için belirtilen en yüksek su seviyesinin üstünde olduğu durumlarda yakıt brülörü ve besleme suyu sağlama kapatılacak ve kilitlenecektir. Bu işlem, su seviyesi kontrol cihazının sensörü vasıtasıyla harekete geçirilebilir.

3. Besleme Suyu Sağlama

3.1 Her sıcak su üretici tesisi en az bir tane besleme suyu sağlama ile tertip edilmelidir.

3.2 Besleme suyu sağlamanın akışı öyle ki bütün sistemdeki su kaybını telafi edebilir.

3.3 Besleme suyu sağlama, izin verilen maksimum çalışma basıncının 1,1 katı miktarında üreticiye gerekli akışı sağlayacak şekilde besleme yapabilmelidir.

4. Dolaşım (Sirkülasyon) Pompaları

4.1 Sıcak su üretici tesislerinde en az iki tane dolaşım pompası tertip edilmelidir. Eğer bu pompa herhangi bir sıcak su üreticisine bağlanabiliyorsa, ortak stand-by pompası sıcak su üreten tesisler için yeterlidir.

4.2 Bir dolaşım pompasının devre dışı kalması durumunda alarm harekete geçirilmelidir. Eğer akış belirtilen minimum değerin altına düşerse, alarm harekete geçirilmelidir ve yağ yakan sıcak su üreticilerindeki yakıt brülörünün kapatılması ve kilitlenmesi sağlanmalıdır.

H. Duman Gazlı Ekonomayzerler (1)

1. Tanımlar

Duman gazlı ekonomayzerler, kazan ısıtma yüzeylerinin duman gazı tarafına bağlanmış ön ısıtıcılar olup, bunların içinde çalışma şartlarında buhar üretilmeyip, besleme suyunun ön ısıtılmasında kullanılır ve bunların buhar kazanının su taraflarıyla irtibatı olmayabilir.

Ön ısıtıcının cidarları, kapama tertibatlarının arasındaki su buharı cidarları ve kapama tertibatlarının gövdelerinden oluşur. Ekonomayzerden su alınmasına ancak, kazan besleme suyu sistemi bu amaca uygun tasarlanmışsa müsaade edilir.

2. Malzemeler

B'ye bakınız.

3. Tasarım Hesaplamaları

D'de verilen formüller, hesaplarda kullanılır. Tasarım basıncı en az ekonomayzerin müsaade edilebilen maksimum çalışma basıncı kadar alınır.

Tasarım sıcaklığı, besleme suyu maksimum sıcaklığına düz borulu ekonomayzerlerde 25°C ve kanatlı borularda 35°C eklenerek alınır.

Ekonomayzer çıkışındaki besleme suyu sıcaklığı, kazan çalışma basıncındaki doymuş buhar sıcaklığının 20°C daha altında olmalıdır.

4. Teçhizat

4.1 Basınç göstergeleri

Her ekonomayzerin giriş tarafı, güvenilebilir bir basınç göstergesi ile donatılmalı ve ayrıca bir basınç kontrol göstergesi için de bağlama yeri bulunmalıdır.
Ekonomayzerin müsaade edilebilen maksimum çalışma basıncı, gösterge skalası üzerine kırmızı bir çizgi ile belirtilir.

---

(1) Su dolumu durumunda çalışması öngörülen ve buhar tesisi sisteminden ayrılabilen, basınçlı gövdeli egzost gazı ekonomayzerleri için UR P6 uygulanacaktır.

4.2 Emniyet valfleri

Her ekonomayzer, iç çapı en az 15 mm. olan yaylı bir emniyet valfiyle donatılmalıdır. Bunlar, ekonomayzerdeki basınç müsaade edilebilen maksimum çalışma basıncını aştığında boşaltmaya başlayacak şekilde ayarlanmalıdır.

Emniyet valfinin ayarı, ekonomayzer ile kazan arasındaki kapama cihazları kapalı olsa dahi, ekonomayzerin müsaade edilebilen maksimum çalışma basıncının üstüne %10'undan daha fazla çıkılamayacak şekilde yapılmalıdır.

4.3 Sıcaklık ölçüm cihazları

Her ekonomayzer, en az bir adet sıcaklık ölçüm cihazıyla donatılmalıdır. Besleme suyuna ait müsade edilebilen çıkış sıcaklığı, ölçüm cihazı üzerine kırmızı olarak işaretlenir.

4.4 Kapama tertibatları

Her ekonomayzer, besleme suyunun giriş ve çıkışlarında olmak üzere, birer kapama tertibatı ile donatılır. Kazan besleme suyu valfi, bu kapama tertibatlarından biri olarak kabul edilebilir.

4.5 Boşaltma ve havasını alma tertibatı

Her ekonomayzer, bir boşaltma tertibatı ile ve havanın toplanabileceği her yerde çalışma sırasında dahi havayı boşaltabilen düzenle donatılır.

4.6 Ekonomayzerlerde buhar oluşmasını önleyen tertibatlar

Ekonomayzerlerde buharın oluşmasına neden olan durumları, örneğin; buhar sağlamasının ani durması gibi, önlemek için, ekonomayzerler uygun tertibatla donatılır. Örneğin; bunlar, dolaşım boru hattı yardımıyla besleme suyu tankından ekonomayzerlerin soğutulması veya yan dolaşım yoluyla duman gazlarının ekonomayzerlerden geçirilmemesi şeklinde olabilir.

5. Tanıtım Plakası

Her ekonomayzer üzerine aşağıdaki bilgilerin yazılı olduğu bir yapımcı levhası monte edilir:

- Yapımcının ismi ve adresi,
- Üretim seri numarası ve üretim yılı,
- Bar olarak, ekonomayzer için müsaade edilebilen maksimum çalışma basıncı.

6. Testler

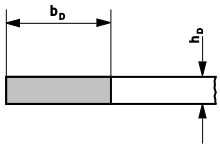
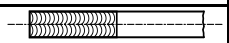
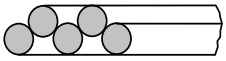
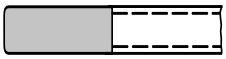
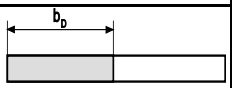
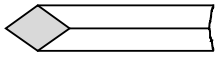
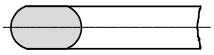
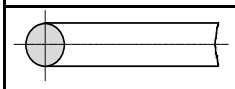
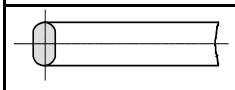
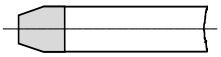
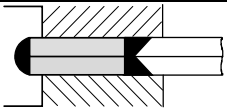
Yerlerine monte edilmeden önce, yapımı tamamlanmış olan ekonomayzerler yapımcının yerinde, yapım kontrolüne tabi tutulur. Ayrıca, müsaade edilen maksimum çalışma basıncının 1,5 katında, **TL** sörveyörünün gözetiminde hidrostatik basınç testinden geçirilir.

7. İşletme Talimatları

Üretici, her ekonomayzer için aşağıdaki işletme talimatlarını sağlamalıdır:

- Besleme suyu arıtma ve numune alma yerleşimleri,
- İşletme sıcaklıkları-egzoz gaz ve besleme suyu sıcaklıkları,
- İşletme basıncı,
- Muayene ve temizleme prosedürleri,
- Bakım ve muayene kayıtları,
- Tüm çalışma koşullarında ekonomayzerden uygun su akışının sürdürülmesine ihtiyaç olması,
- Emniyet cihazlarının periyodik işletim kontrolleri, işletim personeli tarafından yapılmalı ve buna bağlı olarak dökümante edilmelidir,
- Kuru şartlarda egzoz gaz ekonomayzerinin kullanımı için prosedürler,
- Emniyet valflerinin bakım ve elden geçirilmesi için prosedürler.

Tablo 12.17 Conta faktörleri

Sızdırmazın tipi	Sızdırmazın şekli	Tanımlama	Malzeme	Conta faktörü (1)					
				Sıvılar için			Gaz ve buhar için		
				Montajda (2)		Çalışmada	Montajda (2)		Çalışmada
				k_o	$k_o \cdot K_D$	k_1	k_o	$k_o \cdot K_D$	k_1
				[mm]	[N/mm]	[mm]	[mm]	[N/mm]	[mm]
Yumuşak conta		DIN EN 1514-1'e göre düz conta	sızdırmaz karton	-	$20b_D$	b_D	-	-	-
			lastik	-	b_D	$0,5b_D$	-	$2b_D$	$0,5b_D$
			teflon	-	$20b_D$	$1,1b_D$	-	$25b_D$	$1,1b_D$
			lt **(4)**	-	$15b_D$	b_D	-	$200\sqrt{\frac{b_D}{h_D}}$ **(3)**	$1,3b_D$
Metal ve yumuşak malzeme karışımı contalar		Spiral sarılı conta	Alaşımsız çelik	-	$15b_D$	b_D	-	$50b_D$	$1,3b_D$
		Ondüleli conta	Al	-	$8b_D$	$0,6b_D$	-	$30b_D$	$0,6b_D$
			Cu, pirinç	-	$9b_D$	$0,6b_D$	-	$35b_D$	$0,7b_D$
			Yumuşak çelik	-	$10b_D$	$0,6b_D$	-	$45b_D$	$1,0b_D$
		Metal kaplı conta	Al	-	$10b_D$	b_D	-	$50b_D$	$1,4b_D$
			Cu, pirinç	-	$20b_D$	b_D	-	$60b_D$	$1,6b_D$
			Yumuşak çelik	-	$40b_D$	b_D	-	$70b_D$	$1,8b_D$
Metal contalar		DIN EN 1514-4'e göre düz contalar	-	$0,8b_D$	-	b_D+5	b_D	-	b_D+5
		Eşkenar kesitli conta	-	0,8	-	5	1	-	5
		Oval kesitli conta	-	1,6	-	6	2	-	6
		Daire kesitli conta	-	1,2	-	6	1,5	-	6
		Halka conta	-	1,6	-	6	2	-	6
		DIN 2696'ya göre U formlu conta	-	1,6	-	6	2	-	6
	Z: diş adedi	EN 1514-6'ya göre ondüleli conta	-	$0,4\sqrt{Z}$	-	9+0,2Z	$0,5\sqrt{Z}$	-	9+0,2Z
		DIN 2695'e göre membran kaynaklı conta	-	0	-	0	0	-	0

(1) *İşlenmiş, düz, hasar görmemiş sızdırmazlık yüzeyleri için geçerlidir.*
(2) *k_o açıklanmadığı takdirde $k_o \cdot K_D$ çarpımı verilmiştir.*
(3) *Gaz sızdırmaz nitelikte olmalıdır.*
(4) *Asbestsiz sıkıştırılmış lifli conta malzemesi.*

BÖLÜM 13

KIZGIN YAĞLI ISITMA SİSTEMLERİ

Sayfa

A. GENEL **13-**2
- **1.** Kapsam
- **2.** Uygulanacak Diğer Kurallar
- **3.** Tanımlar
- **4.** Onaylanacak Belgeler
- **5.** Isı İleten Sıvılar
- **6.** Elle Çalıştırma

B. ISITICILAR **13-**4
- **1.** Onaylanan Malzemeler
- **2.** Malzeme Deneyleri
- **3.** Tasarım
- **4.** Donanım

C. KAPLAR **13-**7
- **1.** Onaylanan Malzemeler
- **2.** Malzeme Deneyleri
- **3.** Tasarım
- **4.** Genleşme Kabı Donanımı
- **5.** Boşaltma ve Depolama (Dolum) Tankı Donanımı

D. DOLAŞIM SİSTEMİ TASARIMI VE DONANIM PARÇALARI **13-**9
- **1.** Onaylanan Malzemeler
- **2.** Malzeme Deneyleri
- **3.** Donanımlar

E. MARKALAMA/ETİKETLEME **13-**10
- **1.** Isıtıcılar
- **2.** Kaplar

F. YANGINDAN KORUNMA **13-**10
- **1.** Genel

G. DENEMELER **13-**10
- **1.** Isıtıcılar
- **2.** Kızgın Yağlı Isıtma Sistemleri

A. Genel

1. Kapsam

Aşağıdaki kurallar, kızgın yağlı ısıtma sistemlerinde elektrikle veya egzoz gazı ile ya da yakıt yakan brülörler tarafından kızdırılan organik sıvılar (kızgın yağ) atmosfer basıncında başlangıçtaki kaynama noktasının altındaki sıcaklıklarda uygulanacaktır.

Kızgın yağların basınç altında depolanması, dağıtımı ve kullanımı için yapılacak düzenlemeler bu bölümde yer alan kural isteklere uygun olacaktır.

Kızgın yağlı ısıtma sistemleri tasarımının sağlaması gereken hususlar aşağıda sıralanmıştır:

- Kızgın yağların aşırı ısınması ve hava ile temas etmesi önlenecektir,

- Kızgın yağın içerisinde dolaştırıldığı borulardan, serpantinlerden veya tüplerden dışarıya sızıntı olması halinde, kızgın yağın sızarak içine karışacağı ortamın özellikleri ve uyuşum durumu değerlendirmeye alınacaktır,

- Kıvılcım çıkaran veya ateşleme özelliğine sahip kaynaklar ile kızgın yağın temas etmesini engelleyecek önlemler alınacaktır.

2. Uygulanacak Diğer Kurallar

Ek olarak aşağıdaki kurallar da benzer şekilde uygulanır:

Bölüm 12, B, C ve D	Isıtıcıların malzemesi, tasarımı ve üretimi için,
Bölüm 14, B, C ve D	Genleşme kapları ve tanklarının malzemesi, tasarımı ve üretimi için,
Bölüm 15, A ve B	Yakıt brülörleri ve yakıt yakan sistemler için (ek olarak devreyi kesme ölçütleri için B.4 ve C.4'e bakınız),
Bölüm 16, V	Kızgın yağ tankları için,
Bölüm 16, A÷D, H, Q ve R	Borular, pompalar ve vanalar için
Bölüm 18	Yangından korunma ve yangın söndürme donanımı için.
Elektrik kuralları, Kısım 5,	Elektrik donatımı için
Otomasyon, Kısım 4-1	Otomasyonlu makina sistemleri için (AUT)

3. Tanımlar

Bu bölümde yer alan temel kavram ve tanımlar aşağıda açıklanmıştır:

- İzin verilen en büyük çalışma basıncı
  Çalışma basıncı için izin verilen en büyük değer, normal çalışma koşulları altında sistemin her bir parçasının karşılaşacağı en büyük basınçtır.

- Kızgın yağ sıcaklığı
  Isıtmada kullanılan kızgın yağın içinde aktığı boru kesitinin eksen merkezinde ölçülen sıcaklık değeridir.

- Çıkış Sıcaklığı
  Kızgın yağın ısıtıcı çıkışındaki sıcaklık değeridir.

- Dönüş Sıcaklığı
  Kızgın yağın ısıtıcı girişindeki sıcaklık değeridir.

- Film Sıcaklığı
  Kızgın yağın içerisinde dolaştığı borunun iç çeper (duvar) sıcaklığıdır. Isıtılmış yüzeylerde, önemli oranda kızgın yağın sıcaklığından değişiklik gösterebilir.

- Kızgın yağ ısıtıcısı
  Isıtma amacıyla kullanılacak yağın sıcaklığının artırıldığı ve kızdırıldığı ısı değiştirici olup; ısı kaynağı elektrik veya sıcak buhar olabilir.

- Kızgın yağ kazanı

Yakıt içinde yakılmasıyla ortaya çıkan enerji sayesinde veya sıcak egzoz gazlarının enerjisinden yararlanılarak; istenilen sıcaklık değerine kadar yağın kızdırıldığı bir tür ısı değiştiricisidir.

4. Onaylanacak Belgeler

Aşağıdaki belgeler onaya sunulacaktır:

- Çıkış ve dönüş sıcaklıklarını belirten verilerle birlikte, tesisin tanımı, izin verilen en yüksek film sıcaklığı, tesise doldurulabilen toplam sıvı miktarı, ısı iletici sıvının fiziksel ve kimyasal özellikleri,

- Isıtıcıların, genleşme ve diğer basınçlı kapların resimleri, boşaltım ve dolum tanklarının resimleri

- Boru devreleri ve donanımın listesi (bilgi için)

- Öngörülen güvenlik teçhizatlarının ve valflerin ayrıntıları ile birlikte bir çalışma şeması,

- Elektrik kontrol, izleme ve emniyet cihazlarının çalışma sınır değerlerini de içeren devre diyagramları.

Özel istek halinde, en yüksek film sıcaklığı DIN 4754'e göre hesapla kanıtlanır.

5. Isı İleten Sıvılar

5.1 **TL** tarafından onaylanan kızgın ısıtma yağı kullanılmalıdır. Kullanılması düşünülen kızgın yağların parlama sıcaklığı (>55°C), yanma noktası, kendiliğinden tutuşma sıcaklığı ve en yüksek çalışma sıcaklığı değerleri belli olmalıdır.

5.2 Isı iletici olarak kullanılan sıvı, bu sıvı için belirlenmiş olan sıcaklıkla en az bir yıl süre ile çalışabilme niteliğinde olmalıdır. Bundan sonraki kullanımlar için uygunluk, en az bir yıl olmak üzere, belirli sürelerde tekrarlanan muayenelerle kanıtlanır.

5.3 Isı iletici sıvı, ancak üretici tarafından garanti edilen sınırlar arasında kullanılabilir.

Besleme sıcaklığı, bununla birlikte, yağ damıtma noktasının 50°C altında muhafaza edilmelidir.

Burada çıkış sıcaklığı ile üretici tarafından beyan edilen en yüksek film sıcaklığı arasında, yaklaşık olarak 50°C'lık bir güvenlik payı bulundurulur.

Kızgın yağlar aşağıda yer alan sistemlerin ısıtmasında doğrudan kullanılmaz:

- Yaşam mahallerinde,

- Tatlı (içme) su devrelerinde,

- Parlama noktası 60˚C'ın altında olan sıvıların dolaştığı devrelerde.

5.4 Kızdırılacak yağların oksitlenmesini engelleyecek önlemler alınacaktır.

5.5 Kızgın yağlar üzerinde katalitik etkisi olduğu için bakır ve bakır alaşımları kızgın yağlı ısıtma sistemlerinde kullanılmamalıdır.

6. Elle Çalıştırma

6.1 Sistemin elle kontrol edilerek çalıştırılabilmesi için gereken önlemler alınmalıdır. Yağ sıcaklığını kontrol eden ve sıcaklığın belirli bir sınır değerin üzerine çıkmasını engelleyen termikler ile akım göstergeleri elle çalıştırılma sürecinde normal çalışmalarını sürdürecekler, elle çalıştırma işlemlerinden etkilenmeyecektir.

Eğer müsaade edilebilir Kollektör sıcaklığı muhafaza edilebiliyorsa, egzoz gazlarının ısıtan olarak kullanıldığı ısıtıcılarda ısıtıcı, sıcaklık ve akış izleme yapmaksızın kumanda edilebilir.

Manual operasyon için gerekmeyen güvenlik donanımı sadece anahtarlı şalter tarafından devre dışı bırakılabilir. Anahtarlı şalterin konumu gösterilmelidir.

6.2 Elle kontrol ve çalıştırma, sistemin sabit ve doğrudan denetim ve gözetimini gerektirir.

6.3 Yağ yakma sistemlerinin elle kontrol edilerek

çalıştırılmasına ilişkin kural istekleri Bölüm 15'de ayrıntılı olarak yer almaktadır.

B. Isıtıcılar

1. Onaylanan Malzemeler

Yağlı ısıtma sistemlerinde yer alan ısıtıcılar Bölüm 12, B'de açıklandığı gibi kazanlar için öngörülen aynı malzemelerden üretilmelidir.

2. Malzeme Deneyleri

Isı iletici sıcak yağ ile temas eden ısıtıcı yüzeylerinin malzeme özellikleri Bölüm 12, B'ye göre test edilmelidir.

İzin verilen maksimum çalışma basıncı 1,0 Mpa'a ve izin verilen çalışma sıcaklığı 300°C'a kadar olan kangallar için Üretici Muayene Sertifikası yeterlidir.

3. Tasarım

3.1 Isıtma sisteminde ısı tekniği yönünden, cidarların ve ısı iletici sıvının hiç bir noktada kabul edilmeyecek şekilde aşırı ısınmaması sağlanmalıdır. Isı iletici sıvının akışı cebri dolaşımla sağlanmalıdır.

3.2 Isı iletici sıvı ile temas halinde bulunan cidarlar, 1,0 MPa basınçtan az olmamak üzere, izin verilen en büyük basınca göre boyutlandırılmalıdır.

3.3 Egzoz gazlı ısıtıcılar, egzoz borularının titreşimleri ile rezonansa giremeyecek şekilde tasarımlanmalıdır.

3.4 Isıtıcıda bir sızıntı olması halinde, ısı iletici sıvının veya temizlik sırasında temizleyici sıvının ana makinaya veya aşırı doldurma türbinine giremeyeceği şekilde, egzoz gazı girişi düzenlenmelidir.

3.5 Egzoz gazlı ısıtıcılarda egzoz gazının giriş ve çıkışlarına açılan menholler gözlem amacıyla kullanılır.

3.6 Yakıt yakan brülör türü ısıtıcılarda yanma odasının kontrolü için gözlem delikleri bulunmalıdır.

Brülörlü yakıt yakan kızgın yağlı ısıtma sistemlerinde yağ sıcaklığına ayarlı devre kesici veya bir termik kontrol aygıtı, pompa arızası veya alev sönmesi gibi durumlar için de kullanılabilmelidir.

3.7 Sıcaklık ölçme ve izleme cihazları, dalış borusuna kaynak edilmek suretiyle sistemin içine sokulmalıdır.

3.8 Isıtıcılar tamamen boşaltılmayı sağlayabilecek tertiplerle donatılmalıdır.

3.9 Elektrikli ısıtıcılar için kurallar, yakıt yakan ısıtıcılar için gerekli olan kurallara benzer şekilde uygulanır.

3.10 Yakıt yakan ısıtıcılarda egzoz çıkış boru hatlarının yük alanlarından geçirilmesine izin verilmez. Ayrıca egzoz boru hatlarına kıvılcım tutucu veya önleyici düzen konulmalıdır. Isıtıcılardaki egzoz çıkış boru hattı ile yük alanları arasında en az 2 metre uzaklık sağlanmalıdır.

3.11 Hava giriş ağzının yük konulan bölmelerin dışına ısıtıcı yerleştirilmesi halinde kızgın yağlı ısıtıcıdan en az 2 metre uzakta olmalıdır. Hava giriş ağzı benzer şekilde yük konulan bölgelere açılan kapılardan, güvertedeki yük pompalarından, çamur (sludge) tankından, yüksek hızlarda hava akımının bulunduğu açıklıklardan, yüksek basınçlarda çalışan aygıtlardan ve yükleme boru hattının kara bağlantı uçlarından en az 6 metre uzakta olmalıdır. Ayrıca, hava girişleri güverteden en az 2 metre yukarda yer almalıdır.

3.12 Kızgın yağlı ısıtıcılar makina dairelerine konulmalıdır. Ancak sadece bir seçenek olması kaydıyla hem makina dairesinin içerisinden hem de güverteden erişilebilen ancak yük alanları dışındaki özel bir bölmeye de konulabilir.

3.13 Isıtma sistemine sahip yük tankları veya yük ambarları için, çerçeveli (spectacle) flençler veya borulu (spool) flençler kullanılarak kızgın yağ hattının yük tanklarına uygun pozisyonda bağlanması sağlanmalıdır. Böylece yük tanklarından ısıtma boru kangallarının (serpantinlerin) çıkarılması durumunda veya yük tanklarının ısıtılmasının artık gerekmediği durumlarda; boru hattı contalar ile kapatılabilir. Alternatif olarak, her

tankın ısıtma devresi için kapatma düzeneği düzenlenebilir.

3.14 Yük tanklarındaki yük sıcaklığını ölçmek için gereken düzenek kurulmalıdır. Tehlikeli bir duruma yol açacak aşırı ısınma olasılığına karşılık yük sıcaklığını izleyen alarm sistemi de kurulmalıdır.

3.15 Tüm ısıtma sistemleri için dolaşım pompasının çalışmadığı veya devre dışı kaldığı durumlar göz önünde bulundurularak; yük tankı dibinde akışkanın sahip olacağı hidrostatik basınç değerinden en az 30 kPa daha büyük basınçla ısıtan kızgın yağın dolaşması sağlanmalıdır.

3.16 Isıtıcı kızgın yağın yük tanklarına basıldığı boru hattı ile tanktan geri dönüş boru hatları kesinlikle tank sac levhaları delinerek geçirilmeyecek ancak tank üstlerinden geçirilebilecektir. Ana besleme hattı ise güvertenin üstünden geçmelidir.

Gerektiğinde akımı kontrol edebilmek amacıyla, yalıtılmış kapama vanaları veya kapama muslukları her tank ısıtma devresinin giriş ve çıkışına konulacaktır.

Isıtma amaçlı boru kangallarının her birisi için ayrı ayrı ısı kaynağı veya ısıtıcı varsa; borular içerisinde sürekli statik basınç olmalıdır.

Doğrudan ısıtma sistemleri için yük alanının kolay ulaşılabilir yerlerine, ısıtıcı kızgın yağın geliş ve dönüş hattı üzerinde yalıtılmış vanalar konulacaktır.

Kızgın yağlı ısıtma devrelerinin geçtiği yerlerde taşınan yük ile kızgın yağın karışması önlenecektir.

4. Donanım

Güvenlik ve izleme cihazlarının (örneğin; vanalar, sıcaklık için sınırlayıcılar ve alarmlar, akış ve sızıntı izleyicileri) gemide kullanıma uygunluğu, tip testi ile kanıtlanmalıdır.

4.1 Genel

4.1.1 Isıtıcıların donanımı gemilerde kullanıma uygun olmalıdır. Sınırlayıcıların (örneğin; sıcaklık, akım, basınç) uygunluğunun kanıtı, A.2'de listelenen **TL** kurallarındaki isteklere göre yapılacak tip onayı testi ile sağlanacaktır.

4.1.2 Sınırlayıcıların harekete geçmesi ve alarmlar, ısıtıcıların konulduğu yerlerde, makina kontrol odasında ve başkaca uygun bulunan bir yerde ışıklı ve sesli arıza uyarı sinyali vermelidir.

4.2 Güvenlik vanaları

Her ısıtıcı, maksimum ısıtma gücünde çalışırken, gerektiğinde devre dışına akışkan kaçırmak için; kapasitesi ısı iletici sıvının hacimsel debisindeki değişimden az olmayacak şekilde en az bir güvenlik vanasıyla donatılmalıdır. Dışa akışkan kaçırma için öngörülen ayar basıncı, izin verilen çalışma basıncının %10'undan daha büyük olamaz.

4.3 Sıcaklık, basınç ve akış göstergeleri

4.3.1 Yakıt yakan ısıtıcılar ve egzoz gazlı ısıtıcıların boşaltım ve geri dönüş devrelerine basınç göstergeleri konulacaktır. İzin verilen en yüksek çalışma basıncı PB, açıkça görülen ve kolayca fark edilen kırmızı işaretle belirtilecektir. Gösterge aralığı, test basıncını da içermelidir.

4.3.2 Isıtıcıların çıkışındaki duman gazı veya egzoz gazı akımına sıcaklık ölçüm cihazı yerleştirilir.

4.3.3 Isı iletici sıvının akışı göstergelerle izlenebilmelidir.

4.4 Sıcaklık kontrolü

4.4.1 Yakıt yakan ısıtıcıların çıkış sıcaklığının otomatik kontrolü için Bölüm 15, A ve B'ye uygun otomatik ve çabuk ayarlanabilir bir ısıtıcı konulmalıdır.

4.4.2 Egzoz gazlı ısıtıcılarda çıkış sıcaklığının ayarı, makina gücünün ayarından bağımsız olarak, ısı girişinin otomatik ayarlanması veya özel bir soğutucu içinde ısı iletici sıvının tekrar soğutulması şeklinde yapılmalıdır.

4.5 Sıcaklığın izlenmesi

4.5.1 Yakıt yakan ısıtıcılarda izin verilen çıkış sıcaklığının aşılması halinde bir sıcaklık sınırlayıcı

tarafından ısı verilmesi durdurulmalı ve kapatılmalıdır.

Paralel bağlı ısıtma yüzeyleri, her bir kangalın çıkış tarafında ayrı ayrı izlenebilmelidir. Yağ yakan ısıtıcılarda yağ brülörü, en az bir kangalda izin verilen çıkış sıcaklığının artışı durumunda bir sıcaklık sınırlayıcı tarafından kapatılabilmeli ve kilitlenebilmelidir. Isıtıcının izin verilen çıkış sıcaklığının ayrıca gözetimi gerekli değildir.

4.5.2 Egzoz ile ısıtılan ısıtıcılarda izin verilen çıkış sıcaklığının aşılmasını duyuracak alarm düzeneği olmalıdır.

Paralel bağlı ısıtma yüzeyleri, her kangalın çıkış tarafında ayrı ayrı izlenebilmelidir. Egzoz gazı ile ısıtılan ısıtıcılarda, en az bir kangalda izin verilen çıkış sıcaklığının artışı durumunda bir alarm düzeneği olmalıdır. Isıtıcının izin verilen çıkış sıcaklığının ayrıca gözetimi gerekli değildir.

4.5.3 Isıtıcılardaki paralel düzenlenmiş ısıtma yüzeylerinin çıkış sıcaklığı, her ısıtma yüzeyinin çıkışında ayrı ayrı izlenmelidir.

Egzoz gazlı ısıtıcılarda egzoz gazının erişeceği en yüksek sıcaklık, ısı aktarılan sıvı için izin verilen en yüksek film sıcaklığı değerinden daha düşük ise paralel düzenlenmiş yüzeylerin ayrı ayrı izlenmesinden vazgeçilebilir.

4.5.4 Yakıt yakan ısıtıcılarda önceden belirlenen egzoz çıkış sıcaklığı üst sınırının aşılması halinde ateşleme durdurulur ve kapatılır.

4.5.5 Egzoz gazlı ısıtıcılar aşırı kirlendiğini ayırt ederek saptayan ve ayrıca tasarımlandığı en yüksek egzoz sıcaklığının aşılması durumunda devreye girecek alarm düzeneği ve sıcaklık göstergesi ile donatılmalıdır.

4.6 Akışın izlenmesi

4.6.1 Isı iletici sıvının izin verilen film sıcaklığını aşmaması için gerekli önlemler alınmalıdır.

4.6.2 Yakıt yakan ısıtıcılarda akış monitörüne kumanda eden bir sınırlayıcı öngörülür. Akış miktarı, minimum değerinin altına düşünce ateşleme durdurulur ve kapatılır.

4.6.3 Dolaşım pompası çalışma rejimi sabit ise; brülörün çalıştırılması (ateşlemesi) kilit düzeni yardımıyla engellenmelidir.

4.6.4 Egzoz gazlı ısıtıcılar, akış monitörü ile donatılmalıdır. Eğer akış miktarı, minimum değerin altına düşerse alarm verilecektir.

4.6.5 Isıtıcıya egzoz gazı sağlayan makina harekete geçtiğinde, egzoz gazlı ısıtıcıda minimum akışın zayıflaması durumunda (örneğin; dolaşım pompasının çalışmaması, kapatma vanalarının kapalı olması) bir alarm verilmelidir.

4.7 Sızıntı izlenmesi

4.7.1 Yakıt yakan ısıtıcılar, bir sızıntı detektörü ile donatılır. Bunun harekete geçmesi ile ateşleme sistemi durdurulur ve kapatılır. Yakıt yakan ısıtıcı ”stand-by” durumunda ise sızıntı detektörü harekete geçtiği zaman brülörün hareketi bloke edilecektir.

4.7.2 Egzoz gazlı ısıtıcılar sızıntı detektörü ile donatılır. Bunun harekete geçmesi ile alarm verilir ve ısıtıcıya egzoz gazı sağlayan makinanın gücü azaltılır.

4.8 Kapama aygıtları

4.8.1 Isıtıcılar ve kapama cihazları ve gerekiyorsa baypas vanaları ile donatılır. Bunlara, ısıtıcının bulunduğu bölgenin dışındaki bir yerden kumanda edilebilmelidir.

4.8.2 Isıtıcının boşaltılması ve havalandırılması aynı yerden mümkün olmalıdır.

4.9 Yangın algılama ve saptama sistemi

4.9.1 Bölüm 18, C.4'e göre istenilen yangın algılama için sıcaklık şalterine ek olarak 4.5.4'e göre bir sıcaklık alarmı öngörülür ve bu sıcaklık alarmı yaklaşık 50°C’dan 80°C’a kadar yüksek sıcaklığa ayarlanır. Bu alarm harekete geçtiği zaman grup alarmı verilecektir.

4.9.2 Egzoz gazlı ısıtıcılar olası yangın durumlarında devreye girecek olan söndürücü ve soğutucu özelliğine

sahip bir sistemle (örneğin; basınçlı su püskürtme sistemi) donatılmalıdır. Ayrıntılar için Bölüm 18, Tablo 18.1'e bakınız.

C. Kaplar

1. Onaylanan Malzemeler

Kaplar, Bölüm 14, B'nin basınçlı kaplar sınıfında ısı iletim sistemleri için belirtilen malzemelerle yapılır.

2. Malzeme Deneyleri

Kap malzemeleri Bölüm 14, B'ye uygun olarak test edilir.

3. Tasarım

3.1 Atmosfere açık bağlantısı olan kapları da içermek suretiyle tüm kaplar, bunların en yüksek çalışma basıncına maruz kalmaları söz konusu değilse, en az 200 kPa basınca göre boyutlandırılmalıdır. Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 12, B'ye göre boyutlandırılan tanklar, bu kuralların dışında kalır.

3.2 Isıtma kangallarının içindeki dış basınçtan daha büyük olan pozitif basıncın her şeye rağmen bütün servis şartları altında yük tipine bakılmaksızın sürdürülebilir olması lazımdır. Yeterli yükseklikte bulunan atmosferik genleşme tankı veya inert gaz / basınçlı hava ile basınçlandırılan genleşme tankı vasıtasıyla bu durum gerçekleştirilebilir.

Genleşme için ayrılan mahal, maksimum kızgın yağ sıcaklığında kızgın yağın hacim artışına güvenli bir şekilde imkan verebilmelidir. Minimum bir değer olarak, dolum hacimleri 1000 litreye kadar olanlar için hacimdaki artma 1,5 kat ve 1000 litrenin üstündekiler için, hacimdaki artma 1,3 kat alınmalıdır. Dolum hacmi, genleşme kabının en az dolma seviyesine kadar doldurulmuş bulunan donanımdaki toplam ısı iletici sıvı miktarıdır.

Atmosfere açık genleşme tankları 3.3, 3.4 ve 3.5'de yer alan kural isteklerini, basınçlı kap özelliğine sahip genleşme tankları ise 3.6, 3.7, 3.8 ve 3.9'da yer alan kural isteklerini karşılayacaktır.

3.3 Isıl genleşme tanklarında akışkan seviyesini saptamak için gereken düzenek sağlanacaktır.

3.4 Genleşme tankı hem fazla seviye hem de düşük seviye alarmıyla donatılacaktır. Düşük seviye alarmı durumunda, dolaşım pompası kendiliğinden duracak ve kızgın yağ ısıtıcısını kapatarak yağın ısınması veya kızdırılması engellenecektir.

3.5 Genleşme tankındaki hava firar borusu açık güvertede güvenlikli bir konuma erişinceye kadar uzatılacaktır.

3.6 Ölü (inert) gazla doldurulan genleşme tanklarında, sıvı üzerine basılan ölü gaz miktarının yaratacağı basınç, her türlü çalışma koşulunda genleşme tankının tasarım basıncını etkilememelidir.

3.7 Basınçlı hava ile genleşme tanklarındaki sıvının üzerine basınç uygulanacak ise; kızgın yağın oksitlenmesini önlemek üzere genleşme tankındaki yağ sıcaklığı 50°C'ın üzerine çıkmayacaktır.

3.8 Genleşme tanklarında basınç göstergeleri bulunacaktır. Basınç göstergelerine göre, genleşme tankındaki basınç en düşük tasarım basıncı değerine düştüğünde basınç için alt sınır alarmı devreye girecektir. Basınç alt sınır alarmı durumunda dolaşım pompası kendiliğinden durabilmeli ve kızgın yağ kazanı kapanmalıdır.

3.9 Basınçlı genleşme tankı aşırı basınca karşı basınç düşürme (ayar) vanası ile donatılmalı ve tanktan kaçırılacak kızgın yağ havaya açık güvertede güvenli bir tanka aktarılmalıdır.

3.10 Bağlantısı kesilen en büyük tertibat parçasının hacmine ait dolma miktarını içini alabilecek büyüklükte boyutlandırılan bir boşaltım tankı, tesisatın en alçak noktasına yerleştirilmelidir.

3.11 Olası kayıpları önlemek için ayrı bir dolum tankı öngörülür. Isı iletici sıvının stoku, sistemin kapasitesinin en az %40'ı kadar olmalıdır. Sistemin tasarımına veya geminin seyir bölgesi ve hattına bağlı olarak daha az stok miktarı kabul edilebilir.

3.12 Özel hallerde boşaltım ve dolum tanklarının birleştirilmesine izin verilebilir. Birleşik boşaltım/dolum tankı, bağlantısı kesilen en büyük tertibat parçasının hacmine ait dolma miktarı ile birlikte ısı iletici sıvının stok miktarını da içine alabilecek büyüklükle boyutlandırılmalıdır.

4. Genleşme Kabı Donanımı

4.1 Genel

4.1.1 Genleşme kabındaki donanım (örneğin; seviye göstergesi) ısıtıcılarda ve gemilerde kullanıma uygun olmalıdır. Sınırlayıcıların (örneğin; doldurma seviyesi) uygunluğunun kanıtı, A.2'de listelenen **TL** kurallarındaki isteklere göre yapılacak tip onayı testi ile sağlanacaktır.

4.1.2 Sınırlayıcıların harekete geçmesi ve alarmlar, ısıtıcıların konulduğu yerlerde, makina kontrol odasında ve diğer uygun bir yerde optik ve sesli alarm sinyali yaymalıdır.

4.2 Seviye göstergesi

4.2.1 Genleşme kabı bir sıvı seviyesi göstergesi ile donatılmalı ve izin verilen en düşük seviye işaretlenmelidir.

4.2.2 Cam, cam takviyeli plastik (CTP) veya plastik malzemeden yapılmış dolum seviyesi göstergeleri bu amaç için kullanılamazlar.

4.3 Düşük seviye sınırlayıcısı ve ön alarm

4.3.1 Sıvı seviyesi izin verilen en alt seviyenin de altına düştüğü zaman bir alarmı harekete geçiren, ateşlemeyi durduran ve kapatan, dolaşım pompasını da durduran bir sınırlayıcı konulmalıdır.

4.3.2 Ek olarak genleşme kabına bir alçak su seviyesi alarmı, (örneğin; genleşme kabında su seviyesi düşüşünü önceden bir alarmla haber veren su seviyesi göstergesinde ayarlanabilir bir şalter) yerleştirilir (örneğin; sızıntı halinde).

4.3.3 Maksimum su seviyesi için de bir alarm öngörülür.

4.4 Çabuk boşaltma vanası ve acil kapama vanası

4.4.1 Tehlike anında çabuk boşalmayı sağlamak için cihazın bulunduğu yerin dışında uzaktan kumanda edilebilen bir çabuk açma vanası doğrudan genleşme kabına bağlanır.

4.4.2 Çabuk boşaltma vanasının açılması ile genleşme kabına yeterli hava girişi otomatik olarak sağlanmalıdır.

4.4.3 Genleşme tankının makina dairesinin dışında tertiplenmesi halinde, çabuk boşaltma yerine bir acil kapama düzeneği konulur (çabuk kapama vanası).

4.4.4 Çabuk boşaltma vanasının açılması veya acil durumlarda kapanmasının harekete geçmesi, ateşleme sisteminin ve dolaşım pompasının otomatik olarak durmasını sağlamalıdır.

4.4.5 Boşaltma ve hava firar borularının boyutları Tablo 13.1'e göre olacaktır.

Tablo 13.1 Isıtıcının performansına göre boşaltma ve hava firar boruları ile genleşme ve taşıntı borularının anma çapları

Isıtıcının performansı [kW]	Genleşme ve taşıntı borusu anma çapı DN [mm]	Boşaltma ve hava firar borularının anma çapı DN [mm]
≤ 600	25	32
≤ 900	32	40
≤ 1200	40	50
≤ 2400	50	65
≤ 6000	65	80

4.5 Bağlantı hatları

4.5.1 Bir emniyet genleşme boru devresi, sistemi genleşme kabına bağlamalıdır. Boru devresi, sürekli yükselen şekilde döşenmeli ve basınç artması, izin verilen maksimum çalışma üst basıncının %10'unun üstüne çıkmayacak şekilde, boyutlandırılmalıdır.

4.5.2 Genleşme kabı, bir taşıntı boru devresi ile boşaltım tankına bağlanmalıdır.

4.5.3 Çabuk boşaltma devresi, taşıntı boru devresi ile birlikte boşaltım tankına gönderilebilir.

4.5.4 Dışarıdan ısı girişi nedeni ile içindeki ısı iletici sıvı genleşebilen sisteme ait bütün kısımlar, aşırı basınca karşı güven altına alınmalıdır. Fazla miktardaki taşan kızgın yağ sorun yaratmadan, tehlikesizce boşaltılabilmelidir.

4.5.5 Genleşme ve taşıntı borularının boyutları Tablo 13.1'e göre olacaktır.

4.6 Ön basınçlı sistem

4.6.1 Ön basınçlı sistemlerde, içeriği ölü (inert) gaz yüklemeli bir genleşme kabı bulunacaktır. Genleşme kabına ölü gaz beslemesi kesintiye uğramayacaktır.

4.6.2 Genleşme kaplarında, basınç belirtilmeli ve aşırı basınca karşı güven altına alınmalıdır.

5. Boşaltma ve Depolama (Dolum) Tankı Donanımı

Boşaltma tankı ve dolum tankı donanımı için, Bölüm 16, V'ye bakınız.

D. Dolaşım Sistemi Tasarımı ve Donanım Parçaları

1. Onaylanan Malzemeler

1.1 Borular, vanalar ve pompaların malzemeleri için Bölüm 16, B'ye bakınız.

Pompa gövdeleri, vanalar ve donanım çelik veya benzeri başka sünek malzemeden üretilmelidir.

1.3 İçinden kızgın ısı iletici sıvı geçen teçhizat parçalarında ve güvenlik vanalarında kır dökme demire izin verilmez.

2. Malzeme Deneyleri

Boru, valf ve pompa malzemeleri Bölüm 16, B.3'e göre test edilir.

3. Donanımlar

3.1 Borular, vanalar ve pompalar için Bölüm 16, Q'daki kurallara ek olarak aşağıdaki isteklerde geçerlidir.

3.2 Birisi yedek en az 2 dolaşım pompası bulunacak, pompalardan birisi arızalandığında; yedekte bekleyen diğer pompa yeterli debide akışkanı basabilmelidir.

Ancak geminin seyrini etkileyecek ölçüde birinci dereceden önemi olmayan servislerin ısıtma devrelerinde tek pompa kullanılması yeterli sayılabilir.

3.3 Dolaşım pompası, yerleştirildiği yerin dışından bir acil durum şalterle kapatılabilmelidir.

3.4 Dolaşım pompasının çıkışına bir manometre yerleştirilmelidir.

3.5 Dolaşım pompası acil durumlarda durdurulması için gerekli kontrol anahtarı ile donatılacak, acil durdurma düğmesi hem yerinden hem de pompanın bulunduğu oda veya bölmenin dışından da kontrol edilebilecektir.

3.6 Isı iletici sıvı devresinin uygun bir yerinden tehlikesizce örnek alınabilmesi için cihazlar öngörülür.

3.7 Isı iletim sisteminde bağlantısı kesilebilen parçaların en üst noktasına havalandırma, en alt noktasına boşaltma veya genleşme düzeneği kurulur.

Havalandırma ve boşaltımın açık bacalardan yapılmasından kaçınılmalıdır.

3.8 Kızdırılmış yağın etkin olarak kirlilikten arındırılması için devreye süzgeçler yerleştirilmelidir. Gemi sevki için hayati öneme sahip devrelerin ısıtmasında kullanılan kızgın yağın süzülmesi için kullanılacak süzgeçler kirlendiğinde, temizliğinin yapılabilmesi devredeki dolaşımı durdurmayı gerektirmeyecektir. Süzgeç hassasiyeti veya süzme kalitesi kızgın yağın dolaştırıldığı donanımın üreticileri tarafından belirlenen ölçütlere uygun olacaktır.

3.9 Kızdırılmış yağın dolaştığı boru hatları yaşam bölmelerinden veya kamaralardan veya kumanda-kontrol odalarından geçirilmeyecektir. Kızdırılmış yağın dolaşım devresi ana makina veya yardımcı makinaların bulunduğu alanlardan olabildiğince az (sınırlı) geçirilmelidir.

3.10 Doldurma ve boşaltma pompaları için Bölüm 16, Q, 1.2'ye bakınız.

3.11 Elektrikli donanımlar için Kısım 5, Elektrik Kuralları özellikle Bölüm 9 geçerlidir.

E. Markalama / Etiketleme

1. Isıtıcılar

Isıtıcıya sabit olarak takılan üretici firmanın tabelasında aşağıdaki bilgilerde bulunmalıdır:

- Üreticinin adı ve adresi,
- Seri numarası,
- Üretim yılı,
- Isı gücü için izin verilen üst sınır değer,
- Çalışma basıncı için izin verilen üst sınır değer,
- Çıkış sıcaklığı için izin verilen üst sınır,
- En düşük akış kütle debisi,
- Sıvı kapasitesi.

2. Kaplar

2.1 Kaplara takılan üretici tabelasında aşağıdaki bilgiler bulunmalıdır:

- Üreticinin adı ve adresi,
- Seri numarası,
- Üretim yılı,
- Çalışma basıncı için izin verilen üst sınır,
- Çalışma sıcaklığı için izin verilen üst sınır,
- Kapasite.

2.2 Atmosfere açık kapların üretici tabelasında izin verilen en yüksek çalışma basıncı “0” veya “Atm” olarak gösterilmelidir. Bununla beraber 200 kPa’lık bir etkin basınç için dahi tasarım yapılırken, C.3’deki kural isteklerine uyulur.

F. Yangından Korunma

1. Genel

Yangına karşı önlemler için Bölüm 18'deki kurallar geçerlidir.

G. Denemeler

1. Isıtıcılar

Isıtıcılar, üreticisinin yerinde **TL** sörveyörü gözetiminde yapım kontrolünden geçirilecek ve izin verilen en yüksek çalışma basıncının 1,5 katı büyüklükteki basınç deneyinden geçirilecektir.

2. Kızgın Yağlı Isıtma Sistemleri

Sistemin, gemiye yerleştirilmesi tamamlandıktan sonra, kontrol cihazları da dahil olmak üzere **TL** sörveyörünün gözetiminde basınç deneyi, sızdırmazlık kontrolü ve çalışma denemesi yapılmalıdır.

BÖLÜM 14

BASINÇLI KAPLAR

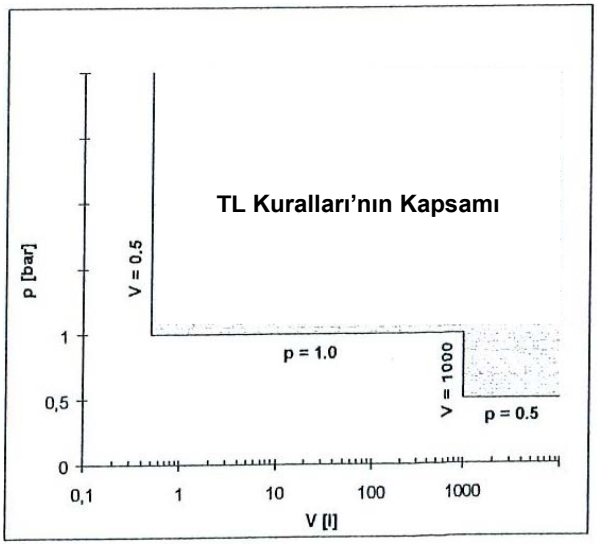
Sayfa

A. GENEL **14-** 2
1. Kapsam
2. Onaylanacak Belgeler
3. Tanımlar
B. MALZEMELER **14-** 4
1. Genel İstekler
2. Basınçlı Kap Sınıfları
3. Onaylanacak Belgeler
4. Malzeme Deneyleri
C. YAPIM ESASLARI **14-** 7
1. Malzemelere Uygulanan Üretim İşlemleri
2. Kaynak
3. Aynalar
4. Kollara Ayrılmış Borular / Nozul Boruları
5. Boru Aynaları
6. Genleşme Payı
7. Korozyondan Korunma
8. Temizleme ve Kontrol Delikleri
9. Tanınma ve Markalama/Etiketleme
D. TASARIM HESAPLARI **14-** 8
1. İlkeler
E. DONANIM VE YERLEŞTİRME **14-** 12
1. Kapama Aygıtları
2. Basınç Göstergeleri
3. Güvenlik Donanımı
4. Sıvı Seviyesi Göstergeleri ve Isıtılmış Basınçlı Kaplar için Besleme Donanımı
5. Gözetleme Camları
6. Boşaltım ve Havasını Alma
7. Yerleştirme
F. DENEYLER **14-** 14
1. Basınç Deneyleri
2. Sızdırmazlık Deneyleri
3. Gemiye Yerleştirildikten Sonraki Deneyler
G. BASINÇLI GAZ SİLİNDİRLERİ / TÜPLERİ **14-** 15
1. Genel
2. Onaylama İşlemi
3. Üretim
4. Tasarım Hesapları
5. Basınçlı Gaz Silindirlerinin Deneyleri
6. Tanıma ve Markalama/Etiketleme
7. Eşdeğer Deneylerin Tanınması

A. Genel

1. Kapsam

1.1 Aşağıdaki kurallar, ana makina ve ana makina ile ilgili yardımcı makinaların çalıştırılmasında kullanılan basınçlı kaplara (geyç veya vakum basıncı) ve cihazlara uygulanır. Aynı zamanda bu kurallar, geminin çalıştırılmasında gerekli olan içten ve dıştan basınca maruz kap ve cihazlarla, bağımsız olarak kargo taşınan kaplar için de geçerlidir.



Şekil 14.1 Basınçlı kaplar ve ısı değiştiriciler için TL Kuralları'nın kapsamı

1.2 Buradaki istekler, aşağıda belirtilen basınçlı kaplara uygulanmaz:

- İzin verilen çalışma basıncı 100 kPa'ı geçmeyen iç donanım hacmi için bir azaltma yapılmaksızın, toplam hacmi 1000 litreyi aşmayan kaplar,

- İzin verilen çalışma basıncı 50 kPa'ı geçmeyen kaplar,

- Kapasitesi ≤0,5 litre olan kaplar.

1.3 Geminin çalıştırılmasında kullanılan tanınmış standartlara göre üretilmiş basınçlı kaplar, örneğin su sağlama sisteminde ve sıcak su hazırlayıcısında kullanılan basınçlı kaplar, malzemeleri ve et kalınlıklarının boyutlandırılması bakımından, bu kurallar kapsamında yer almazlar.

1.4 İzin verilen maksimum çalışma basıncı 7 bar'a ve maksimum sıcaklığı 100°C'a kadar olan hidrofor tankları ve hava soğutucusunda resim kontrolü yapılmayabilir.

1.5 Bununla beraber, Madde 1.3 ve 1.4'de belirtilmiş olan basınçlı kapların ve teçhizatın son sörveyi (yapısal muayenesi) ve F.1'e uygun hidrostatik basınç testi, **TL** sörveyörleri tarafından yapılır. Malzemeler için verilecek olan Üretici Test Raporu, Kısım 2, Malzeme, Bölüm 1. F test İşlemleri bahsinde geçen kural isteklerine uygun olacaktır.

1.6 Katı, sıvı veya gaz yakıtlar, atık gazlar veya elektrikle ısıtılan ve çıkış sıcaklığı 120°C'ın üstünde olan kızgın su üreticileri ile, aynı zamanda duman gazıyla ısıtılan ön ısıtıcılar için, Bölüm 12'deki kurallar geçerlidir.

Yüzeysel yoğuşturucular için, Bölüm 3-Buhar Türbinleri ve Bölüm 4-Gaz Türbinleri kural istekleri ek olarak uygulanır.

Dolgu havası soğutucuları için resimlerin kontrolünden vazgeçilebilir. Bölüm 2'ye bakılmalıdır,

Sıvılaştırılmış gazların taşınmasında kullanılan yük (ürün) kapları ve proses basınçlı (sanayide kullanım) kapları için, ayrıca sıvılaştırılmış gaz tankerleri kuralları, Kısım 10, da geçerlidir.

Hidrolik sistemlere ait kaplar için, Bölüm 10, A'ya bakınız.

Filtreler için ayrıca Bölüm 2, G.3 (dizel makinalar), Bölüm 16, G.7 (yakıt sistemleri), H.2.3 (yağlama yağı sistemleri) ve I.4 (deniz suyu soğutma sistemleri) uygulanır.

Balast, sintine, pis su veya tatlı su sistemlerinde kullanılan basınçlı kaplar ve ısı değiştiriciler, kargo operasyonları için kullanılan basınçlı kaplar, bu kurallara tabidir.

1.7 Maksimum çıkış sıcaklığı 120ºC olan sıcak su üreticileri için - katı, sıvı veya gaz yakıtlar tarafından veya egzoz gazları tarafından ısıtılan – eğer sıcak su üreticileri tanınmış standart veya direktiflere göre üretilmişse resim onayından vazgeçilebilir. Sistemin

gemiye montajından doğan gerilmeler dikkate alınmalıdır.

Sadece yaşam mahalli ve temiz su ısıtmada kullanılacak sıcak su üreticileri bu kapsamda değildir.

2. Onaylanacak Belgeler

Basınçlı kap ve ısı değiştiricilerin, teknik yönden güvenli olduklarının saptanabilmesi için gerekli olan tüm bilgileri içeren resimleri, üç kopya olarak, **TL**'na sunulmalıdır.

Özellikle aşağıdaki ayrıntılar belirtilmelidir:

- Genel yerleştirme planı,
- Kullanılış amacı, basınçlı kapta bulunacak madde,
- Tasarımda etkili olan faktörler: Tasarım basıncı ve sıcaklığı, akışkanın cinsi, radyografik inceleme sonuçları, korozyon dayanıklılığı, ısıl işlemden geçirilip geçirilmediği, denendiği hidrostatik basınç değeri, basınç ayar ve güvenlik vanalarının ayar özellikleri,
- İzin verilen maksimum çalışma basıncı ve sıcaklığı, gerekiyorsa ikincil yükler, tekil basınç mahallerin hacmi,
- Kullanılacak malzeme, kaynak ayrıntıları ve ısıl işlemler,
- Basınçlı kısımların tasarım ayrıntıları,
- Basınçlı kabın kabuk ve başlık ayrıntıları, kabuk ile başlığın birleştirilme ayrıntıları,
- Nozullar, hafifletme delikleri, açıklıklar, adam geçme delikleri vs ile bunların flenç, kapak gibi bağlantı eklerinin teknik ayrıntıları,
- Tüpler, tüplerin dış kaplama katmanları, başlıklar, kabuk flençleri, kapaklar, iç perdeler ve salmastralara ait teknik ayrıntılar
- Destek yapıları ve taşıyıcı ayaklara ait teknik ayrıntılar

Tablo 14.1 ve ve 14.2'de belirtildiği gibi Sınıf III basınçlı kaplar için belge onayı aranmaz. Bununla birlikte, **TL** Sınıf III'e giren basınçlı kaplar ve ısı değiştiricileri için, sistemin genel bütününde kritik öneme sahip donanım parçaları ile ilgili belge onayı vb kural istekleri koyma hakkını saklı tutmaktadır.

Resim onayının geçerliliği 5 yıl ile kısıtlanır ve talep gelmesi durumunda güncel kurallara uygunluğunun kanıtlanması ve karakteristikleri veya yapısı ile ilgili hiçbir değişikliğe uğramamış olan ürün için resim onayının geçerliliği 5 yıl daha uzatılabilir.

Basınçlı kap veya ısı değiştiricinin tasarımının belirtilen gereklilikleri sağlaması durumunda istek üzerine ayrı olarak Tasarım Onay Sertifikası verilebilir.

3. Tanımlar

Bu bölümde yer alan temel kavram ve tanımlar aşağıda verilmiştir:

- Basınçlı kap
  Herhangi bir sıcaklıkta ve çevre basıncının altında ya da üzerinde sıvı veya gaz maddelerin depolanması için kaynak dikişli veya dikişsiz olarak üretilen özel saklama tankları veya kapları. Hidrolik veya pnömatik tesislerde kullanılan akışkan güç silindirleri basınçlı kap olarak dikkate alıanackatır.

- Ateşlenen basınçlı kap
  Herhangi bir yakıcı brülör veya yanma ürünü sıcak gazların kısmen veya tamamen etkisi altında olan basınçlı kap,

- Ateşlenmeyen basınçlı kap
  Herhangi bir alev kaynağı veya brülörün etkisinde olmayan basınçlı kap,

- Tasarım basıncı, PR, formülde p_c
  Kazan veya basınçlı kabın tasarımı yapılırken göz önüne alınan etkin basınç değerine tasarım basıncı, PR adı verilir. Normal çalışma koşullarında beklenen sıcaklık değerlerinde rastlanması olası basınç değeridir. Birden fazla odacığa veya saklama gözüne sahip basınçlı

kaplar için, tasarım basıncı olarak iç taraftaki odacığın basıncı ile dış taraftaki odacığın basıncı arasındaki farkın erişebileceği en yüksek dayanma basıncı değeri olarak alınır.

- İzin verilen en büyük çalışma basıncı değeri, PB
  Basınçlı kabın karşılaşılabileceği sıcaklık değerinde ve normal çalışma koşullarında kazanın veya basınçlı kabın çalışmasına izin verilen en büyük basınç değeridir.
  İzin verilen en büyük basınç değeri PB için kazan veya basınçlı kabın dolum ağzında yer alan düzenekle statik basınç farkına göre ayarı yapılır. İzin verilen en büyük çalışma basıncı PB, tasarım basıncı PR'dan büyük olamaz.

- Tasarım sıcaklığı,
  Normal çalışma koşullarında basınçlı kabın metal yapısında (et kalınlığında) ortaya çıkacak sıcaklıkların değişimine göre; ortalama metal sıcaklığından daha küçük alınamayan sıcaklık değeri olup, tasarım bu öngörülen değere göre yapılır.

B. Malzemeler

1. Genel İstekler

1.1 Basınç altındaki parçaların malzemeleri, kullanılış amacına uygun olmalıdır. Tablo 14.1'de verilen Sınıf I ve II basınçlı kapların malzemesi **TL** Kısım 2, Malzeme Kuralları, isteklerini karşılamalıdır.

1.2 Basınçlı kap cidarlarına doğrudan doğruya kaynak yapılan kuşak, bilezik, tutucu, taşıyıcı, braket gibi parçaların malzemeleri, basınçlı kap malzemesi ile uyum içinde bulunmalı ve kaynak yapılabilmeleri garantili olmalıdır.

1.3 Tablo 14.1'de verilen Sınıf I ve II'ye giren basınçlı kapların kaynaklı yapıları için, **TL** Kısım 3, Kaynak Kuralları da göz önüne alınmalıdır.

1.4 Korozyona karşı koruma için, C.7'ye bakınız.

2. Basınçlı Kap Sınıfları

2.1 Basınçlı kaplar ve ısı değiştiriciler çalışma şartlarına uygun olarak, Tablo 14.1'e göre sınıflandırılır.

2.2 Kısmen sıvı ve kısmen de hava ve gazla dolu veya hava veya gaz ile içi boşaltılan basınçlı kaplar, içme suyu veya temiz su sistemleri ve rezervuarlardaki basınçlı tanklar gibi, hava veya gaz içeren basınçlı kaplar olarak sınıflandırılırlar.

3. Onaylanan Malzemeler

Tablo 14.2'de belirtilen malzemeler, 2'de bahsedilen sınıflar için kullanılır.

4. Malzeme Deneyleri

4.1 Aşağıda sıralanmış olan I. sınıf basınçlı kaplara ait malzemeler, **TL**'nun Kısım 2, Malzeme Kuralları'na göre test edilmelidir:

- Basınç altındaki tüm parçalar. Burada, aşağıda sayılan küçük parçalar hariçtir. Örneğin; kaynak altlıkları, takviye diskleri, anma çapı DN 50 mm den küçük veya eşit olan nozullar ve flençler, basınçlı hava tüplerinin dövme veya haddelenmiş çelikten üretilmiş valf kafaları;

- Çalışma sıcaklığı 300°C'ın üstünde veya 300°C'den küçük veya eşit olması durumunda, izin verilen en büyük çalışma basıncı ile anma çapının çarpımının 250'den büyük (yani PB [N/mm^2] · DN [mm] > 250 [N/mm]) veya DN > 250 mm olan dövme flençler,

- Boyutları metrik M30 veya daha büyük ve çekme mukavemeti 500 N/mm^2'den daha fazla olan, çelikten yapılmış cıvatalar, bununla birlikte alaşımlı veya ısıl işlem uygulanan çelikten malzemeden yapılma M16'dan büyük cıvatalar;

- Büyüklüğü M30 ve üstünde ve çekme mukavemeti 600 N/mm^2'den daha fazla olan çelikten yapılmış somunlar;

- Valf ve fitinglerin gövdeleri için, Bölüm 16, B'ye bakınız.

Tablo 14.1 Basınçlı kapların sınıflandırılması

İçerdiği madde	**Tasarım basıncı p_c [N/mm^2] Tasarım sıcaklığı t [°C]**		
Basınçlı kap sınıfları	**I**	**II**	**III**
Sıvılaştırılmış gazlar (propan, bütan, vb.), zehirli ve korrozif maddeler	hepsi	-	-
Soğutucu maddeler	Grup 2	Grup 1	-
Buhar, basınçlı hava, gazlar	$p_c > 1,6$ veya $t > 300$	$p_c \leqslant 1,6$ $t \leqslant 300$	$p_c \leqslant 0,7$ $t \leqslant 170$
Isıtmada kullanılan kızgın yağlar	$p_c > 1,6$ veya $t > 300$	$p_c \leqslant 1,6$ $t \leqslant 300$	$p_c \leqslant 0,7$ $t \leqslant 150$
Sıvı yakıtlar, yağlama yağları, yanıcı hidrolik sıvılar	$p_c > 1,6$ veya $t > 150$	$p_c \leqslant 1,6$ $t \leqslant 150$	$p_c \leqslant 0,7$ $t \leqslant 60$
Su, yanmaz hidrolik sıvılar	$p_c > 4$ veya $t > 300$	$p_c \leqslant 4$ $t \leqslant 300$	$p_c \leqslant 1,6$ $t \leqslant 200$
Malzeme Deneyleri / Test Sertifikaları	4.1'e bakınız	4.2'ye bakınız	4.3'e bakınız

Malzeme deneylerinin sonuçları **TL** Malzeme Sertifikası ile kanıtlanacaktır.

4.2 Testleri zorunlu görülen II. sınıf basınçlı kapların parçaları için, malzeme kalitesinin tespiti hususunda, üretici muayene sertifikası kabul edilebilir. Ancak belgelenen kontrol sonuçları, Kısım 2, Malzeme kurallarına uymalıdır.

El delikleri ve menhol kapakları gibi, alaşımsız çelikten seri olarak üretilen I. sınıf basınçlı kap parçaları ile çalışma sıcaklığı $\leqslant$ 300°C olduğunda anma çapı DN $\leqslant$ 250 mm. ve PB [N/mm^2] · DN [mm] $\leqslant$ 250 [N/mm] olan dövme flençler ve nozul boruları için de üretici muayene sertifikaları kabul edilebilir.

4.3 Madde 4.1 ve 4.2'ye göre malzeme testi uygulanmayan tüm parçalar için, örneğin, üretici test raporu gibi veya DIN-EN 10204-2.2 standardına uygunluk gibi malzeme özelliklerini belirten bir belge istenir.

Tablo 14.2 Onaylanan malzemeler

Malzeme ve üretim formu		Kısım 2, Malzeme Kuralları'na göre malzeme çeşitleri Basınçlı kap sınıfları		
		I	**II**	**III**
Haddelenmiş ve dövme çelik	Çelik levhalar, profiller ve çubuklar	Kazanlar ve basınçlı kaplar için levhalar, Bölüm 3, (yüksek sıcaklığa dayanıklı çelikler)		
		Düşük sıcaklığa dayanıklı çelikler, Bölüm 3, (0°C'ın altındaki sıcaklığa dayanıklı çelikler)		
		Paslanmaz östenitik çelikler, Bölüm 3, (paslanmaz çelikler)		
		Özel sakinleştirilmiş çelik, Bölüm 3, (her hadde levhanın denenmesiyle)	Genel yapım çeliği, Bölüm 3. **(1)**	
			-	Tekne yapım çeliği, Bölüm 3.
	Borular	Ferritik çelikten dikişsiz ve kaynaklı borular, Bölüm 4		
		-10°C'ın altındaki sıcaklıklarda çalışmaya dayanıklı çelikten üretilmiş borular, Bölüm 4		
		Paslanmaz östenitik çelik borular, Bölüm 4		
	Dövme parçalar	Buhar kazanları, basınçlı kaplar ve boru devreleri için dövme parçalar, Bölüm 5		
		-10°C'ın altındaki sıcaklıklarda çalışmaya dayanıklı çelikten üretilen dövme parçalar, Bölüm 5		
		-	Genel makina yapımında kullanılan dövme parçalar, Bölüm 5	
	Cıvata ve somunlar	Tanınmış standartlara göre yapılmış genel makina yapımında kullanılan cıvatalar, örneğin; DIN 267 veya ISO 898		
		300°C'ın üstünde çalışan yüksek sıcaklığa dayanıklı çelikler		
		-10°C'ın altında çalışan alçak sıcaklık çelikleri		
Döküm malzemeler	Çelik döküm	Buhar kazanları, basınçlı kaplar ve boru devreleri için çelik döküm, Bölüm 6, E		
		300°C'ın üstünde çalışan yüksek sıcaklık için çelik döküm		
		-10°C'ın altında çalışan alçak sıcaklık için çelik döküm, Bölüm 6		
		-		Makina yapımında kullanılan çelik döküm, Bölüm 6
	Nodüler dökme demir	Nodüler dökme demir, Bölüm 7: Yalnız ferritik cins için 300°C'a kadar normal kalite 350°C'a kadar özel kalite		
	Kır dökme demir	İzin verilemez		En az GG 20 kalitesinde, Bölüm 7 Isı iletici tesislere ait kaplar için müsaade edilmez
Demir olmayan metaller	Bakır ve bakır alaşımlı borular ve döküm parçaları	Aşağıdaki sınırlar içinde kalmak şartıyla, bakır alaşımları için, Bölüm 9'a göre; Bakır-Nikel alaşımları 300°C'a kadar Yüksek sıcaklık bronzları 260°C'a kadar Diğerleri 200°C'a kadar		
	Alüminyum alaşımlı levhalar, borular, döküm parçaları	Aşağıdaki sınırlar içinde kalmak şartıyla, alüminyum alaşımları için, Bölüm 8'e göre Tasarım sıcaklığı 200°C'a kadar Ancak **TL**'nun özel onayı ile		

(1) *Alaşımsız yapım çelikleri yerine, Kısım 2, Bölüm 3.B'ye göre tekne yapım çelikleri de kullanılabilir.*

C. Yapım Esasları

1. Malzemelere Uygulanan Üretim İşlemleri

Malzemenin işlenmesi malzemeye uygun olarak yapılmalıdır. Sıcak veya soğuk olarak uygulanan işlemler sırasında, tane yapısı uygunsuz şekilde etkilenen malzemelere Kısım 2 - Malzeme Kuralları'na göre ısıl işlem uygulanmalıdır.

2. Kaynak

Kaynak işleminin yapılması, kaynak atölyelerinin uygunluğu ve kaynakçıların yeterlilik sınavları için, Kısım 3, Kaynak Kuralları geçerlidir.

3. Aynalar

3.1 Bombeli aynaların flençlerinin hareketlerine, herhangi bir tespit şekliyle (örneğin; bağlama levhaları veya stifnerler gibi), gereksiz olarak, engel olunmamalıdır. Bombeli aynaları taşıyıcı ayaklar, ancak bu amaç için yeterince boyutlandırılmış bombeli aynalara bağlanabilir.

3.2 Kapaklar ve aynalar menteşeli cıvatalarla tespit edildiklerinde, cıvatalar gevşemeye karşı emniyete alınmalıdır.

4. Kollara Ayrılmış Borular / Nozul Boruları

Kollara ayrılmış borularının et kalınlıkları, ek dış zorlamalara karşı emniyetle dayanabilecek şekilde, boyutlandırılmalıdır. İçerden kaynaklı kollara çatallaşan borularının et kalınlıkları, içine kaynatıldıkları kısma ait et kalınlığına uymalıdır. Cidarlar birbirlerine etkin bir şekilde kaynatılmalıdır.

Boru devrelerinin birleştirilmelerinde, Bölüm 16'da verilmiş olan boru bağlama kurallarına uyulmalıdır.

5. Boru Aynaları

Boru delikleri itinalı olarak delinmeli, çapak ve pürüzleri alınmalıdır. Boru ağızlarının açılması yöntemi ve kullanılan farklı malzemelerin uyumu göz önünde tutulmak suretiyle, kusursuz şekilde boru ağızlarının genişletilmesini ve yeterince kuvvetli olarak boruların tutturulmasını sağlayacak şekilde, aralık genişlikleri seçilmelidir. Boru ağzı genişletme boyu, 12 mm. den daha az olmamalıdır.

6. Genleşme Payı

Basınçlı kapların ve cihazların mümkün olabilen ısıl genleşmeleri, örneğin zarf ile ısıtma boruları demeti arasında olduğu gibi, tasarım aşamasında göz önüne alınmalıdır.

7. Korozyondan Korunma

İçinden geçirdikleri madde nedeniyle (örneğin; sıcak deniz suyu veya korozif ortam) hızlı korozyona maruz olan kap ve cihazlar, uygun bir tarzda korozyona karşı korunmalıdır.

Burada sözü edilmeyen malzemelerin korozyona karşı korunması gerçekleştirilecek ise; her malzeme ve korozyon uygulaması için ayrı ayrı **TL**'nun özel onayına başvurulacaktır.

8. Temizleme ve Kontrol Delikleri

8.1 Kaplar ve cihazlar mümkün olduğu oranda büyük ve amaca uygun tertiplenmiş, kontrol ve geçiş delikleri ile donatılmalıdır. Bunların en küçük ölçüleri için, Bölüm 12, C.9'a bakınız.

Yardımcı ve koruyucu araçlarla içeriye girebilmek için, genellikle menhol çapı 600 mm. olmalıdır. Bu çap, arasından geçirilen boru soketinin yüksekliği en fazla 250 mm. ise, 500 mm.ye indirilebilir.

Boyları 2,0 m. den daha uzun olan kapların her iki nihayetinde de, en az bir muayene deliği bulunmalı veya bir menhol yer almalıdır.

İç çapı 800 mm. den daha fazla olan basınçlı kaplarda en az bir menhol bulunmalıdır.

8.2 Menholler, kabın içine girişi zor duruma sokmayacak şekilde yapılmalı ve uygun yerlerde tertiplenmelidir. Muayene ve içeriye giriş deliklerinin kenarları, kapağı yerine bağlayan cıvata ve gergi çubuklarının sıkıştırılmasıyla deforme olmayacak şekilde, takviye edilmelidir.

Tablo 14.3 Basınçlı kap sınıflarına gereklilikler

Gereklilikler	PV Sınıf I	PV Sınıf II	PV Sınıf III
Tasarım / Resim Onayı	gerekli	gerekli	gerekli, Muafiyetler için A.1'e bakınız
Kaynak Atölyesi Onayı, **TL** Kısım 3 – Kaynak Kuralları'na bakınız	gerekli	gerekli	-
Kaynak Prosedür Testi, **TL** Kısım 3 – Kaynak Kuralları'na bakınız	gerekli	gerekli	-
Malzeme Deneyleri / Test Sertifikaları	**TL** Malzeme Sertifikaları 4.1'e bakınız	Üretici Muayene Sertifikaları, 4.2'ye bakınız	Üretici Test Raporu, 4.3'e bakınız
TL onaylı malzeme üreticisi	gerekli	gerekli	-
Yapısal kontrol, F.1.1'e bakınız	gerekli	gerekli	gerekli
Hidrolik basınç testi, F.1.1'e bakınız	gerekli	gerekli	gerekli
Tahribatsız muayene testi, **TL** Kısım 3 – Kaynak Kuralları, Bölüm 10	gerekli	gerekli	gerekli
	Kaynak faktörü v'ye bağlı olarak kaynak dikişleri için radyografik muayene		

İçten muayene, herhangi bir kısmın sökülmesi veya çıkartılmasıyla mümkün olabiliyorsa, özel muayene ve giriş deliklerinin açılmasına gerek yoktur.

8.3 Deneyimler sonucu, korozyon ve çökeltilerin oluşması beklenmeyen yerlerde (örneğin; buhar ceketleri gibi), muayene deliklerinin açılmasından vazgeçilebilir.

Tehlikeli maddeler (örneğin; sıvılaştırılmış gazlar veya zehirli gazlar gibi) içeren kap ve cihazların muayene ve giriş delikleri, gergi çubukları yerine flenç üzerine cıvatalı kapaklarla kapatılmalıdır.

9. Tanınma ve Markalama / Etiketleme

Her bir basınçlı kap ve cihaz, üretici firmanın adını, üretim seri numarasını, üretim yılını, hacmini ve basınç altında çalışan parçalarının müsaade edilebilen maksimum çalışma basıncını ve çalışma sıcaklığı 50°C'ın üstünde veya -10°C'ın altında ise müsaade edilen çalışma sıcaklığını gösteren, görülebilir levha veya kalıcı yazılarla donatılmalıdır. Küçük cihazlarda çalışma basıncının gösterilmesi yeterlidir.

D. Tasarım Hesapları

1. İlkeler

1.1 Duvar kalınlığı

1.1.1 Normal çalışma koşullarında hesaplamalar ile bulunan izin verilen en küçük duvar kalınlığı değeridir. Tanınmış standartlar ve dayanım hesapları, üreticinin istekleri doğrultusunda yapılan duvar kalınlığı artım öngörülerini kapsamaz.

Hesaplaması yapılan elemana etkiyen dış yüklerden (özellikle elemanın ve bağlı parçaların kütleleri ve hareketten kaynaklanan eksenel kuvvetler, eğilme momentleri ve döndürme momentleri gibi) dolayı oluşan ek gerilmeler, **TL**'nun öngördüğü gibi özellikle dikkate alınacaktır.

1.1.2 Basınçlı kapların yapısal elemanlarının boyutlandırması bu bölümde yer alan kural isteklerini kapsayan dayanım hesaplarıyla yapılmayarak, deney ve gözlem sonuçları ile belirlenmiş ise; deney sonuçlarının teorik sonuçlarla uygunluğu kanıtlanarak, her durum için ayrı ayrı olmak üzere **TL**'nun özel onayına sunulacaktır.

1.1.3 Basınçlı kapların basınç altındaki cidarları ile teçhizatı, uygulanabilir olması halinde, Bölüm 12, D'de buhar kazanları için verilmiş olan formüllere göre, aksi halde, bu konudaki tekniğin genel kurallarına **(1)** göre tasarımlanmalıdır. Hesaplarda, 1.2'den 1.7'ye kadar sıralanmış olan maddelerde belirtilmiş büyüklükler esas alınır.

1.2 Tasarım basıncı p_c

1.2.1 Basınçlı kapların dayanım hesapları için kullanılacak tasarım basıncı, izin verilen en büyük çalışma basıncı (PB) değerine eşit alınacaktır.

Müsaade edilebilen maksimum çalışma basıncının tayininde, eğer cidarların zorlanması %5 veya daha fazla miktarlarda artıyorsa, hidrostatik basınçları da hesaba katmak gerekir.

1.2.2 Kazan besleme suyu ön ısıtıcısının, kazan besleme suyu pompasının basma tarafında bulunması halinde, müsaade edilebilen maksimum çalışma basıncı PB, pompanın oluşturduğu maksimum basınca eşittir.

1.2.3 Dış basınc için hesaplarda, 100 kPa'lık vakum değeri veya vakum emniyet vanalarının açtığı dış basınç değeri esas alınır. Karşılıklı olarak dışta basınç ve içte vakum olması durumunda, dış basınç değeri 0,1 MPa veya tersi söz konusu ise, iç basınç değeri 0,1 N/mm^2 arttırılır.

1.2.4 Sıvılaştırılmış kargo taşıyan tanklar için hesaplarda kullanılan basınç, Kısım 10, Sıvılaştırılmış Gaz Tankerleri'nde verilen sıvılaştırılmış gaz taşıyan gemilere ait kurallara göre belirlenir. Soğutma tesislerindeki kap ve cihazlar için ise Bölüm-1,Genel Kurallar ve Uyarılar, D.17'de yer alan soğutma tesisleri kuralları geçerlidir.

1.3 Malzemelerin dayanım özellikleri ve izin verilen gerilmeler

Parçaların boyutlandırılmasında Kısım 10'da belirtilen sıvılaştırılmış gaz taşıyan gemilere ait basınçlı işlem kapları ve kargo konteynerlerinin dışında müsaade edilebilen gerilme, σ_{perm} [N/mm^2] esas alınır. Bu, aşağıdaki bağıntıları kullanmak suretiyle bulunan en küçük değerdir:

1.3.1 Üst akma R_{eH} gerilmesinin çekme sınırı R_m gerilmesine oranının 0,6 olduğu karbon ve alaşım çeliklerinde izin verilen gerilme değerleri veya kanıtlanmış $R_{p0.2,t}$ gerilme değeri saptanırken; tasarım sıcaklığında 100.000 saatlik çalışma ömrü boyunca çatlamaya (yarılmaya) dayanımı gösteren ortalama yarılma $R_{m,100000,t}$ gerilmesi değeri de hesaplamalara dahil edilmelidir.

Üst akma R_{eH} gerilmesinin çekme sınırı R_m gerilmesine oranının 0,6'dan büyük olduğu çelikler için, tasarım sıcaklığındaki çekme gerilmesi değeri $R_{m,t}$ ilave olarak düzeltilecektir.

Çelikler için R_{eH}/R_m oranının değerine bakılmaksızın sünekliğin ön plana çıktığı çalışma koşullarında (450°C üzerindeki sıcaklıklar), çevre sıcaklığı için belirlenmiş sünme $R_{1\%,100000,t}$ gerilmesi değeri de hesaplamalara dahil edilecektir.

$R_{m,t}$ and $R_{1\%,100000,t}$ gibi gerilmeler için ortalama değerler hesaplamalarda kullanılacak olursa; .çelik için $R_{p,0.2,t}$ ve $R_{m,t}$ gerilmelerinin alabildiği en küçük değerler de hesaplamalara uyarlanacaktır.

1.3.2 Akma gerilmesi noktasının yeri kesin olarak saptanmayan malzemeler için, çevre sıcaklığına özgü çekme $R_{m,t}$ gerilmesinin en küçük değeri kullanılabilir.

1.3.3 Küresel veya nodüler dökme demir veya ferritik-perlitik sünek dökme demir için veya uzaması

---

(1) *TRB/AD Merkblatter (Regulations of the Working Party on Pressure Vessels) bu konuda bir örnektir.*

(sünmesi) %5'den daha az olan perlitik yapıdaki dökme demirler için, 20°C sıcaklıkta ölçülmüş çekme $R_{m,20}$ gerilmesinin en küçük değeri tasarımda kullanılacaktır.

Uzaması %5'den daha fazla olan ferritik yapıdaki dökme demirler için tasarımda kullanılacak güvenlik gerilmesinin değeri, en düşük çekme $R_{m,20}$ gerilmesi değeri ile kalıcı uzaması %0,2 olan malzemelerin mutlak dayanım $R_{0.2}$ (proof) gerilmesinden hangisinin değeri küçük ise o seçilir.

1.3.4 Demir dışı malzemeler ile bunların alaşımlarının kullanılması durumunda; üretilme, kaynaklama veya çalışma sırasında açığa çıkan ısıların yaratacağı ve ancak çevre sıcaklığına kadar soğuduğunda anlaşılacak artık ısı gerilmelerinin etkileri de dikkate alınmalıdır. Bu nedenle, bu tür malzemelerden üretilecek basınçlı kapları oluşturan parçaların dayanım özelliği ısıl işlem koşullarına ve etkilerine göre uyarlanacaktır.

1.3.5 Hesaplamalar için izin verilen σ gerilme değeri aşağıdaki formüllere göre bulunacak değerlerin en küçüğü alınır.

$$\sigma_{perm} = \frac{R_{m,t}}{n_t}$$

$$\sigma_{perm} = \frac{R_{1\%,100000,t}}{n_{cr}}$$

$$\sigma_{perm} = \frac{R_{p,0.2,t}}{n_y}$$

$$\sigma_{perm} = \frac{R_{m,100000,t}}{n_{av}}$$

Burada;

n_t = Çekme gerilmesi güvenlik faktörü,

n_{cr} = Sünme gerilmesi güvenlik faktörü,

n_y = Akma gerilmesi güvenlik faktörü,

n_{av} = 100.000 saatten sonra çatlak oluşmasında etkili olan ortalama gerilme için güvenlik faktörü.

1.3.6 Güvenlik faktörleri

1.3.6.1 Dövme çelikten veya haddelenmiş çelikten üretilmiş ve iç basınca maruz parçalar için güvenlik faktörü aşağıdaki gibi seçilir:

$$n_y = n_{av} = 1{,}6$$

$$n_t = 2{,}7$$

$$n_{cr} = 1{,}0$$

Dış basınç etkisi altındaki basınçlı kaplar için güvenlik faktörleri (n_t , n_y ve n_{av}) %20 artırılır.

1.3.6.2 Üretildiği çelik değerleri $R_{eH}/R_m \leq 0{,}6$ olan basınçlı kaplardan sınıf II ve III'e girenlerin parçaları için geçerli güvenlik faktörleri aşağıda verilmiştir:

$$n_y = n_{av} = 1{,}5$$

$$n_t = 2{,}6$$

1.3.6.3 Dökme çelikten yapılmış ve iç basınca maruz basınçlı kapların parçaları için güvenlik faktörü aşağıdaki değerlerden az olamaz:

$$n_y = n_{av} = 2{,}2$$

$$n_t = 3{,}0$$

$$n_{cr} = 1{,}0$$

Dış basınç etkisi altındaki basınçlı kaplar için güvenlik faktörleri (n_t , n_y ve n_{av}) %20 artırılır. Güvenlik faktörü (n_{cr}) değeri 1,0 olarak sabit kalacaktır.

1.3.7 Gri dökme demirden, küresel veya nodüler grafit dökme demirden veya ferritik-perlitik sünek dökme demirden veya uzama sünekliği %5'den küçük olan perlitik yapıdaki dökme demir malzemeden yapılmış basınçlı kapların iç bölme hesapları yapılırken, çekme n_t gerilmesinin güvenlik faktörü ısıyla tavlanmış basınçlı kaplarda 4,8, ısıyla tavlanmamış basınçlı kaplarda ise 7,0 seçilir. Güvenlik faktörü için bu değerin seçilmesinde basınçlı kabın içerden veya dışarıdan basınca maruz kalmasının etkisi yoktur.

Uzama sünekliği %5'den fazla olan ferritik dökme demirden yapılmış basınçlı kapların çekme n_t gerilmesi için güvenlik faktörü, basınçlı kabın iç basınca maruz kalması durumunda 4,0 dış basınç etkisinde kalması durumunda da 4,8 olarak seçilir.

1.3.8 Haddelenmiş ve dövme çelikler

350°C'a kadar olan tasarım sıcaklıkları için

$$\sigma_{perm} = \min\left\{\frac{R_{m,20^o}}{2,7}, \frac{R_{eH,20^o}}{1,7}, \frac{R_{eH,t}}{1,6}\right\}$$

350°C'dan yüksek tasarım sıcaklıkları için

$$\sigma_{perm} = \frac{R_{m,100000,t}}{1,5}$$

$$\sigma_{perm} = \frac{R_{eH,t}}{1,6}$$

Burada;

$R_{P\,0,2}$ = Plastik sahada kalıcı uzamanın %0,2 olması halinde 20°C sıcaklık için mutlak gerçekleşen dayanım gerilmesi (Proof stress) [N/mm^2],

$R_{m,20°}$ = Oda sıcaklığında garanti edilen en düşük çekme mukavemeti [N/mm^2] ($R_{eH} \leqslant$ 360 N/mm^2 olan kabul edilmiş ince taneli çelikler için vazgeçilebilir)

$R_{eH,20°}$ = Oda sıcaklığında garanti edilen akma sınırı veya oda sıcaklığında garanti edilen en düşük %0,2 uzama sınırı **(2)** [N/mm^2],

$R_{eH,t}$ = 50°C'ın üstündeki tasarım sıcaklıklarında garanti edilen akma mukavemeti veya %0,2 uzama sınırının minimum değeri [N/mm^2],

$R_{m,100000,t}$= Tasarım sıcaklığında 100.000 saatlik yorulma mukavemeti ortalama değeri [N/mm^2]

t = Tasarım sıcaklığı [°C].

(2) *Östenitik çelikler için %1 uzama sınırı.*

Yük (ürün) konulan basınçlı kaplar ile proses (sanayide kullanım) amaçlı basınçlı kaplarda sıvılaştırılmış gaz depolanması söz konusu olduğunda için Kısım 10'da belirtilen kurallar da ek olarak göz önüne alınmalıdır.

1.3.9 Döküm malzemeler

- Dökme çelik:

$$\sigma_{perm} = \min\left\{\frac{R_{m,20^o}}{3,2}, \frac{R_{eH,t}}{2,0}, \frac{R_{m,100000,t}}{2,0}\right\}$$

- Nodüler dökme demir:

$$\sigma_{perm} = \min\left\{\frac{R_{m,20^o}}{4,8}, \frac{R_{eH,t}}{3,0}\right\}$$

- Kır dökme demir:

$$\sigma_{perm} = \frac{R_{m,20^o}}{11}$$

1.3.10 Demir olmayan metaller

- Bakır ve dövme bakır alaşımları:

$$\sigma_{perm} = \frac{R_{m,t}}{4,0}$$

- Alüminyum ve dövme alüminyum alaşımları:

$$\sigma_{perm} = \frac{R_{m,t}}{4,0}$$

Değişik sertlik derecelerinde elde edilen ve demir olmayan metallerin, lehim veya kaynak gibi ısınmaya neden olan işlemler sonucu, mukavemetlerinde azalmalar olabileceği göz önünde tutulmalıdır. Bu gibi hallerde, hafif tavlanmış durumdaki dayanım hesaplara dâhil edilir.

1.4 Tasarım sıcaklığı

1.4.1 Genellikle tasarım sıcaklığı olarak, taşınan maddelerin maksimum sıcaklığı alınır.

1.4.2 Eğer ısıtma, alev, egzoz gazı veya elektrikle yapılıyorsa, Bölüm 12, Tablo 12.3 uygulanmalıdır.

Elektrikle ısıtma söz konusu ise, Tablo 12.3 yalnızca direk ısıtılan yüzeyler için geçerlidir.

1.4.3 Çalışma sıcaklığı 20°C'ın altında ise, hesaplamalarda tasarım sıcaklığı en az 20°C olarak alınır.

1.4.4 Isıtılmayan duvarlar için aşağıdaki durumlar söz konusudur:

- Yanma odasına bitişik olmayan veya aleve dayanıklı yalıtım malzemeleri ile korunan duvarlarda en az 300 mm kalınlığında yalıtım malzemesi, veya,
- Aleve dayanıklı yalıtım malzemesi kaplı duvarların ışımayla ısı iletimine uğramayacağı.

1.4.5 Işımayla ısı iletimine karşı korunan duvarlar için aşağıdaki durumlar söz konusudur:

- Duvarlar aleve dayanıklı yalıtım malzemesi ile kaplı olacak veya
- Duvarlar birbirlerine yakın yerleştirilmiş boru demeti (birbirlerinden en fazla 3 mm uzakta yerleştirilen boru hatları) ile korunacak veya
- Duvarlar çift kademeli boru hattıyla korunacaksa; boru hatlarının merkezleri birbiriyle çakışmayacak ve merkezler arasında en fazla boru dış çapının 2 katı uzunluğunda mesafe olacaktır. Duvarların 3 veya daha fazla sıralı boru hattıyla korunması durumunda, merkezler arası mesafe boru dış çapının en fazla 2,5 katı kadar olacaktır.

1.4.6 Soğutucu akışkanın basıncının altında çalışan ısı değiştiricileri ve basınçlı kaplar için duvar tasarım sıcaklığı eğer daha yüksek sıcaklıklar olası değilse 20°C alınmalıdır.

1.5 Zayıflatma faktörü, bağ verim faktörü

"Zayıflatma faktörü" borular üzerinde açılan deliklerle ilgilidir ve delikler arasında kalan gövde alanının veya boyutunun büyüklüğünü temsilen "bağ verim faktörü" olarak da adlandırılır. Bölmeler veya bölmelerin bir kısmının hesaplanmasındaki zayıflama katsayısı v için, Bölüm 12, Tablo 12.4'e bakınız.

1.6 Korozyon ve aşınmaya karşı kalınlık artımı

1.6.1 Korozyon ve aşınma artımı, genellikle c = 1 mm. olarak alınır. Kalınlığı 30 mm. ve daha fazla olan saclar, paslanmaz çelikler veya diğer korozyona dayanıklı malzemelerin kullanılması halinde, **TL**'nun onayı alınarak bu artımdan vazgeçilebilir

1.6.2 Erişilememe nedeniyle iç yapısının kontrolü yapılamayan basınçlı kaplar için ve korozyondan ya da aşınmadan dolayı ağır tahribata uğrayan duvarların et kalınlığı için "c" faktörü **TL**'nun onayıyla gerekli görülen durumlarda artırılabilir.

1.7 En küçük et kalınlıkları

1.7.1 Dış yüzeylerin ve aynaların et kalınlıkları, genellikle 3 mm. den daha küçük olamaz.

1.7.2 Borulardan veya korozyona dayanıklı malzemelerden yapılmış kaplarda veya III. sınıf kap ve cihazlarda, dış kuvvetlere maruz kalmadıkça, minimum 2 mm. lik bir et kalınlığına müsaade edilebilir.

1.8 Boyutlandırma için kabul edilebilir diğer tasarım yöntemleri

Cidarlar veya et kalınlıkları, Bölüm 12'de verilen kurallara göre veya tekniğin genel kurallarına göre hesaplanamıyorlarsa, müsaade edilen gerilmelerin üstüne çıkılmadığı, diğer yöntemlerle kanıtlanmalıdır.

E. Donanım ve Yerleştirme

1. Kapama Aygıtları

Basınçlı boru devrelerinde kapama cihazları, mümkün olduğunca basınçlı kaba yakın olarak yer almalıdır. Eğer çok sayıda kap bir grup halinde toplanmışsa, grubu oluşturan her bir kaba ayrı ayrı kapama cihazı takılmasına gerek yoktur. Bunun yerine, bunlara grup halinde kapatılan bir düzen konulur. Genellikle, bir grupta üçten fazla kap bulunmamalıdır. Çalışma sırasında açılan, ilk hareket hava tüpleri ve diğer basınçlı kapların her biri, ayrı ayrı kapanabilir olmalıdır.

Boru devrelerine takılan cihazlar (örneğin; su ve yağ ayırıcıları gibi) için kapama düzenlerine gerek yoktur.

2. Basınç Göstergeleri

2.1 Kapanabilir her basınçlı kap veya kapama düzeni bulunan her kap grubu, kapanabilir bir basınç göstergesi ile donatılmalıdır. Ölçme sınırı ve taksimatı deneme basıncına kadar olmalı ve maksimum çalışma basıncı kırmızı bir işaretle belirtilmelidir.

2.2 Cihazlar, ancak çalışmaları için gerekli olduğu hallerde, basınç göstergeleri ile donatılırlar.

3. Güvenlik Donanımı

3.1 Kapanabilir her basınçlı kap veya kapama düzeni bulunan her kap grubu, yay yükü ile çalışan bir emniyet valfi ile donatılmalıdır. Bunlar kilitlenir tipte olmamalı ve boşalmadan sonra tekrar güvenli bir şekilde kapanmalıdır.

Basınç ve sıcaklık kumanda cihazları, emniyet vanalarının yerine kullanılamazlar.

3.2 Güvenlik vanaları çalışma basıncı için izin verilen en yüksek değerin en fazla %10'u kadar yüksek basınç değerine göre ayarlanabilmelidir. Yetkisiz kimseler tarafından güvenlik vanasının ayarının değiştirilmesini önleyecek önlemler alınmalıdır. Valf konikleri, her an kaldırılabilir şekilde olmalıdır.

3.3 Gaz, buhar ve gaz buharları için kullanılan emniyet valflerinin boşaltma taraflarının en alçak yerlerine, kapanmayan dreyn düzenleri takılmalıdır. Emniyet valflerinden çıkan tehlikeli gaz, buhar ve sıvılar emin bir şekilde nakledilebilmelidir. Dışarı akan ağır yakıt açık bir tava vasıtası ile akıtılmalıdır.

3.4 İçindeki buhar basıncının müsaade edilebilen maksimum çalışma basıncının üzerine çıkması olasılığı bulunan buharla dolu olan bölmeler, birer emniyet valfi ile donatılmalıdır.

3.5 Giriş ve çıkış tarafları kapatılabilir tarzda olan kızdırılmış hacimler için, bir adet emniyet valfi öngörülmelidir. Böylece, içerdeki maddelerin ısı nedeniyle, tehlikeli bir şekilde genleşmesi veya kızdırıcı bir elemanın kırılması sonucu oluşabilecek müsaade edilmeyen basınç artmaları önlenmiş olmalıdır.

Sıcaklık kontrol eden aygıtla donatılma gereğinin yanında elektrikli ısıtma uygulamaların da ek olarak güvenlik amaçlı sıcaklık sınırlayıcılar da kullanılmalıdır.

3.6 Basınçlı su tanklarının, su taraflarında bir emniyet vanası bulunmalıdır. Tanka basılan hava basıncı, tankın müsaade edilebilen maksimum çalışma üst basıncını aşmıyorsa, boruların hava taraflarına bir emniyet vanası takılmasından vazgeçilebilir.

3.7 Sıcak su hazırlayıcıları, soğuk suyun giriş yerinde bir emniyet valfi ile donatılmalıdır.

3.8 Patlama emniyet disklerine, yalnızca özel nedenlere dayanan durumlarda, **TL**'nun onayı ile müsaade edilir. Bunlar, müsaade edilebilen maksimum çalışma basıncının (PB) %10'undan fazla aşılamayacağı şekilde yapılmalıdır.

Patlama emniyet diskleri, patlayan elemanının kırılan parçalarına karşı toplayıcı bir siper ile donatılmalı ve hasarlara karşı dışarıdan korunmalıdır. Patlama emniyet disklerinin kırılan parçaları, gerekli olan boşalma kesitini daraltmayacak şekilde tasarlanmalıdır.

3.9 Havalı ve hidrolik, kumanda ve ayar sistemlerinin basınçlı hava depolarında, müsaade edilebilen maksimum çalışma basıncının üstüne çıkılamadığı ve basınç (MPa) ve hacim (litre) çarpımı PB[MPa] $\cdot$ ℓ [litres] $\leqslant$ 20'nin altında kaldığı hallerde, basıncın aşılmasına karşı kullanılan emniyet tertiplerinin takılmasından vazgeçilebilir.

3.10 Elektrikle ısıtılan cihazlar, bir sıcaklık ayarlayıcısının yanı sıra, özel tasarıma sahip bir sıcaklık sınırlayıcısı ile donatılmalıdır.

3.11 Basınçlı kaplardaki donanım, gemilerde kullanıma uygun olmalıdır. Basınç, sıcaklık, debi sınırlayıcıları güvenlik aygıtlarıdır ve **TL**'nun Tip Testlerinin Yapılması ile İlgili Kurallar – Kısım 7, Mekanik Bileşenler ve Donanımlar için Test Gereksinimleri'nde belirtilen kural isteklerini karşılamalıdır.

3.12 Yağ yakan sıcak su üreticileri, belirlenen bir eşiğin üzerindeki sıcaklık ve basınç değerleri için emniyet olanakları ile donatılmalıdır. Ayrıca düşük su seviye sınırlayıcısı, minimum basınç sınırlayıcısı veya düşük akış sınırlayıcısı donatılacaktır. Sınırlayıcıların harekete geçirilmesi ile yağ brülörünün kapanacak ve kilitlenecektir.

Egzoz gazları ile ısıtılan sıcak su üreticileri amaca uygun alarmlarla donatılmalıdır.

4. Sıvı Seviyesi Göstergeleri ve Isıtılmış Basınçlı Kaplar için Besleme Donanımı

4.1 Sıvı seviyesinin düşmesi sonucu kap cidarlarında müsaade edilmeyen yüksek sıcaklıkların oluşabileceği kızdırılmış basınçlı kaplarda, sıvı seviyesini gösteren bir cihaz bulunmalıdır.

4.2 Minimum sıvı seviyesi tespit edilmiş basınçlı kaplar, yeterli büyüklükte besleme cihazlarıyla donatılmalıdır.

4.3 Sıcak su üreticileri, dış basınca maruz kapalı sistem üretici ve membranlı genleşme tankı olarak tasarlanmalıdır..Su cebri olarak sirküle ettirilecektir.

5. Gözetleme Camları

Basınç altındaki cidarlarda gözetleme camlarına ancak, cihazın çalışması bakımından gerekli görülen ve diğer tip gözetleme tertiplerinin takılması mümkün olmayan hallerde, müsaade edilir. Bunlar gereğinden büyük olmamalı ve tercihen yuvarlak yapılmalıdır. Gözetleme camları mekanik hasara karşı, örneğin demir kafesle, korunmalıdır. Gözetleme camları, basınçlı kap içeriğinin yanıcı, patlayıcı veya zehirli maddelerden oluşması halinde, kapanabilir kapaklarla donatılmalıdır.

6. Boşaltım ve Havasını Almak

6.1 Basınçlı kap ve cihazların basınçları giderilebilmeli ve bunlar boşaltılabilmeli veya dreyn edilebilmelidir. Sıkıştırılmış hava kaplarında, yeterince dreyn olanağının bulunmasına özellikle dikkat edilmelidir.

6.2 Hidrolik basınç testlerinin yapılabilmesi için, uygun bağlantıların ve cihazın en üst seviyesinde bir havasını alma donanımının yapılması gereklidir.

7. Yerleştirme

7.1 Basınçlı kapların gemide yerleştirilmesi ve yerine bağlanmasında, kabın içeriği, yapısal ağırlığı, geminin hareketleri ve ayrıca titreşimler nedeniyle oluşan zorlanmaların kap cidarlarında aşırı gerilmelere yol açmamasına dikkat edilmelidir. Gereği halinde, taşıyıcı ve payandaların bulundukları yerlerdeki kap cidarları, dablin levhaları ile takviye edilmelidir.

7.2 Basınçlı kaplar ve cihazlar, mümkün olduğu kadar her taraftan gözlenmelerinin ve periyodik muayenelerinin yapılabilmesini kolaylaştıracak şekilde, yerlerine yerleştirilmelidir. Gereği halinde, kabın içine merdiven veya basamaklar yapılmalıdır.

7.3 Basınçlı hava tüpleri, mümkün olduğu takdirde, üstteki valf başının gemi boyu doğrultusunda ve yatayla en az 10° açı yapacak şekilde meyilli olarak monte edilmelidir. Gemi eni doğrultusunda monte edilen tüplerde ise, meyil açısı daha büyük olmalıdır.

7.4 Yeterli bir dreyn ve hava giderme olanağının sağlanması zorunlu ise, basınçlı hava tüplerinin gemide monte edilmeleri gerekli olan pozisyon üzerlerine markalanmalıdır.

F. Deneyler

1. Basınç Deneyleri

1.1 Basınçlı kap ve ısı değiştiriciler tamamlandıklarında yapı kontrolleri ve hidrostatik testlere tabi tutulurlar. Bu testlerde, kap cidarlarında kalıcı şekil değişiklikleri meydana gelmemelidir.

Öngörülen her türlü tahribatsız muayenelerden geçmiş tüm basınçlı kaplar **TL** sörveyörünün denetim ve gözetiminde izin verilen en yüksek dayanma basıncı değerinde (üreticisi tarafından üretim bilgi etiketinde yazılı olan dayanma basıncı değerinde) veya tasarım basıncının 1,3 katından az olmayan bir hidrostatik basınçla dayanıklılık deneyinden geçirilecektir. Basınç deneylerinde kullanılacak basınç göstergelerinin

kadranlarındaki son değer deneme basıncının 2 katı kadar olmalıdır. Fakat kadranın son değeri hiçbir şekilde deneme basıncının 1,3 katından küçük olmamalıdır. Aşağıda tarif edilen hidrostatik basınç deneyinde, deney basıncı tasarım basıncına veya en büyük çalışma basıncı değerine kadar düşürülebilir. Hidrostatik basınç deneyi **TL** sörveyörünün gözetim ve denetiminde yapılacaktır.

Yapılacak hidrostatik basınç deneylerinde malzemeler için, aşağıdaki zorlamaların üstüne çıkılmamalıdır:

Belirli bir akma sınırı olan malzemeler için;

$$\leq \frac{R_{eH,20^o}}{1.1}$$

Belirli bir akma sınırı olmayan malzemeler için;

$$\leq \frac{R_{m,20^o}}{2.0}$$

1.2 Basınçlı kaplar ve ısı değiştiriciler test basınçları PP, genellikle müsaade edilebilen maksimum çalışma basıncı PB nin 1,5 katı alınır. Bununla beraber PP, PB + 0,1 MPa'dan ve PB'den büyükse, PR tasarım basıncının 1,5 katından daha az olamaz.

Eğer çalışma basıncı atmosfer basıncının altında ise, test basıncı en az çalışma basıncı kadar alınmalıdır. Alternatif olarak test basıncı 0,2 Mpa veya 0,2 N/mm^2 atmosfer basıncı alınabilir.

Buhar tesislerinin yoğuşturucularına uygulanan deney basınçları için, Bölüm 3'e bakınız.

1.3 Kazan ateşleme tesislerine ait basınçlı yakıt devrelerine bağlantılı tüm basınçlı kap ve cihazlar, yakıt taraflarından minimum 0,5 MPa'dan daha az olmamak üzere, çalışma basıncının 1,5 katındaki bir basınçta test edilmelidir. Buhar taraflarından test ise, 1.2'de belirtilen şekilde yapılır.

1.4 DIN 4810 standartlarına uygun su temin eden sistemlerin basınçlı kapları, bu standartlarda belirtildiği şekilde, 520 kPa, 780 kPa veya 1,3 MPa'lık basınçlarda denenirler.

1.5 Hava soğutucuları, su taraflarından minimum 0,4 MPa'dan veya 0,4 N/mm^2 'den az olmamak üzere, maksimum çalışma basınçlarının 1,5 katındaki bir basınçta test edilir.

1.6 Özel durumlarda, sudan başka maddelerle yapılan basınç testleri, **TL**'nun müsaadesi ile mümkün olabilir.

1.7 Sıcak su üreticileri, tanınmış standart veya direktif ile uyumlu olacak şekilde bir test basıncına tabi tutulur ancak bu değer , izin verilen maksimum çalışma basıncının 1,3 katından az olmamalıdır.

2. Sızdırmazlık Deneyleri

TL, tehlikeli maddeler içeren (örneğin; sıvılaştırılmış gazlar gibi) basınçlı kap ve cihazlardaki gaz sızdırmazlık testleri için, özel isteklerde bulunma hakkına sahiptir.

3. Gemiye Yerleştirildikten Sonraki Deneyler

Gemiye yerleştirildikten sonra, kap ve cihazlara ait donanımlar ve ayrıca güvenlik teçhizatının yerleştirme şekilleri ve ayarları dikkatle incelenmeli ve gerektiğinde çalışma testleri yapılmalıdır.

G. Basınçlı Gaz Silindirleri / Tüpleri

1. Genel

Aşağıdaki kurallar basınçlı gaz silindirlerinin dış çapının iç çapına oranına bağlı olarak değişiklik gösterir:

- $D_a/D_i \leq 1,6$ silindirik cidarlar için,
- $D_a/D_i \leq 1,7$ borular için,
- $D_a/D_i \leq 1,2$ küresel cidarlar için,

Dış çapı $D_a \leq 200$ mm olan silindirik duvarlara basınçlı gaz tüpü adı verilir.

1.1 Buradaki kurallara göre basınçlı gaz tüpleri, hacmi en fazla 150 litreye, dış çapı en fazla 420 mm.ye ve uzunluğu en fazla 2000 mm. ye kadar olan ve özel bir doldurma istasyonunda gazla doldurulmuş ve kullanılmak üzere gemiye getirilmiş bulunan kaplar anlamına gelir (Bu konuda ayrıca Bölüm 18'e bakınız).

1.2 Buradaki kurallar, aşağıda belirtilen gaz silindirleri için geçerli değildir:

- İzin verilen maksimum çalışma basıncı en fazla 0,05 N/mm^2 olan gaz silindirleri veya

- Kapasitesi $\leqslant$ 0,5 litre olan gaz silindirleri.

1.3 Buradaki kurallar, aşağıda belirtilen gaz silindirleri için sınırlı ölçüde geçerlidir:

- İzin verilen maksimum çalışma basıncı en fazla 20 N/mm^2 ,

- Kapasitesi 0,5 litre'den büyük ve 4 litreden küçük.

Bu gaz silindirleri için resim onayı yapılmayabilir. 5.2'den 5.5'e kadar deneyler, 6'ya göre işaretleme ve 7'ye göre tanınmalar yapılacaktır.

2. Onaylama İşlemi

2.1 Belgeleme

Planlanan damga şeklinin tanımı ile birlikte resimler onay için 3 kopya halinde verilecektir.

2.2 Malzemeler

2.2.1 Kullanılacak ham maddelerin ayrıntıları (kimyasal analiz, üretici adı, gerekli özelliklerin kapsamı ve onay formu) verilecektir.

2.2.2 Planlanan ısıl işlemin ayrıntıları verilecektir.

2.2.3 Üretimin tamamlanmış ürünlerin malzeme özelliklerinin ayrıntıları (akma sınırı, çekme mukavemeti, darbe mukavemeti, çatlama özelliği) verilecektir.

3. Üretim

3.1 Basınçlı gaz silindirleri tanınmış bir metoda göre, uygun malzemeden üretilmeli ve karşılaşılabilecek olan zorlamalara karşı, tam bir güvenle dayanabilecek niteliklerde olmalıdır.

Aşağıda belirtilen tipler mevcuttur:

- Çelikten yapılan dikişsiz gaz tüpleri,

- Çelikten yapılan kaynaklı gaz tüpleri.

Tüm diğer tipler, **TL**'nun özel onayına tabidir.

3.2 Dikişsiz gaz silindirlerinin üretim işlemleri **TL** tarafından onaylanmalıdır.

3.3 Ana gövdesi kaynaklı olan gaz tüpleri yukarıda belirtilen kural isteklerini karşılayacaktır.

4. Tasarım Hesapları

4.1 Kullanılan terimler

p_c = Tasarım basıncı (tespit edilen test basıncı), [N/mm^2]

s = En küçük et kalınlığı, [mm]

c = Korozyon payı, [mm]

= 1 mm, gerekirse,

D_a = Basınçlı gaz silindirinin dış çapı, [mm]

D_i = Basınçlı gaz silindirinin iç çapı, [mm]

R_{eH} = Garanti edilmiş üst akma sınırı, [N/mm^2]

$R_{p0.2}$ = Garanti edilen %0,2 uzama sınırı, [N/mm^2]

R_m = Garanti edilen minimum çekme mukavemeti, [N/mm^2]

R_e = Akma sınırı, R nin tayini için mukayese değeri olarak gereklidir, [N/mm^2]
ya $R_e = R_{eH}$,
veya $R_e = R_{p0.2}$,

R = Aşağıdaki iki değerden küçüğü, [N/mm^2]

1) R_e

2) - 0.75 R_m normalize edilmiş veya hem normalize edilmiş hem de temperlenmiş silindirler

- 0.90 R_m su verilmiş ve temperlenmiş (ıslah edilmiş) gaz silindirleri

σ_{perm} [N/mm^2] İzin verilen gerilme (= ¾ R),

β = Bombeli aynalar için tasarım katsayısı (Bölüm 12, D.4'e bakınız), [-],

v = Zayıflama katsayısı (Bölüm 12, D.2'ye bakınız), [-],

4.2 Deney basıncı

0,66 kg/litre doluluk faktörüne sahip CO_2 tüpleri için tespit edilmiş test basıncı, 25 N/mm^2 (veya 250 bar) basınca eşittir.

Diğer gazlar için test basıncı, ulusal veya uluslararası kurallara göre (Technical Rules for Gases under Pressure - TRG) veya **TL** ile anlaşmaya varılmak suretiyle, belirlenir.

Anlaşmazlık olması halinde, deneme basıncı en yüksek çalışma basıncının (PB) en az 1,5 katı olarak alınacaktır.

4.3 Silindirik yüzeyler

Silindirik gövdeli basınçlı kaplar için en küçük duvar kalınlığı aşağıdaki formüle göre hesaplanan değerden daha küçük olamaz. Korozyon payı olmaksızın, şekil verildikten sonra silindir gövdeli basınçlı kabın duvar et kalınlığı 2,4 mm'den daha az alınmayacaktır.

$$s = c + \frac{D_a \cdot p_c}{2 \cdot \sigma_{perm} \cdot v + p_c}$$

4.4 Küresel aynalar

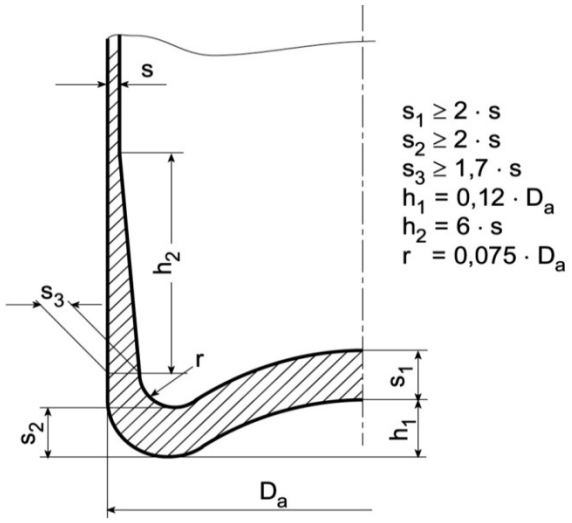
$$s = c + \frac{D_a \cdot p_c}{4 \cdot \sigma_{perm} \cdot v + p_c}$$

4.5 Dışa bombeli aynalar

$$s = c + \frac{D_a \cdot p_c \cdot \beta}{4 \cdot \sigma_{perm}}$$

4.6 İçe bombeli aynalar

Bombeli aynalara uygulanacak koşullar, Şekil 14.1'de gösterilmiştir.



Şekil 14.1 İçe bombeli aynalar

4.7 Alternatif hesaplamalar

Sonuçların asgari olarak eşdeğer olması koşuluyla, EN 1964-1 veya ISO 9809-1'e göre alternatif hesaplamalar yapılabilir.

5. Basınçlı Gaz Silindirlerinin Deneyleri

5.1 Onay işlemi

TL, aşağıdaki prosedürlere göre onay verebilir:

5.1.1 Grupların tekil örnekli deneyi

TL merkez ofisinin doküman onayından sonra, 5.3÷5.5'e göre gerekli testler yapılacaktır.

5.4.3'deki düzenlemeler uygulanmayacaktır.

5.1.2 Tip onayı ve grupların tekil örnekli deneyi

TL merkez ofisinin doküman onayından sonra, ilk üretim serisi, 5.3 ÷ 5.5'e göre gerekli testler yapılacaktır.

5.4.3'deki düzenlemeler uygulanabilir.

5.1.3 Tip onayı ve deneylerin düzeni

TL merkez ofisinin doküman onayından sonra, onay testleri ile ilgili olarak, üretici **TL** ile özel test düzenlemeleri yapabilir.

5.2 Örnek numune alma

5.2.1 Normalize edilmiş silindirler

Aynı potada eritilen ve aynı ısıl işlemden üretilmiş her 400 adet silindirden iki tanesi örnek olarak alınacaktır.

5.2.2 Su verilmiş ve temperlenmiş silindirler

Aynı potada eritilen ve aynı ısıl işlemden üretilmiş her 200 adet silindirden iki tanesi örnek olarak alınacaktır.

5.3 İlk örnek silindirin deneyi

5.3.1 5.2.1 ve 5.2.2.'ye göre seçilen birinci örnek tüpten, boyuna veya enine doğrultusunda, bir adet boyuna çekme test parçası, üç adet enine eğilme test parçası ve bir grup ISO V-tip çentik darbe test parçası alınacaktır. Çentik darbe test parçaları -20°C'da test edilecektir. Ortalama darbe enerjisi en az 35 Joule olmalıdır.

5.3.2 İlk örnek tüpün silindirik zarfının et kalınlığı, boyun, orta ve tabandan geçirilen 3 enine düzlemde ölçülür. Tüp taban kalınlığı ise, bu kısmın testere ile kesilmesiyle ölçülür.

5.3.3 İlk örnek tüpün boyun iç yüzeyi ile dip kısımları, olası üretim kusurlarının belirlenmesi amacıyla muayene edilecektir.

5.4 İkinci örnek silindirin deneyi

5.4.1 İkinci örnek tüp 5.4.2'ye göre patlama testine tabi tutulacaktır.

5.4.2 Yarılma (patlama) deneyi

5.4.2.1 Patlama testine tabi tutulması öngörülen test tüpleri, içinden alındığı grupta açıkça tanımlanabilmelidir.

5.4.2.2 Gerekli patlama basıncı, PP (formülde p_p) test basıncının en az 1,8 katı olmalıdır.

5.4.2.3 Hidrostatik patlama testi, birbirini takip eden iki kademede yapılır. Bu test, tüpü patlatana kadar basıncı devamlı olarak arttırabilen ve basınç eğrisini zamanın fonksiyonu olarak kaybeden bir test cihazı ile yapılır. Test, oda sıcaklığında yapılır.

5.4.2.4 İlk aşamada, basınç plastik şekil değiştirmenin başlangıcındaki değere kadar arttırılmalıdır. Basınç artışı saniyede 0.5 N/mm^2 değerini aşmamalıdır.

Plastik şekil değiştirmeye eriştikten sonra (ikinci aşama) pompanın kapasitesi ilk kademedeki kapasitenin iki katını aşmamalıdır. Bu kapasite gaz silindirinin patlamasına kadar sabit tutulmalıdır.

5.4.2.5 Çatlağın oluşumu incelenmelidir. Gevreme oluşmamalı ve kopan parçalar ayrılmalıdır.

5.4.3 Normalize edilmiş tüplerden test için ayrılmış grup 400 parçadan az ve su verilmiş ve temperlenmiş grup 200 parçadan az ise sadece her iki grupta bir grup patlama testine tabi tutulur.

5.5 Gaz silindirlerinin tümünün deneyi

5.5.1 Teste tabi tutulacak her gaz tüpü için, 4.2'ye uygun test basıncı ile bir hidrostatik test yapılacaktır.

5.5.2 Teste tabi tutulacak her gaz tüpü, nihai bir göz muayenesine tabi tutulacaktır. Gaz tüpleri, onay dokümanlarında belirtilen istekleri sağlamalıdır.

TL'nun muayenesinde, ağırlık ve hacimsel kapasite kontrolü ile markalama işlemi, gaz tüplerinin %10'unda, **TL** sörveyörü tarafından gerçekleştirilecektir.

5.5.3 Üretici, her gaz tüpü için hacimsel kapasiteyi ve ağırlığı belirlemelidir.

5.5.4 Su verilmiş ve temperlenmiş tüpler, üretici tarafından %100 sertlik testine tabi tutulacaktır. Aksine anlaşma yapılmadıkça, 5.2'deki bir test grubu için incelenen sertlik değeri 55 HB'den fazla bir sapma göstermeyecektir.

5.6 TL sörveyörünün gözetimi

Aksine anlaşmaya varılmadıkça (5.1.3'e bakınız), 5.3, 5.4.2, 5.5.1 ve 5.5.2'deki testlerde **TL** sörveyörünün gözetimi gereklidir.

6. Tanıma ve Markalama / Etiketleme

Her gaz silindiri aşağıdaki şekilde markalanacaktır:

- Üreticinin adı veya ticari ünvanı,
- Üretim seri numarası,
- Gazın cinsi,
- Tasarımda dayanım (gerilme) değeri [N/mm^2],
- Kapasite [litre],
- Test basıncı [N/mm^2],
- Boş ağırlık [kg],
- Deney tarihi,
- Deney damgası.

7. Eşdeğer Deneylerin Tanınması

Başka örnekler için doğrulanmış deney sonuçları eğer yukarıda belirtilen hususlara uygun ve gereken koşulları sağlayacak şekilde yapılmış ise, test sonuçları **TL** tarafından tanınabilir.

7.1 Grupların tekil örnekli deneylerinin tanınması

7.1.1 Dökümanların onayı ve **TL** tarafından tanınan bir kuruluşun tip onayı verilirse, gruplar halindeki tekil testler ile kontrol edilen gaz tüpleri **TL** tarafından tanınabilir.

7.1.2 Burada, üretim kayıtları dahil tüm dokümanlar **TL** merkez ofisine verilmeli ve sonuçların uygunluğu açısından değerlendirilmelidir.

7.1.3 Gaz silindirleri dokümanlara uygunluk yönünden dıştan kontrol ve sörveye tabi tutulacaktır.

7.2 Üretici sorumluluğundaki deneylerin tanınması

TL dışındaki bir kuruluş tarafından onaylanma esas alınarak, üreticinin sorumluluğunda üretilen gaz tüpleri için, 5.1.1'deki onay prosedürü yerine getirilmelidir.

BÖLÜM 15

BRÜLÖRLER VE YAKIT YAKMA DONANIMI

Sayfa

A. GENEL **15-** 2

1. Kapsam

2. İlgili Ek Kurallar

3. Onaylanacak Belgeler

B. KAZANLAR VE YAĞ ISITICILARI İÇİN YAKIT YAKMA DONANIMI **15-** 3

1. General

2. Isı Üreticileri ve Brülörlerin Ayarlanması

3. İçten Yanmalı Makinaların ve Yakıt Yakma Donanımının Aynı Anda / Peş Peşe Çalıştırılması

4. Yakıtın Ön Isıtılması

5. Pompalar, Boru Hatları, Vanalar ve Donanım

6. Onaylı Yakıtlar

7. Güvenlik Donanımı

8. Brülörlerin Tasarımı ve Yapımı

9. Yanma Odasının, Bacanın ve Egzoz Gazı Kanallarının Süpürülmesi

10. Elektrik Donanımı

11. Denemeler

C. SICAK SU ISITICILARI, YAKIT YAKMALI ISITICILAR VE KÜÇÜK ISITMA UYGULAMALARI İÇİN KULLANILACAK BRÜLÖRLER **15-** 8

1. Yakıt Sisli (Atömizer) Brülörler

2. Buharlaştırma Brülörleri

3. Yakıt Yakmalı Isıtıcılar

4. Yakıt Yakmalı Küçük Hava Isıtıcıları

A. Genel

1. Kapsam

1.1 Isı üreticileri olarak adlandırılan, ana buhar kazanı, yardımcı buhar kazanı, ısı iletim tesisleri, sıcak su ve kızgın su üreticileri ile Bölüm 12, E'ye göre inert gazı üreticilerinin brülörleri ve yakıt yakma donanımı, bu bölümdeki kural isteklerini karşılayacaktır.

1.2 Pervaneyi tahrik eden ana makinalar için buharın gerekli olduğu gemilerde veya işlevleri seyir için vazgeçilmez öneme sahip yardımcı makinalar için yağlı ısıtma sistemlerinin kullanıldığı gemilerde ya da tanklardaki ağır akıtın yağla ısıtıldığı gemilerde ve basınç altında yakıtın yakılarak buharın üretildiği sistemlerde en az 2 adet brülör olacaktır. Egzoz gazı kazanı veya bileşik kazan gibi ana sevk sisteminin destekçisi olan yardımcı kazanlar için tek brülör kabul edilebilir. Tek parça halinde üretilmeyen, ayrık parçalı brülörlerin kullanıldığı yerlerde; sistemin işlevsel bütünlüğü ve çalışma güvenliği açısından bu tür birleşik brülörler bir basınç pompası, emiş hattında bir süzgeç, basma hattında bir süzgeç ve gerekiyorsa bir de ısıtıcıdan oluşmalıdır.

1.3 Brülör sayısının 2 veya daha fazla olduğu devrelerde, brülörlerin sayısı, kapasitesi ve çalışma düzeni öyle seçilmelidir ki; bir yada birkaç brülör arıza yapıp devre kışı kalsa dahi geride kalan sağlam brülörler seyir güvenliği açısından buhar üretmek için yeterli yakıt yakabilecek kapasitede olmalı veya kızgın yağlı ısıtma sistemlerinde ısıtılacak yağ için gereken miktarda yakıt yakabilecek kapasitede olmalıdır.

1.4 Makinaların çalışması için önemli olmayan, ancak makina dairesinde veya makinaların çalışması için temel teşkil eden donanımı içeren mahallerde yer alan diğer ısıtma donanımının brülörleri için, buradaki kurallar benzeşim yoluyla uygulanacaktır.

1.5 Brülörlerin ilave olarak, atık ve yakıt çamurunun (sludge) yakılması için kullanıldığı hallerde, gerekli önlemler için, her durumda yarı ayrı olmak üzere **TL** ile anlaşmaya varılacaktır.

1.6 Tüm bunlara ek olarak bu bölümün izleyen kısımlarında yer alan genel kurallara uyulması her türlü donatım ve uygulamaları için zorunludur.

2. İlgili Ek Kurallar

Aşağıdaki **TL** Kuralları, benzer şekilde uygulanır:

Bölüm 12,	Buhar kazanları ve kızgın su üreticileri için
Bölüm 13,	Termal yağ sistemleri için
Bölüm 14,	Basınçlı kaplar ve sıcak su üreticileri için
Bölüm 16, A÷D, G, M, Q, R	Boru devreleri, pompalar, vanalar ve ilgili donanım için
Bölüm 18	Yangından korunma ve yangın söndürme donanımı
Elektrik Kuralları, Kısım 5,	Elektrik donatımı için
Otomasyon, Kısım 4-1	Otomasyonlu makina sistemleri için (AUT)

3. Onaylanacak Belgeler

3.1 Isı üreteçlerinde kullanılan brülörlerin özellikleri, resimleri, tasarım bilgileri onay için **TL**'na üç kopya halinde verilecektir. Onaylanacak belgelerde aşağıdaki ayrıntılar yer almalıdır:

- Brülörün genel planı,
- Parça listeleri ile birlikte brülörün boru devresi ve donanım diyagramı,
- İşlev tanımı,
- Elektrik diyagramları,
- Elektriksel kontrol ve emniyet ile ilgili donanım listesi.
- Kullanılacak yakıtlar için brülör ve yağ yakma donanımının uygun olduğunun üretici tarafından onaylanması.

3.2 TS/EN 267'ye göre veya **TL** tarafından eşdeğerliliği onaylı bir standardın isteklerine uygun olan ve bir üçüncü taraf kuruluşunca sertifikalandırılmış olan

brülörler için, resim onayı kapsamı her durumda ayrı ayrı olmak üzere **TL** ile anlaşmaya varılacaktır. Emniyetle ilgili bileşenler, gemide kullanıma uygun olmalıdır.

B. Kazanlar ve Yağ Isıtıcıları İçin Yakıt Yakma Donanımı

1. Genel

1.1 Kazanlar ve yağ ısıtıcıları, devamlı ve doğrudan gözetim altında çalışmayan ısı üreticileri otomatik yakma donanımı ile çalışacaktır.

1.2 Kumandaların harekete geçirdiği her ateşlemeden önce bir fan ile yeterli boşaltma yapılmalıdır. Genelde, en az 15 saniyelik bir boşaltma yeterlidir. Duman gazı kanalı yeterli değilse, boşaltma süresi uygun şekilde arttırılacaktır.

1.3 Elektrikle çalışan bileşenlerden oluşan yakıt yakma donanımı, çalıştırma panelinde yer alan acil durum şalteri ve donanım bulunduğu mahallin dışındaki bir yerdeki acil durum şalteri ile devre dışı bırakılabilmelidir. Benzer şekilde, buharla çalışan yakıt pompaları da uzaktan kapatma düzenleri ile donatılacaktır.

1.4 A.1.1'de belirtilen ısı üreticileri, brülör kumanda kutusunun veya ısı üreticisinin kumanda donanımının elektriksel olarak arızalanması halinde, brülörün emniyetli çalışmasını sağlayan elle çalıştırma düzenine sahip olacaktır. Elle kontrolde alev izlemesi aktif kalacaktır.

1.5 Elle kumandada, sistemin devamlı ve doğrudan gözetimi gereklidir.

1.6 Emniyet cihazları, sadece anahtarlı şalterlerle işlevini yerine getirebilmelidir. Anahtarlı şalterlerin çalışması gösterilecektir.

1.7 Kazan fanlarının alıcı kısımlarından nemin veya katı maddelerin girmesi önlenmelidir.

1.8 Yağın sızma olasılığının olduğu yerlere uygun biriktirme tavaları konulacaktır.

1.9 Kazanlarda buhar üretim kapasitesi azaldığında/azaltıldığında veya brülörler kapatıldığında; kızdırıcılardaki yağın aşırı ısınmasını önlemek için, kazan yağlarının ısıtıldığı yerlerin yapısal boyutları, yeterli büyüklükte olmalıdır.

2. Isı Üreticileri ve Brülörlerin Ayarlanması

2.1 Brülörler tasarlandıkları devre üzerindeki yerlerine doğru bağlanmadıkları sürece, yakıt besleme hattından brülöre yakıt akışı gerçekleşememelidir. Yakıt besleme hattı kapatıldığında brülörlerin yakması durmalıdır. Yakıt beslemesi devam ettiği sürece; brülörler kendiliğinden devre dışı kalamamalıdır.

2.2 Yakıt brülörleri, alevlerin kazan duvarlarına veya yanmanın oluştuğu yeri sınırlayan borulara zarar vermeyeceği şekilde, tasarımlanmalı, yerlerine takılmalı ve ayarlanmalıdır. Aksi halde, hasara uğrama olasılığı bulunan kazan kısımları, aleve dayanıklı kaplama ile korunmalıdır.

Ateşleme sistemi, alevlerin kazan veya makina dairesine geri tepmesini önleyecek ve yanmamış kızgın yakıtın tehlikesizce geri dönmesini sağlayacak biçimde düzenlenmelidir.

2.3 Kazandaki yanmayı, alevi ve ayrıca kazan duvarlarını gözetleyebilmek için, ısı üreticilerinin veya brülörlerinin uygun yerlerine gözetleme delikleri konulmalıdır.

2.4 Brülörlerin buharla temizlendiği devrelerde ve/veya sis gibi ince buhar bağlantılarına sahip brülörlerde; vanalar gibi bağlantı noktalarında sızıntı ile yakıt-buhar karışımına izin vermeyecek önlemler alınmalıdır.

2.5 Olası sızıntı yerlerinden gelecek yakıt sızıntıları sızdırmaz tavalarda güvenle toplanmalı ve aktarılmalıdır (Bölüm 18'e bakınız).

3. İçten Yanmalı Makinaların ve Yakıt Yakma Donanımının Aynı Anda / Peş Peşe Çalıştırılması

Yakıt yakan tesislerin çalışması, aynı mahalde bulunan, örneğin; içten yanmalı makinalar veya hava kompresörü gibi, çok hava tüketen diğer makinaların neden olduğu hava basıncı değişimlerinden zarar görmemelidir.

4. Yakıt Ön Isıtılması

4.1 Yakıt ön ısıtıcıları, gemide bulunan ısı üreticilerinin çalıştırılmasını kolaylaştırmalıdır.

4.2 Eğer yalnızca buharlı ön ısıtıcılar mevcutsa, kazanın başlangıçta ısıtılması için, ön ısıtmayı gerektirmeyen yakıtlar kullanılmalıdır.

4.3 Yakıtın ön ısıtılmasında kumanda edilebilen her türlü ısı kaynağı kullanılabilir. Bununla beraber, açık alevle bir ön ısıtmaya müsaade edilmez.

4.4 Isı üreticilerinin devreye sokulmasına kadar olan safhada yakıtın ön ısıtılması, ek dolaşım devresi bağlantıları ile sağlanmalıdır.

Ağır yakıttan hafif yakıta geçişte, hafif yakıt kızdırıcılar içinden geçirilmemeli veya aşırı ısınmasına izin verilmemelidir (alarm sistemi).

4.5 Ön ısıtma sıcaklığı, fazla köpürmeleri, buhar veya gaz oluşumunu ve ısıtma yüzeyinde kalıntı oluşmasını önleyecek şekilde seçilmelidir.

Atmosferik basınçtaki tanklarda bulunan yakıta ön ısıtma uygulanıyorsa Bölüm 16, V'deki isteklere uyulmalıdır.

Brülörlere yollanan yakıt kesildiğinde; geri dönüş hatlarından brülöre dökülmesini önlemek için geri döndürmez vana kullanılacaktır.

Basınçlı yakıt ısıtıcılarının boyutlandırılmaları ve yapımları hususunda, Bölüm 14'deki (basınçlı kaplar) kurallar uygulanır.

4.6 Sıcaklık veya viskozite ayarları otomatik olarak yapılmalıdır. Basınçlı yakıt devrelerinin izlenebilmesi için, brülörlerin ön tarafında bir termometre veya yakıtın akıcılığını ölçen bir viskozimetre yer almalıdır.

4.7 İzin verilen yakıt sıcaklığının veya viskozitesinin üstüne çıkılması veya altına düşülmesi hallerinde, bu durum, ısı üreticilerinin çalışma platformuna bir uyarı tertibatı vasıtasıyla bildirilmelidir.

5. Pompalar, Boru Hatları, Vanalar ve Donanım

5.1 Pompalar, boru hatları, vanalar ve donanım için Bölüm 16, G.9'a bakınız.

5.2 Basınçlı boru devresinden brülöre yakıtın geçişi, gerektiğinde yakıt dağıtım devresindeki toplayıcıda (biriktiricide) bulunan ve elle harekete geçirilebilen bir çabuk kapama tertibatıyla durdurulabilmelidir. Brülörün tasarımına ve çalışma tarzına bağlı olarak, her bir brülörün hemen önünde olmak üzere, birer çabuk kapama düzeneğinin takılması ayrıca istenebilir.

6. Onaylı Yakıtlar

Onaylı yakıtlar için Bölüm 1, D.16'da yer alan kural isteklerine bakınız.

7. Güvenlik Donanımı

7.1 Brülör tesisatının harekete geçmesindeki veya kapanmasındaki güvenlik işlevlerinin doğru bir sırada yapılması brülör kumanda otomatı ile sağlanmalıdır.

7.2 Brülöre yakıt sağlayan devrede iki adet otomatik ani kapama cihazı bulunmalıdır.

Brülörü ateşlemeden sonra yakıt pompası kapatılıyorsa, ateşleme brülörüne yakıt sağlayan devre için bir otomatik ani kapama cihazı yeterlidir.

7.3 Otomatik çabuk kapama ana valfi, her kazan manifoldunun yakıt beslemesi yapılan hattına uygun bir konuma yerleştirilmelidir, Yerleşimi ve kumanda konumu tehlike durumunda doğrudan ya da uzaktan ile rahatça çalıştırılabilecek şekilde düzenlenmelidir..

7.4 Otomatik ani kapama cihazları ilk harekete geçişte yakıtın brülöre geçişini serbest bırakmamalı ve çalışma sırasında, (otomatik olarak tekrar harekete geçme olasılığı) aşağıdaki arızalardan birinin oluşması durumunda, yakıtın geçişini kesmelidir:

- Yakıt sisinin oluşması için gereken basınçta düşüklük (buhar ve basınçlı havalı yakıt sisi yapıcılar, atomizerler);

- Yakıt sisinin oluşması için gereken yakıt basıncının düşmesi (basınç atomizerleri) **(1)**,

- Dönüş hattında izin verilen maksimum basıncın aşılması (brülörler dönüş hattı ile);

- Döner başlığın devir sayısının yeterli olmaması veya ana hava basıncının çok düşük olması (döner tip yakıt sisi oluşturucular, atomizerler);

- Yakma havasının gelmemesi **(1)**;

- Kumanda sistemleri için gerekli gücün kesilmesi;

- Mekanik hava emme fanlarının arızalanması veya egzoz gazı kanalının yeterince açılamaması;

- Brülörlerin çalışma konumunda olmaması.

7.5 Aşağıdaki durumlarda, yakıt sağlanması otomatik ani kapama cihazları ile kesilmeli ve bir brülör kumanda otomatı ile kilitlenmelidir:

- Harekete geçmeyi takip eden güvenli süre içerisinde alev oluşamıyorsa (7.7'ye bakınız);

- Çalışma sırasında alev sönmüş ve güvenli süre içerisinde yeniden brülörü yakma girişimi başarısız kalıyorsa, veya;

- Sınırlayıcılar harekete geçmişse.

7.6 Geri dönüşlü brülörlerde, geri dönüş üzerinde otomatik bir ani kapama tertibatı bulunmalıdır. Eğer kapanmış brülörde, geri dönüş devresi basınçsız ise ve brülör durdurulduğu zaman geriye yakıt akamıyorsa, geri dönüş üzerindeki bu donanımdan vazgeçilebilir.

7.7 Her brülör, alev izleyen bir güvenlik cihazı ile donatılmalıdır. Bu cihaz, brülörün ilk çalışmaya başlamasında veya alevin sönmesini takiben aşağıdaki güvenlik sürelerine **(2)** uymalıdır:

– İlk harekete geçmede 5 saniye

– Çalışma sırasında 1 saniye

Saatte 30 kg. a kadar yakıt yakan brülörlerde, gerekli görülmesi halinde, daha uzun güvenlik sürelerine müsaade edilebilir. Ana alev için güvenlik süresinin ateşleyici etkisiyle uzamasına karşı önlemler alınmalıdır (örneğin; pilot brülörler gibi).

7.8 Emniyet ve izleme cihazları (örneğin; brülör kumanda kutusu, alev izleme cihazı, otomatik ani kapama düzeni ve sınırlayıcılar) tip onaylı olmalı ve gemide kullanıma uygun olmalıdır (A.2'ye bakınız).

7.9 Emniyet ve izleme cihazlarının devreye girmesi durumunda, ısı üreticisinin kontrol panelinde, makina kontrol odasında ve diğer uygun bir yerde sesli ve görsel alarmla anlaşılabilecek düzenleme yapılacaktır.

7.10 Emniyet ve izleme cihazlarının devreye girmesinden sonra ateşleme sisteminin elektriksel kilitlenmesi, sadece ateşleme sistemi kontrol panelinden iptal edilebilecektir.

7.11 Her brülörün elle çalıştırılma ve kumanda noktasında dikkat çekecek uygun bir yerde uyarı notu bulunacaktır. Uyarı notunda brülörlerin elle kumanda veya lokal olarak kullanımda fırın yeterince havalandırıldıktan sonra ateşlenmesi gerektiği ve ayrıca bu koşullarda yapılması gereken işlemler ya da önlemeler belirtilecektir.

---

(1) *Pompada yakıt veya hava beslemesi izleme cihazı veya yaylı ani kapama düzeni yoksa tek şaftlı motor çıkışı durumunda motor-fan-pompası veya çift şaftlı motor çıkışı durumunda fan-motor-yakıt pompası düzeni varsa, yukarıdaki istekler kabul edilir. Diğer durumlarda fan ile elektrik motoru arasına pozitif kaplin konulması gereklidir.*

(2) *Emniyet süresi, alev mevcut değilken, yakıtın yanma odasına sevk edilmesinde geçen izin verilen maksimum süredir.*

8. Brülörlerin Tasarımı ve Yapımı (3)

8.1 Brülörlerin tipi, yapısı, yakıtı sis gibi püskürten ve hava ile karıştıran donanımı ile birlikte tam ve mükemmel bir yanmayı sağlamalıdır.

8.2 Yakıt brülör donanımı, hareketli parçalar nedeniyle oradaki personeli tehlikeye sokmayacak tarzda yapılmış olmalıdır. Buna, özellikle, körüklerin emme taraflarında dikkat edilmelidir. Bunlar, aynı zamanda damlama suyunun içeri girmesine karşı da korunmuş olmalıdır.

8.3 Çalışma durumunda geriye çekilebilen veya döndürülebilen brülörlerin geriye çekilmesi veya döndürülmesi durumunda, çalışmayacak şekilde otomatik olarak kilitlenecektir. Dönmüş durumda brülörü tutabilmek için, bir tutucu düzen yapılmalıdır.

8.4 Buhar sisi üreteçleri (steam atomizer), yakıtın buhar devresine girmesine engel olabilen düzenek ve donanıma sahip olacaktır.

8.5 Yanma havası ortak bir körükten sağlanan çok sayıdaki brülörlerden oluşan tesisatlarda, her brülör bir kapama tertibatıyla (örneğin; klape gibi) donatılmalıdır. Kapama tertibatı, tespit edilebilir olmalı ve durumu da belirlenebilmelidir.

8.6 Her brülör bir ateşleme tertibatı ile donatılmalıdır. Süpürmenin bitiminden sonra, derhal ateşleme işlemi başlamalıdır. Düşük kapasiteli tek gövdeli brülörlerde (yakıt pompası ve körük impelleri arkasında sabit kavrama bulunan), eğer bu brülörler yanma odasının tavanında tertiplenmemişlerse, brülörün harekete geçmesiyle birlikte ateşleme başlayabilir.

8.7 Kesilmelerden sonra üfüren brülörlerde, kesilme sırasında püskürtülen artık yakıtın, güvenli şekilde tutuşması için önlemler alınmalıdır.

8.8 Yakıtın yerçekimi etkisiyle brülöre aktığı sistemlerde, ikiz süzgeçler (dubleks filtre) brülörün besleme boru hattına yerleştirilmeli, süzgeç kanatlarından herhangi biri kirlendiğinde, yakıt diğer kanattan geçirilmeli ve bu sırada kirli kanadın temizliği gerçekleşebilmelidir.

8.9 Brülörün ilk çalıştırılması sırasında yardımcı ısıtıcı dahil, limandayken kara elektriğine gerek duymayacak uygun bir ateşleme aygıtı ya da elle kumanda pompası sistemde yer almalıdır.

8.10 Kullanılan ekipmanlar, özellikle pompalar ve kapatma cihazları, belirli uygulamalar ve yakıt kullanımı için uygun olacaktır.

9. Yanma Odasının, Bacanın ve Egzoz Gazı Kanallarının Süpürülmesi

9.1 Brülörlerin her çalışmaya başlamasından önce, yanma odası ve baca yeterli bir şekilde süpürülmelidir. Bir uyarı levhasıyla bu durum belirtilmelidir.

9.2 Brülör ateşleme işleminden önce fırının ön süpürülmesi tamamlanacak şekilde yerleştirme yapılmalıdır. Yanma odası ve baca gazı kanallarının baca girişine kadar olan toplam hacimlerinin 4 katı kadar büyüklükte havanın değişim için kullanılması ve fırının havalandırılarak süpürülmesi için yeterlidir.

---

(3) *Bu kuralların amacına uygun anlaşılabilmesi için aşağıdaki tanımlar yapılmıştır:*

"Tam otomatik yakıt brülörü" *otomatik ateşleyiciye ve otomatik alev görüntüleyiciye sahip olan ve çalışması sırasında müdahale gerektirmeyen, gemi personel tarafından müdahale edilmesine gerek kalmaksızın ayrıca devreye kendiliğinden giren ve devreden çıkan, kumandası kendinden kontrollü yakıt yakma makinasıdır.*

"Yarı otomatik yakıt brülörü" *ateşleyicisi, alev izleme görüntüleyicisi ve kumandası otomatik olmasına rağmen ancak elle kumanda edilerek devreye alınan ve elle kontrol edilerek devreden çıkarılabilen yakıt yakıcı makinadır.Brülör devre dışı kaldıktan sonra otomatik olarak yeniden ateşleme olmaz.*

"Elle çalıştırılan yakıt brülörü" *her ateşleme işleminin bizzat elle kumanda edilerek yapıldığı yakıt yakıcı makinadır. Brülör, güvenlik sistemi tarafından alev izleyici ve sınırlandırıcılarla otomatik olarak görüntülenebilir ve devre dışı kalabilir. Brülörün çalışması yalnızca Brülörün devreye tekrar alınması da yine elle kumanda yoluyla gerçekleşir.*

Süpürme süresi belirlenirken, hava akış debisi dikkate alınmalıdır. Tüm hava kapakları ve hava menfezleri tamamen açılmadıkça ve emme fanı çalışmadıkça işlem başlamamalıdır.

9.3 Yanma odasının toplam hava hacminin üç kat yenilemesi ve baca girişine kadar gaz kanallarının yeterli olması gereklidir. Normal olarak süpürme, toplam yakma havasının en az 15 saniye süreyle uygulanması şeklinde yapılır. Bununla beraber, süpürme, ateşleme sisteminin maksimum ısıtma gücü için gerekli olan yakma havası hacminin, en az %50'si ile yapılmalıdır.

9.4 Egzoz gazı kanallarında keskin köşelerden ve akışta süreksizlik doğuracak çözümlerden kaçınılmalıdır.

Davlumbaz ve bacalara ayar klapeleri takılmasından kaçınılmalıdır. Donatılacak her ayar klapesi, havalandırma kanalı kesit alanının bir minimum değere düşmesi halinde, yakıt beslemesini durduracak şekilde düzenlenmelidir. Ayar klapesinin ayar durumu, kazan çalıştırma istasyonunda izlenebilmelidir.

9.5 Hava kanalları, ayar klapeleri (damperler) veya benzeri tertiplerle donatıldığı takdirde, yakıt akışı kesin olarak kesilmedikçe, yanma mahallerinin süpürülmesi için gerekli hava miktarının var olduğundan emin olunmalıdır.

9.6 Eğer bir cebri hava emme fanı mevcutsa, fanın harekete geçmesinden önce brülör sisteminin çalışmasını bir kilitleme düzeni önlemelidir. Baca deliğine takılmış kapama klapesi varsa, bu da uygun bir kilitleme düzeni ile donatılmalıdır.

10. Elektrik Donanımı

Elektrik donanımı ve korunma derecesi **TL** Kısım 5, Elektrik Kuralları kitapçığındaki isteklere uygun olacaktır.

Yüksek gerilimli ateşleyiciler, yetkisiz kullanıma karşı emniyetli olmalıdır.

11. Denemeler

11.1 Üretici Yerindeki Denemeler

Isı üreticilerinin brülörleri için, aşağıda belirtilen muayeneler üretim yerinde yapılacak ve **TL** onay sertifikası ile doğrulanacaktır:

- Göz muayenesi ve bütünlük kontrolü,
- Varsa ve tasarım açısından gerekli ise yakıt ön ısıtıcılarının basınç testi,
- Brülörün basınç testi,
- Yalıtım direnç testi,
- Yüksek gerilim testi,
- Güvenlikle ilgili donanımın işlev testi.

11.2 Gemideki denemeler

Brülörü ilk kez çalıştırmak için gerekli olan süpürme zamanını belirleyen çalışma değerleri ve denemelerine göre brülörün ve bağlı sisteminin devreye kurulumuna karar verilecektir. Tüm yük koşullarında tatmin edici yanma özellikleri ile güvenlik donanımının çalışma güvenilirliği denenerek kontrol edilecektir.

11.2.1 Montajı takiben, boru hattı ve üzerindeki donanım bir bütün olarak ele alınıp, yakıt sisteminin basınç ve sızdırmazlık testi yapılacaktır, Bölüm 16, B.4'e bakınız.

11.2.2 Gemideki ısı üreticisine monte edilen tablo dahil sistem, aşağıda belirtilen şekilde işlev testine tabi tutulacaktır. Özellikle gerekli boşaltma süresi belirlenecek ve elle çalıştırma gösterilecektir.

- Donanımın gerekli bileşenleri için bütünlük kontrolü,
- Güvenlikle ilgili tüm donanımın işlev testi,
- Brülör kontrol kutusunun işlev testi,
- Maksimum ve minimum brülör gücünün belirlenmesi,
- İlk çalıştırmada, ilgili yanma odası basıncında maksimum ve minimum brülör gücündeki alev kararlılığının belirlenmesi. Belirtilmeyen basınç değişimlerine izin verilmez.

- Dumanın boşaltımı için gerekli sürenin ve emniyet sürelerinin kanıtı,

- Yasal istekler durumunda CO_2 (muhtemelen O_2)'nin yanma özellikleri, CO hacimsel içerik minimum, ortalama ve maksimum güçte kurum miktarı ile ilgili kanıtlar.

- Brülörün değişik yakıtlarla çalıştırılması durumlarında, bir yakıt kalitesinden diğerine geçişte ve özellikle alev gözetlemesi için emniyetli işletme için, var ise ani kapama valfleri ve ön ısıtıcı kontrol edilecektir.

Tüm ayarlamalarındaki doğru yanma ve emniyet donanımının işlevi doğrulanmalıdır. Üretim yerindeki muayenelere ait **TL** onay sertifikası, işlev testleri sırasında **TL**'na verilecektir.

11.3 A.1.2'de belirtilen brülörlerin, atölye muayenesine gerek yoktur.

TL sörveyörü gözetiminde gemide işlev testine tabi tutulacaktır.

11.4 Aşağıda gerekçeleri açıklanan alev arızaları durumunda brülörün kapanma süresi ile sürenin ayarlanabilmesi halinde yapılacak işlemlerin sırası **TL** Sörveyörünün denetim ve onayına sunulacaktır:

- Normal çalışma koşullarında, brülörün devreye alınması sırasında yakıt besleme hattındaki vananın açılmasını takiben alev arızası nedeniyle kapanması arasında geçen zaman süreci dengeli ve düzenli alev formunun oluşmasına yetecek kadar uzun olmalıdır. Fakat bu süreç istenmeyen ateşlemenin sonucunda hasar oluşma olasılığını ve fırına gönderilecek yakıt miktarını en az seviyede tutmalıdır.

- Normal çalışma koşullarında, yanlış alev alarmı olasılığı dikkate alınarak, alev arızası saptandıktan sonra brülörün yakıt besleme hattındaki vananın kapanması arasında kalan zaman dilimi, vananın tam kapanmasını önleyecek kadar da uzun olmalıdır. Fakat böyle bir olasılık durumunda bu süreç hem istenmeyen ateşlemenin yol açabileceği hasarı hem de brülöre basılan yakıt miktarını en az seviyede tutmalıdır.

11.5 Brülör ve ilgili donanım gemiye yerleştirildikten sonra, basınçlı yakıt devresi sızdırmazlık ve basınç denemesinden geçirilecektir. İlgili kural istekleri için Bölüm 16, B.4'e bakınız.

C. Sıcak Su Isıtıcıları, Yakıt Yakmalı Isıtıcılar ve Küçük Isıtma Uygulamaları İçin Kullanılacak Brülörler

1. Yakıt Sisli (Atomizer) Brülörler

1.1 Tam ve yarı otomatik yakıt sisli brülörler TS/ EN 267 veya **TL** tarafından tanınmış eşdeğer standarda uygun olmalıdır. Hava fanının kontrol edilmesiyle; her ateşlemeye uygun süpürme ayarlanarak gerçekleşmelidir. Genellikle; 5 saniyeyi aşmayan süpürme süreci yeterli bulunmaktadır. Egzoz gaz kanalının yetersiz/uygun olmadığı yerlerde, süpürme süreci de bununla göreceli olarak artırılacaktır.

1.2 Elektrik donanımı, aksamı ve yalıtımı **TL** Elektrik Kuralları kitapçığında öngörülen istekleri karşılayacaktır. Yüksek voltajlı ateşleyiciler yetkisiz kişilerin erişim ve müdahalesine karşı korunmalı olacaktır.

1.3 Hava emiş hattına damper veya menfezler yerleştirilmiş ise; yanma odalarının yeterince havalandırılıp, süpürülmesinin sağlanmasına özel önem verilmelidir.

1.4 Döner tip brülörlerde yakıt beslemesi kesildikten sonra dönme hareketi sona ermelidir. Aynı zamanda, yüksek voltajlı ateşleme donanımı da .devre dışı kalmalıdır.

1.5 Herhangi bir acil durum ortaya çıktığında, brülörün yerleştirildiği bölümün dışına yerleştirilmiş acil durum kapama düğmesi yardımıyla, tüm sistem kapatılabilmelidir.

2. Buharlaştırma Brülörleri

2.1 Brülörün (çanak veya pota tipi brülör vs)

tasarımı yakıtı tüm yük koşullarında tamamen yakabilecek kapasitede olmalıdır. Geminin her türlü olası trim ve meyil açılarında (bkz Bölüm 1, C.1) ve maksimum yakıt seviyesinde iken, hava kanallarına veya dışarı herhangi bir yakıt dökülmesi olamayacaktır. Brülörün çalışması, çalışmasının izlenmesi ve bakım-tutumu kolayca erişilerek yapılabilmelidir.

2.2 Brülörler öngörülen debide yakıt akışını sabitleyen ayar düzeneğine sahip olmalıdır. Brülörün güvenlik donanımı yakıt miktarının izin verilen düzeyin üzerine çıkmasının engelleyebilmelidir. Brülörün ayar düzeneği, geminin denizde yapacağı hareketlerden ve alacağı trim veya meyil gibi yatma açılarından etkilenmemelidir.

2.3 Brülörler yakıtı yakmak için yeterli havayı emecek bir fan veya üflece sahip olarak üretilmelidir. Üfleç arızalandığında, yakıt beslemesi otomatik olarak kesilmelidir. Hava üfleci olmayan brülörlere sahip ısıtma donanımları sorunsuz yanmayı garanti edecek kadar havanın basıldığı A.1'de sözü edilen bölmelere yerleştirilerek çalıştırılmalıdır.

3. Yakıt Yakmalı Isıtıcılar

3.1 Isıl kapasitesi saatte 42.000 kJ değerini aşmamak kaydıyla; hava üfleci olmayan ancak yakıtı sis halinde püskürtülmüş olarak kullanan brülörlerin monte edildiği yakıt yakan ısıtıcılar, A.1'de sözü edilen bölmelere yerleştirilerek çalıştırılmalıdır. Bu tip ısıtıcılar, işlevleri gereği fazlaca havaya gereksinim duyan içten yanmalı makinaların veya hava kompresörlerinin yerleştirildiği bölmelerin dışına konumlandırılarak çalıştırılmalıdır.

Bu tip ısıtıcılar çalıştırılma yönergesine uygun uyarı levhası ile donatılacaktır. Isıtıcı henüz sıcak iken ve yeterince soğumadan tekrar ateşlendiğinde geri tepme tehlikesiyle de karşılaşılabileceği uyarı levhasında belirtilmelidir.

3.2 Yakıt yakan ısıtıcılar DIN EN 1 standartlarına veya **TL** tarafından tanınmış uluslararası standartlara uygun tasarımlanarak üretilmiş olmalı, denenmeli ve uygunluğu belgelenmiş olmalıdır.

Kumanda-kontrol ve güvenlik donanımının çalışması geminin denizdeki hareketlerinden ve trim/meyil yapmasından etkilenmemelidir.

3.3 Egzoz boruları ve kanallarının en kesit alanı ısıtıcının egzoz çıkış kesitinden küçük olamaz ve egoz boru hattı olabildiğince düz olarak düzenlenmelidir. Egzoz boru hattının yatay düzenlenmesine izin verilmez.

Aşağıya doğru geri akımı önlemek üzere egzoz bacası çıkışlarında gereken güvenlik önlemleri (örneğin dönen pervaneli aspiratörler, eksenel akışlı fanlar, vb.) alınmalıdır.

4. Yakıt Yakmalı Küçük Hava Isıtıcılar

4.1 Çalıştırılma türlerine bağlı olarak, C.1'den C.3'e kadar olan kural istekleri yakıt yakmalı hava ısıtıcıları içinde aynen uygulanacaktır.

Bu bölümde adı geçen standartlara uygun olamayan donanımın gemilerde kullanılması ancak örneğin patlama korumalı yanma odası ve baca gazı kanalı gibi diğer araçlarla fonksiyonel emniyetin kanıtlanması durumunda izin verilecektir.

4.2 Isıtma kanalları, üreticinin yerleştirme ve çalıştırma yönergelerine uygun olarak ustalıkla düzenlenmelidir.; Ekipmanın aşırı ısınma tehlikesine maruz kalmamak için kanal en kesitindeki azalmalar, kısılmalar ve keskin köşe dönüşlerden kaçınılacaktır. Aşırı ısınma durumunda, bir termostatik kumanda cihazı kapatmalıdır.

BÖLÜM 16

BORU DEVRELERİ, POMPALAR, VANALAR VE İLGİLİ DONANIM

Sayfa

A. GENEL **16-** 4
1. Kapsam
2. Onaylanacak Belgeler
3. Boru Sınıfları

B. MALZEMELER, TESTLER **16-** 7
1. Genel
2. Malzemeler
3. Malzeme Testleri
4. Borularda Hidrolik Testler
5. Yapısal Testler, Isıl İşlem ve Tahribatsız Muayeneler

C. BORU ET KALINLIĞI VE MUKAVEMET HESABI **16-** 23
1. En Küçük Et Kalınlığı
2. Tasarım Hesaplamaları
3. Esneklik
4. Donanım
5. Flençler

D. BORU DEVRELERİ, VANALAR, DONANIM VE POMPALAR İÇİN ESASLAR **16-** 28
1. Genel
2. Boru Bağlantıları
3. Yerleşim Planı, İşaretleme ve Döşeme
4. Kapatma Aygıtları (Vanalar)
5. Gemilerin Borda Vanaları
6. Uzaktan Kumandalı Vanalar
7. Pompalar
8. Boru Sistemlerinin Aşırı Basınçlara Karşı Korunması
9. Ek Klas İşareti FS Olan Gemilerdeki Boru Devreleri
10. Hortumlar
11. Genleşme Körükleri
12. Su Geçirmez Perdelerden, Güvertelerden ve Tank Üstlerinden Geçen Boruların Düzeni
13. Deniz (Kinistin) Sandıkları

E. BUHAR BORU HATLARI **16-** 48
1. Bağlantılar
2. Buhar Boru Devrelerinin Hesabı
3. Buhar Devrelerinin Döşenmesi
4. Buhar Süzgeçleri
5. Çalışma Güvenliği
6. Genleşmelere Karşı Buhar Devrelerinin Kontrol Edilmesi

F. KAZAN BESİ SUYU, DOLAŞIM DEVRESİ VE YOĞUŞMUŞ SUYUN GERİ DÖNÜŞÜ **16-** 49
1. Besi Suyu Pompaları
2. Besi Suyu Pompalarının Kapasitesi
3. Besi Suyu Pompalarının Çıkış Basıncı
4. Ana Kazan Besi Suyu Pompalarının Güç Kaynağı

5. Besi Suyu Devreleri
6. Kazan Suyu Dolaşım Sistemi
7. Besi Suyu Sağlanması, Tatlı Su Üreticileri
8. Yoğuşmuş Suyun Tekrar Dolaşımı
G. YAKIT SİSTEMLERİ **16-** 50
1.Yakıt Depolama/Doldurma Devreleri
2.Yakıt Aktarma ve Basma Devreleri
3.Boru Hattının Döşenmesi
4.Yakıt Aktarma, Basma ve Basınç Yükseltme Pompaları
5.Çoklu Ana Makina İçin Düzenlemeler
6.Kapatma Düzenleri
7.Süzgeçler
8.Saflaştırıcılar/Ayrıştırıcılar
9.Yakıt Yakma Donanımı
10. Servis Tankları
11.Ağır Yakıtla Çalışma
12. Örnek Alma Noktaları
H. YAĞLAMA YAĞI SİSTEMLERİ **16-** 57
1.Genel Gereklilikler
2.Yağlama Yağı Sistemleri
3.Yağlama Yağı Pompaları
I. DENİZ SUYU İLE SOĞUTMA DONANIMI **16-** 59
1. Deniz Bağlantıları, Deniz Sandıkları
2. Buz Klaslı Gemiler İçin Özel Kurallar
3. Deniz Vanaları
4. Süzgeç
5. Deniz Suyu Soğutma Devresi Pompaları
6. Havuzlamada Soğutma Suyunun Sağlanması
K. TATLI SU SOĞUTMA SİSTEMLERİ **16-** 62
1. Genel
2. Isı Değiştiriciler, Soğutucular
3. Genleşme Tankları
4. Tatlı Su Soğutma Devresi Pompaları
5. Sıcaklık Ayarı
6. Soğutma Suyunun Ön Isıtılması
7. Acil Jeneratör Grubu
8. Elektrikli Ana Sevk Sistemleri İçin Soğutma Suyu Beslemesi
L. BASINÇLI HAVA DEVRELERİ **16-** 63
1. Genel
2. Kumanda-kontrol havası
M. EGZOZ GAZI DEVRELERİ **16-** 64
1. Egzoz Borularının Döşenmesi
2. Susturucular
3. Deniz Suyu Soğutmalı Egzoz Devrelerinde Su Boşaltım Düzeni
4. Yalıtım
5. Tankerler İçin Ek Kurallar
N. SİNTİNE DONANIMI **16-** 65
1. Sintine Devreleri
2. Boru Çaplarının Hesabı
3. Sintine Pompaları
4. Çeşitli Bölmeler İçin Sintine Devresi Düzeni

5. Yolcu Gemileri İçin Ek Kurallar
6. Tankerler İçin Ek Kurallar
7. Sintine Deneyi
O. SİNTİNE SUYU, YAKIT VE YAĞ ATIKLARINI DEPOLAMA VE ARITMA DONANIMI **16-** 74
1. Yakıt ve Yağ Ayrıştırma Donanımı
2. Yakıt Atıklarının ve Yağ Artıklarının Boşaltılması
P. BALAST SİSTEMLERİ **16-** 75
1. Balast Devreleri
2. Balast Pompaları
3. Bordadan Bordaya Enine Su Geçirme Düzeni
4. Tankerler İçin Ek Kurallar
5. Çalışma Deneyi
Q. KIZGIN YAĞLI ISITMA SİSTEMLERİ **16-** 77
1.Pompalar
2. Vanalar
3. Boru Devreleri
4. Boşaltım ve Depolama Tankları
5. Basınç Deneyi
6. Sızdırmazlık ve Çalışma Deneyi
R. HAVA FİRAR, TAŞINTI VE İSKANDİL BORULARI **16-** 78
1.Hava firar ve taşıntı borularının düzeni
2.İskandil borularının düzeni
S. İÇME SUYU SİSTEMLERİ **16-** 82
1. İçme suyu tankları
2. İçme suyu tank bağlantıları
3. İçme suyu devresi
4. Basınçlı su tankları ve sıcak su hazırlayıcılar
5. İçme suyu pompaları
6. İçme suyu üretimi
T. PİS SU VE YERÇEKİMLİ BOŞALTIM SİSTEMİ **16-** 82
1. Genel
2. Yerleşim
3. FS ek klas işaretli gemiler için ek kurallar
4. Yerçekimli boşaltım sistemi
U. HORTUM DEVRELERİ VE KOMPENSATÖRLER **16-** 89
1.Kapsam
2.Tanımlar
3.İstekler
4.Montaj
5.Denemeler
6.Yük (kargo) hortumları
7.İşaretleme/etiketleme
V. SIVI YAKIT, YAĞLAMA, HİDROLİK VE KIZGIN YAĞ VE PETROL ARTIKLARININ DEPOLANMASI **16-** 91
1.Genel
2.Sıvı yakıtların depolanması
3.Yağlama yağları ve hidrolik yağların depolanması
4.Kızgın yağların depolanması
5.Petrol atıklarının depolanması
6.Dahili kullanım amaçlı gaz tüplerinin depolanması

A. Genel

1. Kapsam

Bu kurallar; ana sevk sistemi, yardımcı sistemler ve taşınan yük ile ilgili basınçlı ya da basınçsız tüm boru devrelerinin, devreleri oluşturan her türlü pompa ve boru donanımı parçasının (boru, tüp, hortum, vana, dirsek, flenç, conta, genleşme gözetleme camı, süzgeç ve biriktirici, vb.) kontrolü ya da sertifikalandırılması için hazırlanmıştır. Kurallar metal olan ve metal olmayan her tür boru ve boru donanımı için detaylandırılmıştır.

Bu bölümde yer alan kurallar aynı zamanda geminin veya taşınan yükün güvenliğini doğrudan veya dolaylı olarak etkileyebilecek olan **TL**'nun Makina Kuralları kitabındaki diğer bölümlerde ayrıntılarıyla anlatılan boru devrelerine de uygulanacaktır.

Yanıcı ve parlayıcı, zehirli, aşındırıcı veya diğer zararlı kimyasallar maddelerin taşınmasında kullanılan tankerlerdeki yük elleçleme, yük aktarma gibi boru devreleri için Bölüm 20'de belirtilen kurallar bu bölümde yer alan isteklere ek olarak karşılanmalıdır.

Kimyasal maddelerin proses boru devresi, buradaki kuralların kapsamı dışındadır.

Gaz kaynağı donanımı ile ilgili kurallar "Gemilerde Gaz Kaynağı Donanımının Dizaynı, Donatımı ve Testleri için Kurallar" da yer almaktadır.

2. Onaylanacak Belgeler

2.1 Aşağıda yer alan plastik borular, fitingler ve bağlantılar için resimler, belgeler ve bilgiler üç kopya halinde onaylanmak üzere **TL**'ye sunulacaktır.

- Plastik borular için ısıl ve mekanik özellikler, kimyasal dayanıklılık, üretim detayları, tasarım ve üretim için referans alınan ve **TL** tarafından kabul edilmiş uluslararası standartları kapsayan tüm teknik bilgiler

- Boru üreticisinin kalite anlayışını ortaya koyan üretim sonu denemeleri, deney sonuçları ve bu yönde alınmış sertifikalar,

- Boru hatlarının borda, perde, bölme ve güverte geçişleri, kaynak uygulama ayrıntıları ve boruların birleştirilme detayları ile uygulamaların izlendiği standartlara ait ayrıntılar,

- Yakıt tanklarının yerlerini de gösteren makina dairesi genel yerleşim planı,

- Devrelerin kurulum amaçları, boru hatlarının yerleşim planları, boruların ve donanımın teknik özellikleri (anma çapı, iç ve dış çap, et kalınlığı, çalışma basıncı ve sıcaklıkları, dayanım basıncı ve dayanım sıcaklığı, test edilme basıncı, test edilme sıcaklığı; malzeme özellikleri, üretim tarihi ve yerine ilişkin bilgiler, boruların duyarlı oldukları kimyasallar, devrede yol açacağı basınç kaybı değerleri vs), boru desteklerinin yerleştirilme aralığı, boruların üretimine ait kataloglar, tablolar, hesaplamalar ve borular ile ilgili her türlü tasarım resmi ve planı,

- Boruların, dirseklerin ve donanımın ayrıntılı birleştirme resimleri

- İçten yanmalı makinaların çalışması için gerekli boru devrelerinin kuruluş resimleri,

- Buhar türbini ve buhar üreten tesislerin çalışması için gerekli boru devrelerinin kuruluş resimleri,

- Hidrolik sistemler, pnömatik sistemler ve oksi asetilen sistemi gibi diğer boru devreleri, v.s.,

- Balast sistemleri,

- Sintine ve gravite dreyn boru sistemleri ve tank bağlantıları (kargo tanklarından başka),

- Kazan besi suyu ve yoğuşum sistemleri,

- Basınçlı hava sistemleri,

- Soğutma suyu sistemleri,

- Kazanların, çöp yakıcıların ve ana makinaların egzoz boru devreleri,

- Yakıt depolanma tanklarının yapısal kesit görünüş resimleri, yakıt tanklarının boşaltma düzenleri, boşaltım tavalarının resimleri, tank yerleştirme planları dahil olmak üzere yakıt dolum, aktarım, işleme ve boşaltım devrelerinin kuruluş resimleri,

- Yağlama yağı depolanma tanklarının yapısal kesit görünüş resimleri, yağlama yağı tanklarının boşaltma düzenleri, boşaltım tavalarının resimleri, tank yerleştirme planları dahil olmak üzere yağ dolum, aktarım, işleme ve boşaltım devrelerinin kuruluş resimleri,

- Gemilerde helikopterler için yakıt doldurma devresi, yangın güvenliği dâhil bağlantı detaylarını da içeren yakıt depolama tankı resimleri, Bölüm 18, O'ya bakınız.

- Sıhhi tesisat (kullanma suyu) devresi,

- Deniz suyu devresi,

- Hava firar, taşıntı ve iskandil düzenekleri,

- Buhar devresi boru hattının analizi (eğer yapılmış ise),

- Tank havalandırma ve taşıntı sistemleri,

- Yukarıda adı geçmemesine rağmen Sınıf I ve Sınıf II'ye giren tüm boru devreleri,

- Bölüm 18'de anlatılan yangın söndürme sistemine ait devreler

2.2 Akar yük basmakta kullanılan yük pompalama devrelerinin ve özel gemilere özgü boru devrelerinin onayı için **TL**'nun görüşü alınacaktır.

2.3 Yukarıdaki 2.1 maddesinde sözü edilen boru devrelerinin aşağıdaki bilgileri ve ayrıntıları onay için gereklidir:

- Bu bölümde sözü edilen terimler ve tanımlamalar,

- Tip, boyutlar, anma çapı, et kalınlığı, iç çap, ortalama yüzey pürüz yüksekliği veya sürtünme katsayısı, veya birim boru boyu başına oluşan basınç kaybı,

- Devrede oluşacak basıncın en büyük değeri, devrenin karşılaşabileceği dış ortam basıncının en büyük değeri, çalışma sıcaklığı ve sıcaklık değişim aralığı,

- Metal borular ve boru donanımı için malzeme özellikleri, metal dışı malzemeden yapılma plastik borular için ise üretimde kullanılan reçinenin türü, epoksi türü reçine kullanılmış ise sertleştirici olarak kullanılan katkı maddesi veya güçlendirilmiş polyester reçineli borularda reçine kullanım yüzdesi, ısıl dayanıklılığı olan plastik borular için üretim sırasında uygulanan kaplama türü, ısıl koruyucu kaplamanın yapılma ayrıntıları, yapısında iplik içeren plastik borular için iplik sarım açısı, boruların birbirine alıştırılması ve birleştirme için kullanılan yöntem ayrıntıları,

- İşaretleme (etiketleme) ayrıntıları, varsa kullanılan sembollerin anlamı, üretici yönergeleri, yerleştirme ve döşeme ayrıntıları, ekonomik ömrü,

- Devrede dolaşan akışkanın özellikleri, alevlenebilir akışkanlar için parlama noktası, akım debisi alt ve üst sınır değerleri, pompanın karşılayabileceği basıncın en büyük değeri ve/veya güvenlik vanalarının ayar bilgileri,

- Elektrik iletkenliği ve topraklama ayrıntıları,

- Yangına dayanıklılık seviyesi,

- Ölçme, kayıt ve kontrol.

2.4 Boru devresinin önemli parçalarının teknik ayrıntıları ve üretim standartları, **TL** Sertifikası ile belgelendirilmek için gereklidir.

2.5 Detay standartları kitapçığı (perde, bölme, güverte kaplamalarının kaynak işçiliği ile boru birleştirmeleri ve perde geçişleri işçilikleri hakkında ayrıntılı bilgiler içeren, tekne inşaatının yapım yolunu

açıklayan kitapçık). Bu bilgilere 2.1'de sözü edilen devrelerin şemalarını da eğer istenirse eklenebilir.

2.6 Uzaktan kumandalı vanalar için aşağıdaki planlar ve dökümanlar onaya sunulmalıdır:

- Boru devre şemaları ile boru devresinin ve kumanda konsollarının kurulum planları,

- Kumanda kontrol düzenekleri ile harekete geçirme (aktuator) mekanizmasının ayarları,

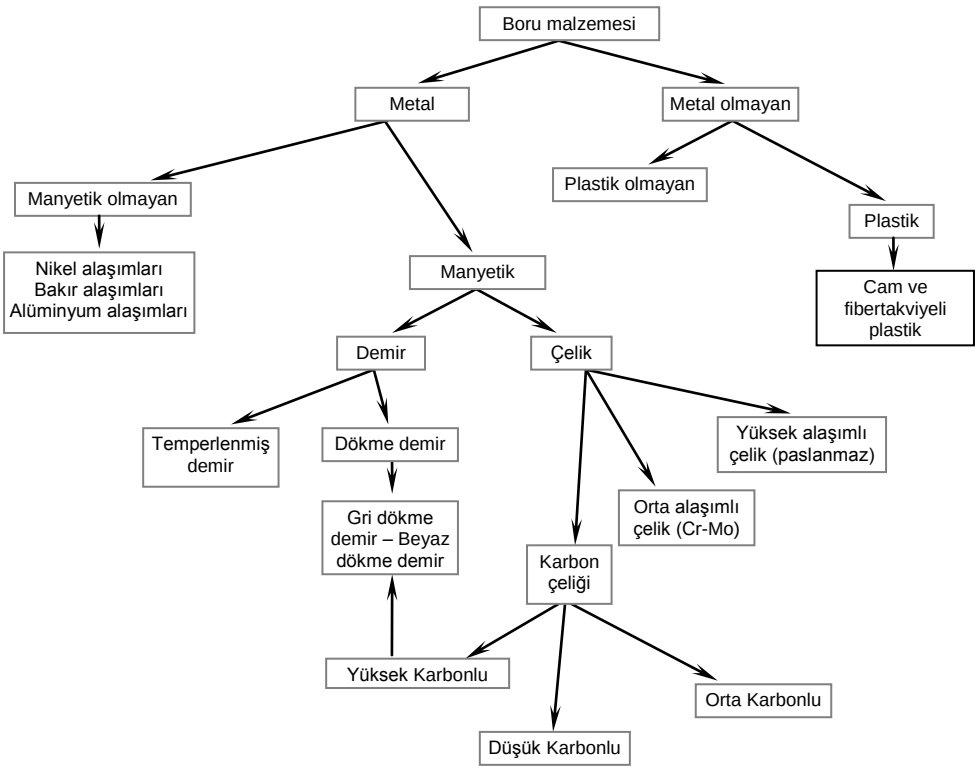
- Kısım 5, Elektrik Kuralları'nda yer alan kural isteklerini sağlayan güç kaynaklarına ait devre şemaları.

2.7 Çalışma sıcaklığı 400°C'ın üzerinde olan buhar devreleri için, gerilme-dayanım hesapları ve izometrik veriler birlikte sunulur.

3. Boru Sınıfları

Borular Şekil 16.1'de verilen malzemelerden ve **TL** tarafından tanınan uluslararası standartlara uygun olarak üretilecektir.

Boru devreleri Tablo 16.1'de verildiği gibi kullanım yerlerine, tasarım basınçlarına ve tasarım sıcaklıklarına göre üç sınıfa ayrılır. Her boru sınıfının kendisine özgü tasarım, üretim ve denenmesi için kural istekleri vardır. Bu bölümde yer alan B.2.6 başlığı altındaki kısım hariç olmak üzere tüm kural istekleri metal borulara uygulanacaktır. B.2.6 başlıklı alt bölümde yer alan kural istekleri ise yalnızca plastik borulara uygulanacaktır.



Şekil 16.1 Boruların üretildikleri malzeme türleri

Tablo 16.1 Boruların tasarım basınçları ve sınıflandırılması

Borunun içeriği / Boru devresinin tipi	PR (Tasarım basıncı, bar) ve t (Tasarım sıcaklığı, °C)		
	Boru Sınıfı - I	Boru Sınıfı - II	Boru Sınıfı - III
Zehirli içerikler	Tümü	-	-
Alevlenme noktasının üzerinde ısıtılan yanıcı maddeler	Tümü	**(1)**	-
Alevlenme noktası 60°C veya altında olan yanıcı maddeler	Tümü	**(1)**	-
Sıvılaştırılmış gazlar	Tümü	**(1)**	-
Buhar	PR > 16 veya t > 300	7 < PR ⩽ 16 170 < t ⩽ 300	PR ⩽ 7 ve t ⩽ 170
Isı ileten sıvılar	PR > 16 veya t > 300	7 < PR ⩽ 16 150 < t ⩽ 300	PR ⩽ 7 ve t ⩽ 150
Sıvı yakıtlar, yağlama yağı, alevlenebilir hidrolik sıvılar	PR > 16 veya t > 150	7 < PR ⩽ 16 60 < t ⩽ 150	PR ⩽ 7 ve t ⩽ 60
Hava, gaz Alevlenmeyen hidrolik sıvılar Kazan besleme suyu, yoğuşma suyu Soğutma için deniz suyu ve tatlı su Soğutucu donanımlarda kullanılan tuzlu su	PR > 40 veya t > 300	16 < PR ⩽ 40 200 < t ⩽ 300	PR ⩽ 16 ve t ⩽ 200
Petrol tankerleri için kargo devreleri	-	-	Tümü
Gaz ve kimyasal tankerlerin kargo ve havalandırma devreleri	Tümü	-	-
Soğutucu akışkanlar	-	Tümü	-
Açık uçlu (kapanmayan) devreler (boşaltma, havalandırma devreleri, taşıntı devreleri ve kazan boşaltma devresi)	-	-	Tümü
(1) *Eğer özel güvenlik düzenlemeleri varsa ve yapısal güvenlik tedbirleri alındıysa, boru sınıfı II de geçerlidir.*			

B. Malzemeler, Testler

1. Genel

Malzemeler amaçlandıkları uygulama maksadına uygun olmalı ve **TL**'nun Kısım 2, Malzeme Kuralları'na uymalıdır. **TL**, özellikle korozyona neden olan ortamda kullanılan malzemeler için özel koşullar getirebilir. Kaynaklar için, Bölüm 14, Basınçlı Kap, Boru ve Makina Elemanları Kaynak Kuralları'na bakınız. Buhar kazanlarındaki ve kızgın yağlı sistemlerdeki boru, vana ve fitinglerde kullanılan malzemeler için Bölüm 12 ve 13'e bakınız.

Yangının, yanıcı sıvıların boşalmasına, su geçirmez bir bölmenin su ile dolmasına veya su geçirmez bütünlüğün bozulmasına neden olabileceği boru sistemleri ve bileşenlerinde, düşük ısı direncine sahip (erime noktası 925 °C'ın altında) malzemeler kabul edilmez. Bu istekten farklılıklar, her durumda ayrı ayrı olmak üzere değerlendirilecektir.

Çelik dışındaki malzemeler, bileşenler ve donanımları (örneğin; makina, türbin ve dişli kutusu tesisleri) ile ilgili yangın riski bakımından değerlendirilebilir. Aşağıdaki uygulamalarda, çelik dışındaki malzemelerin kullanımı kabul edilir:

1.1 Kusurlanma durumunda makinanın üzerine veya makina mahalli içine yanıcı sıvı boşalımına neden olmayan dahili borular, veya

1.2 Makina kaverleri, subap kapakları, kemşaft kapakları, muayene levhaları, toplama tankları gibi, makina çalışırken sadece içten sıvı püskürtmesine maruz bileşenler. Buradaki koşul, bu bileşenlerin ve içinde yer alan elemanların içindeki basıncın 0,18 N/mm^2 'den az olması ve karterin hacminin 100 litreden küçük olması gerekliliğidir, veya

1.3 ISO 19921:2005/19922:2005 standardına

veya İdare tarafından kabul edilen diğer standartlara göre yangın test kriterine uygun olan ve öngörülen donanımda mekanik özelliklerini muhafaza eden, makinalara bağlı bileşenler.

2. Malzemeler

2.1 Malzeme üreticileri

Sınıf I ve II boru devrelerinde kullanımı öngörülen borular, dirsekler, fitingler, vana muhafazaları, flençler ve yarı-mamul elemanların üreticileri **TL** onaylı olmalıdır.

Sınıf III boru devrelerinde kullanım için, diğer tanınmış standartlara göre onay kabul edilebilir.

2.2 Çelik borular, vanalar ve fitingler

Sınıf I ve II'ye ait olan borular dikişsiz yapılmalı veya **TL**'nun onayladığı bir kaynak yöntemiyle üretilmiş olmalıdır. Genelde, karbon ve karbon-manganez çeliğinden borular, vanalar ve donanım 400°C'ın üstündeki sıcaklıklarda kullanılamaz.

Bununla beraber, eğer bunların yapısal durumu ve 100.000 saatlik mukavemeti (ortalama değer için, C.2.3'e bakınız), ulusal veya uluslararası kural ve standartlara uygun ise ve bu değerler çelik üreticisi tarafından garanti edilebiliyorsa, daha yüksek sıcaklıklar için kullanılabilirler.

Aksi takdirde özel alaşımlı çelik borular, valfler ve fitingler **TL** Malzeme Kuralları'na göre kullanılmalıdır.

Aşağıda ismi geçen çeliklerin içerdiği grafit oranına bağlı olarak önem verilmelidir:

- Karbon çeliği 425°C üzeri,
- Karbon-molibden çeliği 470°C üzeri,
- Krom molibden çeliği (Krom % 0,60'ın altında) 525°C üzeri,
- Çalışma sıcaklığı -18 °C'nin altında olan boru devrelerinde kullanılan demir içeren malzemelerin çentik tokluğu özelliklerinin yeterli olması gereklidir.

Burada adı geçmeyen alaşımlı çeliklerin onayı için **TL** Malzeme Kuralları Kitabına başvurulmalıdır.

2.3 Bakır ve bakır alaşımlı borular, vanalar ve fitingler

Bakır ve bakır alaşımlı borular, dikişsiz çekme malzemeden veya **TL** onaylı bir üretim metoduna göre üretilmiş olmalıdır. Sınıf I ve Sınıf II bakır borular dikişsiz olmalıdır.

Bakır ve bakır alaşımları, aşağıdaki limitlerden daha yüksek sıcaklıklara sahip akışkanlar için kullanılmaz:

- Bakır-nikel alaşımlar 300°C
- Yüksek sıcaklık için bronz 260°C
- Bakır ve alüminyum pirinç 200°C

2.4 Nodüler dökme demirden borular, vanalar ve donanım

Çift dip tankları ve kargo tankları içerisindeki sintine, balast ve kargo boruları için ve diğer amaçlar için **TL** tarafından onaylanan, Malzeme Kuralları'na gore nodüler ferritik dökme demirden borular, valfler ve fitingler kabul edilebilir. Özel durumlarda (sınıf II ve sınıf III uygulamalarına yönelik) ve **TL** özel onayına tabi ferritik nodüler dökme demirden valfler ve fitingler 350 °C ye kadar kabul edilebilir. Gemi bordalarına yerleştirilen nodüler ferritik dökme demirden borular, valfler ve fitingler için **TL** Kısım 2, Malzeme Kuralları (Load Line 1966/1988 ve ekleri Kural 22'sine de bakınız) ile uyumlu olmalıdır.

2.5 Lamel grafitli dökme demirden (gri dökme demir) borular, vanalar ve donanım

Gri dökme demirden üretilmiş borular, vanalar ve

donanım Sınıf III için **TL** tarafından kabul edilebilir. Gri dökme demirden borular, tankerlerin kargo tankları içerisinde kargo devreleri için kullanılabilir.

Gri dökme demir borular, vanalar ve donanım, petrol tankerlerinin açık güvertesindeki kargo devrelerinde 16 bar'a kadar bir çalışma basıncı için kullanılabilir.

Sünek malzemeler, kargo hortum bağlantıları ve dağıtıcı başlıklar için kullanılır. Bu, aynı zamanda yakıt hortum bağlantılarına ve yağlama yağı dolum hatlarına uygulanır.

Gri dökme demirin kullanılmasına izin verilmeyen durumlar aşağıda sıralanmıştır:

- Kimyasal madde taşıyan tankerlerin kargo devrelerinde (bkz. Bölüm 20),
- Çatışma perdesi üzerinde yer alan vanalarda,
- Gemi bordasına yerleştirilen deniz valfleri ve borularında,
- 220°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda akışkanların basılması için kullanılacak devrelerde yer alan borular, vanalar ve donanımda,
- Basınç şokunun, aşırı zorlama ve gerilmeler ile titreşimlerin oluştuğu ya da oluşmasının beklendiği boru devrelerinde,
- Statik basınç altında olan yakıt, yağ, hidrolik ve yük tanklarının dış yüzeyine yerleştirilecek vanalarda.
- Basınç ayar vanalarında.

Gri dökme demirin yukarıda belirtilen durumlardan başka hizmetler için kullanımı, **TL**'nun onayını gerektirir.

2.6 Plastik borular

Bu bölümde yer alan kurallar kullanım yeri ve amacı ne olursa olsun plastik malzemeden yapılmış tüm boru devrelerine uygulanacaktır. Ancak, plastik boruların **TL**'nun özel izni ve onayı alındıktan sonra gemilerde kullanılabilecektir.

Test ve uygulamalar için FTP Kod gereklilikleri sağlanacaktır.

2.6.1 Gemilerde kullanılan plastik boruların malzeme özellikleri ve üretim metotları **TL** onaylı olacaktır. Plastik borular aşağıdaki malzeme kompozisyonlarından ayrı veya birleştirilmiş olarak üretilmelidir:

- Elastomerler (tamamen esnek yapılı),
- Termoplastikler (atmosferik koşullarda katı olmasına rağmen ısı etkisiyle yumuşayıp, tekrar şekillendirilebilen)
- Termosetler (reçine katkı maddeleri ile ısı etkisiyle şekillendirildikten sonra, katılığı değiştirilemeyen).

Termoset malzemeler ise cila, döküm veya cam takviyeli olmaktadır.

Bu bölümde yer alan kural isteklerini karşılayan Cam Takviyeli Plastik (CTP) malzemeden üretilmiş plastik boruların gemilerde kullanımı için **TL**'nun özel izni gereklidir.

2.6.2 Plastik borular ve vanalar, birleştirme parça ve yöntemleri ile plastik boru devresi üzerinde yer alan tüm donanım uluslararası standartlara uygun üretilmeli ve plastik boru üreticisinin de **TL** tarafından onaylanmış sürekli tip onay belgesine sahip olması gereklidir.

Takviyeli ya da takviyesiz, ısı etkisiyle üretilmiş her türlü plastik boru ve donanımın gemilerde kullanılabilmesi için malzeme özellikleri konusunda **TL** tip onayına sahip olmalıdır.

Aşağıdaki dökümanlar **TL** tarafından tip onay sertifikasına uygulanır:

- Tasarım basıncı ve tasarım sıcaklığına karşı dayanıklılık ve sızdırmazlık test sonuçları, ve, üreticinin daha önce yaptığı performans karakteristikleri ve plastik borunun içinde ve

plastik boruyu çevreleyen kimyasal maddeler ile oluşan tepkimeler ile ilgili kayıtlar

- Tasarım ve üretim aşamalarına uygulanan plastik borular hakkında yayınlanan ulusal ve uluslararası standartlar ve kodlar,

- Tasarım hesaplamaları ve işlevsel tanımları içeren planlar, resimler, dökümanlar,

- Plastik borunun üreticisine ait kalite yönetim sistemi,

- Boru devresinde bağlantı ve birleştirmelerin nasıl yapılacağını gösteren detay resimleri.

2.6.3 Onaylanmış plastik borular **TL**'nun aşağıda yer alan ek performans değerlerini de sağlamalıdır:

2.6.3.1 Boru donanımı boru donanımının oluşturduğu ağırlık, çalışma sıcaklığı ve çalışma basıncı değerlerinin değişiminde olası en ağır koşullar dikkate alınarak; çevre koşullarından ve tasarım isteklerinden kaynaklanan her türlü statik ve dinamik kuvvetlere dayanacak yeterlilikte olmalıdır.

2.6.3.2 Açık uçlu boru devreleri dahil (taşıntı boruları, hava firar boruları, boşaltım boruları vs), her boru donanımı; geminin yükleme-boşaltma, taşımacılık, yük elleçleme ve mürettebat hareketlerinden kaynaklanan kuvvetlere de dayanabilecek et kalınlığına sahip olmalıdır. Bu durumda servis şartları için gerekli olandan daha fazla ilave kalınlığa gerek görülebilir.

2.6.3.3 Boru devresi oluşturan dirsek, flenç, vana gibi donanım parçalarının karşılaması gereken kural istekleri, plastik boru donanımının bütünü için gerekli olanlarla aynıdır.

2.6.4 Plastik boruların, su geçirmez perde ve güvertelerden ve yangın bölmelerinden geçirilebilmesi için **TL**'nun onayı aranır. Plastik borular sadece boru devrelerinde kullanılmak için onaylanacaktır.

Döşendikleri yere ve uygulama amaçlarına bağlı olarak plastik boruların ayrıca alev dayanıklılık testinden de geçirilmesi istenebilecektir.

2.6.5 Plastik borular için tasarım basıncı

2.6.5.1 İç basınç

Standart üretim plastik boruların gemilerde kullanılabilmesi için, sabit iç basınç altında, zamana bağlı dayanım testi belgesinin **TL**'na sunulması gerekir.

ASTM D1598 standardına göre yapılması gereken hidrostatik testler aşağıdaki koşullarda uygulanmalıdır:

- 0,1 MPa atmosfer basıncında,

- %30 bağıl neme sahip çevre koşullarında,

- 25°C akışkan sıcaklığında,

Plastik boruların tasarımı için iç basınç değeri, normal çalışma koşullarında karşılaşılabilecek en büyük basınçtan az olmayacak şekilde veya herhangi bir emniyet valfinin en yüksek ayar basıncı veya eğer yerleştirilmişse, sistem üzerindeki basınç ayar aygıtının basınç değeri olarak seçilmelidir.

Plastik boruların özelliklerine bağlı olarak Hoop (çember) gerilmesi aşağıdaki formülle hesaplanacaktır.

$$\sigma_{hoop} = \frac{p_{int}(d_a - s)}{2 \cdot s}$$

Burada;

σ_{hoop} = Boru çeperindeki çember (hoop) gerilmesi (N/mm^2),

p_{int} = Boru iç basıncı (MPa)

d_a = Borunun ölçülen anma dış çapı (mm). Güçlendirilmiş termoset borular için güçlendirilmemiş dış çeper dış çap ölçüsüne dahil edilmez. .

s = Ölçülen minimum et kalınlığı (mm).

Güçlendirilmiş termoset borular için minimum güçlendirilmiş et kalınlığı kullanılır.

Plastik borular için izin verilen en büyük hidrostatik basınç aşağıdaki formülle hesaplanan değeri aşamaz.

$$p_{int} = \frac{2 \cdot s \cdot \sigma_{hoop}}{d_a - s}$$

Plastik boruların çalışma iç basıncı olarak aşağıdaki değerlerden küçük olan değer alınır.

$$p_{int} \leq \frac{p_{sth}}{4} \quad \text{veya} \quad p_{int} \leq \frac{p_{lth}}{2,5}$$

Burada;

p_{sth} = Kısa dönemli hidrostatik test dayanım basıncını,

p_{lth} = Uzun dönemli (test süresi 100.000 saatin üzerinde) hidrostatik test dayanım basıncını

göstermektedir.

Sözü edilen uzun ve kısa dönemli hidrostatik test basıncı değerleri prototip test sonuçları ve tasarım hesaplamalarından elde edilir. Uzun dönemli hidrostatik basınç test süreci uzun olduğu için ve aynı zamanda sonuçların sağlıklı olması gerektiği için deneyler ASTM D2837 ve ASTM D1598 standartları dikkate alınarak yapılmalıdır. Bu standartlar, testlerin daha kısa süre içerisinde gerçekleştirilmesine izin verir ve sonuçlar ekstrapolasyonla elde edilir. Nominal iç basıncın ayarlanmasında yaşlanma testlerinden elde edilen sonuçlar göz önüne alınır, ayrıca maksimum servis sıcaklığı öngörüldüğünde tolerans (müsaade) gerekebilir.

2.6.5.2 Dış basınç

Boru içindeki vakum şartlarına tabi olan veya borunun dışındaki sıvı yüksekliğinin etki ettiği herhangi bir montaj için boru devresinin tasarımında dış basınç dikkate alınmalıdır.

Boru devresi, borunun dışında etki eden basınçtan az olmayacak şekilde bir dış basınç için tasarlanır, örneğin; boru dışındaki sıvının maksimum potansiyel yüksekliğinin toplamı + 0,1 Mpa tam vakum basıncı.

Boruların dayanması gereken nominal dış basınç değeri için, çökme oluşturan basıncın 1/3'ü alınır. Çökme test basıncı değerinin deneysel olarak doğrulaması veya hesaplamalar ile uygulanan test yöntemi arasındaki örtüşmeler onaylanmak üzere **TL**'na sunulacaktır.

$$p_{ext} \leq \frac{p_{coll}}{3}$$

Plastik borular için çökme basıncı hiçbir nedenle 0,3 MPa'dan daha düşük alınamaz.

Tatlı su ve deniz suyunun basıldığı devrelerde kullanılacak olan plastik boruların için akışkan basıncı 1 MPa'ı, akışkan sıcaklığı ise 60°C'ı aşamaz.

TL, plastik boru devresinin tasarım amacına göre her boru türü ve donanımı için geçerli hidrostatik basınç testi değerlerinde değişiklik yapma hakkını saklı tutar.

2.6.6 Eksenel gerilmeler

Basınç, ağırlık, geçici dinamik veya süregelen statik yükler nedeniyle plastik boru ekseni doğrultusundaki boyuna gerilmelerin toplam değeri hiçbir şekilde boyuna doğrultuda izin verilen gerilme değerini aşamaz. Termal genleşmelerden, büzülmelerden ve dış yüklerden dolayı oluşan kuvvetler, uygulanabilirse, sistem içindeki boyuna gerilmeleri tanımlarken göz önünde bulundurulmalıdır.

Cam takviyeli plastik borular için ise basınç, ağırlık, geçici dinamik veya süregelen statik yükler nedeniyle oluşan boyuna gerilmelerin toplam değeri hiçbir şekilde 2.6.5'de açıklanan plastik borunun dayanabileceği iç basınca bağlı değişkenlik gösteren çevresel gerilme değerinin yarısını geçemez. İzin verilen boyuna gerilme deneysel olarak veya test ve hesaplama metotları kombinasyonu ile doğrulanmalıdır.

2.6.7 Sıcaklık

Plastik boru sistemi, servis sıcaklık aralığında bu kılavuzların tasarım gereksinimlerini karşılamak zorundadır.

Plastik boruların şekil bozuklukları göstermeye başladığı sıcaklık değeri 80°C'nin altında olmamalıdır. Termoplastik malzemelerden oluşan (PE-Polietilen, PP-Polipropilen, PB-Polibütilen gibi) boru ve boru bağlantılarında ve ikincil öneme sahip sistemlere yönelik olarak şekil bozukluklarının oluştuğu minimum çalışma sıcaklığı için bir sıcaklık gerekliliği **TL** tarafından konulmamıştır.

Maksimum çalışma sıcaklığı, reçinenin veya plastik malzemenin minimum şekil değiştirme sıcaklığından (ISO 75 metot A veya eşdeğerine göre belirlenir) en az 20 $^{\circ}$C aşağıda olmalıdır.

Düşük sıcaklıklardaki sistemler söz konusu olduğunda, malzeme özelliklerine özel önem verilmelidir.

2.6.8 Yangın dayanımı

Plastik boruların yangından korunması özel önem gerektirmekte olup, değişik boru devrelerinde ve sistemlerinde aranılacak özellikler Tablo 16.2'de verilmiştir. Plastik borular yangına dayanıklılık durumlarının saptanması için **FTP Kod** ve MSC.313(88) ile düzeltilmiş haliyle **IMO Resolution A.753(18) Guidelines for the application of plastic pipes on ships'de**, belirtilen testlerden geçirilir.

Test sonuçlarına göre yangın dayanıklılığı açısından 5 ayrı gruba ayrılır:

- L1 grup plastik borular:, yangına dayanıklılığı en yüksek düzeyde olan (Kuru test koşullarında bütünlüğünü kaybetmeden 60 dakika dayanabilen),
- L1 W grup plastik borular: yanıcı sıvıları veya herhangi bir gazları taşımayan ve 60 dakika kuru test koşullarında maksimum %5 debi kaybeden borular olmak üzere L1 sistemlere benzer boru devreleri, ,
- L2 grup plastik borular: yangına dayanıklılığı orta düzeyde olan (Kuru test koşullarında bütünlüğünü kaybetmeden 30 dakika dayanabilen)
- L2 W grup plastik borular: yanıcı sıvı veya herhangi bir gazları taşımayan ve 30 dakika kuru test koşullarında maksimum %5 debi kaybeden borular olmak üzere L2 sistemlere benzer boru devreleri,
- L3 grup plastik borular: yangına dayanıklılığı düşük düzeyde olan (Islak test koşullarında bütünlüğünü kaybetmeden 30 dakika dayanabilen)

2.6.9 Plastik boru devrelerinin yangın dayanımı testi için test metodu

Plastik borular, MSC.313(88) ile düzeltilmiş haliyle IMO Resolution A.753(18) Guidelines for the application of plastic pipes on ships appendix 1, appendix 2, appendix 3'e göre test edilir.

Plastik boruların tip onayı için UR P4.7'ye bakınız.

2.6.10 Kullanım ömrü

Boru devresi için hangi tür malzeme seçilirse seçilsin, güneş ışığı gibi veya daha başkaca zararlı ultraviyole ışınlarının açık etkisi altındaki bölgelere döşenecek borular için ya da deniz suyu, yağlama yağı ve gres yağı gibi sıvılar içerinde kalacak veya bu sıvılarla temas edecek borular için, temas şekli veya süresi ile ilgili herhangi bir kısıtlama olmaksızın, plastik boru malzemesinin mekanik ve fiziksel özelliklerinde güvenlik sınırlarını aşacak veya kullanılabilirliği ortadan kaldıracak ölçüde herhangi azalma ya da kayıp olmayacağını boru üreticisinin garantilemesi gerekir. Boru üreticisinin yıpranmaya dönük boru ömrü tayininin

kabul ve geçerli olabilmesi için bu amaca yönelik uygulanan deneysel yöntemin **TL** onayından geçirilmesi gerekir.

Plastik borular için kabul edilebilir ömür performans ölçütü, boru malzemesinin uğrayacağı kimyasal veya ışınsal olumsuzlukların şiddeti ile boru mekanik ve fiziksel özelliklerindeki azalma miktarı arasında doğrusal ve lineer bir ilişki olmasıdır.

Her durumda plastik boru ömrü 25 yıldan daha az olamaz.

2.6.11 Malzeme yorulması

Tasarım yükleri belirlenirken, plastik boruya etkiyen yükler veya kuvvetler arasında zamana bağlı olarak düzenli veya rassal aralıklarla tekrarlayanlar varsa tasarım yorulma dayanıklılığı yönünden **TL** onayından geçmelidir.

Malzeme yorulması tayin edilirken tasarımcılar geçmişte aynı malzeme ile aynı işletme koşullarında yaşadıkları deneyimlere ya da laboratuarda yapılan deneylerden elde edilen sonuçlara güvenirler. Bununla birlikte, malzeme bileşimi değiştiğinde yorulmaya etkisinin de önemli ölçüde değişeceği konusunda tasarımcıların hazırlıklı olması ve dikkat etmesi önerilir.

2.6.12 Erozyon direnci

Boru devresinde yüksek hızlarda akım söz konusu ise, akım çizgileri süreksizlik gösteriyorsa, akım yüksek hızlı türbülans bölgesinde gerçekleşiyorsa ya da akışkanın kimyasal özelliği yapışkanlılık gösteriyorsa, erozyon riski olasılığı değerlendirmeye alınmalıdır. Erozyonun önüne geçilemeyecekse; boru çeperlerinin erozyona dayanıklılığı kabul edilir sınırlar içerisine çekilmeli; bu amaçla ya boru malzeme türü değiştirilmeli ya da boru çeper kalınlığı artırılmalı veya boru çeperlerinin erozyona dayanıklı bir malzeme filmi ile kaplanması sağlanmalıdır.

2.6.13 Çarpma dayanımı

Devreyi oluşturan plastik borular ve bağlantı elemanları dış darbelere ve olası çarpmalara karşı dayanıklı olmalıdır. Ani çarpmalara dayanıklılık için ulusal ve uluslararası standartlar ile **TL**'nun kabul ettiği standartlarda yer alan hükümler bağlayıcıdır.

Ani çarpmalara karşı dayanıklılığın belgelendirilmesi amacıyla deney yapılması halinde; deneyin tamamlanmasından hemen sonra en az 1 saat süreyle deneyde kullanılan plastik boru örneği tasarımlandığı basıncın 2,5 katı büyüklüğündeki hidrolik basınç uygulamasından geçirilir. Herhangi bir sızıntı saptanırsa, ani çarpma dayanımı olmadığı yargısına varılır.

2.6.14 Elektrik iletkenliği

2.6.14.1 İşletme sırasında plastik boruların iç ve dış yüzeylerinde elektrostatik yükler oluşabilir. Elektrostatik yükün yaratacağı kıvılcım plastik boru çeperinde küçük oyuklara yol açacaktır. Kıvılcımın şiddetine bağlı olarak oluşacak oyuk plastik boru duvarında küçük veya kılcal deliklere yol açabilir. Boru içerisinde basılan akışkanın cinsine ve tutuşabilirliğine bağlı olarak oyuklardan dışarı sızan akışkanın alev alarak yangına veya patlamalara yol açması olasılığı ihmal edilemeyecek ölçüde yüksek ve önemlidir.

2.6.14.2 Basılacak akışkan türleri arasında birim boru boyu başına elektrik iletkenliği 1.000 pico Siemens (pS/m)'den daha küçük iletkenliğe sahip sıvılar iletken sıvı olarak nitelendirilmemektedir. Rafine edilmiş petrol ürünleri ile damıtılmış sıvılar bu gruba girmektedir. Elektrik iletkenliği 1.000 pS/m den fazla olan sıvılar statik akümülatörsüz olarak dikkate alınır ve tehlikeli olmayan alanlarda konumlandırılan özel iletkenlik özelliği olmayan borularla taşınabilir.

2.6.14.3 Taşınan akışkana bakılmaksızın, eğer borular tehlikeli bir alandan geçiyorsa plastik borular elektrik iletkenlikli olmalıdır.

Tablo 16.2 Farklı boru devreleri için yangın dayanımı gereklilik matrisi

Boru Devreleri		Lokasyon										
		A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**	**K**
Kargo (Yanıcı kargolar f.p. < 60°C)												
1	Kargo devreleri	NA	NA	L1	NA	NA	0	NA	0(10)	0	NA	L1(2)
2	Ham petrol yıkama devreleri	NA	NA	L1	NA	NA	0	NA	0(10)	0	NA	L1(2)
3	Havalandırma devreleri	NA	NA	NA	NA	NA	0	NA	0(10)	0	NA	X
İnert Gaz												
4	Sızdırmazlık sistemi atıkları	NA	NA	0(1)	NA	NA	0(1)	0(1)	0(1)	0(1)	NA	0
5	Temizleyici hat atıkları	0(1)	0(1)	NA	NA	NA	NA	NA	0(1)	0(1)	NA	0
6	Ana hat	0	0	L1	NA	NA	NA	NA	NA	0	NA	L1(6)
7	Dağıtım hatları	NA	NA	L1	NA	NA	0	NA	NA	0	NA	L1(2)
Yanıcı Sıvılar (f.p. > 60°C)												
8	Kargo devreleri	X	X	L1	X	X	NA(3)	0	0(10)	0	NA	L1
9	Yakıt devreleri	X	X	L1	X	X	NA(3)	0	0	0	L1	L1
10	Yağlama devreleri	X	X	L1	X	X	NA	NA	NA	0	L1	L1
11	Hidrolik yağ devreleri	X	X	L1	X	X	0	0	0	0	L1	L1
Deniz suyu (1)												
12	Ana sintine ve branş hatları	L1(7)	L1(7)	L1	X	X	NA	0	0	0	NA	L1
13	Ana yangın ve su püskürtme	L1	L1	L1	X	NA	NA	NA	0	0	X	L1
14	Köpük sistemi	L1 W	L1 W	L1 W	NA	NA	NA	NA	NA	0	L1 W	L1 W
15	Sprinkler sistemi	L1 W	L1 W	L3	X	NA	NA	NA	0	0	L3	L3
16	Balast devresi	L3	L3	L3	L3	X	0(10)	0	0	0	L2 W	L2 W
17	Soğutma suyu, birincil devreler	L3	L3	NA	NA	NA	NA	NA	0	0	NA	L2 W
18	Sabit makinelerle tank temizleme devreleri	NA	NA	L3	NA	NA	0	NA	0	0	NA	L3(2)
19	Birincil olmayan devreler	0	0	0	0	0	NA	0	0	0	0	0
Tatlı Su												
20	Soğutma suyu, birincil devreler	L3	L3	NA	NA	NA	NA	0	0	0	L3	L3
21	Yoğuşma suyu dönüş hattı	L3	L3	L3	0	0	NA	NA	NA	0	0	0
22	Birincil olmayan devreler	0	0	0	0	0	NA	0	0	0	0	0
Sıhhi Tesisat/Dreynler/Firengiler												
23	Güverte dreynleri (dahili)	L1W(4)	L1W(4)	NA	L1W(4)	0	NA	0	0	0	0	0
24	Sıhhi tesisat dreynleri (dahili)	0	0	NA	0	0	NA	0	0	0	0	0
25	Firengiler ve boşaltıcılar (gemiden denize)	0(1,8)	0(1,8)	0(1,8)	0(1,8)	0(1,8)	0	0	0	0	0(1,8)	0
İskandil/Hava Firar												
26	Su tankları/kuru mahaller	0	0	0	0	0	0(10)	0	0	0	0	0
27	Yakıt tankları (f.p.> 60°C)	X	X	X	X	X	X(3)	0	0(10)	0	X	X
Çeşitli												
28	Kumanda havası	L1(5)	L1(5)	L1(5)	L1(5)	L1(5)	NA	0	0	0	L1(5)	L1(5)
29	Servis havası (birincil olmayan)	0	0	0	0	0	NA	0	0	0	0	0
30	Deniz suyu	0	0	NA	0	0	NA	NA	NA	0	0	0
31	Yardımcı düşük basınçlı buhar < 7 bar)	L2W	L2W	0(9)	0(9)	0(9)	0	0	0	0	0(9)	0(9)

Tablo 16.2 Farklı boru devreleri için yangın dayanımı gereklilik matrisi (devam ediyor)

Kısaltma

L1 Kuru koşullarda yangın dayanım testi, 60 dakika.

L1 W Kuru koşullarda yangın dayanım testi, 60 dakika. (Bu sistemler, yanıcı sıvı veya herhangi bir gaz taşımayan; ve test koşullarında maksimum %5 debi kaybı olan borular.)

L2 Kuru koşullarda yangın dayanım testi, 30 dakika.

L2 W Kuru koşullarda yangın dayanım testi, 30 dakika. (Bu sistemler, yanıcı sıvıları veya herhangi bir gaz taşımayan ve test koşullarında maksimum %5 debi kaybı olan borular

L3 Islak koşullarda yangın dayanım testi, 30 dakika.

0 Yangın dayanım testi gerekmez.

NA Uygulanamaz

X Ergime noktası 925 °C den fazla olan metalik malzemeler.

Lokasyon

A Kategori A makina mahalleri
B Diğer makina mahalleri ve pompa daireleri
C Kargo pompa daireleri
D Ro-ro kargo ambarları
E Diğer kuru kargo ambarları
F Kargo tankları
G Yakıt tankları
H Balast suyu tankları
I Koferdamlar, boş mahaller, boru tüneli ve kanallar
J Yaşam mahalli servis ve kontrol mahalleri
K Açık güverteler

Dipnotlar:

(1) *Metal olmayan boru devreleri kullanıldığında uzaktan kumandalı valfler geminin bordalarında temin edilmelidir. Bu valfler, mahalin dışından kontrol edilmelidir.*
(2) *Kargo tanklarında uzaktan kapatmalı valfler temin edilmelidir.*
(3) *Parlama noktası >60ºC yanıcı sıvıları içeren kargo tanklarındaki "NA" veya "X" yerine "0" geçebilir.*
(4) *Sadece ilgili mahale hizmet eden dreynler için "L1" yerine "0" geçebilir.*
(5) *Yasal gereklilikler veya kılavuzlar vasıtasıyla gerekli olmayan kumanda foksiyonlarında "L1" yerine "0" geçebilir.*
(6) *Makina mahalli ile güverte sızdırmazlığı arasındaki borular için "L1" yerine "0" geçebilir.*
(7) *Yolcu gemileri için "L1" yerine "X" geçebilir.*
(8) *Pozisyon 1 ve 2 deki açık güvertelere hizmet eden firengiler için, The International Convention on Load Lines 1966, Kural 13'de tanımlandığı gibi, su basmasını önlemek için fribord güvertesinin üzerinde bir konumdan kumanda edilebilen kapatma tertibatları ile üst uçlarda boylu boyunca yerleştirilmedikçe,işaret "X" olmalıdır.*
(9) *Birincil sistemler için, yakıt tankı ısıtma ve gemi sireni gibi, "0" yerine "X" gelir.*
(10) *Tankerler için MARPOL 73/78, Ek I, Kural 13F, Paragraf 3(f) ile uyumlu olmak gerektiğinde, "0" yerine "NA" gelir.*

2.6.14.4 Elektrik iletken malzemenin boru, kıvrım, dirsek, üretilmiş olan branş parçaları, v.b. birim boru boyu başına elektrik iletkenlik direnci $1x10^5$ Ohm/m değerini aşmamalıdır.

Plastik boru hattının elektrik iletken bir malzeme ile kaplanmasına ek olarak, çıplak gözle kontrol edilebilecek ve kolay ulaşılabilecek bir noktadan elektrostatik yüklenmeyi boşaltacak bir topraklama hattının çekilmesi zorunluluktur.

Topraklama için kullanılacak kablonun elektrik iletkenlik direnci ise $1x10^6$ Ohm değerini aşamaz.

Basılacak akışkan türleri arasında birim boru boyu başına elektrik iletkenliği 1000 (pS/m)'den daha büyük iletkenliğe sahip sıvılar elektrostatik yüklenmeye yol açmayan sıvılar olarak nitelendirilmektedir ve tehlikeli olmayan alanlarda konumlandırılan özel iletkenlik özelliği olmayan borularla taşınabilir.

Plastik boru hattı döşendikten sonra topraklama direnci kontrol edilmelidir. Topraklama kabloları kontrol ve bakım için kolay erişilebilir olmalıdır.

2.6.15 Akışkan tutma

Boru malzemesinin akışkan tutma veya akışkan emme özelliği malzemenin mekanik ve fiziksel özelliklerinde azalmaya yol açarak, bu bölümde yer alan kural isteklerini karşılayamaz hale getirebilir.

İster akışkan boru içerisinden aksın, ister boru akışkan içerisine daldırılsın, plastik borular akışkan nüfuziyetine izin vermemelidir. Boru malzemesinin akışkan tutuculuğunu belirlemek amacıyla yapılacak testler **TL** tarafından tanınan standartlara uygun olmalıdır.

2.6.16 Malzeme uyumu

Boru malzemesi içinde akan veya içine daldırıldığı akışkanın kimyasal yapısı ile uyumlu olmalı; bu bölümde yer alan kural isteklerine göre tasarım sırasında belirlenen sahip olduğu mekanik dayanımı azaltmamalıdır. Malzeme ile akışkanın uyumluluğu bilinmesinde veya tereddüte düşüldüğünde **TL**'nun görüşüne ve onayına başvurulmalıdır.

2.6.17 Alev yayma

Açık güvertelere döşenmiş ya da tankların, koferdamların, içi boş odacıkların, boru tünellerinin ve kanalların içerisinden borular hariç olmak üzere geriye kalan tün borular FTP Kod ve IMO Resolution A.653 (16)'da, borular için değiştirilen, öngörülen test işlemlerine göre düşük alev yayma özelliğine sahip olmalıdır.

IMO Resolution A.653 (16)'da yer alan test örneği düz duvarlar için geçerlidir. Dairesel ya da oval yüzeyler için düzeltmeler yapılması gerekir. Düzeltmelerin nasıl yapılacağı ise IMO Resolution A.753 (18), EK-3, düzeltilmiş hali MSC.313(88)'de anlatılmaktadır.

IMO Resolution A.653 (16)'da sıralanan yüzey alevlenebilirlilik kriterlerini (bölme perdeleri, duvarlar ve tavanlar için alevlenebilirlilik kriterleri) aşmayan ortalama değerlere sahip boru malzemeleri, düşük alev yayma özelliğinin arandığı yaşam mahalleri, servis ve kumanda-kontrol odalarında kullanılmasına izin verilir. Geminin diğer bölmelerinde veya boruların önemli yer kaplamadığı ve göreceli olarak kısa boru hattının olduğu bölmelerde **TL** kabul edilebilir eşdeğer kriterler öngörebilir.

Yüzey alev yayma karakteristikleri, ASTM D635 de verilen yazı prosedürlerini kullanarak belirlenebilir veya diğer ulusal eşdeğer standartlar.

2.6.18 Duman üretimi

FTP Kod gereklilikleri sağlanacaktır.

Duman üretimi için geçerli kriter yalnızca yerleşim mahalleri, servis alanlar ve kumanda-kontrol odaları gibi yerlere döşenmiş boru hatlarına uygulanabilir.

Yangın testi yapılması da tamamlanması da burada açıklanan hususlara uygun yapılmalıdır. Yangın testi yapılarak duman üretimi seviyesi belirlenemeyen plastiklerin gemilerde kullanımı için **TL**'nun özel izni gerekir.

2.6.19 Zehirlilik

FTP Kod gereklilikleri sağlanacaktır.

Zehirlilik testleri ile ilgili çalışmalar devam etmekte olup, bu konuda etkin ölçütler oluşturulmaya çalışılmaktadır. Çok sayıda denemeler yapılarak sonuçlar alındıktan sonra; ancak değerlendirme yapmak ve kural koymak mümkün olacaktır. Zehirlilik durumu kesinleşmeyen plastiklerin gemilerde kullanımı için **TL**'nun özel izni ve onayı gereklidir.

2.6.20 Yangına karşı koruma kaplamaları

2.6.20.1 İstenilen yangın dayanıklılığının elde edilebilmesi için boruların ve donanımın dış kaplama yapılarak yangına karşı korumasının gerekli olduğu yerler için uygulanacak kurallar aşağıda sıralanmıştır:

- Boruların yangına karşı dayanıklılığını artırmak üzere koruyucu kaplama ile kaplanması işlemi üreticisinin yerinde yapılmalıdır, montaj amaçları için gerekli olan korumanın uygulamasına göre sınırlandırılabilir (örneğin; bağlantılar). Alternatif olarak borular, onaylı hem izolasyon hem de boru malzemeleri kullanılarak, her bir kombinasyon için onaylı prosedürlerle uyumlu olarak üreticinin yerinde kaplanabilir.

- Boruların ve koruyucu kaplamalarının su tutma özelliği dikkate alınmalıdır. Aleve dayanıklı koruyucu kaplamaların özellikleri deniz suyuna, petrol yağlarına veya sintine çamurlarına (sludge) dayanıklı olmalı, özelliklerini kaybetmemelidir. Plastik borular ve donanımının bu tür akışkanlarla teması sözkonusu olduğunda; kimyasal dayanıklılık bakımından **TL** tatmin edilmelidir.

- Yangına karşı dış koruyucu kaplamaları ultraviyole ışıkları, deniz tuzu, nem ve sıcaklık gibi uzun dönemlerde etkisini gösteren çevre faktörlerine karşı dayanıklı olmalıdır. Isıl gerilmeler, titreşimlere karşı dayanıklılık ve esneklik gibi faktörler de dikkate alınmalıdır. Yangına karşı koruma kaplamalarının yaşlanması, yukarıda bahsedilen oldukça tutarlı yaşlanma testi ile **TL** nin memnuniyetine bağlı olarak ispat edilmelidir.

- Kaplamaların yapışma yeteneğini belirleyen pul pul dökülmek, kırılganlık veya tozlanma özellikleri deneysel olarak kanıtlanarak **TL**'nun uygunluk onayına sunulacaktır.

- Yangına karşı kullanılan dış kaplamalar **TL** nin memnuniyeti ile çarpmalara dayanıklı olmalıdır.

- Plastik borular ısı kaynaklarından olabildiğince uzağa döşenmelidir.

2.6.20.2 Onaylanma işlemlerinin bir parçası olarak burada sözü edilmeyen ek testlerin yapılması gerekebilir.

2.6.21 Montaj

2.6.21.1 Destek ayakları

Boru destek ayaklarının şekli ve yerlerinin seçimi yapılırken, gerilme ve çökme değerlerinin izin verilen sınırlar içerisinde kalıp kalmadığı kontrol edilmelidir. Destek ayakları arasındaki mesafe saptanırken, boru üreticisinin varsa önerilerine uyulur. Destek ayaklarının nasıl ve hangi aralıklarla yerleştirilmesi için etkiyen faktörler; boru boyutları, boru malzemesinin mekanik ve fiziksel özellikleri, dış basınç, çalışma sıcaklığı, ısıl genleşme özellikleri, akışkan hızı, ivmesi, su çekiçlemesi, akım hızına bağlı oluşan kuvvetler ve dış yükler olmaktadır. Destek ayaklarının açıklıkları, yüklerin kombinasyonu için kontrol edilmelidir.

Her destek ayağı, kendi tam genişliği üzerinde borunun ve onun içeriğinin yükünü dengeli olarak dağıtmalı ve yıpranma ve aşınmayı minimize edecek şekilde tasarlanmalıdır.

Plastik boru devresini oluşturan elemanlar arasında, tekil olarak büyük kütleye sahip olan valfler ve genleşme körükleri gibi, daha ağır bileşenlerin destek ayakları ayrı olarak ele alınır ve tasarımlanır.

2.6.21.2 Genleşme

Plastik boru ve çelik gemi yapısı arasındaki karşılıklı etkileşim ve beraber hareket edebilme yeteneğini dikkate alarak uygun düzenleme yapılırken; aşağıdakiler dikkate alınmalıdır:

- Isıl genleşmelerin katsayılarında farklılık,
- Tekne formu ve yapısal şekil bozuklukları.

Isıl gerilmeler hesaplanırken, sistemin çalışma sıcaklığı ile dayanım açısından sıcaklık üst sınır değeri dikkate alınmalıdır.

2.6.21.3 Dış yükler

Özel ve geçici durumlar söz konusu olduğunda, plastik borular üzerine noktasal tekil yükler etkiyebilir. Özel ve geçici durumlarda, dış çapı 100 mm'den büyük olan ve yatay döşenecek her tür borunun desteklenmemiş boyunun tam orta noktasına 100 kg büyüklüğündeki bir kütlenin (ortalama bir insanın sahip olabileceği kütle) tekil kuvvet olarak yerçekimine dikey doğrultuda etkimesi ve oluşacak gerilmelere karşı borunun dayanması istenir.

Gerekli olduğu durumlarda boruların mekanik darbelere karşı korunması gerekir.

2.6.21.4 Birleştirmelerin sağlamlığı

Plastik boruları birbirine bağlayan birleştirme parçalarında aranacak dayanım özellikleri, birleştirdiği borular için aranılacak özelliklerle aynı düzeyde olmalıdır. Plastik borular birbirlerine mekanik ya da yapıştırılarak, flençli olarak kalıcı bağlanabilirler.

Plastik boruların birleştirilmesi işleminin kabul edilebilirliği için bazı test ve deneylerde başarılı olma zorunluluğu vardır.

Birleştirme işleminin uygunluğu için; boru devresini oluşturan tüm bileşenlerin malzeme özellikleri, birleştirmede kullanılan aletler, birleştirme yöntemi, uygulamanın yapıldığı çevre ortam koşulları, eğer varsa birleştirme işleminin başarılı olabilmesi için beklenmesi gereken süre veya eğer varsa korunması gerekecek olası ortam sıcaklığı, işlem sırasında alınması gereken çevre koruma önlemleri, boru birleştirme işleminin başarılı sayılabilmesi için eğer varsa konulmuş başarı ölçütü ya da işlem sonrası deneme testleri değerlendirmeye alınır.

Plastik boruların birbirine bağlanması için yapıştırma yöntemi tercih edilirse; işletme koşullarında boru içerisinde bulunan akışkanın basıncı ve sıcaklığı kadar kimyasal ve fiziksel özellikleri de dikkate alınmalı ve bağlantı noktasından kesinlikle herhangi bir sızıntı olmayacağı kanıtlanmalıdır.

Boru uç aynalı (flençli) bağlantılar veya mekanik birleştiriciler kullanılarak yapılan plastik boru bağlantılarında, üreticisinin kullanım talimatlarına uyulmalıdır.

2.6.22 Yangın bölmelerinden geçişler

Plastik borular "A" veya "B" tipi yangın perdelerinden geçirilmesi gerektiğinde, yangın güvenliğinde herhangi bir azalma olmamalıdır. Perde geçişlerinde yapılacak düzenlemeler düzeltilmiş haliyle IMO Resolution A.754(18)'de sözü edilen "A", "B" ve "F" tipi perdeler için yangın testi işlemleri için öngörülen kurallara uygun olarak test edilmelidir.

2.6.23 Su geçirmez perde ve güverte geçişleri

Plastik boruların su geçirmez perde veya güverte geçişlerinde yapılacak düzenlemeler, perdenin veya güvertenin su geçirmezlik ve mukavemet özelliğini aksatmamalı ve azaltmamalıdır.

Eğer perde veya güverte aynı zamanda bir yangın bölmesiyse ve plastik boruların yanarak zarar görmesi sonucu içlerindeki veya tanklardaki akışkanın o bölmeye akarak dökülmesi olası ise; fribord güvertesi üzerinden kumanda-kontrol edilecek metalik bir kapama vanası perdede veya güvertede bulundurulmalıdır.

2.6.24 Onarım yöntemleri

Plastik boru malzemesi, seyir sırasında gemi personeli tarafından geçici onarımlara uygun olmalıdır. Onarım için gerekli malzeme ve aletler gemide bulundurulmalıdır.

Kalıcı onarımlardan sonra boru devresinin sergileyeceği performans, tamirden önceki performans ile aynı olmalıdır. Yapılacak onarımlar **TL** sörveyörünün gözetim ve denetiminde test edilecektir.

2.6.25 Gemide döşeme işlemleri bittikten sonraki denemeler

Birincil öneme sahip devreler için plastik boru sistemleri, sistemin tasarım basıncının en az 1,5 katı bir test basıncına tabi tutulmalıdır. Test basıncının 4 bardan az olmaması gerekir.

İkincil öneme sahip devrelerdeki plastik borular çalışma sırasında herhangi bir sızıntının çıplak gözle görülebileceği yerlere döşenecektir.

Boruların elektrik iletkenliği (statik elektriklenmesi) dikkate alınarak; topraklama yapılacak ve topraklama kabloları gerektiğinde gözlenmek üzere kolay ulaşılabilir yerlere konulacaktır.

2.7 Alüminyum ve Alüminyum alaşımları

Alüminyum ve alüminyum alaşımları **TL** Kısım 2, Malzeme Kuralları ile uyumlu olmalıdır. Bunlar özel durumlarda, **TL**'nun izni ile 200°C'a kadar olan çalışma sıcaklıkları için kullanılabilirler. Yangın söndürme devrelerinde kullanılmalarına müsaade edilmez.

2.8 Malzemelerin kullanılması

A.3'de sözü edilen boru sınıfları için, malzemeler Tablo 16.3'e uygun olarak kullanılır.

3. Malzeme Testleri

3.1 Sınıf I ve II'ye ait olan boru sistemlerinde Kısım 2, Malzeme Kuralları'na uygun olarak ve **TL**'nun gözetiminde Tablo 16.5'e göre aşağıdaki testler yapılır:

- Borular, boru dirsekleri ve fitingler;
- Vana gövdeleri ve flençler;
- Tasarım sıcaklığı < -55ºC olan gaz tankerlerindeki kargo ve işlem boru devrelerindeki vana gövdeleri ve flençler > DN100

3.2 Boru sınıfı I ve II'ye ait boru devrelerindeki kaynaklı birleştirmelerde, Kısım 3, Tekne Yapımında Kaynak Kuralları'na uygun olarak testler yapılmalıdır.

4. Borularda Hidrolik Testler

4.1 Tanımlar

4.1.1 İzin verilen en büyük çalışma basıncı, PB [bar], formüldeki sembolü: $p_{e,perm}$

Kullanılan malzemeler, tasarım koşulları, çalışma sıcaklığı ve kesintisiz iş görmesi göz önüne alınarak, bir parça veya boru donanımı için izin verilen en büyük iç veya dış basınçtır.

4.1.2 Anma basıncı, PN [bar]

Yapısal parçaların standartlaştırılması için kullanılan, seçilen bir basınç-sıcaklık ilişkisine verilen tanımdır. Genelde, standartlarda belirtilen bir malzemeden yapılmış, standartlaştırılmış bir parça için anma basıncı, müsaade edilebilen en büyük çalışma basıncının (PB) 20°C'daki eşdeğeridir.

4.1.3 Test basıncı, PP [bar], formüldeki sembolü: p_p

Test amacıyla, parçalara veya boru donanımına uygulanan basınçtır.

Tablo 16. 3 Onaylı malzemeler

Malzeme veya kullanma maksadı		**Boru sınıfları**		
		I	**II**	**III**
Çelikler	Borular	300°C'ın üzerinde yüksek sıcaklığa dayanıklı çelik borular, -10°C'ın altındaki düşük sıcaklıklara dayanıklı çelikten yapılmış borular, kimyasal maddeler için paslanmaz çelik borular	Genel kullanımlar için olan borular	Belirli bir özelliği olmayan kalitede, kaynaklanabilme özelliği "Kaynak Kuralları" na uygun çelikler
	Dövme parçalar, levhalar, flençler çelik profiller ve çubuklar	İlgili servis ve işleme koşullarına uygun çelikler, 300°C'dan fazla sıcaklıklara dayanıklı yüksek sıcaklık çelikleri, -10°C'ın altındaki sıcaklıktaki soğuğa dayanıklı çelikler		
	Cıvatalar, somunlar	300°C'ın üzerindeki sıcaklığa dayanıklı çelikler, -10°C'ın altındaki soğuğa dayanıklı çelikler	Genel makina yapımı için cıvatalar	
Döküm malzemeleri (valfler, fitingler ve borular)	Çelik döküm	Genel uygulamalar için çelik döküm, 300°C'ın üzerindeki sıcaklıklar için çelik döküm, -10°C'ın altındaki soğuğa dayanıklı çelik döküm, aşındırıcı maddeler için paslanmaz çelik döküm	Genel uygulamalar için çelik döküm	
	Nodüler dökme demir	Yalnızca ferritik cinsler, kopma uzaması A_5 en az %15		
	Lamel grafitli dökme demir	-	-	220°C'a kadar, gemi bordası, çatışma perdesi, yakıt ve yağ tanklarındaki valf ve fitinglerde ve boşaltma valflerinde müsaade edilmez.
Demir olmayan metaller (valfler, fitingler, borular)	Bakır, bakır alaşımları	Özel izinle kimyasal madde taşıyan gemilerdeki kargo devreleri, özel anlaşmayla düşük sıcaklıklar için bakır-nikel alaşımları	Deniz suyu ve alkalinli su için yalnızca korozyon a dayanıklı bakır ve bakır alaşımları	
	Alüminyum, alüminyum alaşımları	Gaz tankerlerinde kargo ve işlem devrelerinde	Yalnızca **TL** ile anlaşarak, 200°C'a kadar, yangın söndürme sistemlerinde kullanılamaz.	
Metal olmayan malzemeler	Plastikler	-	-	Özel izinle (2.6'ya bakınız)

4.1.4 Tasarım basıncı, PR [bar], formüldeki sembolü: p_c

Yeterli mukavemette boyutlandırılan bir parça veya boru donanımı için müsaade edilebilen en büyük çalışma basıncıdır (PB). Genelde, tasarım basıncı, güvenlik cihazlarının müdahale edeceği (emniyet vanalarının harekete geçmesi, pompaların dönüş devrelerinin açılması, aşırı basınç güvenlik düzenlerinin çalışması, basınç azaltma (relief) vanalarının açılması gibi) veya pompaların kapalı vanalara karşı çalışmaya başlayacağı izin verilen en büyük çalışma basıncıdır. Yakıt borularının tasarım basıncı Tablo 16.4'e göre seçilecektir. Boru devresindeki valfler ve fitingler, mukavemet ile ilgili konan ve işletim sırasında en büyük çalışma basıncında efektif operasyon için uygun olan borularla uyumlu olmalıdır.

Tablo 16. 4 Yakıt boruları tasarım basıncı

En büyük çalışma sıcaklığı / En büyük çalışma basıncı	T ≤ 60°C	T > 60°C
PB ≤7 bar	3 bar veya en büyük çalışma basıncı hangisi büyükse	3 bar veya en büyük çalışma basıncı hangisi büyükse
PB > 7 bar	En büyük çalışma basıncı	14 bar veya en büyük çalışma basıncı, hangisi büyükse

4.2 Gemiye montajdan önce yapılan basınç testi

4.2.1 Bağlantı elemanları, ekleme parçaları, kolları ve dirsekleriyle birlikte; Sınıf I ve II'ye giren tüm borular, buhar devreleri, besleme suyu basınç boruları, basınçlı hava ve tasarım basıncı 3,5 bardan fazla olan yakıt devreleri gibi fabrikada üretimleri tamamlandıktan sonra, tercihen gemide devre üzerindeki yerlerinde konulmadan ve döşenmeden önce, eğer varsa boruların iç ya da dış yüzeylerinin kaplama veya yalıtımı yapılmadan önce, **TL** sörveyörü kontrolünde hidrolik basınç testinden geçirilir. Sörveyör kontrolünde yapılacak basınç testinde, test basıncı p_p aşağıdaki formülle belirlenir.

$$p_p \leq 1{,}5 \cdot p_c \text{ [bar]}$$

Burada; p_c tasarım basıncıdır.

Tasarım basınç değeri 3,5 bar'dan daha büyük olan ve Sınıf III'e giren borularda, buhar devrelerinde, kazan besi suyu devrelerinde, basınçlı hava devrelerinde, yakıt devrelerinde kullanılacak boruların ve bunlara ait fitinglerin hidrostatik test basıncı p_c ye göre, yukarıda tanımlandığı gibi, test edilmelidir.

300°C'ı aşan sıcaklıklarda çalışan çelik malzemeden boru devreleri ve bunlarla bir bütün teşkil eden bağlantı elemanları için test basıncı p_p aşağıdaki formüle göre belirlenir.

$$p_p = 1{,}5 \frac{\sigma_{perm}(100^\circ C)}{\sigma_{perm}(t)} p_c \quad \text{[bar]}$$

Burada;

σ_{perm} (100°) = 100°C sıcaklık için izin verilen gerilme,

σ_{perm} (t) = Tasarım sıcaklığı t [°C] için izin verilen gerilmedir.

Ancak bu tür çelik borular için belirlenecek test basıncının tasarım basıncının 2 katından büyük olmasına gerek yoktur.

$$p_p \leq 2 \cdot p_c \quad \text{[bar]}$$

Dirsekler, T-parçaları ve diğer şekilli parçalardaki aşırı gerilmelerden kaçınmanın gerekli olabileceği durumlarda, **TL**'nun onayıyla, bu basınç 1,5 p_c ye indirilebilir.

Hiçbir durumda membran gerilmesi, akma gerilmesinin %90'ını veya %0,2 akma uzamasındaki gerilmeyi aşamaz.

4.2.2 Geminin tam yüklü durumuna göre su hattının altında kalan dip ve borda vana bağlantıları ile deniz sandıklarının bağlantıları **TL** sörveyörü gözetiminde en az 5 barlık bir basınçla hidrostatik test uygulamasından geçirilmek zorundadır.

Tablo 16. 5 Onaylı malzemeler ve malzeme sertifikası tipleri

Elemanın cinsi	Onaylı malzemeler	Tasarım sıcaklığı	Boru sınıfı	Anma çapı DN	EN 10204'e göre malzeme sertifikası tipi		
					3.2 (TL)	3.1	2.2
Borular **(1)**, boru dirsekleri, fitingler	Çelik Bakır Bakır alaşımları Alüminyum Alüminyum alaşımları Plastikler	-	I	> 50	x	-	-
				⩽ 50	-	x	-
			II	> 50	-	x	-
				⩽ 50	-	-	x
			III	Tümü	-	-	x
Vanalar **(1)**, Flençler	Çelik Çelik döküm Nodüler dökme demir	> 300°C	I, II	DN > 100	x	-	-
				DN ⩽ 100	-	x	-
	Bakır, Bakır alaşımları	> 225°C					
	Çelik Çelik döküm Nodüler dökme demir	⩽ 300°C	I, II	PBxDN > 2500 veya DN > 250	x	-	-
				PBxDN ⩽ 2500 veya DN ⩽ 250	-	x	-
	Çelik, Çelik döküm Nodüler dökme demir Gri dökme demir	-	III	Tümü	-	-	x
	Bakır Bakır alaşımları	⩽ 225°C	I, II	PBxDN > 1500	x	-	-
	Alüminyum Alüminyum alaşımları	⩽ 200°C		PBxDN ⩽ 1500	-	x	-
	Plastikler	Tip onayı sertifikasına göre	III	Tümü	-	-	x
Yarı-mamul parçalar, vidalar ve diğer bileşenler	Tablo 16.3'e göre	-	I, II	-	-	x	-
			III	-	-	-	x

(1) *Gemi bordasındaki ve dibindeki vanaların muhafazaları ve borular ile çatışma perdesindeki vanaların gövdeleri boru Sınıfı II kapsamına alınır.*

Tablo 16. 6 Çelik boruların N, M ve D gruplarının en küçük et kalınlığı ve onaylı kullanma yerleri

Boru sistemi	Kullanma Yeri															
	Makina daireleri	Koferdamlar / boş yerler	Kargo ambarları	Balast suyu tanklar	Yakıt ve değiştirme tankları	Tatlı soğutma suyu tankları	Yağlama yağı tankları	Hidrolik yağı tankları	İçme suyu tankları	Isı ileten sıvı tankları	Yoğuşma ve besleme suyu tankları	Yaşam yerleri	Kargo tankları, tankerler	Koferdamlar, tankerler	Kargo pompa dairesi	Açık güverte
Sintine boru devreleri	M	M	M	D	D	X	X	X	X	X	X	M	X	M	M	-
Balast boru devreleri			D	M								X	(1)	-		N
Deniz suyu boru devreleri												M (2)	X		M	
Yakıt boru devreleri	N			D	N							X			-	
Yağlama yağı boru devreleri			-	X	X		N	-								
Isı ileten sıvı boru devreleri			M	M	M	M	M			N	N		M		N	
Buhar boru devreleri										X		N				
Yoğuşma suyu boru devreleri																
Besleme suyu boru devreleri				X	X	X	X	X				X	X	X	X	
İçme suyu boru devreleri									N		X	N				
Tatlı soğutma suyu boru devreleri					D	N	D		X			X		-	-	
Basınçlı hava devreleri				M	M	M	M	N		N		N		N	N	
Hidrolik devreler						X	X			X		X	N			

(1) *Bölüm 20, B.4.3'e bakınız.*
(2) *Deniz suyu boşalma devreleri için, T-Pis Su Sistemleri'ne bakınız.*
X *Boru devreleri döşenemez.*
(-) *Boru devreleri, **TL** ile özel bir anlaşmaya varıldıktan sonra döşenebilir.*

4.2.3 Teknik nedenlerle, gemiye montajından önce boru kısımlarının bütünü için su basınç deneyleri uygulanmasının mümkün olmadığı durumlarda, gemide yapılan boru bağlantılarının, özellikle kaynak dikişlerinin nasıl test edilebileceği hakkındaki öneri, onaylanmak üzere **TL**'na sunulur.

4.2.4 Boru devrelerinin hidrolik basınç testi gemide yapıldığında, bu testler 4.3'de öngörülenlerle birlikte olabilir.

4.2.5 Uygulanma amacına göre ve **TL**'nun onayına bağlı olarak, DN 15'den küçük olan çelik boruların hidrostatik basınç testinden vazgeçilebilir.

4.3 Gemiye montajdan sonra yapılan testler

4.3.1 Gemiye montajından sonra, bu kuralların kapsamına giren bütün boru devrelerine **TL** sörveyörünün hazır bulunduğu bir sızdırmazlık testi uygulanır.

Gemilerdeki tüm boru devreleri yapımları tamamlandıktan sonra; çalıştırılacakları işletme koşullarında, **TL** sörveyörü gözetiminde, sızdırmazlık kontrolünden geçirilerek, test edilir. Gerekli görülmesi halinde ve **TL**'nin onayı da alınarak, boru devresindeki sızdırmazlığı ve birleştirmelerdeki sağlamlığı ortaya koyacak ve daha küçük işletme basınçlarında sonuç vermeye uygun özel test yöntemleri de kullanılabilir.

Tanklarda ısıtma kangalları ile sıvı veya gaz yakıtların aktarıldığı boru devrelerinde, **TL** sörveyörü gözetiminde tasarım basıncının 1,5 katı (1,5 p_c) büyüklüğündeki test basıncı uygulanarak sızdırmazlık ve birleştirme sağlamlık testi gerçekleştirilmelidir. Ancak test basıncı hiçbir şekilde 4 bar'dan daha aşağıya düşürülemez.

4.4 Vanaların basınç testi

Aşağıdaki vanalara, üretici firmanın tesislerinde, **TL** sörveyörünün hazır bulunduğu bir hidrolik basınç testi uygulanır:

- Boru Sınıfı I ve II'ye ait vanalar 1,5 PR ile,
- Geminin bordasında yer alan tüm vanalar ile tam yüklü su hattının altında kalan deniz sandıkları vanaları montajdan önce Sörveyör gözetiminde en az 5 barlık hidrostatik basınç testine tabi tutulmalıdır.

Kapama cihazlarına ek olarak anma basıncı ile sızdırmazlık testi yapılmalıdır. Kazanların kapama cihazları için Bölüm 12, E.10'a bakınız.

5. Yapısal testler, ısıl işlem ve tahribatsız muayeneler

Hizmette en fazla verimi sağlayabilmek için, boru devreleri, onaylanan verilere uygun olarak yapılır ve montajındaki işçiliğe özel bir dikkat gösterilir. Yapısal testler ve ısıl işlem sonrasındaki testlerle ilgili ayrıntılar için Kısım 2, Malzeme Kuralları'na bakınız.

C. Boru Et Kalınlığı ve Mukavemet Hesabı

1. En Küçük Et Kalınlığı

1.1 2'de verilen formüllere göre hesaplanan boru et kalınlıkları ile Tablo 16.6 ÷ 9'da belirtilen boru et kalınlığı karşılaştırılarak içlerinden değeri büyük olan seçilir.

Boruların korozyona karşı etkili bir şekilde korunmuş olması koşuluyla, Tablo 16.7'de Grup M ve D için gösterilen et kalınlıkları, **TL**'nun onayı ile azaltma miktarı et kalınlığına bağlı olarak, 1 mm. ye kadar azaltılabilir.

Tablo 16.7 de listelenen minimum kalınlıklar nominal et kalınlıklarıdır. Negatif toleranslar için veya eğilmeden dolayı kalınlıkta azaltma için hiçbir artım gerekmez.

Onaylanan dişli boruların kalınlığı diş dibinden ölçülür.

Yerine bağlanması esnasında koruma tabakası güvenle korunmuş ise, sıcak galvanizleme gibi koruma tabakaları etkin korozyon koruyucusu olarak tanınabilir.

Çelik borular için, döşendiği yere uygun et kalınlığı grubu Tablo 16.6'ya göre belirlenir.

1.2 Östenitik paslanmaz çelikten borular için en küçük et kalınlıkları Tablo 16.8'de verilmiştir.

1.3 Açık güverteden geçen hava firar, iskandil ve taşıntı borularının en küçük et kalınlıkları için R'ye ve Tablo 16.23'e bakınız.

CO_2 yangın söndürme boru devreleri için Bölüm 18, Tablo 18.6'ya bakınız.

1.4 Mekanik birleştirme uygulamasının boru et kalınlığında azalmaya neden olduğu hallerde (lokmalı tip ringler veya diğer yapısal elemanlar), bu husus, minimum et kalınlığının hesaplanmasında dikkate alınacaktır.

2. Tasarım Hesaplamaları

Aşağıdaki gereklilikler dış çap – iç çap oranı 1,7 yi geçmeyen borulara uygulanır.

2.1 Aşağıdaki formül, iç basınç etkisindeki silindirik boruların ve dirseklerin et kalınlıklarını hesaplamak için kullanılır:

$$s = s_o + c + b \quad \text{[mm]} \quad \textbf{(1a)}$$

$$s_o = \frac{d_a \cdot p_c}{20 \cdot \sigma_{perm} \cdot v + p_c} \quad \text{[mm]} \quad \textbf{(1a1)}$$

s = En küçük et kalınlığı (2.7'ye bakınız) [mm],

s_o = Hesaplanan kalınlık [mm],

d_a = Boru dış çapı [mm],

p_c = Tasarım basıncı (B.4.1.4'e bakınız) **(1)** [bar],

σ_{perm} = İzin verilen en büyük tasarım gerilmesi (2.3'e bakınız) [N/mm^2],

b = Dirsekler için artım (2.2'ye bakınız) [mm],

v = Kaynak verim faktörü (2.5'e bakınız) [-],

c = Korozyon artımı (2.6'ya bakınız) [mm],

(1) *60°C nin üzerinde ısıtılmış yakıtların bulunduğu boruların tasarım basıncı 14 bardan az alınmamalıdır.*

Tablo 16. 7 Çelik borular için en küçük et kalınlıkları

Grup N				Grup M		Grup D	
d_a [mm]	s [mm]	d_a [mm]	s [mm]	d_a [mm]	s [mm]	d_a [mm]	s [mm]
10,2	1,6	406,4'den itibaren	6,3	21,3'den itibaren	3,2	38,0'dan itibaren	6,3
13,5'den itibaren	1,8	457,2 " "	6,3	38,0 " "	3,6	82,5 " "	6,3
20,0 " "	2,0	660,4 " "	7,1	51,0 " "	4,0	88,9 " "	7,1
48,3 " "	2,3	762,0 " "	8,0	76,1 " "	4,5	114,3 " "	8,0
70,0 " "	2,6	863,6 " "	8,8	177,8 " "	5,0	152,4 " "	8,8
88,9 " "	2,9	914,4 " "	10,0	193,7 " "	5,4	457,2 " "	8,8
114,3 " "	3,2			219,1 " "	5,9		
133,0 " "	3,6			244,5 " "	6,3		
152,4 " "	4,0			660,4 " "	7,1		
177,8 " "	4,5			762,0 " "	8,0		
244,5 " "	5,0			863,6 " "	8,8		
298,5 " "	5,6			914,4 " "	10,0		

Tablo 16. 8 Östenitik paslanmaz çelikler için en küçük et kalınlığı

Boru dış çapı d_a [mm]	En küçük et kalınlığı s [mm]
10,2 - 17,2	1,0
21,3 - 48,3	1,6
60,3 - 88,9	2,0
114,3 - 168,3	2,3
219,1	2,6
273,0	2,9
323,9 - 406,4	3,6
406,4'ün üzeri	4,0

Tablo 16. 9 Bakır ve bakır alaşımları için en küçük et kalınlıkları

Boru dış çapı d_a [mm]	En küçük et kalınlığı s [mm]	
	Bakır	Bakır alaşımları
8 - 10	1,0	0,8
12 - 20	1,2	1,0
25 - 44,5	1,5	1,2
50 - 76,1	2,0	1,5
88,9 - 108	2,5	2,0
133 - 159	3,0	2,5
193,7 - 267	3,5	3,0
273 - 457,2	4,0	3,5
470	4,0	3,5
508	4,5	4,0

2.2 Bükülmesi gereken düz silindirik borularda, boruların bükülmesi için bir artım (b) uygulanır. (b)'nin değeri, boruların bükülmesinden doğan gerilmenin müsaade edilebilen en yüksek hesaplama gerilmesini (σ_{perm}) aşmayacak şekilde seçilir. (b) artımı aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$b = 0{,}4\ \frac{d_a}{R}\ s_o \qquad \textbf{(1a2)}$$

R = Bükme yarıçapı [mm].

2.3 İzin verilen gerilme, σ_{perm}

2.3.1 Çelik borular

Formül (1a1)'de müsaade edilebilen gerilme σ_{perm}, aşağıdaki değerlerin en küçüğü olmalıdır:

2.3.1.1 Tasarım sıcaklığı ≤ 350°C,

$\frac{R_{m,20^o}}{A}$ $R_{m,20^o}$ = Oda sıcaklığında garanti edilen En düşük çekme mukavemeti,

$\frac{R_{eH,t}}{B}$ $R_{eH,t}$ = Tasarım sıcaklığında garanti edilen en düşük akma sınırı,

veya

$\frac{R_{p,0,2,t}}{B}$ $R_{p\ 0,2,t}$ = Tasarım sıcaklığında garanti edilen en düşük %0,2 uzama sınırı.

2.3.1.2 Tasarım sıcaklığı > 350°C ise 2.3.1.1'e göre hesaplanan değerin daha küçük kesin değeri verip vermediği kontrol edilmelidir.

$\frac{R_{m,100000t}}{B}$, $R_{m,100000,t}$ = Tasarım sıcaklığında t, 100.000 saat sonunda kopma meydana getiren minimum gerilme,

$R_{p\ 1\%,100000,t}$ = Tasarım sıcaklığında t, 100.000 saat sonunda %1 değerinde sürünme meydana getiren gerilmenin ortalama değeri,

$R_{m,100000,(t+15)}$ = Tasarım sıcaklığından 15°C daha fazla bir sıcaklıkta 100.000 saat sonunda kopma meydana getiren gerilmenin ortalama değeri (2.4'e bakınız).

TL'nun kabul ettiği ayrıntılı bir gerilme analizi kapsamına giren ve;

- **TL** tarafından denenmiş malzemeden yapılmış boru devrelerinde, **TL** özel istekle güvenlik katsayısı (B) için 1,6 değerini kabul edebilir. (A ve B için Tablo 16.11'e bakınız).

2.3.2 Belirli bir akma sınırı olmayan metal malzemeden yapılmış borular

Belirli bir akma sınırı olmayan malzemelerde Tablo 16.10 geçerlidir. Diğer malzemeler için, müsaade edilebilen en yüksek gerilme **TL**'nun onayıyla belirtilmelidir, fakat bu en az

$$\sigma_{perm} \le \frac{R_{m,t}}{5}$$ olmalıdır.

Burada $R_{m,t}$ tasarım sıcaklığındaki en küçük çekme mukavemetidir.

Tablo 16. 10 Bakır ve bakır alaşımları (tavlanmış) için izin verilen gerilme, σ_{perm}

Boru malzemesi		En küçük çekme mukavemeti [N/mm²]	Müsaade edilebilen gerilme σ_{perm} [N/mm²]										
			50°C	75°C	100°C	125°C	150°C	175°C	200°C	225°C	250°C	275°C	300°C
Bakır		215	41	41	40	40	34	27,5	18,5	-	-	-	-
Alüminyumlu pirinç Cu Zn 20 Al		325	78	78	78	78	78	51	24,5	-	-	-	-
Bakır-nikel alaşımları	Cu Ni 5 Fe	275	68	68	67	65,5	64	62	59	56	52	48	44
	Cu Ni 10 Fe												
	Cu Ni 30 Fe	365	81	79	77	75	73	71	69	67	65,5	64	62

2.3.3 Tablo 16.11 ile ilgili olarak, Kısm 2, Malzeme Kuralları kapsamında olmayan malzemelerin mukavemet değerleri **TL** ile anlaşarak tespit edilir.

Nitelikleri garantilenmeyen çelik borular ancak 120°C'lık çalışma sıcaklıklarına kadar kullanılabilir ve bunlar için izin verilen en büyük gerilme $\sigma_{perm} \leqslant 80$ N/mm^2 olmalıdır.

Tablo 16. 11 İzin verilen gerilme , σ_{perm}'yi belirleyen A ve B katsayıları

Boru sınıfı / Malzeme	I		II, III	
	A	B	A	B
Alaşımsız ve alaşımlı karbon çeliği	2,7	1,6	2,7	1,8
Haddelenmiş ve dövme paslanmaz çelik	2,4	1,6	2,4	1,8
Çelik, $\sigma_{s,20°}$>400 N/mm^2 **(1)**	3,0	1,7	3,0	1,8
Gri dökme demir	-	-	11,0	-
Nodüler dökme demir	-	-	5,0	3,0
Çelik döküm	3,2	-	4,0	-

(1) *En düşük akma sınırı veya 20°C'daki en düşük %0,2 akma sınırı*

2.4 Tasarım sıcaklığı

2.4.1 Tasarım sıcaklığı, borunun içindeki akışkanın en yüksek sıcaklığıdır. Buhar devreleri, hava kompresörlerinden gelen doldurma devreleri ve içten yanmalı motorlara giden ilk hareket havası devreleri için hesaplama sıcaklığı en az 200°C alınır.

2.4.2 Kızgın buhar devreleri için tasarım sıcaklığı olarak:

2.4.2.1 Kızgın buhar soğutucularının arkasındaki boru devrelerinde:

- Otomatik sıcaklık ayarlılarda: çalışma sıcaklığı **(2)** (tasarım sıcaklığı),
- Elle ayarlılarda: çalışma sıcaklığı +15°C **(2)**.

2.4.2.2 Kızgın buhar soğutucularının önündeki boru devrelerinde: çalışma sıcaklığı +15°C **(2)**.

2.5 Kaynak faktörü, "v"

- Dikişsiz borular için, v = 1,0

Kaynaklı borularda v'nin değeri, **TL** onay testlerinde belirlenen değere eşit olmalıdır.

- Kazan boruları için, v = 0,6

Borularda kaynak verim faktörü v'nin değeri, **TL**'nun onay testlerinde belirlenen değere eşit olmalıdır.

2.6 Korozyon artımı, "c"

Boru devrelerinin kullanım amacına uygun olarak, yapılması gereken korozyon artım oranları Tablo 16.12 ve 16.13'de verilmiştir. **TL**'nun uygun bulması halinde, korozyona karşı etkin bir şekilde korunmuş çelik boruların korozyon artımı, %50'den fazla olmamak üzere azaltılabilir. **TL**'nun onaylayacağı korozyona dayanıklı malzemelerden (örneğin; östenitik çelikler ve bakır alaşımları) yapılmış borularda korozyon artımından vazgeçilebilir (Tablo 16.8 ve 16.9'a bakınız) Tanklardan geçen borularda ilave korozyon artımında, borunun dış yüzeyinin temas ettiği maddelere bağlı olarak Tablo 16.12 göz önünde bulundurulmalıdır.

2.7 Tolerans artımı, "t"

Boruların üretiminde teslim koşullarının standartlarına bağlı olarak müsaade edilen et kalınlığının negatif üretim toleransı, s_o, hesaplanmış et kalınlığına eklenmeli ve tolerans artımı, t olarak belirtilmelidir. Tolerans artımı olarak t'nin değeri aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$t = \frac{a}{100-a} \cdot s_0 \quad [mm] \qquad \textbf{(1a3)}$$

a = Et kalınlıklarının negatif üretim toleransı (herhangi bir ölçüm değerine ulaşılamaması halinde, hesaplamalar için % 12,5 alınabilir), [%]

s_0 = Hesaplanmış et kalınlığı (bkz 2.1). [mm]

(2) *Çalışma sıcaklığındaki kısa süreli aşımlar, tasarım sıcaklığını belirlerken göz önüne alınmaz.*

Tablo 16. 12 Karbon çelik boruları için korozyon artımı "c"

Boru sisteminin türü	Korozyon artımı c [mm]
Kızgın buhar devreleri	0,3
Doymuş buhar devreleri	0,8
Kargo tankları içindeki buhar ısıtma kangalları	2,0
Besleme suyu devreleri;	
- Kapalı sistemlerde	0,5
- Açık sistemlerde	1,5
Kazan blöf devreleri	1,5
Basınçlı hava devreleri	1,0
Hidrolik yağ devreleri, yağlama yağı devreleri	0,3
Yakıt devreleri	1,0
Petrol yükü devreleri	2,0
Grup 1 soğutucular için soğutucu akışkan devreleri **(1)**	0,3
Grup 2 soğutucular için soğutucu akışkan devreleri **(1)**	0,5
Deniz suyu devreleri	3,0
Tatlı su devreleri	0,8

(1) *Soğutucular atmosfer basıncında ve çevre sıcaklığında alevlenme (parlama) üst sınırlarına göre 3 grupta sınıflanır.*

Grup 1: *Soğutucularla temas eden hiçbir hava konsantrasyonu alev almaz. Halojen hidrokarbonlar göreceli olarak alevlenmez, parlamaz, zehirsiz ve patlamaz özelliktedir.*

Grup 2: *Havayla temasları sonucu hacimsel olarak en az %3,5 V/V konstanstrasyona erişen soğutucular parlama/patlama özelliğine sahiptir. Bu türsoğutucular ya zehirli veya yanıcı özelliktedir. (Örnek: Metilklorid ve kükürtdioksit)*

Grup 3: *Havayla temas ettiklerinde hacimsel olarak %3,5 konsantrasyona erişmeden de parlama/patlama özelliğine sahip soğutucular bu gruba girer. Parlama alt sınırı ANSI/ASTM E 681'de belirtilmiştir. Bu tür soğutucuların parlama ve yanma özelliği oldukça yüksek olup; propan, propilen, etan, etilen, metan vs birer örnektir.*

Tablo 16.13 Demir dışında kalan metaller için korozyon artımı "c"

Boru malzemesi	Korozyon artımı c [mm]
Bakır, pirinç ve benzer alaşımlar	0,8
Kurşun içerenler dışındaki bakır-kalay alaşımları	
Bakır-nikel alaşımları (Ni ⩾ %10 ile)	0,5

3. Esneklik Analizi

3.1 Isıl genleşmenin ve daralmanın engellenmesiyle ortaya çıkan kuvvetler, momentler ve zorlanmalar, aşağıdaki boru sistemleri için hesaplanır ve **TL**'nun onayına sunulur.

- Çalışma sıcaklıkları 400°C'ın üzerinde olan buhar devreleri,

- Çalışma sıcaklıkları -110°C'ın altındaki devreler.

3.2 Yalnızca onaylanan hesaplama yöntemleri uygulanır. Şekil değişikliği nedeniyle dirsek ve bağlantı elemanlarında oluşan elastik değişimler göz önüne alınır. Teknik veriler ile birlikte, yöntemler ve esas metodlar onaylanacak dokümanlarda bildirilir. **TL**, bunların hesaplarını başka bir yöntemle yapma hakkını saklı tutar.

Gerilmeler, en büyük kayma gerilmesi hipotezi göz önüne alınarak belirlenir. İç basınçtan ve boru sisteminin kendi ağırlığından doğan birinci derecede yüklerden (yerçekimi kuvvetleri) meydana gelen mukayese gerilmeleri 2.3'e göre müsaade edilebilen en büyük gerilmeleri aşamaz. Yukarıda sözü edilen birinci dereceden kuvvetleri, sınırlı genişlemesi ve daralmasının engellenmesiyle doğan ikinci dereceden kuvvetlere ekleyerek elde edilen mukayese gerilmeleri, dirsekler, T-bağlantıları, başlıklar vb. gibi bağlantı elemanlarında, artan gerilmeler için onaylanan nedenlerin göz önüne alınmasının gerektiği yerlerde; 100.000 saat sonunda kopma meydana getiren gerilmenin ortalama değerini veya yorulma gerilmesinin ortalama değerini aşamaz.

4. Donanım

Kollara ayrılmış boruların boyutlandırılması, 2.3'e göre, müsaade edilebilen gerilmedeki uygun bir indirimin önerilmesini gerektiren eşdeğer yüzey alanları yöntemine uygun olarak yapılabilir. Genellikle, izin verilen en büyük gerilme, 300 mm. nin üzerindeki anma çapları için 2.3'e göre bulunan değerin %70'ine eşittir. Bu rakamın altında (< 300 mm.), %80'e indirmek yeterlidir.

Ayrıntılı gerilme ölçümünün, hesaplanmasının veya tip onaylanmalarının var olduğu durumlarda, daha yüksek gerilmelere müsaade edilebilir.

5. Flençler

Eğer flençler tanınan bir standarda uymuyorsa, standartlar çalışma koşullarındaki uygulamayı kapsamıyorsa veya standartlardan bir sapma varsa, 2.3'e göre müsaade edilebilen gerilmeyi kullanarak ve tanınan bir yöntemle flenç hesapları yapılıp sunulur.

İçinde ilgili gerilme değerlerinin veya malzemenin belirtildiği standartlara uygun olan flençler, aşağıdaki basınca kadar daha yüksek sıcaklıklarda kullanılabilirler:

$$p_{perm} = \frac{\sigma_{perm,\ standard}}{\sigma_{perm}\ (t,\ malzeme)} \cdot p_{standard}$$

σ_{perm} (t, malzeme) = Tasarım sıcaklığı t'de öngörülen malzeme için 2.3'e uygun olarak müsaade edilebilen gerilme,

$\sigma_{perm\ standard}$ = Standartta belirtilen mukavemet verilerine karşılık olan sıcaklıkta, malzeme için, 2.3'e uygun olarak müsaade edilebilen gerilme,

$p_{standard}$ = Standartta belirtilen anma basıncı (PN).

D. Boru Devreleri, Vanalar, Donanım Ve Pompalar İçin Esaslar

1. Genel

1.1 Boru devreleri, **TL** tarafından tanınan ve gemi yapımında kullanılan standartlar temel alınarak üretilmeli ve döşenmelidir.

1.1.1 Boruların eğer varsa yalıtım malzemelerini de içine alan en dış yüzeyinde devrenin ismini belirten ve boru içerisindeki akımın yönünü ok işareti ile gösteren boru etiketleri yer almalıdır.

1.1.2 Boru etiketlerinde, bir renk kodlama şemasına göre çeşitli boru içeriğini temsil etmek için nötr renkli bir arka plan üzerinde farklı renkler veya renkli bant kullanılmalıdır. Yazılar büyük harflerle yazılmalıdır. Yazılar, boru etiketlerinin merkezinde veya boru özelliklerini tanımlayan renk bandına hemen bitişik bir yerde görünecek şekilde yapılmalıdır.

1.1.3 Boru etiketleri üzerinde yer alan ve akım yönünü gösteren ok işareti eğer istenirse ISO 14726 standartlarına uygun olarak devrede dolaşan akışkanı temsil eden renkte düzenlenebilir..

1.1.4 Boru etiketlerinin sahip olması gereken boyutları Tablo 16.16 ‘da verilmiştir.

Tablo 16. 14 Gemi/yapısal borularının temsili için standart renkler

Renk	Temsil edilen akışkan cinsi
Siyah	Atık sıvılar (kullanılmış ya da yağla kirlenmiş su, siyah su, egzoz gazı
Mavi	Tatlı su
Kahverengi	Yakıt
Yeşil	Deniz suyu
Gri	Alevlenmeyen gazlar
Kestane	Dökme yük (Islak ya da kuru)
Turuncu	Yakıtlar hariç tüm petrol yağları
Gümüş	Buhar
Kırmızı	Yangın söndürme, yangın korunma
Mor	Asitler ve alkali (bazik) sıvılar
Beyaz	Havalandırma sistemi için temiz hava
Sarı	Alevlenebilen gazlar

Tablo 16. 15 Boru etiket ölçüleri

Boru anma çapı (mm)	Etiket uzunluğu (mm)	Etiket genişliği (mm)	Yazı harf büyüklüğü (mm)
10 – 15	125	N/A	N/A
20 – 65	205	N/A	20
50 – 200	305	N/A	30
> 200	610	100	90

1.1.5 Anma çapı 200 mm’ya kadar olan borular için kullanılacak etiketler siyah renkli kuşak bant ile çerçevelenmelidir.

1.1.6 Boru etiketleri devre üzerinde yer alan pompa, süzgeç, ayrıştırıcı, ısı değiştirgeci vb donanımın giriş ya da çıkış ağızlarına olabildiğince yakın ve bağlantı borularının dış yüzeyine konulur. Düz devam eden boru hattında her 5 metrede bir boru etiketi bulundurulmalıdır.

Boru devresi eğer açık bir devre ise, hattın giriş ve çıkış uçlarına da boru etiketleri konulur.

Boru hattının perde, güverte veya güverte altı geçiş noktalarına, geçişin her iki tarafından etiketin görülmediği durumlarda, her iki tarafa da boru etiketi konulması gereklidir.

Düşey yerleştirilmiş boru hatlarının geçtiği noktalarda gemi personelinin ayak bastığı zeminden yaklaşık 1800 mm yukarıda yer alacak şekilde boru etiketi konulmalıdır.

1.1.7 Birden fazla boru hattının bir arada yan yana veya üstü üste bulunduğu yerlerde, tüm boruların etiketleri olabildiğince birbirine yakın ve aynı hizaya konulmalıdır. Bu düzenlemeyle bir bakışta topluca tüm boru etiketlerinin okunması sağlanabilecektir.

1.1.8 Boru etiketleri kendiliğinden yapışkanlı olmalı ya da borunun dış yüzeyine Tablo 16.15’de belirtilen ölçülerde boyanmalıdır.

Kendiliğinden yapışkanlı boru etiketleri kimyasal aşındırıcılara karşı vinil ya da polyester türü malzemeyle kaplı ya da bu malzemelerden üretilmiş olmalıdır.

Boru etiketlerinin güneş ışığına açık yerlere yapıştırılması halinde; etiket malzemesi ultraviyole (UV) ışınlarının olumsuz ve soldurucu etkilerine dayanıklı olmalıdır. Etiket malzemesi aynı zamanda renk atmaya, ufalanmaya veya çatlamaya dayanıklı olmalıdır. Kendinden yapışkanlı boru etiketleri boru dış yüzeyine sarılarak serildiğinde kolayca yapışabilmeli, başkaca bir yapışkanın kullanılmasına gerek duymamalıdır.

Cam takviyeli plastik (CTP), bakır-nikel karışımı metal veya kendiliğinden yapışkanlı boru etiketlerinin tatmin edici ölçüde yapışamadığı malzemeden yapılmış borularda; hem etiket üzerindeki yazılar hem de akım yönünü gösteren ok işaretleri borunun dış yüzeyine doğrudan boyanmalıdır. Bakır-nikel malzemeden yapılan borular için, metin yazısı ve ok işareti sarı veya beyaz renkler tercih edilebilir. Siyah, yeşil ya da kırmızı renkli olup, rengi kendinden olan, ayrıca sözü edilen renklere boyanmamış cam takviyeli plastik borularda da metin yazısı ve ok işareti için beyaz renk tercih edilmelidir.

1.2 Zehirli maddeler, yanıcı sıvılaştırılmış gazlar ve 400°C'ı aşan sıcaklıklardaki kızgın buhar taşıyan boru devrelerinde, ayrılabilen birleştirmeler yerine kaynaklı bağlantılar tercih edilmelidir.

1.3 Boru sistemlerinde, ısınmadan ve geminin şekil değiştirmesi sonucu askıların kaymasından doğan

genleşmeler, dirsekler, kompansatörler ve esnek boru bağlantılarıyla giderilir. Burada uygun sabit noktalar düzenlenmesi göz önüne alınır.

1.4 Borular korozyona karşı özel koruyucu kaplamalar ile (örneğin; sıcak galvanizleme, lastik kaplama vb) korunmuş ise, montaj sırasında koruyucu kaplamaların hasar görmemesi sağlanmalıdır.

1.5 Korozyon ve erozyona karşı koruma

1.5.1 Özellikle boruların en çok maruz kalan kısımları, bileşen malzemelerinin seçimi veya uygun bir kaplama veya işlemden herhangi biri ile korozyona karşı korunmalıdır.

1.5.2 Deniz suyu borularının yerleşimi ve düzeni, suyun durgun olabileceği bölgelerdeki ani değişimlerden ve keskin dirsekleri önleyecek şekilde olmalıdır. Boruların iç yüzeyi, özellikle bağlantılar açısından, olabildiğince pürüzsüz olmalıdır. Galvanizleme veya diğer iç kaplama ile korozyona karşı korunan borularda, bilhassa bağlantılar açısından olabildiğince kaplamanın sürekli olacağı şekilde yerleşim yapılmalıdır.

1.5.3 Eğer deniz suyu sistemleri için galvanizli çelik borular kullanılırsa, suyun hızı 3 m/s yi geçmemelidir.

1.5.4 Eğer deniz suyu sistemleri için bakır borular kullanılırsa, suyun hızı 2 m/s yi geçmemelidir.

1.5.5 Yerleşimler, galvanik korozyonu önleyecek şekilde olmalıdır.

1.5.6 Eğer deniz suyu sistemleri için alüminyum pirinç borular kullanılırsa, suyun hızı 3 m/s yi geçmemelidir.

1.5.7 Eğer deniz suyu sistemleri için 90/10 bakır-nikel-demir borular kullanılırsa, suyun hızı 3,5 m/s yi geçmemelidir.

1.5.8 Eğer deniz suyu sistemleri için 70/30 bakır-nikel-demir borular kullanılırsa, suyun hızı 5 m/s yi geçmemelidir.

1.5.9 Eğer deniz suyu sistemleri için cam takviyeli plastik (GRP) borular kullanılırsa, suyun hızı 5 m/s yi geçmemelidir.

2. Boru Bağlantıları

Boru bağlantıları için;

- Kökün kalitesini artırma önlemleri alınmış/ alınmamış tam nüfuziyetli alın kaynakları,
- Uygun köşe kaynağı kalınlığı olan ve mümkünse bilinen standartlara uygun manşon kaynaklar,
- İlgili standartlarda belirtilen ve izin verilen basınçlara ve sıcaklıklara göre çelik flençler,
- Onaylı tipte mekanik bağlantılar (örneğin; boru rakorları, boru kaplinleri, preslenmiş fitingler),

kullanılabilir.

2.1 Kaynaklı bağlantılar

Kaynaklı boru birleştirmeleri için Tablo 16.16 yol gösterici özet bilgiler içermektedir.

2.1.1 Alın kaynağı yöntemi, kökte tam nüfuziyet sağlandığında, bütün boru sınıflarında kullanılabilir.

Tablo 16.16 Boru bağlantıları

Bağlantı türü	Boru sınıfı	Anma çapı
Kökü hazırlanmış alın kaynağı	I, II, III	Tümü
Kökü hazırlanmamış alın kaynağı	II, III	
Manşon kaynağı	III	
	I, II **(1)**	⩽ 88,9
(1) *Yorulma, şiddetli erozyon veya çatlak korozyonunun oluşması beklenen sistemler veya zehirli madde taşıyan boru sistemleri hariç.*		

2.1.2 Kökü hazırlanmamış alın kaynağı yöntemi yanlıca boru sınıfı II ve III'e giren boruların birleştirmelerinde kullanılabilir.

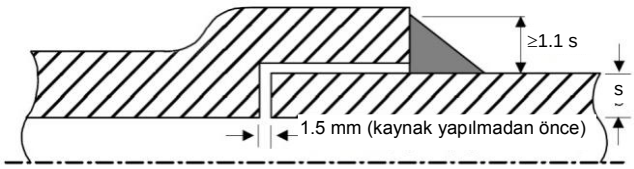
2.1.3 Sınıf I ve II'ye giren boru türlerinin

birleştirilmesi, anma çapının 88,9 mm. ve altında olması koşuluyla; yorulma, şiddetli erozyon veya çatlak korozyonunun oluşması beklenen sistemler veya zehirli madde ve korozif akışkan taşıyan sistemler hariç olmak üzere manşon kaynağı yöntemi ile yapılabilir.

Standart fitingler kullanılarak manşon kaynağı yöntemi sınıf III borular için sınırlama olmaksızın kullanılabilir.

Dolgu kaynak boyu, borunun nominal kalınlığının en az 1,1 katı olmalıdır. Şekil 16.2 ye bakınız.

Manşonların kalınlıkları, en az boru kalınlıkları ile eşdeğer olacak şekilde C.1.1 ile uyumlu olmalıdır.

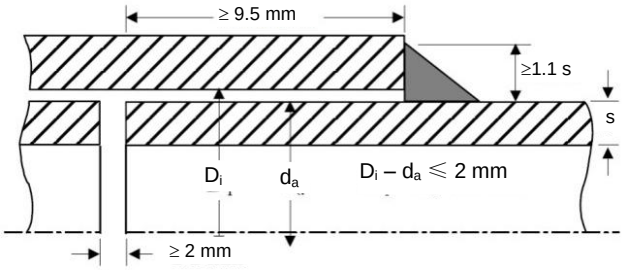


Şekil 16.2 Tipik manşon kaynağı

2.1.4 Sınıf I ve II'ye giren boru türlerinin birleştirilmesi, anma çapının 88,9 mm ve altında olması koşuluyla; yorulma, şiddetli erozyon veya çatlak korozyonunun oluşması beklenen sistemler veya zehirli madde ve korozif akışkan taşıyan sistemler hariç olmak üzere kayıcı geçme bilezik kullanılarak kaynaklama yoluyla yapılabilir.

Kayıcı geçme bilezik kullanılarak kaynaklama yoluyla birleştirme, boru sınıfı III'e giren borular için sınırlama olmadan ve **TL** onayıyla kullanılabilir.

Kayıcı geçme bilezik kullanılarak kaynaklama yoluyla birleştirmede uyulması gereken ölçüler Şekil 16.3 de verilmiştir.



Şekil 16.3 Tipik kayıcı geçme bilezikli kaynaklı bağlantı

Kayıcı geçme bilezikli kaynaklı bağlantı için gereklilikler:

- Birleştirilecek boruların dış çapları ile boruları kavrayan bileziğin iç çapı arasındaki boşluk 2 mm'den daha fazla olamaz.

- Birleştirilecek her bir boru bilezik ucundan itibaren en az 9.5 mm. içeri sokulmalıdır.

- Birleştirilecek boru uçları arasında en az 2 mm. boşluk bırakılması gereklidir.

- Dolgu kaynak boyu, borunun nominal kalınlığının en az 1,1 katı olmalıdır.

- Bileziklerin kalınlıkları, en az boru kalınlıkları ile eşdeğer olacak şekilde C.1.1 ile uyumlu olmalıdır,.

2.2 Flençli bağlantılar

2.2.1 Flenç ve cıvata ölçüleri tanınmış standartlarla ve Tablo 16.17 ile uyumlu olmaldır.

Tablo 16.18'de gösterilen her tür ve boyuttaki flenç ve flenç bağlantısı gemilerde kullanılabilir.

2.2.2 Contalar, tasarım basıncı ve sıcaklığındaki maddeye uygun olmalı, bunların boyutları ve yapısı tanınmış standartlara uygun olmalıdır.

2.2.3 Tablo 16.17 ve 16.18'de gösterilen çelik flençler, ilgili standartlarda müsaade edilen basınç ve sıcaklıklarla uyumlu olarak kullanılabilir.

2.2.4 Demir olmayan metallerden yapılmış flençler, ilgili standartlara uygun olarak ve onaylamada belirtilen sınırlar içerisinde kullanılabilir. Bakır ve bakır alaşımlarından yapılmış flençler ve pirinç lehimli veya kaynaklı kuşaklar aşağıdaki koşullara bağlıdır:

2.2.4.1 Bütün boru sınıfları için, 200°C'a veya 300°C'a kadar, standarda ve Tablo 16.10'da belirtilen en yüksek sıcaklıklara uygun boyunlu kaynak flençleri,

2.2.4.2 2.2.4.1'de olduğu gibi kaynak kuşaklı serbest flençler,

2.2.4.3 Yalnızca boru sınıfı III için, 16 barlık anma basıncı ve 120°C'a kadar düz pirinç lehimli flençler.

2.2.5 300°C'ın üzerindeki sıcaklarda, boru sınıfları I ve II için flenç bağlantılarında inceltilmiş gövdeli cıvatalar kullanılır.

2.3 Dişli manşon bağlantılar

2.3.1 Paralel ve konik dişli manşon bağlantılar tanınmış ulusal veya uluslararası standartlar ile uyumlu olmalıdır.

Yorulma, şiddetli erozyon veya çatlak korozyonunun oluşması beklenen veya zehirli veya alevlenebilen madde taşıyan boru sistemlerinde dişli manşon bağlantılara izin verilmez.

2.3.2 Paralel dişli manşon bağlantılarına, dış çapı ≤ 60,3 mm. olan III. sınıf borularda ve ikincil sistemlerde (örneğin; sıhhi tesisat ve sıcak sulu ısıtma sistemleri) izin verilir.

2.3.3 Konik dişli manşon bağlantılarına, aşağıda belirtilen durumlarda izin verilir:

- Dış çapı ≤ 33,7 mm. olan I. Sınıf borular
- Dış çapı ≤ 60,3 mm. olan II. ve III. Sınıf borular

Tanınmış bir standartla uyumlu konik dişli manşon bağlantıları, zehirli veya kimyasal olarak aşındırıcı özelliğe sahip sıvıların basılacağı boru devrelerinde ve bunlara ek olarak işletme sıcaklığı 495°C'ın üzerindeki sıvıların basılacağı boru devrelerinde kullanılamaz.

2.4 Mekanik bağlantılar

2.4.1 Tablo 16.19, 16.20 ve 16.21'de gösterilen tip onaylı mekanik bağlantılar kullanılabilir.

Yanıcı sıvıların olduğu devrelerde mekanik bağlantıların sayısı minimumda tutulmalıdır. Genel olarak, tanınmış standarlara uygun flençli bağlantılar kullanılmalıdır.

Boru devresinde mekanik bir bağlantı varsa, uygun bir şekilde düzeltilmeli, layna alınmalı ve desteklenmelidir. Destekler veya askılar, kuvvet yönünde boruların bağlantı noktasında kullanılmamalıdır.

2.4.2 Uygun olduğu yerlerde, mekanik bağlantılar Tablo 16.20'de belirtildiği gibi yangına dayanıklı tipte olmalıdır.

2.4.3 Hasar görmesi durumunda yangın veya su basmasına sebep olabilecek mahiyetteki mekanik bağlantılar, yolcu gemilerinde perde güvertesinin altındaki ve yük gemilerinde fribord güvertesinin altındaki gemi bordasına veya yanıcı sıvı bulunan tanklara doğrudan bağlanan boru aksamında kullanılmayacaktır.

2.4.4 Aşağıda belirtilen yerlerde kaymalı bağlantıların kullanımına izin verilmez:

- Balast ve yakıt tankları içindeki sintine devreleri,
- Kargo ambarları ve yakıt tankları içindeki hava firar ve taşıntı borularını içeren deniz suyu ve balast devreleri,
- Kategori A makina mahalli veya yaşam mahalleri içerisinde düzenlenen inert gaz devreleri gibi alevlenebilen sıvıları taşıyan iskandil, havalandırma ve taşıntı boruları dahil boru devreleri,
- Kolaylıkla görülebilir ve ulaşılabilir pozisyonda yerleştirilirlerse diğer makina mahallerinde kaymalı bağlantılar kabul edilebilir.
- Makina dairesi, kargo ambarları ve balast tankları içindeki hava firar ve taşıntı borularını içeren yakıt ve yağ devreleri
- Devamlı su ile doldurulmamış yangın söndürme sistemleri.

Borularda, tanklardaki maddenin aynısı bulunuyorsa, tankların içinde mekanik bağlantılara izin verilebilir. Eksenel boru deformasyonunun telafisi gereken durumlar hariç, kayma tipi kayma bağlantıların boru ana bağlantı şekli olarak kullanılmasına izin verilmez.

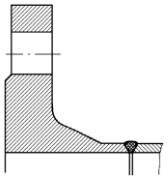
Tablo 16. 17 Flenç türlerinin kullanım yeri

Boru sınıfı	Zehirli, kimyasal aşındırıcı, yanıcı sıvılar ve sıvılaştırılmış gazlar (LG)		Buhar, ısı ileten sıvılar		Yağlama yağı ve yakıt	Diğer maddeler	
	PR [bar]	Flenç türü	Sıcaklık [°C]	Flenç türü	Flenç türü	Sıcaklık [°C]	Flenç türü
I	> 10 ⩽ 10	A A, B **(1)**	> 400 ⩽ 400	A A, B **(1)**	A, B	> 400 ⩽ 400	A A, B
II	-	A, B, C	> 250 ⩽ 250	A, B, C A, B, C, D, E	A, B, C, E **(2)**	> 250 ⩽ 250	A, B, C A, B, C, D, E
III	-	-	-	A, B, C, D, E	A, B, C, E	-	A, B, C, D, E, F **(3)**

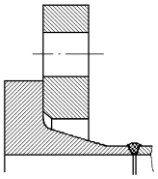
(1) *B tipi yalnız D_a < 150 mm. için.*
(2) *E tipi yalnız t < 150°C ve PR < 16 bar için.*
(3) *F tipi yalnız açık uçlu boru devreleri ve su devreleri için.*

Tablo 16. 18 Flenç bağlantı çeşitleri

A Tipi

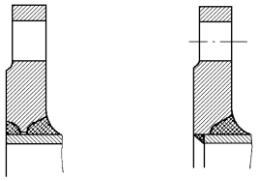


Kaynaklı boyun flenci

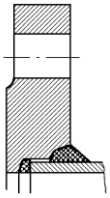


Serbest flençli boyun bağlantısı

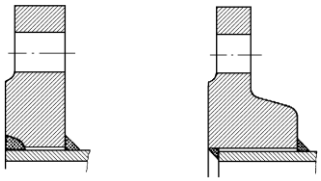
B Tipi

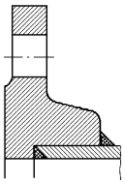


Kaynak nüfuziyetli düz flençler



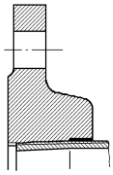
C Tipi





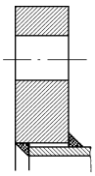
Kısmen kaynaklı düz flençler

D Tipi



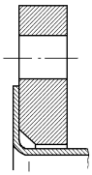
Manşonlu flenç
- konik dişli -

E Tipi



Düz flenç
- her iki taraftan kaynaklı -

F Tipi



Düz flenç
- kenarı kıvrılmış boruda -

Not: *D tipi için, boru ve flence konik diş açılmalıdır ve o bölümünde diş açılmış haldeki borunun diş üstünden ölçülen çapı, diş açılmamış haldeki borunun dış çapından gözle görülür bir şekilde az olmamalıdır. Belirli türdeki dişler için, flenci tamamen sıktıktan sonra boru, flencin içine doğru genişletilmelidir.*

2.4.5 Mekanik bağlantılar, tasarım basıncının 4 katı büyüklüğündeki yarılma basıncı ile test edilir. 200 bar üstü tasarım basınçları için gerekli yarılma basıncı **TL** tarafından özel olarak düşünülmelidir.

2.4.6 Gemilerde kullanılacak mekanik bağlantıların uygunluğu için **TL** tarafından öngörülen testler şunlardır:

- Sızdırmazlık testi
- Titreşim (malzeme yorulması) testi (gerektiğinde)
- Darbeli basınca dayanıklılık testi (gerektiğinde)
- Yarılma testi
- Çekme testi (gerektiğinde)
- Yangın dayanıklılık testi (gerektiğinde)
- Vakum testi (gerektiğinde)
- Sökülme ve birleştirilme testi (gerektiğinde)
- Testlerin detayı için UR P2.11 e bakınız.

Mekanik bağlantıların montajı, üreticinin montaj talimatları ile uyumlu olmalıdır. Bağlantıların montajı için özel aletler ve geyçler gerektiğinde bunlar, üretici tarafından sağlanmalıdır.

3. Yerleşim Planı, İşaretleme ve Döşeme

3.1 Boru donanımları, kullanım amaçlarına uygun olarak yeterince işaretlenmelidir. Vanalar kalıcı ve açık olarak belirtilmelidir.

3.2 Perdelerden, güvertelerden ve tank perdelerinden boru geçişleri, su ve yağ sızdırmaz olmalıdır. Perdeleri delerek geçirilen cıvatalara müsaade edilmez. Tespit cıvataları için tank duvarlarına delik açılamaz.

3.3 Su geçirmez perdeler ve güvertelerden ve de yangın bölmelerinden boru geçişlerinin kaynaklanmamış olanlarına **TL**'nun izni gereklidir (Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 11'e bakınız) **(3).**

3.4 Elektrik dağıtım tablolarına yakın boru donanımları, olası sızmalarda elektrik tesisatının zarar görmeyeceği bir biçimde yerleştirilmeli veya korunmalıdır.

3.5 Boru donanımları, içindekiler tamamıyla boşaltılabilecek, sudan ve havadan arındırılabilecek bir şekilde düzenlenmelidir. Çalışırken sıvı yığılmalarının hasara yol açabileceği boru sistemleri, özel boşaltma düzenleriyle donatılmalıdır.

3.6 Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 22'ye göre kaplanmış olan balast tankları içinden geçen boru devreleri korozyona karşı etkin olarak korunmalı veya korozyondan az etkilenen bir malzemeden yapılmalıdır.

Tankların ve boru devrelerinin korozyona karşı önlemleri birbirine uygun olmalıdır.

3.7 Gemi bordası ile ilk kapama aygıtı arasındaki boruların et kalınlığı Tablo 16.23 Sütun B'ye uygun olmalıdır. Boru bağlantıları kaynaklı veya flençli olmalıdır.

4. Kapatma Aygıtları

4.1 Kapatma aygıtları tanınmış bir standarda uymalıdır. Dişli kapakları olan vanalar, kapakların istenmeyerek gevşemesini önlemek üzere emniyete alınmalıdır.

4.2 Elle çalıştırılan kapatma aygıtları, saat ibresi yönünde döndürülerek kapatılmalıdır.

4.3 Bir vananın açık veya kapalı durumu belirgin olarak işaretlenmelidir.

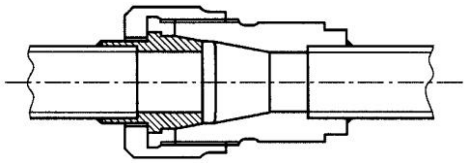
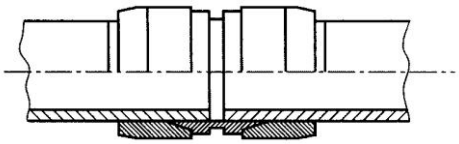
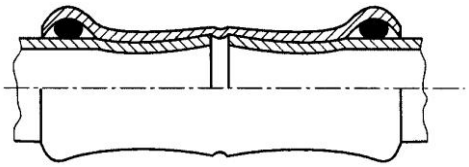
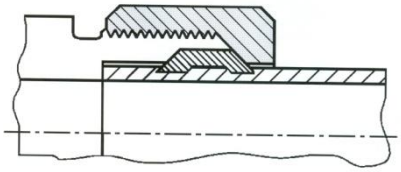
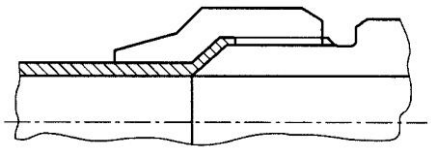
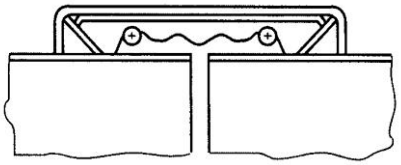
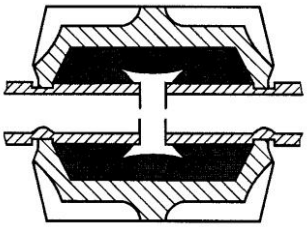
4.4 Hizmet sırasında olası bir ara konumunun tehlikeli olabileceği yön değiştirme aygıtları, boru sistemlerinde kullanılmamalıdır.

4.5 Vanalar kalıcı olarak işaretlenir. İşaretler en az aşağıdaki verileri kapsamalıdır:

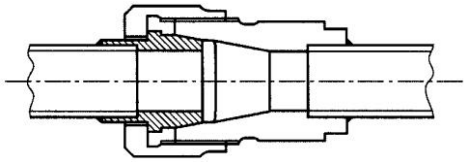
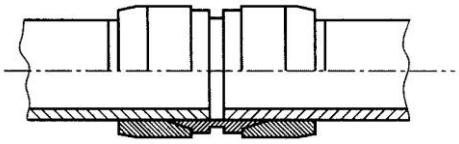
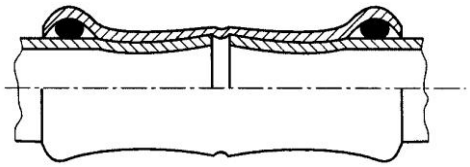
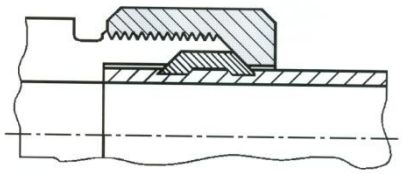
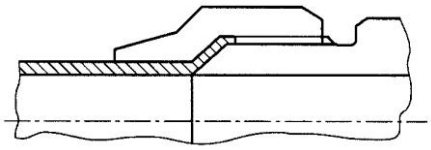
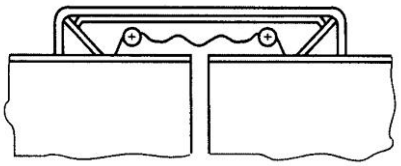
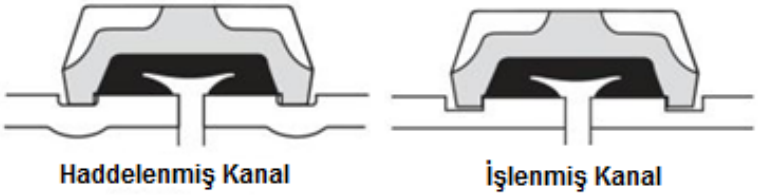
- Gövde malzemesi,
- Anma çapı,
- Anma basıncı.

(3) *"Tip Testlerinin Yapılması ile İlgili Kurallar-3 Perde ve Güverte Geçişlerindeki Sızdırmazlık Sistemleri için Test Gereksinimleri"ne bakınız.*

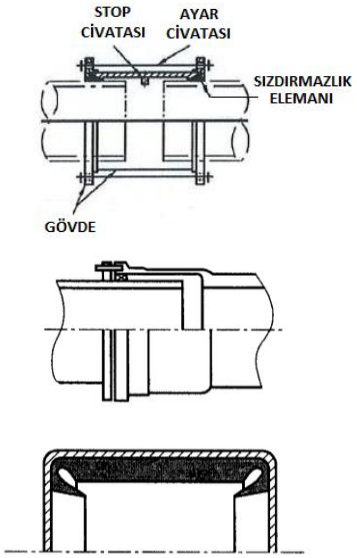
Tablo 16.19 Mekanik bağlantı örnekleri

Boru bağlantısı	
Kaynaklı ve lehimli tip	
Baskılı kaplinler	
Dövme tip	
Presli tip	
Çeneli tip	
Çakmalı tip	
Kaymalı bağlantılar	
Bilezikli tip	
Makina ile ağız açılmış tip	

Tablo 16.19 Mekanik bağlantı örnekleri

Boru bağlantısı	
Kaynaklı ve lehimli tipler	
Baskılı kaplinler	
Dövme tip	
Presli tip	
Çeneli tip	
Çakmalı tip	
Kaymalı bağlantılar	
Bilezikli tip	
Makina ile kanal açılmış tip	

Tablo 16.19 Mekanik bağlantı örnekleri (devam)

Kaymalı tip	

Tablo 16.20 Mekanik bağlantı uygulamaları

Sistemler	**Bağlantı çeşidi**		
	Boru bağlantısı	**Baskılı kaplinler (6)**	**Kaymalı bağlantılar**
Yanıcı sıvılar (parlama noktası <60°C)			
Kargo devresi[4]	+	+	+
Ham petrol yıkama devresi[4]	+	+	+
Hava firar devresi[3]	+	+	+
Sızdırmazlık taşıntı devresi	+	+	+
Yıkama taşıntı devresi	+	+	+
Ana devreler[2,4]	+	+	+
Dağıtım devreleri[4]	+	+	+
Yanıcı sıvılar (parlama noktası > 60°C)			
Kargo devresi[4]	+	+	+
Yakıt devresi[3,2]	+	+	+
Yağlama yağı devresi[2,3]	+	+	+
Basınçlı yağlı (hidrolik) [2,3]	+	+	+
Isı ileten yağlı (termal) [2,3]	+	+	+
Deniz suyu			
Sintine devresi	+	+	+
Su ile dolu yangın söndürme sistemleri (Örneğin ; sprinkler sistem)	+	+	+
Su ile dolu olmayan yangın söndürme sistemleri (Örneğin; köpük, yağmurlama sistemi)	+	+	+
Ana yangın borusu (devamlı dolu değil)	+	+	+
Balast devresi[1]	+	+	+
Soğutma suyu devresi[1]	+	+	+
Tank temizleme servisi	+	+	+
İkincil sistemler	+	+	+

Tablo 16.20 Mekanik bağlantı uygulamaları (devam)

Sistemler	Boru bağlantısı	Baskılı kaplinler (6)	Kaymalı bağlantılar
Tatlı su			
Soğutma suyu devresi[1]	+	+	+
Yoğuşmuş su dönüşü[1]	+	+	+
İkincil sistemler	+	+	+
Sıhhi tesisat /Boşaltımlar (dreynler)/ Firengiler			
Güverte boşaltımları (iç) [6]	+	+	+[4]
Sıhhi tesisat boşaltımları	+	+	+
Firengi ve dış atım (tekne dışına)	+	+	-
İskandil / Hava firar			
Su tankları/kuru mahaller	+	+	+
Yakıt tankları (parlama noktası >60°C) [2,3]	+	+	+
Çeşitli			
Start/kontrol havası [1]	+	+	-
Servis havası (ikincil)	+	+	+
Tuzlu su	+	+	+
CO_2 sistemi [1]	+	+	-
Buhar	+	+	+[5]

Dipnotlar – Yangın dayanıklılığı kabiliyeti

Eğer mekanik bağlantılar, yangında kolaylıkla bozulan herhangi bir bileşen ihtiva ediyorsa, mekanik bağlantılar aşağıdaki dipnotlarda belirtilenler göz önünde bulundurularak yangına dayanıklı tip onaylı olacaktır.

1. *A kategori makina mahalleri içinde, sadece onaylı aleve dayanıklı tipler*
2. *A kategori makina mahalleri veya yaşama mahalleri içinde değil. Bağlantıların kolayca görülebilir ve ulaşılabilir konumlarda olması koşuluyla, diğer makina mahallerinde izin verilebilir.*
3. *Onaylı yangına dayanıklı tipler, ilgili mekanik bağlantıların SOLAS II-2 Regulation 9.2.3.3.2.2(10)'da tanımlanan açık güvertede ve akaryakıt hatlarında kullanılmadığı durumlar hariç.*
4. Sadece *pompa odaları ve açık güverteler – sadece onaylı yangına dayanıklı tipler*

Dipnotlar – Genel

5. *Tablo 16.19'da gösterilen kaymalı tip bağlantılar. Tasarım basıncı 10 bara kadar olan, güverte üzerindeki borular için kullanılabilir.*
6. *Sadece yolcu gemilerinde perde güvertesi ve yük gemilerindeki fribord güvertesi üzerinde*

+ Uygulanabilir *- Uygulanamaz*

Tablo 16. 21 Boru sınıfına göre mekanik bağlantı uygulamaları

Bağlantı tipi	Sınıf I	Sınıf II	Sınıf III
Boru bağlantısı			
Kaynaklı ve lehimli tip	+(1)	+(1)	+
Baskılı kaplinler			
Dövme tip	+	+	+
Pres tip	-	-	+
Çeneli tip	+(1)	+(1)	+
Çakmalı tip	+(1)	+(1)	+
Kaymalı bağlantılar			
Makinayla ağız açılmış tip	+	+	+
Bilezikli tip	-	+	+
Kaymalı tip	-	+	+

(1) *Boru dış çapı 60,3 mm den az olanlara izin verilir.* *+ Uygulanabilir* *- Uygulanamaz*

4.6 Gemi üzerinde kullanmaya ayrılmış olan valflerin tasarım basıncı en büyük basınç değeri hiçbir şekilde 350 kPa'dan daha düşük olamaz.

Ucu açık devrelerde yer alan vanalarda tasarım basınç değeri alt sınırı olarak 350 kPa değeri aranmayabilir. Tankların hava firar ve boşaltma hatlarında kullanılan vanalar ile pompanın emiş hattı ya da basma hattında yer almayan havaya açık tanklara yerleştirilen vanalar (seviye göstergeleri, boşaltım muslukları, inert gaz devre vanaları, buhar emisyonunu kontrol eden sistemlerdeki vanalar, vb.) bu tür vanalardır.

4.7 Anma çapı 50 mm'nin üzerinde olan, sınıf I ve II'ye giren boru devrelerinde yer alan vanalar vidalarla sabitlenen kontrol kapağına ve altında sızdırmazlık contasına sahip olmalıdır. Buhar devrelerinde, yakıt ya da yağ devrelerinde kullanılan vanalar ile sınıf I ve II'ye giren devrelerdeki vanaların hareket milleri sökülerek tamamen gövde dışına çıkarılabilmelidir.

Demir döküm vanaların tümünde vana kapağı (kepi) vidalarla tutturulmuş olmalıdır. Vana kapağı çelik, bronz veya dövme demirden yapılabilir.

4.8 Vanaların gövde, disk ve oturak gibi birbirine temas eden ve sürtünmeye çalışan parçaları aşınmaya karşı dayanıklı olmalıdır. Titreşim sönümleyici malzemeler kullanılmış ise; vana üreticisinin belirlediği kullanım limitlerine uyulmalıdır. Titreşim sönümleyici esnek malzemelerin kullanıldığı vanaların yangın devrelerinde kullanılabilmesi için, vananın **TL** tarafından tanınan uluslar arası standarta uygun olarak yapılan denemelerle yangın dayanıklılığının kanıtlanmış olması gerekir.

4.9 Anma çapı 50 mm. üzerinde olan, sınıf I ve II'ye giren boru devrelerindeki vanaların giriş ve çıkış ağızları flençli olmalı veya kökü hazırlanmış alın kaynağı ile boru devresine bağlanmalıdır.

Sadece anma çapı 80 mm. olan vanalar **TL**'nun onayı da alınarak manşon kaynağı ile boru devresine bağlanabilir.

5. Gemilerin Borda Vanaları

5.1 Gemi borda vanalarının bağlanması konusunda Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 7, C.10'a bakınız.

5.2 Gemi bordasındaki vanalara kolayca erişilebilmelidir. Deniz suyu giriş ve çıkış vanaları döşek üstü levhalarının yukarısından çalıştırılabilmelidir. Ana soğutma suyu giriş vanasının el çarkı alt platform üzerinden 460 mm'den daha az olmamalıdır.

Bordadaki musluklar, yalnız musluk kapalı olduğu zaman musluk anahtarı çıkarılabilecek şekilde tertiplenmelidir.

5.3 Gemi bordasındaki ve deniz (kinistin) sandıklarındaki yalnızca bir taraftan flençli vanalar ancak özel onay alınarak kullanılabilir.

Gemi bordasına yapılacak herhangi bir bağlantıda wafer tip vanalar kullanılamaz. Kullanılması durumunda özel izne tabidir. Her bir ucunda ayrı cıvataları olan lug tip kelebek vanalar borda vanaları olarak kullanılır, bu durumda su geçirmezlik bütünlüğünü sürdürebilmek için valf kapatılarak geminin iç tarafındaki ucu ile bağlantısı kesilebilir.

5.4 500 GT'den büyük gemilerde, adamsız makina dairelerinde, deniz alıcı ve boşaltım vanalarının kumandaları için Kısım 4-1, Otomasyon, Bölüm 6, I'ya bakınız.

6. Uzaktan Kumandalı Vanalar

6.1 Genel

Bu kurallar, boru sistemlerindeki ve sıhhi tesisat boşaltım borularındaki basınçlı sıvı kontrollü (hidrolik), basınçlı hava kontrollü (pnömatik) veya elektrikle çalışan vanalara uygulanır.

6.2 Yapım şekli

6.2.1 Uzaktan kumandalı sintine vanaları ve geminin güvenliği için önemli olan vanalar, acil durumda çalışma düzeniyle donatılır.

6.2.2 Kargo donanımındaki uzaktan kumandalı

vanaların acil durumlarda çalışması için Bölüm 20, B.2.3.3'e bakınız.

6.3 Vanaların düzeni

Vanaların düzenlenmesinde bakım ve onarım için ulaşılabilirlik, olanaklar elverdiğince göz önünde tutulur.

Sintine ve sıhhi tesisat vanalarına her zaman ulaşılabilmelidir.

6.3.1 Emniyet vanalarının boşaltımları ve boru devresi ile birleştirilmiş basınçlı kaplar

Boru devresindeki emniyet vanalarından izole edilebilen bir basınçlı kap, ya doğrudan basınçlı kap üzerinde ya da kesme valfi ile basınçlı kap arasında yerleştirilmiş başka bir emniyet valfine sahip olmalıdır.

Her bir boru sistemi veya sistemin bir parçası yüksek bir basınca maruz kalacak şekilde tasarlanması durumunda bir boşaltma valfi aracılığı ile aşırı basınçtan korunmalıdır. Diğer koruyucu aygıtlar, yarılma diskleri gibi, bazı sistemler için düşünülebilir.

Alevlenebilir sıvı veya gazların dolaştırıldığı boru devreleri için ayar vanaları pompanın emme tarafına veya tanka geri boşaltım yapacak şekilde düzenlenmelidir. CO_2 sisteminin emniyet valfi CO_2 gazını, depolama tanklarının (CO_2 tüpleri) bulunduğu odanın dışına kaçırmalıdır.

Her durumda, doğrudan atmosfere boşaltım yapıldığında, bu boşaltım diğer boru devrelerini veya ekipmanları etkilememelidir ve gemi personelinin bulunabileceği yerlerden uzakta olmasına dikkat edilmelidir.

6.3.2 Sintine devreleri

Vanalar ve kumanda devreleri geminin bordasından ve dibinden olabildiğince uzağa yerleştirilir.

6.3.3 Balast devreleri

Vanaların ve kumanda devrelerinin yerleşiminde de 6.3.2'de belirtilen koşullar geçerlidir.

Uzaktan kumandalı vanaların balast tanklarının içinde bulunduğu durumlarda, ilgili tank vanaları bitişik tanka yerleştirilir.

6.3.4 Yakıt boruları

Çift dibin üzerindeki yakıt tanklarında bulunan uzaktan kumandalı vanalar, içinde oldukları bölümün dışından kapatılabilmelidir (G.2.1 ve H.2.2'ye bakınız).

Eğer uzaktan kumandalı vanalar, yakıt veya yağ tankları içine yerleştirilirse, 6.3.3 benzer şekilde uygulanmalıdır.

6.3.5 Yakıt depolama devreleri

Yakıt depolama sırasında, yakıt depolama devrelerinde müsaade edilmeyen basınç artışını önleyici uygun tertibat bulunmadığı takdirde, yakıt tanklarına monte edilen uzaktan kumandalı kapama aygıtları enerji sağlanamaması halinde otomatik olarak kapanmamalıdır.

6.3.6 Kargo boruları

Kargo tanklarındaki uzaktan kumandalı vanalar için Bölüm 20, B.2.3.3'e bakınız.

6.4 Kumanda yerleri

6.4.1 Uzaktan kumandalı vanaların kumanda cihazları, müşterek bir kumanda konsolunda yer almalıdırlar.

6.4.2 Kumanda cihazları açık ve kalıcı bir şekilde ayırt edilmeli ve işaretlenmelidir.

6.4.3 Her uzaktan kumandalı vananın durumu (açık veya kapalı), **TL** onaylı görsel göstergelerle gösterilecektir.

6.4.4 Sintine vanalarının (açık/kapalı) durumları, **TL** onaylı görsel göstergelerle gösterilecektir.

Doğrudan vana üzerine monte edilen durum göstergelerinin bulunması halinde, **TL** tarafından resim onayı yapılacaktır.

Dolaylı ölçüm prensibine göre çalışan durum göstergelerinin (örneğin; hacim doluluk göstergeleri) tip onaylı olması gereklidir.

6.4.5 Hacim doluluk göstergelerinde, kontrol devresindeki sistem basıncı **TL** tip onaylı basınç sviçi ile izlenecektir (basınç kontrol anahtarı ve akış kontrol anahtarının seri bağlanması).

6.4.6 Değişebilir tanklara ait vanaların kumanda cihazlarında, sadece ilgili tanka ait olan vananın çalışabilmesinin sağlanması kilitleme yoluyla güvenceye alınır. Aynı kural kargo ambarlarının ve içinde kuru yük ve balast suyunun dönüşümlü olarak taşındığı tankların vanaları için de geçerlidir.

6.4.7 Yolcu gemilerinde, uzaktan kumandalı sintine vanalarının kumanda yeri, makina mahallerinin dışında ve perde güvertesinin üstünde tertiplenir.

6.5 Güç birimleri

6.5.1 Uzaktan kumandalı vanalara enerji sağlayan güç birimleri, en az birbirinden bağımsız iki grup olarak tertiplenecektir.

6.5.2 Yay kuvvetiyle kapanmayan vanaları kapatma işlemi için gerekli enerji, bir basınç deposu tarafından sağlanır.

6.5.3 Pnömatik olarak çalışan vanalar için hava, genel basınçlı hava sisteminden sağlanabilir.

Yakıt tanklarının çabuk kapama vanalarının hava basıncıyla kontrol ve kumanda edildiği durumlarda ayrı bir basınç deposu öngörülür. Bu depo yeterli hacimsel büyüklükte olmalı ve makina dairesi dışına yerleştirilmelidir. Bu deponun genel basınçlı hava sisteminden doğrudan bir bağlantıyla doldurulmasında sakınca yoktur. Basınç deposunun doldurma bağlantısında bir geri döndürmez vana tertiplenir.

Basınç deposu için ya görsel ve sesli alarmı olan bir basınç kontrol aygıtı ya da, ikinci bir doldurma aleti olarak bir el kompresörü sağlanır.

El kompresörü, makina dairesinin dışına yerleştirilir.

6.6 Gemiye montajının sonunda bütün sisteme, bir çalışma denemesi uygulanacaktır.

7. Pompalar

7.1 Malzemeler ve yapım kuralları için, **TL** ″Pompaların Tasarımı, Yapımı ve Testleri için Kurallar“ı geçerlidir.

7.2 Aşağıda belirtilen pompalar için, üretici firmanın atölyesinde ve **TL**'nun gözetiminde bir çalışma denemesi yapılır:

- Sintine pompaları / sintine ejektörleri,
- Balast pompaları,
- Deniz suyu ile soğutma pompaları,
- Tatlı su ile soğutma pompaları,
- Yangın söndürme pompaları,
- Tahrik dahil acil durum yangın söndürme pompaları,
- Yoğuşma suyu pompaları,
- Kazan besleme suyu pompaları,
- Kazan besleme ve dolaşım pompaları,
- Yağlama yağı pompaları,
- Yakıt besleme ve aktarma pompaları,
- Isı iletim yağı sirkülasyon pompaları,
- Tuzlu su pompaları,
- Soğutucu akışkan dolaşım pompaları,
- Yük aktarma pompaları,
- Püskürtme vanaları için soğutma pompaları,
- Kumanda edilebilir piçli pervanelerde hidrolik pompalar.

Diğer hidrolik pompalar/motorlar için Bölüm 10.A'daki kural isteklerine bakınız.

8. Boru Sistemlerinin Aşırı Basınçlara Karşı Korunması

Aşağıdaki boru sistemleri, izin verilemeyen düzeydeki aşırı basınçlardan kaçınmak için emniyet vanalarıyla donatılır:

- İçindeki sıvıları kapalı devre çalışan ve ısıtılabilen boru sistemleri ve vanaları,
- Çalışma sırasında, tasarım basıncından daha yüksek basınçların etkisinde kalabilecek boru sistemleri.

Emniyet vanaları, müsaade edilen çalışma basıncının %10 arttırılmış en büyük basınçla çalışma maddesini boşaltabilmelidir. Emniyet vanaları, basınç düşürücü vanaların düşük basınç tarafına takılmalıdırlar.

9. Ek Klas İşareti FS Olan Gemilerdeki Boru Devreleri

9.1 Aşağıdaki kurallar, yaralı durumlarda, yüzebilirliği kanıtlanmış gemiler için geçerlidir.

9.1.1 Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 30, K. ya ve bu bölümün N.5'ine göre yolcu gemileri.

9.1.2 Kısım 10, Sıvılaştırılmış Gaz Tankerleri, Bölüm 2'ye göre sıvılaştırılmış gaz tankerleri.

9.1.3 Kısım 8, Kimyasal Madde Tankerleri, Bölüm 2'ye göre kimyasal Madde Tankerleri.

9.1.4 Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 26, 'ya göre diğer kargo gemileri.

9.2 Frengiler ve boşaltma devreleri için ek olarak Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 16. B uygulanır. Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 16.D'ye ek olarak hava firar, taşıntı ve iskandil borularına uygulanır.

Yolcu gemilerinde kapalı kargo ambarları için N.4.4'e bakınız.

9.3 Su geçirmez perdelerden boruların geçirilmesinde Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 11'deki kurallar uygulanır.

9.4 Bölmeler veya tanklardaki ucu açık borular, olabilecek herhangi bir hasarlı durumda diğer bölmeler veya tanklar su almayacak şekilde düzenlenir.

9.5 Enine su geçiş devrelerine kapama cihazları tertiplenmişse, vanaların durumu köprü üstünde gösterilmelidir.

9.6 Pis su boşaltım hattı boruları için T.2'ye bakınız.

9.7 Yaralı bölme dışında boru döşemenin olanaksız olduğu durumlarda, perdelerin sızdırmazlığı, 9.7.1'den 9.7.4'e kadar verilen koşullar uygulanarak güvence altına alınmalıdır.

9.7.1 Sintine boru devrelerinde, ya borunun emiş için geçtiği su geçirmez perdede veya doğrudan emişinde bir geri döndürmez vana bulunur.

9.7.2 Tankları doldurmak ve boşaltmak için kullanılan balast suyu ve yakıt boru devrelerinde, ya borunun geçtiği su geçirmez perde üzerinde ve açık ucun olduğu tarafta veya doğrudan tank üzerinde bir kapama vanası bulunur.

9.7.3 Yukarıdaki 9.7.2 maddesinde istenilen kapama vanası, kaptan köşkünde bulunan bir kontrol panelinden çalıştırılabilmeli ve "kapalı" konumunu gösteren bir göstergesi olmalıdır. Bu istek, yalnızca seyir esnasında, kısa süreli nezaretli olarak açılan vanalarına uygulanmaz.

9.7.4 Ortak bir taşıntı borusu sistemine bağlı olan farklı su geçirmez bölmelerdeki tankların taşıntı boruları,

- Ya ilgili su geçirmez bölmenin içinde sisteme bağlanmadan önce, yolcu gemilerinde perde güvertesinin üzerinde yeterince yüksekten ve diğer gemilerde elverişsiz yaralı su hattı üzerinden geçirilir ya da,
- Her bir taşıntı borusunda bir kapama vanası

bulunur. Bu vana, ilgili bölmenin su geçirmez perdesine yerleştirilir ve istenmeyerek çalıştırmayı önlemek için açık konumda emniyete alınır. Kapama vanaları, kaptan köşkünde bulunan bir kontrol panelinden çalıştırılabilmeli ve "kapalı" konumunu gösteren bir göstergesi olmalıdır.

9.7.5 Yolcu gemilerinin dışındaki diğer gemilerde, boru devrelerinin geçişleri geminin zaman zaman meydana gelebilecek en büyük meyli de dâhil herhangi bir hasar durumunda, bu yerler su hattı altında kalmayacak şekilde yeterince yüksek seçilmişse ve bordadan uzaktaysa, kapama vanalarından vazgeçilebilir.

10. Hortumlar (aynı zamanda Bölüm 16, U ya bakınız)

10.1 Uçları boru devresine bağlanmaya hazır donanıma sahip olarak üretilmiş, taşınabilir, sökülerek tekrar takılabilir ve tekrar kullanılabilir, metal veya metal olmayan malzemeden yapılmış, kısa uzunluktaki esnek ara bağlantı parçası hortum olarak tanımlanır.

Metal ya da metal olmayan esnek hortumlar sabitlenmiş boru devreleri ile makina aksamını birleştiren bağlantı parçasıdır. Esnek hortumların birbirleriyle bağlantısına veya taşınabilir donanımın esnek hortumlarla bağlanmasına ancak geçici olması koşuluyla **TL** tarafından izin verilir.

Hortumlar yakıt, yağlama yağı, basınçlı sıvı (hidrolik), ısı ileten yağ, tatlı su ve deniz suyu soğutma sistemleri, basınçlı hava, sintine ve balast, devrelerinde ve sınıf III'e giren borulu buhar devrelerinde, bu bölümdeki **TL** kurallarını sağlayarak kullanılabilir.

Hortumlar yüksek basınçlı yakıt püskürtme sistemlerinde kullanılamaz.

Sabit yangın söndürme sistemlerinde kullanılması düşünülen hortumlar bu bölümde yer alan kuralların tamamen dışında tutulmuştur.

10.2 Hortumların tasarımı ve yapısı

Gemilerde kullanılacak hortumların tasarım ve üretim yöntemi **TL** tarafından tanınan ulusal ve uluslararası standartlara uygun olmalıdır.

Kauçuk (lastik) veya plastik malzemeden esnek hortumlar yapılarında tek veya çift tel örgü veya benzer uygun takviyeye sahip olarak üretildikleri takdirde; sintine, balast, basınçlı hava, yakıt besleme, yağlama yağı, hidrolik (basınçlı yağ) ve ısı ileten boru devrelerinde kullanılabilir.

Aynı amaç için plastik malzemelerden yapılmış esnek hortumlar, teflon veya naylon gibi, birleştirilmiş sıkıca dokunan tel örgü takviyesi olanaksız olan malzemeler, mümkün olduğu kadarıyla uygun bir yapıya sahip olmalıdır.

Kauçuk veya plastik malzemeden yapılan esnek hortumlar herhangi bir sıvı yakıt yakıcının (brülörün) besleme devresinde kullanılacak ise; yangına karşı özel yalıtım örtüsüne veya kaplamasına sahip olmalıdır.

Buhar devrelerinde kullanılacak esnek hortumların mutlaka metal malzemeden üretilmiş olması gerekir.

Esnek hortumlar üreticisi tarafından aşağıda yer alan etiket bilgilerine sahip olacak şekilde üretilmelidir:

- Üreticisinin ismi veya üretici firmanın varsa tescilli işareti,
- Ay ve yıl içeren üretim tarihi,
- Üretim kaynak numarası,
- Anma çapı,
- İzin verilen maksimum çalışma basıncı,
- Çalışma sıcaklığı.

Esnek hortum uçlarını farklı üreticiler üretmiş ise, parçalar açık bir şekilde tanımlanmalı ve prototip testinin kanıtları izlenebilmelidir.

Esnek hortumların uç bağlantıları üreticinin özellikleri ile uyumlu olmalıdır. Flençsiz uç bağlantıları uygulanabildiği kadarıyla D.2.4 ile uyumlu olmalıdır ve her tip hortum/fiting kombinasyonu, basınç ve darbe

testlerini kısmi referans vererek gerekli olan hortum vasıtasıyla, aynı standartta prototip testine tabi tutulmalıdır.

Esnek hortumların kullanıldığı buhar devrelerinde, tutuşabilen sıvıların basılacağı devrelerde, ilk hareket devresinde ve özellikle su baskınlarına yol açabilme olasılığı olan yerlerdeki deniz suyu devrelerinde hortum kelepçeleri ve benzer tipteki uç bağlantılarının kullanılması uygun değildir. Diğer boru devrelerinde, çalışma basıncı 5 barın altında ve her uç bağlantısında en az iki adet paslanmaz çelik hortum kelepçelerine sahip olduğunda hortum kelepçelerinin kullanımı kabul edilir. Hortum kelepçeleri en az 12 mm. genişliğinde olmalı ve yay gerilimine bağlı olarak tutturulmuş kalmamalıdır.

Metal olmayan malzemeden üretilen tutuşabilir akışkan ve deniz suyu sistemleri için kullanılacak esnek hortumlar, su baskınlarına yol açabilme olasılığı olan yerlerde, SOLAS II-2/Kural 9.2.3.3.2.2(10)'da tanımlanan açık güvertede yer alan ve yakıt devresi için kullanılmayan bu tür hortumlar dışında, yangın direncine sahip olmalıdır. Deniz suyu hortumunun ani yukarı yönlü akıntısını kesmek için yerleştirilen kapatma valfinin montajı, yangın dirençli hortum tipi için gereklilikleri sağlamaz. Yangın direnci ISO 15540 ve ISO 15541 standartlarına uygun testlerle ispat edilmiş olmalıdır.

Esnek hortumlar kullanıldıkları boru devrelerinde oluşabilecek ani basınç dalgalanmalarına ve yüksek genlikli ve frekanslı titreşim hareketlerine ve kuvvetlerine dayanıklı olmalı, basınç dalgalanmaları sırasında ani pik yaparak izin verilen en büyük basınç değerine ulaşan basınç değerlerine dayanabilmelidir. Yapılacak testlerde 10.5'de yer alan kural isteklerine göre en büyük çalışma basıncı, titreşim genliği ve montajdan kaynaklanan yükler dikkate alınacaktır.

10.3 Hortumların yerlerine takılması

Sabit ve oynak iki ayrı makina, donanım veya sistem arasında bağlantıyı sağlayan esnek hortumların boyu bağıl hareket ve yer değiştirme dikkate alınarak gerekenden fazla uzunlukta olmamalıdır.

Normal çalışma koşullarında burulma zorlanmalarının oluşabileceği yerlerde ve devre uçlarında esnek hortumlar kullanılamaz.

Gemilerdeki boru devrelerinde ancak gerektiği kadar esnek hortum uygulamasına izin verilmeli, gerekmedikçe ve fazla sayıda esnek hortum kullanımından kaçınılmalıdır (bkz 10.1).

Sıcak yüzeylerle temas ettiğinde kolayca parlayabilen yanıcı akışkanların basıldığı devrelerde esnek hortumların kullanılması durumunda; yanma ve patlama riskini en aza indirecek önlemler alınmalı, ekranlarla veya diğer benzer korumalarla gizlenme gibi yöntemler uygulamaya konulmalıdır.

Esnek hortumlar kolayca erişilebilecek ve göz önündeki yerlerde kullanılmalıdır.

Esnek hortumlar üreticisinin yönergelerine uygun olarak yerlerine takılmalıdır. Esnek hortumların kullanımında uyulması gereken sınırlamalar aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir:

- Kullanım yeri ve amacına uygunluk,
- Bağlantı uçlarının destekleri (eğer gerekliyse),
- Aşınma ve sürtünme olasılığından kaçınmak,
- Olabildiğince küçük eğrilik yarıçapı.

10.4 Esnek hortumlar için testler

Esnek hortum bağlantılarının tip onayı için üreticisi tarafından gerçekleştirilen test programları **TL**'na sunulacaktır ve tip test sonuçları, belirtilen standartlarla uyumlu bir şekilde performansını ispat etmek için yeteri kadar detaylandırılmalıdır.

10.4.1 Esnek hortum bağlantıları, üreticisinin önerdiği gibi en büyük uzama/yer değiştirme koşullarının gerçekleşeceği ve tasarım basıncının 2 katı test basıncında dayanıklılık testinden geçirilmelidir. Hortum malzemesinin cinsine bağlı olarak; **TL** dayanıklılık testinin en düşük tasarım sıcaklığında yapılmasını isteyebilir.

10.4.2 Esnek hortumlar takılacakları boru devreleri için öngörülen tasarım basıncı değerinin 4 katından az olmayacak büyüklükteki test basıncına karşı dayanıklı

olmalı ve herhangi bir sıvı sızıntısına yol açmamalıdır.

10.4.3 Periyodik yüklerin oluştuğu çalışma rejiminde kullanılacak esnek hortum bağlantılarının; karşılaşabilecekleri türde gerçekçi, pek çok devre için geçerli basınç ve sıcaklık koşullarında ve eksenel hareket, dönme hareketi veya enine hareket gibi yaparken dayanıklılık durumu denenecektir. Denemeler hem çalışma sıcaklığında ve hem de çevre sıcaklığında gerçekleştirilecektir.

10.4.4 Periyodik yüklere (geminin bünyesel şekil değiştirmelerine) bağlı yorulma testi genleşme körüğünün tamamı ve özellikle genleşme-birleştirme parçası üzerinde yapılmalı, esnek hortuma herhangi bir iç basınç uygulanmamalı, körüklü kompansatörler için saniyede 5 kezden fazla olmamak üzere tekrarlanan frekans sıklığı esas alınarak en az 2.000.000 çevrim boyunca sürdürülmelidir. Bu test, sadece boru devresi yerleşiminden dolayı fiilen tecrübe edilmiş gemi deformasyon yükleri bulunduğunda gereklidir.

10.4.5 Genleşme körükleri kullanılabilirliği için **TL** tarafından başarılı olmaları istenen testler ve karşılayacağı uluslararası standartlar şunlardır:

- ISO 6802 (Tel örgü takviyeli kauçuk veya plastik malzemeden esnek hortumların bükülmüş koşullarda darbeli sıvı akışına dayanıklılık testi)
- ISO 6803 (Takviyesiz kauçuk ve plastik malzemeden esnek hortumların bükülmemiş halde darbeli sıvı akışına dayanıklılık testi)
- ISO 15540 (Yangın dayanıklılık testi)
- ISO 15541 (Yangın dayanıklılık testi)
- ISO 10380 (Metal malzemeden yapılmış kıvrımlı esnek boruların dayanıklılık testi)

Konuyla ilişkili başkaca standartlar yürürlüğe girmelerini takiben uygulanmak üzere istenebilecektir.

11. Genleşme Körükleri (aynı zamanda Bölüm 16, U ya bakınız)

11.1 Döküm genleşme körüğü

Metal olmayan malzemeden veya takviye edilmiş kauçuk (lastik) malzemeden dökülerek üretilen genleşme bağlantıları sınıf III'e giren borulardan oluşan makina dairesindeki tatlı su dolaşım devresinde kullanılabilir:

- Genleşme bağlantıları yağlama yağı ve yakıt türlerine dirençli olmalı, kimyasal olarak etkilenerek kullanım ömrü azalmamalıdır.
- Genleşme bağlantılarının çalışacakları işletme basıncı değeri Bölüm D.10.4'de bahsedilen yarılma testi için belirlenmiş test basıncı değerinin %25'inden daha büyük olmamalıdır. Yarılma testinin sonuçları **TL** ye sunulmalıdır.
- İç çapları 150 mm'den daha büyük döküm veya takviyelendirilmiş genleşme körüklerinin planları, iç takviye yerleşimini de içerecek şekilde, onay için **TL** ye sunulmalıdır.

11.2 Genleşme körüklerinin destek ayakları ve bilezikleri; körüğün kendi ağırlığı, üretildiği metal türü, taşınan akışkanın nitelik ve karakteristikleri ve maruz kaldığı daralma ve genişlemeler dikkate alınarak boru ve flençler üzerinde anormal eğilme gerilmeleri oluşmayacak şekilde yerleştirilmelidir.

11.3 Boru devrelerinin döşenmesi sırasında boru merkez hatları arasında oluşabilecek olası merkez kaçıklıkların giderilmesi veya üretim kusurunun saklanması amacıyla, genleşme parçaları kullanılamaz ve kullanılmasına **TL** tarafından izin verilemez.

Genleşme körüklerinin eksenel doğrultuda doğal hareketini sürdürebilmesi sağlanmalıdır. Eksen kaçık borular arasında kullanılacak genleşme parçaları boru devresinde öngörülemeyen gerilmeler yaratabileceği gibi parça ömrünün de kısalmasına yol açar.

11.4 Genleşme körükleri ve esnek hortumlar olabildiğince sınırlı sayıda (az) kullanılmalıdır.

11.5 Genleşme körükleri ile esnek hortumların yerleri boru yerleştirme resimlerinde açıkça işaretlenmiş olarak resimler **TL**'ye sunulmalıdır.

11.6 Metal olmayan genleşme körüklerinin deniz suyu alışlarında veya deniz suyunun borda dışına çıkış noktalarında kullanılabilmesi için **TL**'nun özel izni gerekir. Genel kural olarak bu tür körüklerin bordaya bağlanmasına izin verilmez. Ayrıca, uzaktan kumanda-

kontrollü vanaların açma-kapama düzenekleri fribord güvertesinin üzerindeki bir noktaya yerleştirilmediği sürece; olası körük yırtılmaları durumunda gemi içerisine yırtıktan sızacak veya dökülecek akışkan miktarını sınırlayacak şekilde etkin boşluklar öngörülmelidir.

Genleşme körükleri yırtılma veya hasarlanma dolayısıyla makina dairesine deniz suyu dökülmesi riskini en aza indirecek güvenlik önlemlerine sahip ise ve uygun vana yardımıyla etkin kapatma düzeneği sağlanmışsa; deniz suyu devrelerinde kullanılabilir.

Makina dairesinden geçen balast devresinde, çift dibe yerleştirilmiş balast tanklarının içerisinde, dip tanklarında genleşme körüklerinin kullanılması **TL**'nun özel iznine bağlıdır.

Genleşme körüklerinin boyuna ve enine hareket yapmak zorunda kalacağı yerlerde, tasarım hesapları yapılırken bu tür hareketlerin genleşme körüğü ömrünü azaltacağı dikkate alınmalıdır. Yapılan kabuller ve yaklaşımlar ışığında tasarım hesapları **TL**'na onay için verilecek, onay sonrası genleşme körükleri ancak yerlerine takılabilecektir.

Normal çelik veya paslanmaz çelik gibi metal malzemeden yapılmış olmasına rağmen gerek içi ya da gerek dışı kauçuk (lastik) kaplaması yapılmış, kompozit döküm genleşme bağlantıları yakıt, yağlama yağı veya basınçlı yağlı boru devrelerinde kullanılabilmesi için aşağıdaki sınırlama ve ölçütler sağlanmalıdır:

- Genleşme körüklerinde sıcaklık aralığı, basınç aralığı, hareketlerin aralığı ve malzeme seçimi kullanılacak sistem için uygun olmalıdır.

- Genleşme körükleri ISO 15540 ve ISO 15541 standartlarını sağlayacak şekilde yangın dayanıklılık testinden başarılıyla geçmiş olmalıdır.

- Genleşme körüklerinin çalışabilecekleri, izin verilen en büyük basınç değeri yarılma testinde belirlenen test basıncı değerinin %25'ini aşamaz.

- Genleşme körüklerinin üzerinde, üreticisinin ismi veya üretici firmanın varsa tescilli işareti ve ayrıca ay ve yıl içeren üretim tarihi kalıcı olarak işaretlenmiş olmalıdır.

12. Bölme Perdelerinden, Güvertelerden ve Tank Üstlerinden Geçen Boruların Düzeni

12.1 Su geçirmez bütünlük

Su geçirmez bölme perdesi, güverte ve tank üstleri gibi saclardan boru devrelerinin geçirilmesi gerektiğinde, sac perdelerin su geçirmezlik özelliği azalmamalı ve yitirilmemelidir.

Su geçirmez perdeden geçen boruları, sac perdeye bir taraftan diş açılmış cıvatalarla sabitlenmesi sağlanmalıdır; perdeyi doğrudan delerek geçen cıvatalar kullanılmaz.

Kaynaklı bağlantılar; ya her iki taraftan kaynatılmalı ya da tek taraftan tam nüfuziyetli kaynak olmalıdır.

Genellikle borunun uzunluğu olabildiğince kısa olmalıdır. Boru, dış kaplama boyunca uzanmalıdır ve her iki taraftan kaynak veya tek taraftan tam mukavemetli kaynak yapılmalıdır. Yapıyı çevreleyen borunun desteklerine önem verilmelidir.

12.2 Yangın geçirmez bütünlük

Perdelerden, güvertelerden veya tank üstlerinden geçen boruların yangın ve duman geçirmez olmaları gerekmektedir. Geçişler onaylı olmalı, aynı derecede yangın veya duman geçirmez bütünlüğü sürdürecek şekilde yapılmalıdır.

13. Deniz (Kinistin) Sandıkları

Deniz sandıkları aşağıdaki gereklilikler ile uyumlu olmalıdır:

- Emmenin tıkanma olasılığının minimum olacağı şekilde yerleştirilmelidir.

- Izgaranın net açıklık alanı, ana kinistin borusu kesit alanının en az 2 katı olmalıdır.

- Izgaraların temizlenmesi için, bulundukları yere kadar basınçlı hava veya düşük basınçlı buhar hattının çekilmesi gerekir.

- Buz takviyeli gemilerdeki deniz sandıkları için ek gereklilikler **TL** Kuralları, Kısım 04 – Makine Kuralları, Bölüm 19, Madde E.2 ve Kısım 33 – Kutup Klaslı Gemilerin Yapımı ile İlgili Kurallar, Bölüm 3, Madde I.2 ile uyumlu olmalıdır. (uygulanabilen durumlarda)

E. Buhar Devreleri

1. Bağlantılar

1.1 Buhar devreleri; önemli tüketicilerin her ana kazandan olduğu gibi yedek kazandan veya acil kazanından da buharla beslenebileceği bir şekilde düzenlenip bağlanır.

1.2 Önemli tüketiciler:

- Geminin sevki, manevra kabiliyeti ve çalışma güvenliği için gerekli olan bütün tüketiciler ve Bölüm 1, H'ye uyan önemli yardımcı makinalar.

- Geminin güvenliği için gerekli bütün tüketiciler.

1.3 Her bir buhar tüketici, sistemden kapatılarak ayrılabilmelidir.

2. Buhar Boru Devrelerinin Hesabı

2.1 Buhar devreleri ve vanaları Bölüm B.4.1.4'e uyan tasarım basıncı PR'ye göre yapılandırılmalıdır.

2.2 Boru et kalınlığı ve elastisite analizleri Bölüm C'ye uygun olarak yapılır. Burada ısıl genleşme yeterli bir şekilde karşılanmalıdır.

3. Buhar Devrelerinin Döşenmesi

3.1 Buhar devreleri, hem normal hem de arızalı çalışma koşullarında, ısıl genleşmeden doğan yüklenmeler, dış yükler ve destekleyici yapının kaymasından doğan yüklere karşı güvenli bir şekilde döşenmeli ve korunmalıdır.

3.2 Buhar devrelerinin boru yerleştirmelerinde su ceplerinin oluşmamasına dikkat edilmelidir.

3.3 Boru sisteminin gerektiğinde boşaltılabilmesi için uygun tertibat sağlanmalıdır.

3.4 Buhar devreleri, ısı kayıplarını önlemek için etkili bir şekilde yalıtılır.

3.4.1 Dokunma olasılığının bulunduğu noktalarda, yalıtılmış buhar devrelerinin yüzey sıcaklığı 80°C'ı aşamaz.

3.4.2 Gerekli yerlerde, istenmeyen dokunmalara karşı ek koruma düzenleri sağlanır.

3.4.3 Tankerlerin pompa dairelerindeki buhar devrelerinin yüzey sıcaklıkları, hiçbir yerde 220°C'ı aşamaz (Bölüm 20'ye de bakınız).

3.5 Buhar devreleri, yaşam alanları için ısıtma amaçlı buhar devreleri hariç, yaşam yerlerinden geçirilemez.

3.6 Buhar sisteminin sabit noktaları olarak yeterince takviye edilmiş yerler seçilir.

3.7 Buhar devreleri, genleşmeyi karşılayan yeterli düzenlerle donatılmalıdır.

3.8 Daha yüksek basınçlı bir sistemden ikinci bir buhar sistemine geçilebiliyorsa, düşürücü vanalar ve daha sonra devreye giren emniyet vanaları ile donatılır.

3.9 Buhar devrelerindeki kaynaklı bağlantılar için Kısım 3, Kaynak Kuralları'na başvurulmalıdır.

4. Buhar Süzgeçleri

Buhar sistemlerindeki makinalar ve aletler yabancı maddelere karşı gerektiği kadar buhar süzgeçleri ile korunur.

5. Çalışma Güvenliği

Yağ taşıyan cihazlara ve boru devrelerine (örneğin; buhar püskürtücüleri veya buhar çıkış donanımını) birleşen buhar bağlantıları, yakıtın veya yağın buhar devrelerine giremeyeceği şekilde emniyete alınır.

6. Genleşmelere Karşı Buhar Devrelerinin Kontrol Edilmesi

500°C'ın üzerindeki kızgın buhar için kullanılan buhar devreleri, boru devrelerindeki genişlemeyi gözetlemeye olanak sağlayan cihazlarla donatılır. Bu, mümkünse kızdırıcı çıkışındaki borunun düz kısmında ölçme bölgeleri vasıtasıyla sağlanabilmelidir. Bu ölçme bölgelerinin boyu, en az, 2 d_a olmalıdır.

F. Kazan Besi Suyu, Dolaşım Devresi ve Yoğuşmuş Suyun Geri Dönüşü

1. Besi Suyu Pompaları

1.1 Her kazan tesisatı için en az iki besleme suyu pompası bulunur.

1.2 Besleme suyu pompaları, pompalar çalışmazken suyun geri akamayacağı bir şekilde düzenlenir veya donatılır.

1.3 Besleme suyu pompaları yalnız buhar kazanlarını beslemek için kullanılır.

2. Besi Suyu Pompalarının Kapasitesi

2.1 İki besleme suyu pompasının bulunduğu durumlarda, her birinin kapasitesi, bütün birleşik buhar üreticilerinin müsaade edilen en yüksek buhar gücünün en az 1,25 katına uygun olmalıdır.

2.2 İkiden fazla besleme suyu pompasının bulunduğu durumlarda, en büyük kapasiteli pompa arızalandığı takdirde diğer besleme suyu pompalarının birleşik kapasitesi en az 2.1'e uygun koşullarda doldurma yapabilmelidir.

2.3 Cebri geçişli kazanlarda, besleme suyu pompalarının kapasitesi, müsaade edilen en yüksek buhar çıkışından az olamaz.

2.4 Yakıt yakılan kazanlar ve egzoz gazı kazanlarının birleşiminden oluşan tesislerde besleme suyu pompalarının kapasitesi için özel istekler de onaylanabilir.

3. Besi Suyu Pompalarının Çıkış Basıncı

Besleme suyu pompalarının, çalışma basıncı aşağıdaki koşulları sağlayacak şekilde düzenlenmelidir:

- 2'ye uygun gerekli kapasite, buhar üreticisinin izin verilen en büyük çalışma basıncını yenecek şekilde sağlanmalıdır.

- Emniyet vanalarının boşaltma yapması durumunda izin verilen çalışma basıncının 1,1 katındaki onaylanan buhar çıkışına eşit kapasiteye sahip olmalıdırlar.

Besleme suyu pompası ve kazan arasındaki borulardaki akış dirençleri göz önüne alınmalıdır. Cebri geçişli kazanlarda ise kazanın toplam direnci hesaba katılmalıdır.

4. Ana Kazan Besi Suyu Pompalarının Güç Kaynağı

4.1 Buharla çalışan besleme suyu pompalarında, bütün pompaların yalnız tek bir buhar sisteminden beslenmesine, bütün buhar üreticilerinin bu buhar sistemini besleyebilir olması koşuluyla müsaade edilir. Besleme suyu pompalarının yalnız buharla çalıştığı durumlarda, buhardan bağımsız bir güç kaynağı ile çalışmaya uygun bir doldurma ve işletmeye alma pompası bulundurulur.

4.2 Elektrikle tahriklerde, her bir pompa motoru için “bus-bar”dan (çoklu priz) ayrı ara kablo çekilmesi yeterlidir.

5. Besi Suyu Devreleri

Besleme suyu devreleri, besleme suyu içermeyen tanklardan geçemez.

5.1 Ana buhar kazanları için besleme suyu devreleri

5.1.1 Her ana buhar kazanı için bir ana ve bir yardımcı besleme suyu devresi bulunur.

Bir buhar üretim sistemi, iki veya daha fazla uygun boyutlarda kazandan meydana geliyorsa ve bu kazanların her biri için tekil bir besleme suyu borusu vasıtasıyla besleme suyu sağlıyorsa, besleme suyu sisteminin boru devresi için yedekleme durumu SOLAS II-1/32.4 ile uyumlu olacak şekilde dikkate alınmalıdır.

5.1.2 Her besleme suyu devresinin kazan girişinde bir kapama vanası ve bir geri döndürmez vana bulunur. Kapama vanası ve geri döndürmez vananın doğrudan peş peşe bağlanamadığı durumlarda, gereğinde kullanılmak üzere bir boşaltma musluğu yerleştirilmelidir.

5.1.3 Her bir besleme suyu pompası, emme tarafında bir kapama vanasıyla ve basma tarafında kapatılabilir bir geri döndürmez vanayla donatılır. Boru bağlantıları her bir pompa, her bir besleme suyu devresini besleyebilecek şekilde düzenlenir.

5.2 Yardımcı buhar üretim tesisleri için besleme suyu devreleri (yardımcı kazan ve egzoz gazı kazanları)

5.2.1 Eğer var olan ön ısıtıcılar ve otomatik düzenleyici cihazlar baypas devreleri ile donatılmışlarsa, yardımcı kazan ve egzoz gazı kazanı için bir besleme suyu devresinin tertiplenmesi yeterlidir.

5.2.2 Kazan girişlerindeki gerekli vanalar için 5.1.2'deki koşullar geçerlidir.

5.2.3 Besleme suyunun kesilmesi durumunda buhar üreticisinin otomatik olarak durması ve besleme suyu pompasının yalnız bir buhar üreticisini etkilemesi koşuluyla, cebri geçişli kazanlarda 5.1.2'de istenen vanalardan vazgeçilebilir.

6. Kazan Suyu Dolaşım Sistemi

6.1 Her cebri dolaşımlı kazan, birbirinden bağımsız olarak çalıştırılabilen iki dolaşım pompasıyla donatılır. Çalışmakta olan dolaşım pompasının arızası bir alarm sinyali ile belirtilir. Alarm, bir dolaşım pompasının tekrar çalışması veya buhar üreticisinin durdurulması sonucunda kapanabilir.

6.2 Aşağıdaki koşullarda her kazana yalnız bir dolaşım pompası tertiplenmesi yeterlidir.

- Kazanlar, sıcaklıkları 400°C'ı geçmeyen gazlarla ısıtılıyorsa veya,

- Ortak kullanıma hazır yedekleme (standby) dolaşım pompası varsa ve bu kazana bağlanabilirse veya,

Yağ veya gaz yakan yardımcı kazanların brülörleri, dolaşım pompasının arızalanmasında otomatik olarak kapanıyor ve kazanda biriken ısı, kazanda bulunan suyun müsaade edilmeyen derecede buharlaşmasına neden olmuyorsa.

7. Besi Suyu Sağlanması, Tatlı Su Üreticileri

7.1 Besleme suyu birden fazla tankta depolanır.

7.2 Yardımcı buhar tesisleri için bir depolama tankı yeterli görülebilir.

7.3 Ana buhar tesisleri için iki adet tatlı su üreticisi bulunmalıdır.

8. Yoğuşmuş Suyun Tekrar Dolaşımı

8.1 Ana yoğuşturucu için, biri devrede iken yoğuşma suyunun en büyük miktarını transfer edebilecek iki yoğuşma suyu pompası bulundurulur.

8.2 Yakıt, yağlama yağı ve petrol yükünü ısıtmakta kullanılan bütün ısıtma sistemlerinin yoğuşma suları, yoğuşma suyu gözlem tanklarına gönderilir. Bu tanklar hava firar cihazlarıyla donatılır.

8.3 Çamur (sludge) tankları, yakıt sızıntı tankları, sintine tankları, vb. gibi yağ veya yakıt artıklarını içeren tanklardaki ısıtma kangallarında, tank çıkışında yer alan kapatma donanımı ve yakıtın bulunması bakımından yoğuşum suyu test cihazı bulunmalıdır (bkz Bölüm V).

G. Yakıt Sistemleri

1. Yakıt Depolama/Doldurma Devreleri

Sıvı yakıtların alınması, ya açık güverteden gelen ya da

alt güvertede diğer yerlerden bölmelerle ayrılmış yakıt dolum istasyonlarından gelen, sabit boru devreleri aracılığı ile gerçekleştirilmelidir.

Dolum istasyonları, geminin her iki bordasından tehlikesizce yakıt alınabilecek şekilde düzenlenir.

Doldurma devreleri hattının geminin her iki bordasına uzandığı durumda bu koşul yerine getirilmiş sayılır. Borular güvertede kör flençlerle donatılır.

2. Yakıt Aktarma ve Basma Devreleri

2.1 Çift dibin üzerinde yer alan ve yaralanması halinde yakıt sızdırma olasılığı bulunan depolama, dinlendirme ve günlük tankların transfer ve besleme devreleri, doğrudan tank cidarlarına tespit edilen, ilgili bölmenin dışında güvenli bir yerden kapatılabilen kapama cihazları ile donatılır.

Şaft veya boru tünellerine veya benzeri mahallerde tertiplenen derin tanklarda kapama cihazları tanklara yerleştirilir. Yangın durumunda kullanılmak üzere, tünelin veya benzer mahallin dışında, boru devresinde bir ilave kapama cihazı öngörülür. Bu ilave kapama cihazı makina dairesine yerleştirilmişse, makina dairesinin dışındaki bir yerden kumanda edilebilmelidir.

2.2 Kapasitesi 500 litreden az olan yakıt tanklarında kapama cihazlarının uzaktan kumandalı olması gerekmez.

2.3 Transfer devreleri tank dibine kadar uzanmalıdır. Alternatif olarak, tankın cidarına yönlendirilen kısa dolum hatlarına müsaade edilebilir.

Depolama tanklarının yakıt besleme devreleri de dolum hatları olarak kullanılabilir.

2.4 Yakıt tanklarındaki valfler için V.2.2.2.7.5 e bakınız.

2.5 Tank tavanından geçen ve tankın en yüksek sıvı seviyesinin altında son bulan dolum hatları, tank üstünde bir geri döndürmez vana ile donatılır.

2.6 Emiş hatlarının giriş bağlantıları, çökelmiş su veya yabancı maddelerin emme borularına giremeyeceği bir şekilde, tankların boşaltma donanımlarından yeterince uzakta düzenlenir.

2.7 Uzaktan kumanda edilen kapatma aygıtlarının serbest bırakılması için Bölüm 18, B.10 a bakınız.

3. Boru Hattının Döşenmesi

3.1 Besleme suyu, içme suyu, yağlama yağı veya ısı ileten yağları içeren tankların içinden yakıt borularının geçmesine müsaade edilmez.

3.2 Balast tanklarından geçen yakıt devreleri, Tablo 16.6'ya uygun olarak kalın etli olur.

3.3 Yakıt devreleri, kazanların, türbinlerin veya yüzey sıcaklığı yüksek olan (220°C'ın üzerinde) donanınım veya diğer tutuşturucu kaynakların doğrudan üzerinde veya civarında döşenmez.

3.4 Yakıt boru devrelerindeki flençli ve manşonlu bağlantılar, muhtemel yağ sızıntı veya püskürtülerinin, sıcak yüzeylere, makinaların hava emme yerlerine veya diğer sıcak yüzeylere erişmesini önlemek için bu boru devreleri örtülecek veya uygun şekilde korunacaktır. Ayrılabilir boru bağlantılarının sayısı sınırlandırılır. Genelde tanınmış standartlara uygun flençli bağlantılar kullanılacaktır.

3.4.1 Sıcak yüzeylerin hemen üzerinden geçen yakıt devrelerindeki flençli ve dişli manşonlu bağlantılar örtülecek ve gerektiğinde kullanılmak üzere boşaltma düzenekleri bulunacaktır.

3.4.2 İzin verilen en büyük çalışma basıncının 0.18 N/mm^2'den büyük olduğu yakıt devrelerindeki flençli ve dişli manşonlu bağlantılar ile sıcak yüzeylere ya da ateşleme kaynaklarına 3 metreden daha yakın yerleştirilmiş flençli ve dişli manşonlu bağlantılar ve devrenin doğrudan bu kaynaklara bakan kısımları örtülecektir. Bu tür boru hatlarında boşaltma düzeneklerine gerek yoktur.

3.4.3 İzin verilen en büyük çalışma basıncının 0.18 N/mm^2'den küçük olduğu yakıt devrelerindeki flençli ve dişli manşonlu bağlantılar ile sıcak yüzeylere ya da ateşleme kaynaklarına 3 metreden daha uzak

yerleştirilmiş flençli ve dişli manşonlu bağlantılar için tasarım hesapları yapılırken olası arıza ve hasar durumu, birleştirmenin türü ve devrenin çalışma basıncı dikkate alınmalıdır.

3.4.4 İzin verilen en büyük çalışma basıncının 1.6 N/mm^2'yi aşan yakıt devrelerindeki tüm dişli manşonlu ve flençli bağlantıların normalde örtülmesi gereklidir.

3.4.5 Makina dairelerinde döşeme altında geçen boru hatlarının gözetlenmesine gerek yoktur.

3.5 Makina dairesinde, yakıt devrelerindeki kapama vanaları panyol üzerinden çalıştırılabilir şekilde düzenlenir.

3.6 Cam ve plastik parçalara yakıt sistemlerinde müsaade edilmez. Düşey taşıntı borularında yer alan, camdan yapılmış gözetleme camlarına izin verilebilir.

3.7 Yakıt pompaları, kapama vanaları ile boru sisteminden ayrılabilmelidir.

3.8 Yakıt kütle debisinin ölçümü için bir adet by-pass saptırma (kapama) vanası kullanılacaktır.

4. Yakıt Aktarma, Basma ve Basınç Yükseltme Pompaları

4.1 Yakıt transfer, besleme ve basınç yükseltme pompaları, pompalanan maddenin öngörülen çalışma sıcaklığına uygun olarak tasarlanacaktır.

4.2 Yakıt transferi için en az iki pompa bulunur biri bağımsız makina ile çalışan, diğeri ise

- Bir standby pompa, veya
- Bir başka uygun bir bağımsız makina ile çalışan pompaya acil bağlantı.

Not:
Eğer varsa, seperatörler transfer için kabul edilebilir.

4.3 Günlük (servis) tanklarını doldurmak için en az iki transfer tertibatı bulunmalıdır. Yakıtın herhangi bir depolama, dinlendirme veya servis tankından diğer bir tanka transferi için gerekli düzenleme yapılmalıdır.

4.4 Ana veya yardımcı makinalara yakıt sağlamak için bir besleme veya basınç yükseltme pompası gerektiğinde, bunun için yedekleme pompası veya pompaları bulundurulur.

Yardımcı makinalarda, pompaların yardımcı makina tarafından tahrik edildiği durumlarda, yedekleme pompasından vazgeçilebilir.

Yardımcı dizel makinaların yakıt besleme üniteleri, yardımcı makinalar devre dışı kaldıktan sonra 30 saniye içinde emercensi jeneratör yardımı olmaksızın çalışacak şekilde dizayn edilmelidir.

Not:
Yukarıdaki gereklilikleri karşılamak üzere örneğin; aşağıdaki gerekler bir olasılık olabilir:

- *Hava tahrikli MDO (marine diesel oil) servis pompası*
- *MDO gravite tankı*
- *Her yardımcı dizel makinadan önce tampon tankı*

4.5 Kısıtlanmamış alanlarda ve deniz tipi, içeriğinde 0,1 % m/m yi aşmayan sulphur bulunan, emisyon kontrol bölgelerinde (ECA) minimum 2 cSt vizkozitesi bulunan yakıt olarak (Heavy Fuel Oil) HFO veya (Marine Diesel Oil) MDO kullanan gemiler için, SOLAS II-I/26.3.4 ile uyumlu olarak aşağıdaki gereklilikler dikkate alınmalıdır.

4.5.1 Kısıtlanmamış alanlarda seyir yapan iki adet yakıt pompası bulunan gemilerde, gemi tarafından öncelikli olarak kullanılan sevk makinasının normal işletimi için gerekli kapasitede yakıt (örneğin; HFO veya MDO) her iki pompa tarafından sağlanabilmelidir.

4.5.2 Emisyon kontrol bölgelerinde aşağıdaki düzenlemelerden bir tanesi gerçekleştirilir:

– 4.5.1 deki yakıt pompaları sağlanmalıdır. Bunlar, sevk makinasının normal işletimi için gerekli kapasitede deniz tipi, içeriğinde 0,1 % m/m yi aşmayan sülfür ve minimum 2 cSt vizkozitesi bulunan yakıt için her iki pompa da uygun olmalıdır,

4.5.1 deki yakıt pompaları, içeriğinde 0,1 % m/m yi aşmayan sülfür ve minimum 2 cSt vizkozitesi bulunan deniz tipi yakıt işletmeye uygundur ancak bir pompa tek başına gerekli kapasitede içeriğinde 0,1 % m/m yi aşmayan sülfür ve minimum 2 cSt vizkozitesi bulunan deniz tipi yakıtı dağıtmaya yeterli değildir. Daha sonra her iki pompa paralel olarak işletilerek sevk makinasının normal işletimi için gerekli kapasiteye ulaşılmış olunabilir. Bu durumda, ilave bir yakıt pompası sağlanmalıdır. İlave pompa 4.5.1 deki pompalardan biri ile paralel işletildiğinde, sevk makinasının normal işletimi için gerekli kapasitede, içeriğinde 0,1 % m/m yi aşmayan sülfür ve minimum 2 cSt vizkozitesi bulunan deniz tipi yakıtı dağıtmaya yeterli ve uygun olmalıdır.

– 4.5.1 e ek olarak, iki ayrı yakıt pompası temin edilmelidir, her biri sevk makinasının normal işletimi için gerekli kapasitede, içeriğinde 0,1 % m/m yi aşmayan sülfür ve minimum 2 cSt vizkozitesi bulunan deniz tipi yakıtı beslemeye yeterli ve uygun olmalıdır.

Not:

Eğer farklı maksimum sülfür içeriği ile birlikte denizde kullanılan damıtılmış tipte yakıt gemi işletim alanı için olan kuralda (örneğin; ECA – emisyon kontrol bölgesi, belirli limanlar veya yerel alanlar, v.b.) belirtilmişse, en yüksek değer uygulanır.

Sevk makinasının işletimi için elektriksel güç gerekli olduğunda, kurallar ortak yakıt besleme pompaları ile beslenen makinalarda olduğu gibi aynı zamanda güç üreten makinalar için de uygulanabilir.

4.6 Emercensi kapatma aygıtları için Bölüm 18, B.9 a bakınız.

5. Çoklu Ana Makina için Düzenlemeler

Birden fazla ana makinalı tesislerde, besleme ve basınç yükseltme pompalarının, gemide bulunan araçlarla yer değiştirilebilecek şekilde düzenlenmesi koşuluyla, yedekleme pompaları yerine, komple yedek besleme veya basınç yükseltme pompalarının gemide bulundurulması kabul edilebilir.

Birden fazla ana makinalı tesisler için Bölüm 2, G'ye de bakınız.

6. Kapatma Düzenleri

6.1 500 gros ton ve daha büyük yük gemilerinde ve tüm yolcu gemilerinde, birden fazla ana makinalı tesislerde, ortak yakıt besleme sisteminden herhangi bir makina için yakıt besleme ve aşırı üretim/yeniden dolaşım devresine döndürülmesi için uygun kapatma düzenleri bulundurulmalıdır. Bu vanalara, herhangi bir makinadaki yangın nedeniyle ulaşımı olanaksız hale gelmeyen bir yerden kumanda edilecektir.

6.2 Aşırı üretim/yeniden dolaşım devrelerindeki kapatma düzenleri yerine, geri döndürmez vanalar konulabilir. Kapatma düzenleri konulmuş ise, bunlar çalışma konumlarına kilitlenecektir.

7. Süzgeçler

7.1 Yakıt devrelerinde süzgeçler pompaların basma tarafına yerleştirilir.

7.2 AUT ek klas işaretli gemilerde, süzgeçler için **TL** Otomasyon Kuralları kitapçığından Görüntüleme Donanımı ve Kontrol Aralıkları bölümüne başvurulmalıdır.

7.3 Süzgeçlerin inceliği ve büyüklüğü makina yapımcısının isteklerine uygun olmalıdır.

7.4 Süzgeç tıkanıklığından dolayı yakıt süzme işlemi kesintiye uğramamalı ve bu durum garanti altına alınmalıdır. Otomatik kendinden temizlemeli süzgeç kullanılması tercih sebebi olsa dahi, süzgeçteki olası bir arıza, süzme işlemini tamamen durdurmamalıdır.

7.5 Ara temizleme işlemi için konulan otomatik kendinden temizlemeli (tıkanıklığı geri kusan) filtrelerin temizleme aralığı ayrıca izlenecektir.

7.6 Yakıtı filtrelerine, basınç farkını kontrol eden uygun donanım konulacaktır. Sadece gaz yakıt ile çalışan makinalarda, basınç farkı izlemesine gerek yoktur.

7.7 Özellikle acil durum jeneratörleri ve acil yangın söndürme pompalarını çalıştıran makinalar basit süzgeçlerle donatılabilir.

7.8 Yakıt devrelerinde, pompanın alıcı tarafında veya emiş hattına basit tip süzgeç yerleştirilmesi yeterlidir.

7.9 Süzgeçlerin yerleştirilmesi için Bölüm 2, G.3.5'e bakınız.

8. Saflaştırıcılar / Ayrıştırıcılar

8.1 Yakıtın ve yağın temizlenmesinde kullanılan ayrıştırıcı üreticileri **TL**'nun onayını almalıdır.

8.2 Yakıtın temizlenmesi gerektiği durumlarda, gemide en az iki adet ayrıştırıcı bulunmalıdır. Her bir ayrıştırıcı, makinanın normal işletimi için gerekli yakıt miktarını temizleme kapasitesinde olmalıdır.

Not:
Sınırlı servis alanı olan gemilerde, yakıtın temizlenmesi gerekiyorsa, sadece bir adet ayrıştırıcı kabul edilebilir.

8.3 Bir yakıt ayrıştırıcısının yağlama yağını temizlemek için kullanılabileceği özel durumlarda, ayrıştırıcının alıcı ve verici devreleri, yakıt ve yağlama yağının karışma olasılığını yeterli güvenlikte önlemek için, birinden diğerine geçiş düzenine sahip olmalıdır.

Böyle bir karışmanın, kumanda ve sıkıştırma devrelerinde de olmasını önlemek için uygun donanım sağlanmalıdır.

8.4 Ayrıştırıcı çamur (sludge) tankları, çalışma güvenliğini aksatmamak için seviye alarmı ile donatılmış olmalıdır.

9. Yakıt Yakma Donanımı

Yakıt yakma donanımı, Bölüm 15'e göre monte edilecektir. Pompalar, boru devreleri ve fitingler için aşağıdaki istekler uygulanır:

9.1 Yakıtla çalışan ana kazanlar, en az 2 adet yakıt servis pompası ve 2 adet ön ısıtıcı ile donatılacaktır. Süzgeçler için 7'ye bakınız. Pompalar ve ön ısıtıcılar, bunlardan birinin çalışmaması halinde dahi, yakıt yakma sisteminin çalışabilir durumda kalmasını sağlayacak şekilde boyutlandırılmalı ve düzeltilmelidir.

Yakıt ateşlemeli yardımcı kazanlar ve ısı iletim hiterleri, yukarıda sözü edilen cihazlardan birinin çalışmaması halinde, sistemi sürekli çalışır durumda tutacak diğer düzenlerle donatılmadığında, yukarıdaki hususlar bunlar içinde geçerlidir.

9.2 Brülör bağlantısı için hortumlar kullanılabilir. Hortumlar, rutin bakımlarda brülörü geri çekmek için gerekli olan boydan daha fazla uzun olmayacaktır. Sadece onaylı hortumlar kullanılabilir.

10. Servis Tankları

10.1 500 gros ton ve daha büyük olan yük gemilerinde ve tüm yolcu gemilerinde, sevk için ve önemli sistemlerin çalışması amacıyla kullanılan her bir yakıt tipi için 2 adet yakıt servis tankı bulunacaktır. Bu kuralın, pervanesiz gemilere uygulanmasına gerek yoktur.

10.2 Her bir servis tankı, sevk sisteminin en yüksek güçte devamlı çalışmasında ve jeneratörlerin normal çalışma yükünde çalışmasında en az 8 saat yetecek kapasitede olacaktır.

Servis tankı, sadece iyi kalitede kullanıma hazır yakıtları bulunduran örneğin; ekipman üreticisi tarafından gerekli görülen özellikleri karşılayan tip ve kalitede yakıt, yakıt tankıdır. Servis tankı bunun gibi deklare edilir ve başka hiçbir amaç için kullanılmaz.

10.3 Ana ve yardımcı makinaların ve kazanların ağır yakıt (HFO) ile çalışması durumunda bu kurala uygun veya eş değer düzenlemeler yapılmalıdır.

Bu kurala uygun düzenlemeler, en azından aşağıdaki tankları içermelidir:

- Ana ve yardımcı makinaların ve kazanların en az 8 saat çalışması için yeterli bir kapasitede iki (2) adet ağır yakıt (HFO) servis tankı, ve

- Makinaların veya kazanların ilk olarak soğuk çalıştırmaları veya onarım çalışmaları için bir (1) adet marine dizel oil (MDO) servis tankı,

Bu kurala eşdeğer düzenlemeler, en azından aşağıdakileri içermelidir:

- Ana ve yardımcı makinaların ve kazanların en az 8 saat çalışması için yeterli bir kapasitede bir (1) adet ağır yakıt (HFO) servis tankı, ve

- Ana ve yardımcı makinaların ve kazanların en az 8 saat çalışması için yeterli bir kapasitede bir (1) adet marine dizel oil (MDO) servis tankı, ve

- Eğer varsa yardımcı kazanlarda pilot brülörlerin en az 8 saat çalışması için yeterli bir kapasitede bir (1) adet marine dizel oil (MDO) servis tankı.

Bu düzenleme sadece, ana ve yardımcı makinaların tüm çalışma koşullarında ve ana makina ile manevra yapılırken ağır yakıt (HFO) ile çalıştığı durumlarda uygulanır.

Eğer temin edilmişse, yardımcı kazanların pilot brülörleri için ilave bir MDO tankı 8 saat için gerekebilir.

10.4 Ana makinaların ve yardımcı kazan(lar)ın ağır yakıt (HFO) ile çalışması ve yardımcı makinaların marine dizel oil (MDO) ile çalışması durumunda bu kurala uygun veya eşdeğer düzenlemeler yapılmalıdır.

Bu kurala uygun düzenlemeler, en azından aşağıdaki tankları içermelidir:

- Ana makinaların ve yardımcı kazanların en az 8 saat çalışması için her biri yeterli kapasitede iki (2) adet ağır yakıt (HFO) servis tankı, ve

- Yardımcı makinaların en az 8 saat çalışmaları için her biri yeterli kapasitede iki (2) adet marine dizel oil (MDO) servis tankı,.

Bu kurala eşdeğer düzenlemeler, en azından aşağıdakileri içermelidir:

- Ana makinaların ve kazanların en az 8 saat çalışması için yeterli kapasitede bir (1) adet ağır yakıt (HFO) servis tankı, ve

- Aşağıdaki operasyonlar için her biri yeterli kapasitede 2 adet iki (2) adet marine dizel oil (MDO) servis tankı:

- Ana ve yardımcı makinaların ve kazanların en az 4 saat çalışması için , veya

- Yardımcı makinaların ve yardımcı kazanların en az 8 saat çalışması için .

10.5 10.3 ve 10.4 maddelerindeki eşdeğer düzenlemelerin uygulamasında, sevk ve yaşamsal sistemlerde iki yakıt türü (MDO&HFO) de kullanıldığında yakıt değişim ünitesi, makinaların çalışmasını aksatmadan hızlı bir şekilde yakıt değişimini sağlayacak şekilde teçhiz edilmelidir.

10.6 Yakıt tanklarının düzenlemesi, bir yakıt tankı temizlik veya onarım için açıldığında diğer yakıt tankının kullanılmasına devam edilebilecek şekilde olmalıdır.

10.7 Bir (1) seperatörlü veya seperatörsüz dinlendirme tankı ve bir (1) servis tankı, iki (2) servis tankının yerine eşdeğer olarak kabul edilemez.

11. Ağır Yakıtla Çalışma

11.1 Ağır yakıtın ısıtılması

11.1.1 Ağır yakıt tankları ısıtma sistemiyle donatılır.

Tank ısıtma sistemleri, çalışma koşullarına ve çalışma için kullanılması düşünülen yakıtın kalitesine uygun kapasitede olmalıdır.

Bütün çalışma ve çevre şartlarında öngörülen yakıt kalitesinin pompalanma kabiliyetinin güvenceye alınabilmesi koşuluyla, depolama tankının ısıtma düzeninden **TL**'nun onayı ile vazgeçilebilir.

Tank ısıtma sistemleri için V.2'ye bakınız.

11.1.2 Pompalar, filtreler ve yakıt devreleri için, gerekmesi halinde, bunlara eşlik eden ısıtma sistemleri düzenlenmelidir.

11.1.3 Ağır yakıt kullanılan makinalarda, enjektörlerin ön ısıtması gerekiyorsa, enjektör soğutma

sistemine bir ek ısıtma olanağı sağlanmalıdır.

11.2 Ağır yakıtın hazırlanması

11.2.1 Dinlendirme tankları

Ağır yakıt dinlendirme tankları veya benzeri tertibat yeterli olarak ölçülendirilmiş ısıtma sistemi ile birlikte öngörülür.

Dinlendirme tankları, boşaltma düzenekleri ve sıcaklık ölçme aletleri ile donatılır.

11.2.2 Dizel motorlar için ağır yakıtın temizlenmesi

Ağır yakıtların temizlenmesi için saflaştırıcılar/ ayrıştırıcılar veya otomatik süzgeçlerle donatılmış saflaştırıcılar/ayrıştırıcılar öngörülür.

11.2.3 Yakıt karıştırma ve ekleme donanımı

Ağır yakıt/dizel yakıtı karıştırma ve inceltme donanımı **TL**'nun onayını gerektirir.

11.3 Servis tankları

11.3.1 Tankların donanımı ve düzenlenmesi için V.2'ye bakınız.

11.3.2 Tankların kapasitesi, yakıt hazırlama donanımının arızalanması durumunda bütün ilgili tüketicilerin en az 8 saatlik ihtiyacını karşılayacak yeterlikte olmalıdır.

11.3.3 Tank taşıntı borusu dinlendirme tankı içinde son buluyorsa, bir dinlendirme tankının doldurulması durumunda hazırlanmamış ağır yakıtın günlük servis tankına karışmaması için gerekli önlemler alınmalıdır.

11.3.4 Günlük servis tankı, boşaltım düzeneği ile donatılır.

11.4 Dizel yakıtı/ağır yakıt değiştirme düzeni

11.4.1 Yakıt besleme ve dönüş devrelerinin değiştirme düzeni, hatalı bağlantıya yer verilmeyecek ve yakıtların birbirine karışmamasını sağlayacak şekilde tertiplenmelidir. Ara konumlu değiştirme vanalarına müsaade edilmez.

11.4.2 Değiştirme düzenleri ulaşılabilir olmalı ve kalıcı bir şekilde işaretlenmelidir. Her birinin kendisine ait çalışma konumları açıkça belirtilmelidir.

11.4.3 Uzaktan kumandalı değiştirme düzenleri için, kumanda masaları, yol verme durumunu gösteren sınır konum göstergeleriyle donatılmalıdır.

11.5 Yakıt değişim borularından yakıt temini

11.5.1 Yakıt değişim borularının kapasitesinin 500 litreyi geçtiği durumlarda, çıkış devresi, makina dairesinin dışında uzaktan kumandalı çabuk kapama vanası ile donatılır. Yakıt değişim boruları, hava/gaz firarları, boşaltım düzenekleri devre üzerinde kendinden kapanan (akımı kesen) vanalarla donatılır. Yakıt değişim borularında yerel ölçümler için bir sıcaklık göstergesi bulunmalıdır.

11.5.2 Atmosfere açık yakıt değişim boruları (basınçsız)

Günlük tankların tertibi ve en yüksek yakıt seviyesi göz önüne alınarak, yakıt değişim boruları içerisinde, gaz giderme için yeterli serbest boşluk kalacak şekilde düzenlenir.

11.5.3 Kapalı yakıt değişim boruları (basınçlı)

Kapalı yakıt değişim boruları basınçlı kaplar olarak tasarlanır ve aşağıdaki donanımla donatılır.

- Makinalardan gelen yakıt dönüş / tekrar dolaşım devrelerinde bir geri döndürmez vana,
- Bir otomatik gaz giderici veya elle gaz giderme tertibatlı bir gaz yastığı uyarıcısı,
- Çalışma basıncını gösteren yerel bir gösterge,
- Lokal bir sıcaklık göstergesi,
- Kapalı konumda iken kilitlenecek bir boşaltım düzeneği.

11.5.4 Yakıt basıncını yükselticiler

Basınç yükselticiler uygun sönümleyicilere sahip olmalı, böylece basınç piklerinin olumsuz etkilerine karşı korunmalıdır.

11.6 Son ön ısıtıcılar

Birbirinden bağımsız iki adet son ön ısıtıcı öngörülür. Ön ısıtma gerektirmeyen yakıtla geçici bir çalışmanın sürdürülebilmesi güvenceye alınmışsa, yalnız bir ön ısıtıcının kullanılmasına izin verilebilir.

Bir adet by-pass kapama vanasına sahip olmalıdır.

11.7 Viskozite ayarlanması

11.7.1 Ağır yakıtla çalışan ana ve yardımcı makinalar için, otomatik viskozite ayarlayıcısı sağlanmalıdır.

11.7.2 Viskozite ayarlayıcıları, bir yerel sıcaklık göstergesiyle donatılır.

11.7.3 Lokal izleme aygıtları

Aşağıdaki yerel izleme aygıtları, makinadan evvel doğrudan doğruya yerleştirilir:

- Bir basınç geyci,
- Bir sıcaklık göstergesi.

11.8 Ağır yakıt sistemi, gereğince etkili bir şekilde yalıtılır.

12. Örnek Alma Noktaları

12.1 Yakıt devresinde örnek alma noktaları bulunmalıdır.

12.2 Örnek alma noktaları, MEPC.1/Circ.864 “Guidelines for on board sampling and verification of the sulphur content of the fuel oil used on board ships” ‘in isteklerine uygun olmalı ve aşağıdaki şekilde yerleştirilmelidir:

.1 transfer pompa çıkışında sonra,

.2 yakıt temizleme donanımından önce ve sonra,

.3 yakıt servis tankından önce, yakıt değiştirme valfinden önce,

.4 yakıtın makinaya girişinden önce.

12.3 Yakıt sisteminde yer alan örnek alma noktaları, yakıt örneklerinin emniyetli bir şekilde alınması sağlanacak şekilde düzenlenecektir.

12.4 Örnek alma noktasının konumu, yakıt örneğinin, sistemin ilgili bölgesinden geçen yakıt kalitesini temsil edecek şekilde olacaktır.

12.5 Örnek alma noktaları, tüm çalışma koşullarında, yakıtın sıcak yüzeylere veya elektrik donanımına sıçraması önlenecek tarzda, bu yüzeylerden ve donanımdan mümkün olduğu kadar uzağa yerleştirilmelidir.

H. Yağlama Yağı Sistemleri

1. Genel Gereklilikler

1.1 Yağlama yağı sistemleri, bütün devir sayısı bölgelerinde ve makinaların her türlü çalışma koşullarında, güvenilir yağlamayı ve yeterli ısı transferini sağlayacak şekilde tertiplenir.

1.2 Ön yağlama yağı pompaları

Gerektiği durumlarda, makinalar ön yağlama yağı pompaları ile teçhiz edilmelidir.

1.3 Acil yağlama

Yağlama beslemesinin kısa süreli arızalanması durumunda yağlama yerleri için derhal devreye girecek bir acil yağlama düzeni (örneğin; dinlendirme tankından) bulunmalıdır.

1.4 Yağlama yağının hazırlanması

1.4.1 Yağlama yağının yeterince hazırlanabilmesi için gerekli donanım (ayrıştırıcılar, otomatik kendinden temizlemeli süzgeçler, normal süzgeçler ve serbest jet santrifüjleri) bulunur.

1.4.2 Ağır yakıtla çalışan yardımcı makinalarda yağlama yağı ortak bir boşaltım tankından sağlanıyorsa, müşterek yağlama sisteminin arızalanması veya yakıtın veya soğutma suyunun yağlama yağı dolaşım devresine girmesi halinde yardımcı makinaların, Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 3.C'ye göre gerekli akımı verebilecek şekilde tam güçle çalışabilmesini sağlayacak uygun cihazlarla donatılmalıdır.

2. Yağlama Yağı Sistemleri

2.1 Yağlama yağı sirkülasyon ve gravite tankları

2.1.1 Bu tankların kapasitesi ve tertiplenmesi için Bölüm V.3'e bakınız.

2.1.2 Çift dipli gemilerde dış kaplama sacı ile yağlama yağı sirkülasyon tankı arasında en az 500 mm boşluk bırakılmalıdır.

Çift dipli gemilerde yağlama yağı sirkülasyon tankı dış kaplama sacına kadar uzanıyorsa makina karteri ile sirkülasyon tankı arasındaki boşaltım borusuna kapama vanaları yerleştirilir. Bu vanalar panyol sacının üstünden kapatılabilmelidir.

2.1.3 Yağlama yağı pompalarının emme bağlantıları boşaltım borularından mümkün olduğunca uzağa yerleştirilir.

2.1.4 Ana makinanın yağlaması için dalgıç pompanın kullanıldığı yerlerde, uygun yapısal desteklerle titreşime karşı korunma sağlanmalıdır.

2.1.5 Gravite tankı taşıntısı, bir taşıntı borusu vasıtasıyla dreyn tankına aktarılır. Taşıntı borusunda akışı gösteren bir gösterge tertibatı bulundurulması opsiyoneldir.

2.2 Doldurma ve besleme boru devreleri

2.2.1 Çift dibin üst kısmında bulunan kapasitesi 500 litre ve daha fazla olan ve hasarlanmaları durumunda sızıntılara neden olabilecek olan yağlama yağı besleme devrelerine doğrudan tank perdelerine monte edilen G.2.1'e uygun kapama düzenleri konulmalıdır.

- G.2.1'e uygun kapama düzenlerinin uzaktan kumandasından aşağıdaki hallerde vazgeçilebilir:
  - Normal çalışmaları sırasında kapalı tutulan vanalar,
  - Ani kapama vanalarının istenmeden çalışmasının, ana sevk sisteminin veya önemli yardımcı makinaların güvenli çalışmasını tehlikeye düşürmesi durumu.

2.2.2 Yağlama yağı basınç devrelerinin, kızgın buhar türbinleri gibi kızgın makina kısımlarının yakınından geçmesinin gerektiği durumlarda, tek parçadan oluşan ve gerekli yerlerde korunmuş olan çelik borular kullanılır.

2.2.3 Yağlama yağı borularının uygun şekilde örtülmesi ile ilgili istekler için G.3.4'e başvurulmalıdır.

2.3 Filtreler

2.3.1 Pompaların çıkışında, yağlama yağı filtreleri bulunur.

2.3.2 Filtrelerin kapasiteleri ve gözenek büyüklükleri makina üreticilerinin gereksinimleriyle uygun olmalıdır.

2.3.3 Yağlama yağı filtrelerinin temizlenmesinin ve bakımının, filtreleme işlemine ara vermeden yapılması sağlanmalıdır.

Otomatik kendinden temizlemeli filtrelerde bir arıza, filtreleme işlemini tamamen durdurmamalıdır.

2.3.4 Ara temizleme işlemi için konulan otomatik kendinden temizlemeli (tıkanıklığı geri kusan) filtrelerin temizleme aralığı izlenebilmelidir.

2.3.5 Ana yağlama yağı filtrelerine, basınç farkını izleme tertibatı konulmalıdır. Sadece gaz yakıt ile çalışan makinalarda, basınç farkı izlemesine gerek yoktur.

2.3.6 Özellikle emercensi jeneratörleri ve emercensi yangın söndürme pompalarını çalıştıran makinalarda basit filtreler kullanılır.

2.3.7 Yağlama yağı pompalarının korunması için pompanın emme tarafına gözenek büyüklüğü 100 μ olan basit filtre yerleştirilir.

2.3.8 Filtrelerin yerleştirilmesi için Bölüm 2, G.3'e bakınız.

2.3.9 Dizel jeneratör yağlama yağı filtreleri için H.3.4.1 e bakınız.

2.4 Yağlama yağı kulerleri

Türbinli ve yüksek güçlü büyük boyutlu makinalar için, kural olarak birden fazla yağ kuleri kullanılması tavsiye edilir.

2.5 Yağ seviye göstergeleri

Kendinden yağlamalı olan makinalarda, çalışma sırasında yağ seviyesini dışarıdan saptayabilme olanağı sağlanmalıdır. Bu durum devir düşürücü dişli grubunda, srast yataklarında ve şaft yataklarında da göz önüne alınmalıdır.

2.6 Seperatörler

G.8'deki koşullar, bunun gerekli olduğu zamanlarda kullanılır.

3. Yağlama Yağı Pompaları

3.1 Ana makinalar

3.1.1 Ana pompa/pompalar ve bağımsız çalışmaya hazır yağlama yağı yedekleme pompası öngörülür.

Ana makinalar tarafından tahrik edilen ana pompalar, tüm çalışma aralığında yağlama yağı sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.

3.1.2 Birden fazla ana makinalı tesisler için Bölüm 2, G.4'e bakınız.

3.2 Ana türbin tesisleri

3.2.1 Ana pompa/pompalar ve bağımsız çalışmaya hazır yağlama yağı yedekleme pompası temin edilmelidir.

3.2.2 Acil durum yağlaması

Güç kaynağında bir arızanın meydana gelmesi durumunda, yavaşlama sırasında yatakları soğutmak için ana türbin tesisatının yağlama yağı beslemesi güvenceye alınmalıdır. Gravite tankları gibi bir seçeneği değerlendirip uygun bir düzenlemeyle acil durumlarda devreye girecek bir acil yağlama düzeni bulundurulmalıdır.

3.3 Ana devir düşürücü dişli donanımı (motorlu gemiler)

3.3.1 Yağlama yağı sağlanması, bir ana pompa ve bağımsız bir yedekleme pompası ile güvenceye alınır.

3.3.2 Bir devir düşürücü dişli donanımının, ana sevk sisteminin döndürme momentinin %75'inde **TL** tarafından kendi kendini yağlaması yeterli görülüyorsa, devir düşürücü dişli donanımı için yedek yağlama yağı pompasından, aşağıdaki bir güç oranına kadar vazgeçilebilir.

$$P / n_1 \leq 3.0$$

n_1 = Dişli giriş devir sayısı [1/dak]

P = Dişliye iletilen güç [kW]

3.3.3 3.1.2'deki kurallar, birden fazla pervaneli ve birden fazla ana sevk donanımlı tesislerde de geçerlidir.

3.4 Yardımcı makinalar

3.4.1 Dizel jeneratörler

Birden fazla dizel jeneratörün bulunduğu durumlarda yedekleme pompalarına gerek yoktur.

Yalnız bir dizel jeneratörün bulunduğu durumlarda (örneğin; türbinle çalışan gemilerde, dizel jeneratörü ilk çalıştırma için gerektiği yerlerde) montaja hazır bir yedek pompa gemide bulundurulur.

Birden fazla dizel jeneratörün mevcut olduğu durumlarda, jeneratörün dizel makinası simpleks (tek gözlü) yağlama yağı filtresi ile donatılmasına, ancak gemi güç kaybına meydan vermeden temizlik işleminin kolaylıkla yapılabildiği bir yedeğiyle değişiminin gerçekleştirilebildiği durumda müsaade edilir.

3.4.2 Yardımcı türbinler

Kazan besleme suyu pompası vs. gibi önemli yardımcıları çalıştırmakta kullanılan türbinler ve turbo jeneratörler için bir ana pompa ve bir bağımsız yardımcı

pompa öngörülür. Yardımcı pompa, ilk çalıştırma ve yavaşlama sırasında yeterli yağlama yağını sağlamalıdır.

I. Deniz Suyu ile Soğutma Donanımı

1. Deniz Bağlantıları, Deniz Sandıkları

1.1 En az 2 deniz sandığı bulundurulacaktır. Mümkün olduğu yerlerde, deniz sandıkları, geminin her iki bordasında da mümkün olduğunca derinde tertiplenir.

1.2 Sığ sularda seyir için ek bir sığ su alıcısı (daha yüksek seviyeden deniz suyu girişi) önerilir.

1.3 Makina donanımı için gereksinim duyulan kapasitedeki tüm deniz suyu ihtiyacı yalnızca bir deniz sandığından yapılmalıdır.

1.4 Her bir deniz sandığı için etkili bir hava giderme imkânı bulunmalıdır. Aşağıdaki hava giderme düzenleri onaylanır:

- Perde güvertesi üzerine kadar uzanan ve kapatılabilen en az 32 mm. iç çaplı bir hava firar borusu,
- Dış kaplamada yeterli boyutta havalandırma delikleri.

1.5 Deniz sandığı ızgaralarının tıkanıklıklarını gidermek için buhar veya geminin basınçlı hava sistemi ile bağlantı sağlanmalıdır. Buhar veya basınçlı hava devreleri, doğrudan deniz sandıklarına kapama vanasıyla bağlanır. Deniz sandığı ızgaralarına püskürtülen havanın basıncı, eğer deniz sandıkları daha yüksek basınçlar için tasarlanmışsa 2 barı aşabilir.

1.6 Bir deniz sandığı özellikle kapalı devre sandık soğutucu olarak tertiplenmişse bu durumda **TL**'nun onayı ile bazı durumlarda 1.5'e uygun bir tıkanıklığı giderme devresi tertiplenmesinden vazgeçilebilir.

2. Buz Klaslı Gemiler için Özel Kurallar

2.1 1.1'de belirtilen deniz sandıklarından biri için deniz suyu girişi, geminin ortasında ve mümkün olduğu kadar kıçta tertiplenir. Bütün makina tesislerinin deniz suyu çıkış devresi deniz sandığının üst kısmına bağlanır.

2.1.1 ICE-B1'den ICE-B4'e kadar buz klaslı gemiler için deniz sandıkları aşağıdaki şekilde düzenlenir.

- Deniz sandığının hacmini hesaplamada rehber olarak şu değer geçerlidir: Yardımcı makinaların çıkışları dahil geminin makina gücünün her bir 750 kW'ı için yaklaşık 1 m^3 deniz sandığı hacmi öngörülür.
- Deniz sandığının yüksekliği deniz suyu giriş borularının üst kısmında emilen buz için yeterli hacim bulunacak şekilde ölçülendirilir.
- Deniz sandığı ızgaraları deliklerinin serbest kesit alanı, deniz suyu giriş borularının kesit alanının 4 katından az olamaz.

2.1.2 Alternatif olarak, uygun 2 adet daha küçük deniz sandığı 2.1.1'de belirtildiği şekilde tertiplenebilir.

2.1.3 Bütün boşaltma vanaları, geminin her çektiği suda, su boşaltılmasının buzlarca engellenemeyeceği bir şekilde düzenlenir veya yerleştirilir.

2.2 Deniz sandıklarına, gerektiğinde buz temizlemek ve eritmek için bir buhar bağlantısı veya ısıtma serpantini sağlanmalıdır.

2.3 Özel durumlarda, makina tesisatına ek soğutma suyu sağlanması balast suyu tanklarından soğutma suyu tali hattı çekilerek sağlanabilir.

Bu sistem 2.1.1'de belirtilen gereksinmenin yerini alamaz.

2.4 Yangın pompaları için Bölüm 18'e bakılmalıdır.

3. Deniz Vanaları

3.1 Deniz vanaları, döşek üstü levhalarının üst kısmından çalıştırılabilecek şekilde yerleştirilir. Ayrıca madde D.5.2'ye bakınız.

3.2 Deniz suyu ile soğutma sistemleri için olan borda boşaltma borularına, dış kaplamada bir kapama vanası takılır.

4. Süzgeç

Deniz suyu pompalarının emme devrelerine süzgeçler takılır.

Süzgeçler, pompaların çalışması esnasında temizlenebilecek şekilde düzenlenir.

Soğutma suyunun bir kepçe (scoop) yoluyla sağlandığı durumlarda, ana deniz suyu soğutma devresindeki süzgeçlerden vazgeçilebilir.

5. Deniz Suyu Soğutma Devresi Pompaları

5.1 Dizel makinalar için devre kurulumu

5.1.1 Ana sevk sistemleri için ana ve standby soğutma suyu pompaları bulundurulur.

5.1.2 Ana soğutma suyu pompası sevk sisteminden tahrikli olabilir. Bu pompanın kapasitesi sevk sisteminin tüm devir aralıklarında sevk sistemi ve yardımcı teçhizatı için yeterli kapasitede olmalıdır.

Yedekleme deniz suyu soğutma pompasının tahrikinin ana makinadan bağımsız bir güç kaynağından sağlanması gereklidir.

5.1.3 Ana ve standby soğutma suyu pompalarının herbiri, tesisin maksimum soğutma suyu gereksinimini her zaman karşılamalıdır. Alternatif olarak, bunlardan ikisi tesisatın dizayn sıcaklığındaki tam yükte çalışmasında soğutma suyu sistemi için gerekli kapasitede olmaları koşuluyla, aynı kapasitede ve basma yüksekliğinde üç soğutma suyu pompası yerleştirilebilir. Bu düzenlemeyle, bir termostat aracılığıyla ikinci pompanın daha yüksek sıcaklıklarda çalıştırılmasına müsaade edilir.

Alternatif olarak,

5.1.4 Balast pompaları veya diğer uygun deniz suyu pompaları, gerektiğinde kullanılmak üzere deniz suyu soğutma yedek pompası olarak kullanılabilir ve bu amaca yönelik boru hatları arasında **TL** tarafından uygunluğu onaylı bağlantı düzenleri kurulabilir.

5.1.5 Soğutma suyunun bir kepçe (scoop) aracılığıyla sağlandığı durumlarda, ana ve yardımcı soğutma suyu pompaları, kısmi yük koşulları altında ve Bölüm 2, E.5 de istenilen tornistan durumunda tesisatın güvenilir çalışmasını sağlayacak kapasitede olmalıdır. Ana soğutma suyu pompası, kepçenin çalışması için gerekli hızın altına düşmesi halinde otomatik olarak beslemeye başlamalıdır.

5.2 Buhar türbinli tesisler

5.2.1 Buhar türbinli tesisler bir ana ve bir soğutma suyu yedekleme pompası ile donatılır.

Ana soğutma suyu pompası, türbinli tesisin gereksinimi olan en fazla miktardaki soğutma suyunu sağlayacak kapasitede olmalıdır. Soğutma suyu yedekleme pompasının kapasitesi, tornistan çalışma dahil tesisin güvenilir çalışmasını sağlayacak yeterlikte olmalıdır.

5.2.2 Soğutma suyunun bir kepçe (scoop) aracılığıyla sağlandığı durumlarda, ana soğutma suyu pompası, türbinli tesisin, en büyük tornistan gücündeki koşullar altında, soğutma suyu gereksinimi için yeterli kapasitede olmalıdır.

Ana soğutma suyu pompası, kepçenin çalışması için gerekli hızın altına düşmesi halinde otomatik olarak beslemeye başlamalıdır.

5.3 Birden fazla pervaneli gemiler ve birden fazla ana makinalı gemiler

Birbirinden ayrı soğutma suyu sistemlerine sahip birden fazla ana makinalı tesislerde gemideki olanaklarla ana deniz soğutma suyu pompasının yerleştirilmesinin bir değiştirmeye olanak verdiği durumlarda standby pompasının yerine montaja hazır fazladan bir yedek pompanın gemide hazır bulundurulması kabul edilebilir..

5.4 Yardımcı makinalara soğutma suyu sağlanması

Ortak bir soğutma suyu pompasının birden fazla yardımcı makinaya hizmet vermesinin sağlandığı durumlarda, aynı kapasitedeki bağımsız çalışan bir soğutma suyu yedekleme pompası bulundurulmalıdır. Ana makina tesisinin bağımsız çalışan soğutma suyu

pompaları, denizdeyken, yardımcı makinalara soğutma suyu temininde bu tür pompaların kapasitesinin ek soğutma suyu ihtiyacını karşılamada yeterli olması koşuluyla kullanılabilir.

Eğer her bir yardımcı makina bir soğutma suyu pompasıyla donatılmışsa, soğutma suyu yedekleme pompasına gerek kalmaz.

6. Havuzlamada Soğutma Suyunun Sağlanması

Gemi havuzda iken en az bir dizel jeneratörün ve eğer gerekirse buzluk tesisatının çalıştırılabilmesi için soğutma suyunun temininin, örneğin; bir balast tankından, sağlanması önerilir.

Kargo ve konteyner soğutma sistemleri için, Kısım 15, Soğutma Tesisleri, I.4'e bakınız.

K. Tatlı Su Soğutma Sistemleri

1. Genel

1.1 Tatlı su soğutma sistemleri, makina tesislerini, tüm çalışma koşullarında yeterli olarak soğutacak şekilde düzenlenir.

1.2 Makina tesislerinin gereksinmesine bağlı olarak, aşağıdaki tatlı su soğutma sistemlerine müsaade edilir:

- Tüm tesis için tek bir soğutma devresi ile,
- Ana ve yardımcı makina tesisleri için ayrı soğutma devreleri ile,
- Soğutma gerektiren ana makina kısımları (örneğin; silindirler, pistonlar ve enjektörler) ve yardımcı makinalar için birden fazla bağımsız soğutma devreleri ile,
- Çeşitli sıcaklık aralıkları için ayrı ayrı soğutma devreleri ile.

1.3 Soğutma devreleri, eğer sistemin bir kısmı işlemez duruma gelirse yardımcı sistemlerin çalışması, sürdürülebilecek şekilde düzenlenmelidir.

Gerektiğinde uygun değiştirme düzenleri bulunmalıdır.

1.4 Mümkün olduğunca, ana ve yardımcı makinaların ve çeşitli devrelerin sıcaklık ayarları birbirlerinden bağımsız yapılmalıdır.

1.5 Otomasyonlu makina tesislerinde yakıt veya yağlama yağı için ısı değiştiricileri ana makinanın silindir soğutma suyu devresi içinde yer almışsa, yakıt ve yağ kaçakları bakımından soğutma sisteminin tamamı izlenmelidir.

1.6 Ana ve yardımcı tesislerin ortak soğutma suyu devreleri, tesisi hizmet dışı bırakmadan onarımları sağlayacak kapama vanasıyla donatılır.

2. Isı Değiştiriciler, Soğutucular

2.1 Isı değiştiricileri ve soğutucuların yapımı ve donanımı için Bölüm 14'ün kuralları geçerlidir.

2.2 Soğutma suyu sistemlerinin, makinaların ve cihazların soğutucuları, bütün çalışma koşulları altında, öngörülen soğutma suyu sıcaklıklarının korunabilmesini sağlayacak şekilde tasarlanır. Soğutma suyu sıcaklıkları, makinaların ve cihazların gereksinmesini karşılayacak şekilde ayarlanır.

2.3 Ana soğutma suyu devresindeki yardımcı donanım için olan ısı değiştiricilerinin arızalanmaları esnasında, sistemin çalışır durumda kalmasını sağlayacak baypas devreleri bulunur.

2.4 Ana soğutucuların tamiri veya bakımı sırasında yardımcı makinaların kesintisiz çalışması sağlanmalıdır. Makinalardan alınacak ısı miktarının sağlanması için; gerektiğinde geçici olarak başka ısı değiştiricilerini devreye sokacak düzenek kurulabilir.

2.5 Isı değiştiricilerin giriş ve çıkışlarında durdurucu vana konulacaktır.

2.6 Her ısı değiştiricisinin (ısıtıcı veya soğutucu) bir hava firar borusu ve bir boşaltım musluğu olacaktır.

2.7 Omurga soğutucuları, sandık soğutucuları

2.7.1 Omurga soğutucularının ve sandık soğutucularının yerleştirme ve yapım resimleri onay için sunulur.

2.7.2 Omurga soğutucularının ve sandık soğutucularının en yüksek yerinde tatlı su için kalıcı hava firarları bulunur.

2.7.3 Omurga soğutucularının tatlı su giriş ve çıkışında, basınç göstergesi bağlantıları bulunur.

3. Genleşme tankları

3.1 Her kapalı soğutma suyu devresi için, yeterli yükseklikte genleşme tankları yerleştirilir.

Farklı soğutma devreleri, ancak birbirlerini etkilememeleri koşulu ile ortak bir genleşme tankına bağlanabilir. Bir sistemdeki hasar veya hatanın diğerini etkilememesini sağlamak için önlem alınmalıdır.

3.2 Genleşme tankları, doldurma bağlantıları, hava boruları, su seviyesi göstergeleri ve bir boşaltım düzeneğiyle donatılmalıdır.

4. Tatlı Su Soğutma Devresi Pompaları

4.1 Her bir tatlı su soğutma sistemi için ana pompa ve soğutma suyu yedekleme pompaları bulunur.

4.2 Ana soğutma suyu pompaları, tüm çalışma koşullarında yeterli soğutma suyunun sağlanması koşuluyla, ana ve yardımcı makinalar tarafından tahrik edilebilir.

4.3 Soğutma suyu yedekleme pompaları ana makinalardan bağımsız olarak tahrik edilir.

4.4 Yedekleme soğutma suyu pompaları, ana soğutma suyu pompalarıyla aynı kapasiteye sahip olmalıdır.

4.5 Ana makinalar, en az bir ana ve bir soğutma suyu yedekleme pompasıyla donatılır. Makinaların yapımına uygun olarak, birden fazla soğutma devresinin gerekli olduğu durumlarda, her bir ana soğutma pompası için bir yedekleme pompası yerleştirilir.

4.6 Önemli yardımcı makinaların tatlı su soğutma pompaları için, I.5.4'deki deniz suyu soğutma pompalarına ait kurallar uygulanabilir.

4.7 Bir soğutma suyu sisteminin soğutma suyu yedek pompası, gerekli boru bağlantılarının bulunması koşuluyla, başka bir sistem için yedekleme pompası olarak da kullanılabilir. Bu bağlantılardaki kapama vanaları, istenmeyen çalıştırmalara karşı emniyete alınmalıdır.

4.8 Başka bir sistemden acil durum için soğutma sağlayan donanım, eğer tesisat ve sistem bu amaca uygunsa onaylanabilir.

4.9 Birden fazla ana makinalı sistemler için I.5.3'deki deniz suyu soğutma pompalarına ait kurallar uygulanabilir.

5. Sıcaklık Ayarı

Soğutma suyu devreleri, gereksinmelere uygun olarak, sıcaklık ayar araçlarıyla donatılır. Ayar cihazlarının arızalanmalarının, makinanın çalışma güvenliğini engellemesi söz konusu olduğu durumda elle çalışma düzeni bulunmalıdır.

6. Soğutma Suyunun Ön Isıtılması

Tatlı soğutma suyunun ön-ısıtılması için olanaklar sağlanmalıdır. İstisnalar **TL** tarafından onaylanmalıdır.

7. Emercensi Jeneratör Grubu

Emercensi jeneratörleri tahrik eden içten yanmalı makinalar bağımsız soğutma sistemleri ile donatılır. Soğutma sistemleri donmaya karşı korunur.

8. Elektrikli Ana Sevk Sistemleri İçin Soğutma Suyu Beslemesi

Elektrikli ana sevk sistemlerinin konvertörleri için soğutma suyu beslemesi yapılırken Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 13 göz önünde bulundurulmalıdır.

L. Basınçlı Hava Devreleri

1. Genel

1.1 Hava kompresörlerinin basınç devrelerinde, kompresör çıkışında geri döndürmez vana bulunur.

1.2 Yağ ve su tutucuları (ayrıştırıcılar) için Bölüm 2, L.4.3'e bakınız.

1.3 İlk hareket havası devreleri, hava şişelerinin doldurma devresi olarak kullanılamaz.

1.4 Dizel makinalarının devamlı basınç altında olan ilk hareket hava devrelerinde, yalnız metalik malzemeden üretilen, tip testi yapılmış hortumlar kullanılabilir.

1.5 Her bir makinaya giden ilk hareket havası devrelerine, bir geri döndürmez vana ve boşaltım musluğu takılır.

1.6 Havalı gemi düdüğü en az iki basınçlı hava şişesine bağlanır.

1.7 Her basınç düşürücü vanadan sonra bir emniyet vanası bulunur. Bölüm 18, G.1.1.6 ya bakınız.

1.8 Basınçlı hava sistemine bağlı basınçlı su tankları veya diğer tanklar, basınçlı kap olarak değerlendirilir ve Bölüm 14'deki basınçlı hava sisteminin çalışma basıncıyla ilgili koşullarına uygun olmalıdır.

1.9 Deniz sandıklarına hava püskürten basınçlı hava bağlantıları için I.1.5'e bakınız.

1.10 Basınçlı havalı (pnömatik) vanalara ve ani kapama vanalarına basınçlı hava temini için D.6'ya bakınız.

1.11 Makinanın basınçlı hava ile ilk çalıştırılmasındaki istekler için Bölüm 2, H.2'ye bakınız.

1.12 Makina dairesinin havalandırma mazgallarındaki yangın kanatçıkları basınçlı hava ile çalıştırılıyorsa; D.6.5'deki kural istekleri karşılanmalıdır. Bu yangın kanatçıkları herhangi bir enerji ya da güç kaybı olduğunda otomatik olarak kapanmamalıdır.

2. Kumanda-Kontrol Havası

2.1 Önemli tüketiciler için gerekli kumanda havası donanımları, uygun kumanda havasının hazırlanması için gerekli cihazlarla donatılır.

2.2 Ana makinanın kumanda havası donanımındaki basınç düşürücü vana fazlalıktır.

M. Egzoz Gazı Devreleri

1. Egzoz Borularının Döşenmesi

1.1 Makinaların egzoz gazı devreleri, yapısal yangından korunma bakımından birbirlerinden ayrı döşenir. Diğer tertipler onaya sunulmalıdır. Aynı hususlar kazan egzoz gazı devreleri için de geçerlidir.

1.2 Devreler döşenirken ve askıya alınırken ısıl genleşme göz önüne alınır.

1.3 Egzoz gazı devrelerinin su seviyesine yakın dışarı çıktığı yerlerde, makinalara suyun girmesi önlenmelidir.

1.4 Emercensi dizel jeneratörün egzoz gaz borularının açıklıkları, güverte üzerinde **LLC 1966** düzeltilmiş hali 1988, Kural 19(3) gerekliliklerini karşılayacak şekilde bir yüksekliğe sahip olmalıdır.

2. Susturucular

2.1 Makina egzoz devrelerine etkin susturucular takılır veya diğer uygun düzenler sağlanır.

3. Deniz Suyu Soğutmalı Egzoz Devrelerinde Su Boşaltım Düzeni

Egzoz devrelerine ve susturuculara, yeterli büyüklükte uygun boşaltım vanaları konulmalıdır.

4. Yalıtım

Makina mahalleri içindeki egzoz devresinin yalıtımı için, Bölüm 18'e bakınız.

5. Tankerler için Ek Kurallar

Tankerlerdeki özel kurallar için Bölüm 20, B.9.3'e bakınız.

Egzoz devreleri, ayrıca Bölüm 2, G'ye de tabidir.

Egzoz gaz temizleme sistemi özel kuralları için Bölüm 2, N'ye bakınız.

N. Sintine Donanımı

Sızıntı, yoğuşma, temizlik amaçlı yer yıkama veya yangın söndürme işlemleri nedeniyle biriken gemi mahallerindeki suların tahliye sistemine sintine donanımı adı verilir. Bu donanım boru devrelerindeki sınırlı yaralanma durumlarında oluşacak su basması durumunun kontrolünü de içerir. Makine dairesindeki yağlı sintine suyu sistemi, bu bölümdeki sintine donanımı kapsamı dışındadır.

1. Sintine Devreleri

Sintine devreleri çapraz su basması durumlarına neden olmayacak şekilde düzenlenir.

Sistemin kullanılabilirliğini iyileştirmek için sintine pompasının bütünlüğü test ve sertifikalandırma ile garanti altına alınmalıdır; en az 2 pompaya sahip olmalı ve sintine emiş kontrol vanaları bakım ve temizleme için kolay erişilebilir bir noktaya yerleştirilmelidir.

1.1 Sintine boru hattının döşenmesi

1.1.1 Sintine devreleri ve sintine emicileri, elverişsiz trim koşulları altında bile, sintineler tümüyle pompalanabilecek şekilde düzenlenir. Sintine basma sistemi geminin sancak veya iskele 5° meyletmesi ya da 5° trim yapması halinde dahi tam kapasiteyle çalışabilmelidir.

1.1.2 Sintine emicileri, normal olarak, geminin her iki bordasına yerleştirilir. Geminin baş ve kıçında yer alan bölmeler için, tek bir sintine emicisi, ilgili bölmeyi tümüyle boşaltabilmesi koşuluyla yeterli sayılabilir.

1.1.3 Çatışma perdesinin önünde ve kıç pik perdesinin arkasında olan ve genel sintine sistemine bağlı olmayan yerler, yeterli kapasitedeki diğer uygun araçlarla boşaltılmalıdır.

1.1.4 Sintine devrelerinin istenilen boru et kalınlıkları Tablo 16.7'ye uygun olmalıdır.

1.2 Tanklardan geçen boruların döşenmesi

1.2.1 Sintine boruları, yağlama yağı, ısı ileten yağ, içme suyu veya besleme suyu tanklarından geçirilemez.

1.2.2 Seyir sırasında girilemeyen mahallerden gelen sintine boruları, çift dip üzerinde yer alan yakıt tanklarından geçiyorsa, bu borulara, doğrudan tanka giriş noktasında bir geri döndürmez vana konulacaktır.

1.2.3 Derin tanklardan geçirilecek sintine borularının bir boru tüneli içerisinden geçmemesi halinde çelik malzemeli sintine borularının et kalınlığı en az Tablo 16.7'de D grubu boru sınıfı için belirlenen değerlerde olmalıdır. Çelik dışı malzemelerden üretilen ve derin tanklardan geçirilecek olan sintine boruları mekanik açıdan gerekli ve kimyasal aşınmalara karşı da yeterli dayanıklılıkta olmalıdır. Derin tanklardan geçecek sintine boruları olabildiğince tek parça döşenmeli, birleştirme kullanılması gerektiğinde birleşme noktaları sayısı en az olmalıdır. Derin tanklardan geçecek sintine boru devresine ait boru parçaları kaynak bağlantılı veya bir üst grup basıncından seçilen flanş ile birleştirilmelidir. Tank içinden doğrudan geçen borular oluşacak bir genleşmeyi sönümleyecek şekilde tasarlanmalıdır. Kaymalı bağlantılara izin verilmez.

Sintine hattının açık ucuna bir geri döndürmez vana konulmalıdır. Bu gereksinimler, sintine hattında bir sızıntı durumunda derin tanktan gelen sıvılardan sintine devresinin emiş yaptığı alanını korumak için tasarlanmıştır.

1.3 Sintine emicileri ve süzgeç sepetleri / çamur sandıkları

1.3.1 Sintine emicileri, sintinelerin ve sintine kuyularının temizliğini engellemeyecek şekilde düzenlenir. Bunlara, kolayca sökülebilir, kimyasal aşınmalara dayanıklı süzgeç sepetleri takılır.

1.3.2 Acil durum sintine emicileri, ulaşılabilecek, su akışı serbest ve el çarkı alt platform üzerinden 460 mm'den daha az olmayacak bir şekilde düzenlenmelidir.

1.3.3 Sintine kuyularının büyüklüğü ve yapımı için Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 8, B.3'e bakınız.

1.3.4 Ana ve yardımcı makina mahallerinin sintine alarmları için Bölüm 1, E.5'e ve Kısım 4-1, Otomasyon, Bölüm 6, H.'ye bakınız.

1.3.5 Çamur sandıkları

Makina mahallerinde ve şaft tünellerinde bulunan sintine emiş uçları (emercensi emişler hariç) düz ve düşey olarak, kolaylıkla muayene edilebilecek ve temizlenebilecek şekilde çamur sandıklarına bağlanmalıdır.
Sintine emişinin alt nihai ucuna süzgeç sepeti yerleştirilmemelidir.

1.3.6 Süzgeç sepetleri

- Makina mahalleri ve şaft tünellerinden başka kompartmanlarda, sintine emiş borularının açık uçlarına süzgeç sepetleri veya 10 mm çaptan fazla olmamak üzere deliklere sahip süzgeçler yerleştirilmelidir. Bu gibi deliklerin toplam alanı, emiş borusu için gerekli kesit alanının iki katından az olmamalıdır.

- Süzgeç sepetleri, emiş borusunun herhangi bir bağlantısını çıkarmadan temizlenebilecek şekilde tasarlanmalıdır.

1.4 Sintine vanaları

1.4.1 Sintine ve deniz suyu soğutma veya balast sistemi arasındaki ve geminin farklı bölümlerindeki sintine hatları arasında bağlantıyı sağlayan boru hatlarındaki vanalar hatalı çalışması sonucunda veya vanaların ara konumlarında bile, deniz suyunun sintine sistemine girmesini güvenli bir şekilde önlemelidir.

1.4.2 Sintine boşaltma boruları, geminin dış kaplamasında kapatma vanası ile donatılır.

1.4.3 Sintine vanaları, geminin yük ve balast durumlarına bakılmaksızın her zaman ulaşılabilir olmalıdır.

1.4.4 Sintine devresinin açık ucuna geri döndürmez vana konulur.

1.5 Ters akış koruması

1.5.1. Kumandalı geri döndürmez vana veya; pozitif kapama mekanizmasız bir geri döndürmez vanaya ek olarak aynı boru hattı üzerinde bir kapama vanasının beraberce kullanılması halinde; ters akış veya ters akışa karşı devre koruması sağlanmış olur.

1.6 Boru bağlantıları

1.6.1 Balast ve deniz suyunun, sintine sisteminden gemiye girmesini önlemek için, iki adet ters akışı önleme güvenlik düzeni sintine bağlantılarında bulunmalıdır.

Bu ters akışı önleme güvenlik düzenlerinden biri her bir emme devresine konulmalıdır.

1.6.2 Doğrudan sintine emicisi ve acil durum sintine alıcısında yalnızca bir ters akış güvencesi düzeni bulunması yeterlidir, (bkz 1.5.1).

1.6.3 Sintine pompalarına, onları kuru çalışmaktan korumak için, deniz suyu bağlantısının bulunduğu durumlarda sintine emicilerine aynı şekilde kumandalı iki adet geri döndürmez vana takılır.

1.6.4 Yağlı su ayırıcılarının boşaltma devreleri gemi bordasında kumandalı bir geri döndürmez vana (ters akış koruması) ile donatılır.

2. Boru Çaplarının Hesabı

2.1 (4), (5) ve (6) numaralı formüllerle hesaplanan değerler, bir sonraki yüksek boru iç çapına yuvarlatılır.

2.2 Kuru yük ve yolcu gemileri

2.2.1 Sintine ana boruları

Ana sintine devresi emiş borularının çapları (4) nolu formül ile hesaplanır. Hesaplanan iç çap ölçüsü kullanılan standardın en yakınına yuvarlatılabilir. Ancak sintine ana emiş borularının iç çapı kesinlikle 63 mm'den daha küçük olamaz.

$$d_H = 25{,}0 + 1{,}68 \cdot \sqrt{L(B+H)} \qquad (4)$$

2.2.2 Sintine devresinin kollara ayrılmış boruları

Sintine devresinin kollara ayrılmış hatlarındaki alıcı boru iç çapı (5) nolu formül ile hesaplanır. Hesaplanan iç çap

ölçüsü kullanılan standardın en yakınına yuvarlatılabilir. Eğer kompartmanda birden fazla branş hattı ile emiş yapılıyorsa, bütün branş emiş borularının kombine alanları (5) nolu formüldeki çapa göre belirlenen alandan az olmamalıdır. Bununla beraber, sintine devresinin kollara ayrılmış borularının iç çapı kesinlikle 50 mm'den daha küçük olamaz ve 100 mm'den daha büyük olmasına gerek yoktur. İstinai durum yalnızca küçük hacimli yerlerden emiş yapılan sintine boruları için geçerli olup, bu tür sintine emiş borularının iç çapı 38 mm'ye kadar düşürülebilir..

$$d_Z = 25{,}0 + 2{,}16\ \sqrt{\ell \cdot (B+H)} \qquad (5)$$

d_H = Sintine ana borusu hesaplanan iç çapı, [mm]

d_Z = Bağlantı sintine borusu hesaplanan iç çapı, [mm]

L = Geminin kaimeler arası boyu, [m]

B = Geminin kalıp genişliği **(4),** [m]

H = Perde güvertesine kadar geminin yüksekliği, [m]

ℓ = Su geçirmez bölmenin uzunluğu. [m]

2.3 Tankerler

Tanker ve dökme yük/petrol gemilerinin makina dairelerinde sintine ana borusu iç çapı (6) no.lu formülle hesaplanır.

$$d_H = 35{,}0 + 3{,}0 \cdot \sqrt{\ell_1 \cdot (B+H)} \qquad (6)$$

ℓ_1 = Koferdam veya pompa dairesi perdesi ile stern tüp perdesi arasındaki mesafe. [m]

Diğer terimler formül (4) ve (5)'deki gibidir.

Kollara ayrılmış sintine boruları (5) nolu formüle göre boyutlandırılır. Tanker ve dökme yük/petrol gemilerinin kargo bölgesindeki bölmelere ait sintine tesisatı için Bölüm 20'ye bakınız.

2.4 En küçük çap

Boyları 25 m. nin altındaki gemilerde, bu çap 40 mm. ye indirilebilir.

2.5 En büyük çap

2.5.1 Formül (4)'e göre hesaplanan ana sintine borusu çapının 200 mm'yi aşması gerekmez.

2.5.2 Formül (5)'e göre hesaplanan kollara ayrılmış sintine borularının çapının, ana sintine borusu çapından büyük olmasına gerek yoktur.

2.6 Sapmalar (kolaylıklar)

Formül (5)'in, formül (4)'le saptanan daha büyük bir sintine borusu çapına gerek görüldüğü, münferit durumlarda, formül (4)'e göre olandan daha büyük bir sintine boru çapı gerekmez.

3. Sintine Pompaları

3.1 Sintine pompalarının kapasitesi

Sintine pompası için gerekli minimum kapasite Q aşağıdaki formül ile belirlenebilir:

$$Q = 5{,}75 \cdot 10^{-3} \cdot d_H^{\ 2} \qquad (7)$$

Q = En küçük kapasite, [m^3/h]

d_H = Sintine ana borusunun hesaplanan iç çapı, [mm]

3.2 Merkezkaç (santrifüj) pompaların sintine devrelerinde kullanılması halinde; bu pompaların kendinden emişli (self-priming) olması ya da pompadan önceki emiş hattında bir hava emici aygıt bulunması zorunludur.

3.3 Formül (7) ile belirlenenden küçük basma kapasitesine sahip olan bir sintine pompasına, diğer bir pompa orantılı olarak daha büyük bir kapasite için ölçülendirilmişse, izin verilebilir. Fakat daha küçük sintine pompasının kapasitesi, hesaplanan kapasitenin %85'inden az olamaz.

(4) *Yolcu gemileri hariç, yan balast tankları bulunan çift cidarlı gemilerde B genişliği olarak, iç cidarlar arası mesafe alınabilir.*

3.4 Sintine basmak için diğer pompaların kullanılması

3.4.1 Balast, standby deniz suyu soğutma, ve genel servis pompaları kendinden emişli olmaları ve formül (7)'ye göre gerekli basma kapasitesine sahip olmaları koşuluyla, bağımsız sintine pompaları olarak kullanılabilir.

3.4.2 Sintine basmak için kullanılan bu pompalardan birinin arızalanması halinde her zaman bir pompa yangın söndürme ve sintine için kullanıma hazır olmalıdır.

3.4.3 Yakıt ve yağ pompaları sintine sistemine bağlanamaz.

3.4.4 Sintine enjektörü, bağımsız bir çalıştırma suyu temini öngörülmüş olması şartıyla, sintine cihazları olarak da kabul edilebilir.

3.5 Yük gemileri için sintine pompalarının sayısı

Yük gemileri, bağımsız olarak tahrik edilen iki sintine pompası ile donatılır. 2000 gros tona kadar olan gemilerde, bu pompalardan birisi ana makinadan tahrikli olabilir.

100 gros tondan küçük gemilerde makina tarafından tahrik edilen bir sintine pompası yeterlidir. İkinci bağımsız sintine pompası, kalıcı şekilde monte edilmiş bir sintine el pompası olabilir. Makina tarafından tahrik edilen sintine pompası, ana sevk sistemine bağlanabilir.

3.6 Yolcu gemileri için sintine pompalarının sayısı

En az üç sintine pompası olmalıdır. Pompalardan biri ana tahrik sistemine bağlanabilir. Kriter numarası 30 **(5)** veya daha fazla olduğu durumda, bir ek sintine pompası daha sağlanmalıdır. Her sintine pompası, 2 m/s hızdan az olmamak kaydıyla ana sintine borusu boyunca suyu basabilecek kapasitede olmalıdır.

4. Çeşitli Bölmeler için Sintine Devresi Düzeni

Not:
Yük ve yolcu gemilerinde perde güvertesinin üzerinde/altında kalan dreynler için MSC.1/Circ.1320 ye bakınız.

4.1 Makina daireleri

4.1.1 100 gros tondan büyük gemilerde, her ana makina dairesinin sintineleri,

4.1.1.1 Ana sintine sistemine bağlı sintine emicileri vasıtasıyla,

4.1.1.2 En büyük bağımsız sintine pompasına bağlı bir doğrudan emici vasıtasıyla; ve

4.1.1.3 Ana tahrik sisteminin deniz suyu soğutma pompasına bağlı bir acil durum sintine emicisi veya başka bir uygun acil durum sintine tertibatı aracılığı ile sintineleri basılabilmelidir.

4.1.1.4 Doğrudan emiciler kullanımda iken, bütün diğer sintine pompaları vasıtasıyla, aynı anda ana sintine devresinden pompalamak mümkün olmalıdır.

4.1.1.5 Doğrudan emiş yapan pompanın iç çapı, ana sintine borusu çapından küçük olamaz.

4.1.2 Eğer geminin tahrik sistemi birkaç bölmede bulunuyorsa, 4.1.1.1'e uygun branş sintine emicilerine ek olarak, her bir su geçirmez bölmede, 4.1.1.2'ye uygun doğrudan bir emici sağlanmalıdır.

4.1.3 Buharlı gemilerde, 4.1.1.3'e uygun olarak, acil durum sintine emicisinin çapı, soğutma suyu pompasının emme devresinin çapının en az 2/3'üne, motorlu gemilerde ise çapına eşit olmalıdır.

Bu kuraldan sapmalar **TL**'nun onayını gerektirir. Acil durum sintine emicisi, soğutma suyu pompası emme devresine 1.5'e göre ters akış koruması ile bağlanır.

Bu vanaya aşağıdaki uyarıyı taşıyan bir levha konulmalıdır:

Acil sintine vanası!
Yalnız acil durumlarda açılır!

---

(5) *Uluslararası Denizde Can Güvenliği Sözleşmesi (SOLAS) 74/88 düzeltilmiş haliyle, Kısım II-1, Bölüm C, Kural 35-1,3.2'ye bakınız.*

4.1.4 Makina dairesindeki odalardan ve güvertelerden makina dairesi sintinesine giden boşaltım vanaları bulunmalıdır. Bir su geçirmez perdeden geçen boşaltım borusuna kendiliğinden kapanan vana takılır.

4.1.5 500 GT'den büyük gemilerde, adamsız makine dairelerinde, deniz alıcı ve boşaltım vanalarının kumandaları için Kısım 4-1, Otomasyon, Bölüm 6, I'ya bakınız.

4.2 Şaft tüneli

Şaft tünelinin arka nihayetine bir sintine emicisi tertiplenir. Tünelin boyunun veya dip formunun gerektirdiği yerde, ek bir sintine emicisi ön tarafa da yerleştirilir. Şaft tünelinin sintine vanaları tünelin dışında, makina dairesinde tertiplenir.

4.3 Kargo ambarları

4.3.1 Kargo ambarları normal olarak, önde ve arkada sintine emicileri ile donatılır.

Su dolumu koruma sistemleri için, Kısım 5, Elektrik, Bölüm 18, B.4.1.9'a bakınız.

4.3.2 Uzunluğu 30 m. nin altında olan kargo ambarlarında, geminin her iki tarafında yalnız birer adet sintine emicisi yeterli görülebilir.

4.3.3 Tek kargo ambarı olan gemilerde, başta ve kıçta yeterli büyüklükte sintine kuyuları bulunur.

4.3.4 Tehlikeli maddelerin taşınması için kullanılan kargo ambarları için Bölüm 18, P.7'ye bakınız.

4.3.5 Bölüm 18, L.2.3 isteklerine göre basınçlı su püskürtme sistemi bulunan, perde güvertesi altındaki tüm Ro/Ro kargo mahallerinde, aşağıda belirtilenlere uygulanacaktır.

- Boşaltım sisteminin kapasitesi, su püskürtme sistemi pompalarının ve gerekli yangın hortum nozullarının toplam kapasitesinin 1,25 katından az olmayacaktır,
- Boşaltım sisteminin vanaları, korunan mahallin dışında yağmurlama sistemi kumandasının civarındaki bir yerden çalıştırılabilecektir,
- En az 4 adet sintine kuyusu yeterli kapasitede ve aralarındaki boyuna mesafe en fazla 40 m. olacak şekilde, boyuna perdenin her bir yanına yerleştirilecektir,
- İlave olarak 4.4.8 göz önünde bulundurulacaktır.

Sintine sistemi için aşağıdaki kriterler sağlanmalıdır:

- $Q_B = 1,25\ Q$
- $A_M = 0,625\ Q$ ve
  Sum $A_B = 0,625\ Q$

Burada:

Q_B = Bütün sintine pompalarının toplam kapasitesi [m^3/s]

Q = Sabit yangın söndürme sisteminden ve gerekli yangın hortumlarından gelen toplam su miktarı [m^3/s]

A_M = Korunan mahaldeki ana sintine borusunun kesit alanı [m^2]

Sum A_B = Her taraf için branş sintine borularının toplam kesit alanı [m^2]

Eğer dreyn yerleşimi yerçekimi ile dreyn yapılması şeklinde olacaksa, dreynlerin ve boruların alanları 4.4.2 ye göre belirlenir.

Rezervuar tankı, etkilenmiş mahalin gerekli dreyn kapasitesinde en az 20 dakika işletim yapabilecek bir kapasiteye sahip olmalıdır.

Eğer yük gemilerinde yukarıda belirtilen düzenlemelere olanak yoksa geminin stabilite dokümanında suyun ilave ağırlığı ve serbest yüzey etkisi dikkate alınacaktır. Bu amaç için, her güverte üzerindeki suyun derinliği, 30 dakika işletme süresi tarafından Q çarpılarak hesaplanmalıdır.

4.4 Perde güvertesinin ve fribord güvertesinin üstündeki kapalı kargo ambarları ve ro-ro mahalleri

4.4.1 Yolcu gemilerinde perde güvertesinin veya yük gemilerindeki fribord güvertesinin üzerindeki kargo ambarlarına boşaltım düzeneği konulur.

4.4.2 Boşaltım sisteminin kapasitesi; geminin 5° meyilinde, hem su püskürtme sistemleri pompaları ve gerekli yangın hortum nozullarının kapasitelerinin 1,25 katından az olmayacaktır ve güvertenin bir tarafından dreyn edilebilir.

Korunan mahallin her iki tarafında da üniform bir şekilde baş ve kıçta olacak şekilde en az 4 adet dreyn yerleştirilmelidir. Tekil dreynler arasındaki mesafe 40 metreyi geçmemelidir.

Firengilerin ve bağlantı borularının minimum gerekli alanı aşağıdaki formülle belirlenir:

$$A = \frac{Q}{0{,}5 \cdot \sqrt{19{,}62(h - H)}}$$

Burada:

A = Güvertenin her tarafında toplam gerekli kesit alanı [m^2],

Q = Sabit yangın söndürme sisteminden ve gerekli yangın hortumdan gelen toplam su miktarı [m^3/s],

h = Firengi kuyusunun dibi/emme seviyesi ve bordadan disçarç noktası/en yüksek onaylı yükleme sınırı arasındaki basma yüksekliği farkı [m],

H = Firengi boru devresi, fiting ve valfleri ile ilgili olarak kayıpların toplamı [m].

Her ayrı dreyn, NB 125 den az olmamalıdır.

Eğer yük gemilerinde yukarıda belirtilen düzenlemelere olanak yoksa geminin stabilite dokümanında suyun ilave ağırlığı ve serbest yüzey etkisi dikkate alınacaktır. Bu amaç için, her güverte üzerindeki suyun derinliği, 30 dakika işletme süresi tarafından Q çarpılarak hesaplanmalıdır.

4.4.3 Kapalı kargo ambarlarının boşaltım hattı ucunun doğrudan doğruya dış kaplamadan yapılmasına, gemi 5° yana yattığı zaman perde veya fribord güvertesinin kenarının suya girmemesi halinde müsaade edilir.

Bordadan dışarıya açılan frengi boruları, Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 16'ya göre ters akımı önleyici cihazlarla donatılır.

Böyle kapalı bölmelerin, güverte altındaki uygun bir bölmeye, ICLL 1966 (1988 Protokol), Kural 22(2) isteklerini karşılayacak şekilde düzenlenmiş boşaltıma izin verilir.

4.4.4 Gemi 5° meyil yaptığında, güvertenin kenarı yaz yüklü su hattında (SLL) veya altında yer alıyorsa, boşaltılan akışkan doğrudan sintine kuyularına veya yeterli kapasitedeki boşaltım tanklarına yapılacaktır.

4.4.5 Sintine kuyuları veya boşaltım tanklarında yüksek seviye alarmı bulunacak ve 4.4.2'ye uygun kapasitede boşaltım düzeni sağlanacaktır.

4.4.6 Aşağıda belirtilen istekler sağlanacaktır:

- Sintine kuyuları, aşırı miktarda serbest suyun toplanmasını önleyecektir.

- Petrol veya diğer tehlikeli maddelerle kirlenen su, makina dairesine veya tutuşma kaynakları bulunan diğer bölmelere boşaltılmamalıdır.

Kapalı yük ambarları yangına karşı karbondioksitli söndürme sistemi ile korunuyorsa, güverte frengileri gazın kaçmasını önleyici düzenlerle donatılmalıdır.

4.4.7 Sintine devreleri, yangın söndürmede kullanılan tavandan su spreyleme sistemlerinin bulunduğu bölmelerinden geçmekteyse; devre üzerinde yer alan vanalar o bölmenin dışına ancak dışta en yakına yerleştirilmelidir.

4.4.8 Dreyn açıklıklarının tıkanmaması için gerekli önlemler alınmalıdır.

Serbest kesit alanı, dreynin serbest kesit alanının en az 6 katı olacak şekilde koruma düzeneği tasarlanmalıdır. Koruma düzeneğindeki her bir deliğin 25 mm den büyük olmaması gerekir. Dreyn açıklığını belirten "Dreyn açıklıkları, kapatmayın veya tıkamayın" ifadesini taşıyan uyarı levhaları dreyn açıklıklarının 1500 mm üzerine konulmalıdır.

4.4.9 Frengi deliklerinin boşaltım vanaları ancak gemi seyir halindeyken açılabilir.

4.5 Balast suyu, petrol veya kuru yük için isteğe göre kullanılabilecek yerler

Kuru yük ambarlarının balast suyu veya petrolleri taşımakta da kullanılmasının öngörüldüğü durumlarda, bu yerlerden gelen bağlantı sintine boruları, balast veya yükleme devresi sistemine yalnızca değiştirme vanaları aracılığıyla bağlanmalıdır.

Değiştirme vanaları, ara konumlarında farklı boru donanımını birbirine bağlamayacak şekilde düzenlenmelidir. Değiştirme dirsekleri, her defasında kargo ambarı ile bağlı olmayan boru devresinin dirseğe bitişik bir kör flenç vasıtasıyla kapanabilmesini sağlayacak şekilde olmalıdır.

Kuru yük ve balast suyu için kullanılan mahaller için değiştirme bağlantıları, kargo ambarına bağlı olmayan sistem (sintine veya balast sistemi) körlenebilecek şekilde olacaktır.

4.6 Soğuk ambarlar

Soğuk ambarlar ve eritme tavalarında, kapatılamayan boşaltma noktaları bulunur. Her bir boşaltım borusu, boşaltma ucunda ısı ve kokuların geçişini önlemek için bir kapanla donatılır.

4.7 Canlı hayvan taşınması için bölmeler

Canlı hayvanların taşınması için amaçlanan bölmeler, ek olarak, artıkları gemiden atmak için pompalarla veya ejektörlerle donatılır.

4.8 Baş ve kıç piklerin üzerindeki mahaller

Bu yerler ya sintine sistemine bağlanabilir ya da, elle çalıştırılan bir sintine pompası aracılığıyla boşaltılır. Kıç pik tanklarının üzerindeki yerler, boşaltım devresine açıkça görülen ve kolayca ulaşılabilen bir konumda otomatik vana takılmış olması koşuluyla, şaft tüneline ve makina dairesi sintinesine boşaltılabilir. Boşaltım borularının iç çapı en az 40 mm. olmalıdır.

4.9 Koferdamlar, boru tünelleri ve boş yerler

Geminin dış kaplamasına bitişik koferdamlar, boru tünelleri ve boş yerler sintine sistemine bağlanır.

Kıç pik ile makina dairesi birbirine bitişik ise, kıç pik, kendinden kapanır bir vana ile makina dairesi sintinesine boşaltılabilir.

En derin yüklü su hattı üzerinde yer alan koferdamlar, boru tünelleri ve boş mahaller için, özel anlaşma ile eşdeğer düzenler **TL** tarafından kabul edilebilir.

4.10 Ro-Ro gemilerinde baş kapılar ile iç kapılar arasındaki mahallerin boşaltım sistemleri

Baş kapı ile rampa arasındaki alanda ve varsa, rampa ile iç kapı arasındaki alanda bir boşaltım sistemi bulunacaktır. Bu sistemde, söz konusu alanlardaki su seviyesi araba güvertesinden itibaren 0,5 m'yi aşarsa kaptan köşküne ikaz verecek sesli bir alarm düzeni bulunmalıdır.

Baş ve iç kapılar için, Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 23, B'ye bakınız.

4.11 Zincirlikler

Zincirlik gibi küçük bölmeler uygun sistemler (sintine ejekteri veya el pompaları) yardımıyla boşaltılır.

4.12 Dolgu havası soğutucularının yoğuşum boşaltım tankları

4.12.1 Dolgu havası kulerinin boşaltım tankından yoğuşum suyu doğrudan veya dolaylı olarak denize pompalanıyorsa, dış atım hattında onaylı 15 ppm alarmı

bulunacaktır. Eğer yağ oranı 15 ppm'i aşarsa, bir alarm verilecek ve pompa otomatik olarak duracaktır.

15 ppm alarmı, makina dairesinden denize sintine tahliyesi sırasında, sintine pompası durmayacak şekilde düzenlenecektir.

4.12.2 Ayrıca, tank bir yağlı su ayrıştırıcısına bağlanacaktır.

4.13 Dökme yük gemilerinin baş taraf mahallerinden suyunun tahliyesi

4.13.1 Dökme yük gemilerinde, çatışma perdesinin baş tarafındaki balast tanklarının ve en baştaki kargo ambarının önündeki kuru mahallerin sintinelerinin su boşaltımı ve pompalanması için düzenler bulunacaktır.

Maksimum deplasmanın %0.1'inden daha küçük hacimlerdeki mahallerde ve zincirliklerde , bu kuralların uygulanması gerekmez.

4.13.2 Bu düzenler; kaptan köşkünden, sevk makinası kontrol yerinden veya açık fribord güvertesi yada üst yapı güvertelerinden geçmeksizin, kaptan köşkünden veya sevk makinası kontrol yerinden kolayca ulaşılabilen kapalı bir mahalden kontrol edilebilecektir.

Güverte altı geçitlerinden, bir boru kanalından veya benzeri geçiş mahallerinden ulaşılabilen bir yer, kolayca ulaşılabilir olarak kabul edilmez.

4.13.3 Çatışma perdesini delip geçen, tanklara veya sintineye hizmet veren boruların uzaktan kumandalı aktüatörlerle valf operasyonu yapılması; 4.13.2 ile uyumlu olacak şekilde valf kontrollerinin yerleşimi sağlandığı taktirde, 4.13.2 de anlatılan valf kontrolüne alternatif olarak kabul edilebilir.

4.13.4 Kontrol sisteminin veya aktüatörün güç arızasında; valf, ayarlandığı pozisyondan çıkmamalıdır.

4.13.5 Baş mahallerdeki suyunun tahliyesi ile ilgili boru devresi balast sistemine bağlı ise, balast sisteminden kuru mahallere suyun girişinin önlenmesi için 2 adet geri döndürmez vana konulacaktır.

Bu geri döndürmez vanaların biri pozitif kapatma düzenine sahip olacaktır.

Vana, 4.13.2'de belirtilen bir yerden çalıştırılabilecektir.

4.13.6 P.1.3.3'de istenilen vana için fribord güvertesi üzerinden lokal elle operasyon gereklidir. Bununla birlikte, eğer 4.13 deki tüm istekler karşılanmışsa, 4.13.2 ye göre bir uzaktan kumanda kabul edilebilir.

4.13.7 Su tahliyesi yerleşimleri, bir pompa veya edüktör vasıtasıyla su birikmelerini doğrudan boşaltabilecek şekilde olmalıdır.

4.13.8 Kontrol mahallerinde vanaların tam açık veya kapalı olduğu pozitif gösterge ile anlaşılabilir olmalıdır. Vana kumanda sistemindeki arıza durumunda, vanalar istenilen konumda kalacaktır.

4.13.9 Sintine kuyuları 1.3.1'e uygun olacaktır.

4.13.10 Su tahliyesi ve pompalama düzenleri çalıştıklarında, aşağıdakiler sağlanacak şekilde olacaktır:

- Herhangi bir bölmede sintine sistemi kullanıma hazır halde kalacaktır.
- Yangın söndürme pompalarının hemen devreye girmesi ve yangın söndürme suyu beslemesi sağlanacaktır.
- Boşaltım ve pompalama sisteminin çalışması ile elektrik besleme, sevk ve manevra sistemlerinin normal çalışması etkilenmeyecektir.

Su dolumu algılama sistemi için Kısım 5 – Elektrik, Bölüm 18'e bakınız.

4.13.11 4.13.1'deki su tahiyesi sisteminin kapasitesi aşağıdaki formüle göre hesaplanacaktır:

$$Q = 320 \cdot A \ [m^3/h]$$

A = Su tahliyesinin gerektiği mahalde bulunan açık güverteye bağlı en büyük hava firar borusu veya havalandırma açıklığının serbest kesit alanıdır. $[m^2]$

Bununla birlikte, baş kasaranın kıç perdesindeki havalandırma açıklıklarının tahliye kapasite hesabında göz önünde bulundurulmasına gerek yoktur.

5. Yolcu Gemileri için Ek Kurallar

5.1.1 Sintine borularının ve valflerinin düzenlenmesi

5.1.1 Sintine borularının,

- Bölmeleme yüklü su hattı yüksekliğinde, dış kaplamaya 0,2 B'den daha yakın,
- Çift dipte, kaide hattı üzerinde 460 mm. den daha aşağıda,
- Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 30, E.1.2'ye uygun yatay düzlemin altında döşenmesi ,

yalnızca, içinde özel sintine emicisinin yer aldığı bölümde bir geri döndürmez vana olduğu durumda müsaade edilir.

5.1.2 Sintine sistemindeki vana kutuları ve vanalar, su girmesi halinde her bölme bir pompa ile boşaltılabilecek şekilde tertiplenmelidir.

Sintine tertibatı parçalarının (emme bağlantılı pompa) geminin dış kaplamasına 0,2 B'den daha az bir uzaklıkta yerleştirildiği durumlarda, tertibatın bir bölümünün hasarı, sintine tertibatının geri kalan kısmının işlenmez hale gelmesine neden olmamalıdır.

5.1.3 Bütün pompalar için bir ortak boru donanımı bulunduğunda, sintine pompalaması için gerekli tüm kapama ve değiştirme vanaları, perde güvertesinin yukarısından çalıştırılmak üzere düzenlenmelidir. Ana sintine sistemine ek olarak bir acil sintine pompalama sisteminin bulunduğu durumda, bu sistem diğerinden (ana sistem) bağımsız olmalı ve su basan herhangi bir bölmeyi pompalayabilmelidir. Bu durumda, yalnız acil sistemin kapama ve değiştirme vanaları, perde güvertenin yukarısından çalıştırılmaya elverişli olmalıdır.

5.1.4 Perde güvertenin yukarısından çalıştırılabilmesi gereken kapama ve değiştirme vanaları açık olarak işaretlenmeli, ulaşılabilir olmalı ve açıklık durumu göstergesiyle donatılmalıdır.

5.2 Sintine emicileri

Makina dairelerindeki sintine pompalarının bu yerlerden doğrudan sintine emicileri olmalıdır, ama bir bölmede ikiden fazla doğrudan sintine emicisine gerek yoktur.

Diğer yerlerde yer alan sintine pompalarının, bulundukları yer için doğrudan emicileri olmalıdır.

5.3 Sintine pompalarının yerleştirilmesi

5.3.1 Sintine pompaları, gemi hasara uğradığında aynı anda su basma olasılığı olmayacak, ayrı su geçirmez bölmelere yerleştirilmelidir.

Uzunluğu 91,5 m. veya daha fazla olan veya kriter numarası 30 **(5)** veya daha fazla olan gemilerde hasarlı durumlar için en az bir sintine pompası bulunmalıdır. Bu koşul;

- Pompalardan birisi kendi sintine sistemine bağlı ve perde güvertenin yukarısındaki bir kaynaktan güç alan, su içinde çalışan bir acil sintine pompası ise, veya

Gemi boyunca dağıtılmış pompaların ve güç kaynaklarının, yaralı bölme hesaplarında öngörülen her durumda en az bir pompa hasar görmeyen bir bölmede çalışmaya hazır ise yerine getirilmiş olur.

5.3.2 3.6'da belirtilmiş olan sintine pompaları ve bunların enerji kaynakları çatışma perdesinin önüne yerleştirilemez.

5.4 Sınırlandırılmış sefer bölgelerinde çalışan yolcu gemileri

Sınırlandırılmış sefer bölgelerinde çalışan, örneğin; liman seferleri olan yolcu gemilerinde sintine tertibatının kapsamı için **TL** ile özel anlaşmaya varılabilir.

6. Tankerler için ek kurallar

Bölüm 20, B.4'e bakınız.

7. Sintine Deneyi

Bütün sintine tertibatı **TL**'nun gözetiminde denenir.

O. Sintine Suyu, Yakıt Ve Yağ Artıklarını Depolama Ve Arıtma Donanımı (6)

1. Yağ ve Yakıt Ayrıştırma Donanımı

1.1 400 gros ton ve daha fazla tonajlı gemiler için MARPOL 73/78 Annex 1 gereği, makina dairelerinde oluşan yağlı sintine suyunun yağ ve yakıtlardan arıtılması için yağ ve yakıt giderici donanım bulunacaktır.

1.2 10,000 gros ton ve üzerinde olan gemiler, 1.1'e ek olarak yağ/yakıt boşaltım izleme ve kontrol sistemi veya 15 ppm'lik alarm tertibatı ile donatılmalıdır.

1.3 Yağ ve yakıt gidericilerin veya süzme temizleme tesislerinin boşaltma devrelerinde bir örnek alma tertibatı bulunur.

1.4 Sintine suyu yağ ve yakıt gidericisi veya süzme temizleme tesisleri için baypas düzenlemesine izin verilmez.

1.5 Borda dışatımı kapalı iken yağ süzme temizleme donanımının test edilebilmesini sağlamak için tekrar dolaşım olanağı bulunmalıdır.

2. Yakıt Artıklarının ve Yağ Artıklarının Boşaltılması

2.1 Bir çamur (sludge) tankı bulunur. Çamur (sludge) tanklarının donatılması için V'ye bakınız.

2.2 Çamur (sludge) tankları:

2.2.1 MARPOL 73/78 Ek I gerekliliklerine uygun olarak başka şekilde ele alınamayan petrol atığını (çamur) almak için makina türünü ve sefer uzunluğunu dikkate alarak yeterli kapasitede olmalıdır

2.2.2 Petrol atıklarının (çamur) atılması için petrol atıkları (çamur) tanklarını MARPOL 73/78 Ek I kural 12.2'de belirtilen yöntemlerle alabilecek olan belirlenmiş kendinden emişli pompa ile donatılmalıdır. Pompa, petrol atıkları (çamur) tankını makul bir zamanda boşaltabilecek kapasitede olmalıdır.

2.2.3 Sintine sistemine, yağlı sintine suyu toplama tankına, tank üstü (mahalle) veya yağlı su ayrıştırıcısına boşaltım bağlantısı bulunmamalıdır, bunun haricinde:

- Tanklar yağlı sintine suyu toplama tankı veya sintine kuyusuna giden hatta elle kumandalı kendinden kapanan dreyn valfleri ve çökmüş suyun seviyesinin görsel olarak izlenebilmesi için düzenlemeler veya doğrudan sintine boşaltma boru sistemine bağlanmamasını sağlayan alternatif düzenleme ile donatılabilir; ve

- Çamur tankı boşaltma boruları ve sintine suyu boru hatları, MARPOL 73/78 Ek IKural 13'te belirtilen standart boşaltma bağlantısına giden ortak bir boru hattına bağlanabilir; her iki sistemin MARPOL 73/78 Ek I Kural 13'de belirtilen standart boşaltma bağlantısına giden olası ortak borulara bağlantısı çamurun sintine sistemine aktarılmasına izin vermemelidir.

2.2.4 MARPOL 73/78 Ek I Kural 13'de belirtilen standart boşaltma bağlantısı dışında doğrudan bağlantılı herhangi bir boru tesisatı ile düzenlenmemelidir

2.2.5 Kalıntıların temizlenmesi ve atık alım tesislerine boşaltılmasını kolaylaştıracak şekilde tasarlanmalı ve inşa edilmelidir.

2.3 Yakıt artıklarının ve yağ artıklarının karaya ve dubaya verilmesi için ayrı bir atma devresi bulunur.

---

(6) *Gemilerin, yağ gidericilerle, süzme temizleme tesisleriyle, yağ toplama tanklarıyla, yağ atık devreleriyle keza bir uyarı ve kontrol sistemiyle veya yağ gidericinin su çıkışında bir 15 ppm. alarm düzeniyle donatılması için Uluslararası 1973 Konvansiyon sınırlamaları ve "MARPOL" denizlerin gemiler tarafından kirlenmesini korumayla ilgili 1978 Protokolü keza varsa ulusal kurallar dikkate alınır. Ayrıca eğer varsa ulusal kurallar da dikkate alınacaktır. UI MPC99'a bakınız.*

Boşaltma bağlantısının MARPOL 73/78 Ek I Kural 13 ile uyumlu olması gerekir.

Not:
TL *Teknik Sirküler S-P 35/13 madde 2.2 için eş uygulamaları içermektedir.*.

2.8 Yakıt artıkları ve yağ artıkları için olan yakma tesislerinin kullanımında, Bölüm 15 ve Karar MEPC.244(66) "Gemilerdeki Çöp Yakıcılar İçin Standart Özellikler"e uygunluk gereklidir.

P. Balast Sistemleri

1. Balast Devreleri

1.1 Boruların döşenmesi-genel

1.1.1 Balast tanklarındaki emiş ağızları, geminin elverişsiz trim ve meyil koşullarına rağmen tankların boşaltılabileceği şekilde tertiplenmelidir.

1.1.2 Çok geniş çift dip tanklarına sahip gemilerde, tankların alabandalarında da emiciler bulunmalıdır. Balast tanklarının uzunluğunun 30 m'yi aştığı durumlarda, **TL** tankların baş tarafında da emiciler bulunmasını isteyebilir.

1.2 Tanklardan geçen boruların yerleştirilmesi

Balast devreleri içme suyu, besleme suyu, ısı ileten yağ veya yağlama yağı tanklarından geçemez.

1.3 Boru sistemleri

1.3.1 Bir tankın dönüşümlü olarak balast suyu ve yakıt için kullanıldığı durumda, bu tanktaki emici, ilgili sisteme L tipi tapalı üç yönlü musluklar, altı açık musluklar veya değiştirme piston vanalarıyla bağlanmalıdır. Bunlar, vana veya musluk bir ara konumda olduğunda balast suyu ve yakıt sistemleri arasında hiçbir bağlantı olmayacak şekilde düzenlenmelidir. Değiştirme borusu bağlantıları, yukarıda bahsedilen vanalar yerine kullanılabilir. Her bir değiştirme tankı, kendi ilgili sistemine ayrı ayrı bağlanmalıdır. Uzaktan kumandalı vanalar için D.6'ya bakınız.

1.3.2 Balast tanklarının, özel durumlarda, kuru yük ambarları olarak kullanılması istendiğinde, bu tanklar da aynı şekilde sintine sistemine bağlanır. N.4.5'de belirtilen koşullar dikkate alınır.

1.3.3 Yük gemilerinde, boru devrelerinin, fribord güvertenin altında çatışma perdesinden geçtiği durumlarda, doğrudan çatışma perdesinde baş pikin içinde bir kapama vanası tertiplenir.

Valf, fribord güvertesinin üstünden uzaktan kumanda edilebilmelidir.

Baş pike doğrudan bitişik, kargo mahallinden ayrılmış daima girilebilen bölmelerde (örneğin; baş itici dümen dairesi) bu kapama vanalarının, uzaktan kumandasız olarak ve söz konusu bölme tarafında kalacak şekilde doğrudan baş pik perdesine tertiplenmesine müsaade edilebilir.

1.3.4 Yolcu gemilerinde yalnız bir boru devresi, fribord güvertesinin altında, çatışma perdesinden geçebilir.

Boru devresi, doğrudan çatışma perdesinde, baş pikin içinde bir uzaktan kumandalı kapama vanası ile donatılır. Uzaktan kumanda, fribord güvertesinin yukarısından çalıştırılmalıdır.

Baş pikin iki bölmeye bölündüğü durumda, özel hal olarak iki boru devresi fribord güvertesi altında çatışma perdesinden geçebilir.

1.3.5 Buz sınıfı ICE-B1'den ICE-B4'e kadar olan gemilerde balast tankları, balast yüklü su hattı üzerine yerleştirilmişse, tanklar suyun donmasını önleyici bir tertibat ile donatılmalıdır (Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 14, B.4'e bakınız).

1.4 Meyil dengeleme düzeni

Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 1, E.3'e göre 10°'nin üzerinde meyil momentleri meydana getirebilecek meyil dengeleme düzeni aşağıdaki gibi yapılır:

- Bu maksatla ayrılan tankların arasına, meyil dengeleme pompalarının önünde ve arkasında

olmak üzere birer kapama cihazı yerleştirilir.

- Bu kapama cihazları ve pompalar uzaktan kumandalı olmalıdır. Bu kumanda cihazları hep birlikte bir kumanda yerinde tertiplenmelidir.

- Enerji sağlanmasının yetersizliği halinde, öngörülen uzaktan kumandalı cihazların en az biri otomatik olarak kapanmalıdır.

- Kapama cihazlarının "kapalı" durumu, kumanda yerinde tip testi yapılmış son durumu gösteren indikatörle gösterilmelidir.

- Ek olarak Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 7, G göz önüne alınır.

1.5 Balast suyunun değişimi

1.5.1 "Taşırma Yöntemi" uygulanacaksa; ayrı bir taşıntı borusu veya hava firar borusundan hava firar başlığı baypası sağlanmalıdır. Hava firar başlığından taşıntı önlenmelidir. Boru uçlarındaki kapama düzenekleri Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO)'nun Uluslararası Yükleme Sınırı Sözleşmesi'ne (International Convention on Load Lines) uygun olacak ve baypaslara kör flençler ile kapatma sağlanacaktır. Hava firar borusu başlığının görevini yapıp yapmadığı seyir tecrübeleri sırasında yapılacak işlev testleri ile belirlenecektir.

1.5.2 "Sulandırarak seyreltme yöntemi" uygulanacaksa; balast tankındaki suyun tamamının değiştirilmesi sağlanmalıdır. Uygun yerlere seviye alarmları yerleştirilecektir. (örneğin; kanat tankının yaklaşık %90'ı dolu, çift dip tankının %95'i dolu vs)

1.6 Balast suyu arıtma sistemleri

Balast suyu arıtma sistemleri, bayrak devleti tarafından Balast suyu yönetim sistemlerinin onayı için kılavuza (G8) (Karar MEPC 279(70)) uygun olarak onaylanacaktır. Balast suyu arıtma sistemlerinin teçhizini gerektiren zorunluluk balast suyu hacimsel kapasitesine ve gemi omurgasının kızakta inşaatına başlandığı tarihe bağlıdır. (Konuyla ilgili olarak Gemilerin Balast Suyu ve Tortularının Yönetimi ve Kontrolü Sözleşmesi, 2004 – Kural B-3'e ve **TL** Ek Kuralı Balast Suyu Yönetim Sistemi Teçhizi'ne bakılmalıdır.)

2. Balast Pompaları

En az 2 adet motor tahrikli balast pompası sağlanmalıdır. Bölüm 16.N'deki kuralları sağlaması koşuluyla sintine pompaları balast suyu transferi için kullanılabilir.

3. Bordadan Bordaya Enine Su Geçirme Düzeni

3.1 Yolcu gemileri

Yaralanma durumunda, asimetrik su dolmasını dengelemek için gereken düzenler mümkün olduğunca otomatik çalışmalıdır. Bu düzenlerin otomatik olarak çalışmadığı durumlarda, tüm kapama vanaları, kaptan köşkünden veya perde güvertesi üzerindeki diğer bir merkezi mahalden çalıştırılabilmelidir. Her kapatma cihazının konumu kaptan köşkünde ve merkezi işletim mahallinde gösterilmelidir (Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 26, E.6 ve Kısım 5, Elektrik Kuralları Bölüm 7, H'ye de bakınız).

Enine su geçirme düzenleri, su dolması durumunda, 15 dakika içinde meyil dengelemesini sağlamalıdır.

3.2 Yük gemileri

Yaralanma durumunda, asimetrik su dolmasını dengelemek için gereken düzenler mümkün olduğunca otomatik çalışmalıdır. Bu düzenlerin otomatik olarak çalışmadığı durumlarda, tüm kapama vanaları kaptan köşkünden veya diğer bir merkezi mahalden çalıştırılabilmelidir. Her kapatma cihazının konumu, kaptan köşkünde ve merkezi işletim mahallinde gösterilmelidir (Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 26, E.6 ve Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 7, H'ye de bakınız).

Enine su geçirme düzenleri, su dolması durumunda, 10 dakika içinde meyil dengelemesini sağlamalıdır.

3.3 Yaralanma durumunda, asimetrik su dolmasını dengelemek için gereken düzenler, onay için **TL**'na sunulmalıdır.

4. Tankerler için Ek Kurallar

Bölüm 20, B.4'e ve **TL** Ek Kuralı Balast Suyu Yönetim Sistemi Teçhizi Madde 3.2'ye bakınız.

5. Çalışma Deneyi

Balast tertibatına **TL**'nun gözetiminde çalışma testi yapılır.

Q. Kızgın Yağlı Isıtma Sistemleri

Isı iletim sistemleri, Bölüm 13'e uygun olarak düzenlenir.

Bu tesislere ait boru devreleri, pompalar ve vanalar için ek olarak aşağıdaki kurallar geçerlidir.

1. Pompalar

1.1 Birbirinden bağımsız iki dolaşım pompası bulunur.

1.2 Genleşme tankını doldurmak için, gerektiğinde sistemin boşaltılmasında da kullanılacak bir aktarma pompası bulundurulmalıdır.

1.3 Pompalar, herhangi bir yağ sızıntısını güvenle akıtabilecek şekilde yerleştirilir.

1.4 Acil durdurma için Bölüm 18 Yangından Korunma ve Yangın Söndürme Donanımı'na bakınız.

2. Vanalar

2.1 Yalnız sünek malzemeden yapılmış vanalar kullanılabilir.

2.2 Vanalar 16 bar'lık (PN 16) anma basıncına göre üretilir.

2.3 Vanalar erişilebilir yerlere konuşlandırılmalıdır.

2.4 Pompaların basınç devrelerinde geri döndürmez vanalar bulunur.

2.5 Dönüş devrelerindeki vanalar, açık konumda emniyete alınır.

2.6 Tercihen boğaz sızdırmazlık elemanının körüklü tip olduğu vanalar kullanılmalıdır.

3. Boru Devreleri

3.1 Tablo 16.1 veya B.2.1'e uygun borular kullanılır.

3.2 Sızdırmazlık elemanları için, yalnız tasarım sıcaklığında sürekli çalışmaya uygun ve ısı ileten yağa dayanıklı malzemeye müsaade edilir.

3.3 Uygun bir devre yerleşimi ve özel esneme parçaları vasıtasıyla ısıl genleşme dikkate alınır.

3.4 Devreler, tercihen kaynaklı olarak döşenir. Ayrılabilir boru bağlantılarının sayısı olanaklar elverdiğince en az tutulur.

3.5 Devrelerin, yaşam mahalleri, herkese açık oturma yerleri veya hizmet alanlarından geçirilmesine müsaade edilmez.

3.6 Kargo ambarlarından geçen devreler hasarlanmayacak şekilde korunmuş olarak döşenir.

3.7 Perde ve güvertelerden geçişler, ısının perde içinde yayılmasına karşı yalıtılır. Ayrıca Bölüm 18, B.7 deki isteklere de bakınız.

3.8 Havalandırma tertibatı, hava/yağ karışımları tehlikesizce uzaklaştırılabilecek şekilde düzenlenir. Havalandırma vidalarına izin verilmez.

3.9 Kızgın yağlı ısıtma borularının izleme sistemleri için olabildiği kadarıyla G.3.4 uygulanır.

4. Boşaltım ve Depolama Tankları

4.1 Boşaltım ve depolama tanklarında hava firarlar ve boşaltım muslukları bulunacaktır. Depolama tankları için ayrıca V.4'e bakınız.

4.2 Boşaltım tanklarının hava firarları, açık güverte üzerinde sonlanacaktır. Hava firar kapama düzenleri için R.1.3'e bakınız.

4.3 Tanklar çift dip üzerinde yer alıyorsa, boşaltım muslukları kendinden kapamalı tip olacaktır.

5. Basınç Deneyi

B.4'e bakınız.

6. Sızdırmazlık ve Çalışma Deneyi

Montaj sonrası, tüm donanıma **TL**'nun gözetiminde sızdırmazlık ve çalışma testi uygulanır.

R. Hava Firar, Taşıntı ve İskandil Boruları

Hava firar, taşıntı ve iskandil boruları yalnızca ilgili boru devrelerinin döşenmesine müsaade edilen yerlere döşenir (Tablo 16.6'ya bakınız).

1. Hava Firar ve Taşıntı Borularının Düzeni

1.1 Yerleştirme

1.1.1 Kural olarak, bütün tankların en yüksek yerlerine, boş bölümlere vs. ye, açık güvertenin yukarısında son bulan hava firar veya taşıntı boruları bağlanır.

1.1.2 Hava firar ve taşıntı boruları dikey olarak döşenir.

1.1.3 Kargo ambarlarından geçen hava firar ve taşıntı boruları hasarlara karşı korunur.

1.1.4 Açık güvertedeki hava firar borularının et kalınlığı Tablo 16.22 ve 16.23'e uygun olacaktır.

Hava firar ve taşıntı borularının güverte üzerindeki yüksekliği ve hava firar borularına braket konulması gerekliliği ile ilgili olarak Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 16, D'ye bakınız.

1.1.5 Isıtılmamış sızıntı yakıt ve yağlama yağı tanklarının hava firar boruları makina dairesinde açıkça görülebilir durumda son bulabilir. Bu tanklar, doğrudan geminin dış kaplamasına dayanıyorsa, hava firar boruları fribord güvertesinin yukarısında, yolcu gemilerinde perde güvertesinin yukarısında son bulmalıdır. Burada, dışarı sızan yağın veya yakıtın kızgın yüzeylerde tutuşmaması için gerekli önlemler alınmalıdır.

1.1.6 Yakıt ve yağlama yağı sızıntı tanklarının makina dairesinde son bulan hava firar borularında, olası bir taşıntı halinde güvenilir boşaltmayı sağlayacak huniler ve borular öngörülür.

1.1.7 500 gros ton ve daha büyük yük gemileri ve tüm yolcu gemilerinde, yağlama yağı tankının açık güvertede nihayet bulan hava firar boruları, hasarlanma durumunda deniz veya yağmur suyunun doğrudan içeri girme tehlikesine neden olmayacak şekilde düzenlenir.

1.1.8 Besleme suyu ve damıtılmış su tanklarının hava firar boruları mümkün olduğunca açık havaya uzanmamalıdır.

1.1.9 Bu tankların cidarlarının geminin dış kaplamasının bir parçasını oluşturduğu durumda, hava firar boruları makina kaportası içinde fribord güverte yukarısına kadar, yolcu gemilerinde ise perde güvertesinin yukarısına kadar yükseltilir.

1.1.10 Sintine bağlantıları olan koferdam ve boş bölümlere ait hava firar boruları açık güvertenin, yolcu gemilerinde perde güvertesinin yukarısına kadar uzanır.

1.1.11 500 gros ton ve daha büyük yük gemileri ve tüm yolcu gemilerinde, yakıt servis ve dinlendirme tanklarının açık güvertede nihayet bulan hava firar boruları, hasarlanma durumunda deniz veya yağmur suyunun doğrudan içeri girme tehlikesine neden olmayacak şekilde düzenlenir (bkz. V2).

1.1.12 Günlük yakıt tankları için değiştirilebilir taşıntı boruları yapılacaksa, değiştirme aygıtlarının taşıntıyı bir depolama tankına yönlendirmesi sağlanır.

1.1.13 Değişimli olarak yakıt ve balast suyu taşınabilen tankların taşıntı boruları, yakıt taşıntı sisteminden ayrılabilmelidir.

1.1.14 Geminin dış kaplamasında yer alan birden fazla tankın hava firar ve taşıntı borularının birleşmesi, mümkünse fribord güvertesinin üzerinde olmalı fakat bu birleşme, en az geminin dış kaplamasının hasara uğraması veya geminin onaylı durumunda tanklardan birinde sızıntı ortaya çıkarsa, yakıt veya suyun başka bir tanka akamayacağı şekilde, en derin yüklü su hattının yeterince yukarısında gerçekleşmelidir.

1.1.15 Yağlama yağı ve yakıt tanklarının hava firar ve taşıntı borularının birleşmesine müsaade edilmez.

1.1.16 Ek klas işareti **FS** olan gemilerdeki hava firar ve taşıntı borularının birleşmesi için D.9'a bakınız.

1.1.17 Hava firar borularının ve taşıntı borularının boru kesit alanları için Tablo 16.24'e bakınız.

Tablo 16.22 Minimum et kalınlıklarının seçimi

Boru sistemi veya ağız açıklığının yeri	Bulunduğu yer								
	Aynı maddeyi içeren tanklar	Farklı maddeleri içeren tanklar	Boşaltım ve frengi boruları			Hava firar, iskandil ve taşıntı boruları		Yük ambarları	Makina bölümleri
			Fribord veya perde güvertesinin altında		Fribord güvertesinin üstünde	Açık güvertenin üstünde	Açık güvertenin altında		
			Dış kaplamada kapamasız	Dış kaplamada kapamalı					
Hava firar, taşıntı ve iskandil boruları	A	C	-	-	-	C	A	A	A
Açık güverteden frengi boruları		B	-	A	A	-	-	B	
Doğrudan bordaya açılan dışarı atma ve frengi boruları			B		-				
Pis su sistemine ait pompaların disçarc boruları			-		A				

Tablo 16. 23 Hava firar, taşıntı, iskandil ve pis su borularının minimum et kalınlıkları

Boru dış çapı [mm]	Minimum et kalınlığı [mm]		
	A	B	C
38-82,5	4,5	7,1	6,3
88,9	4,5	8	7,1
108	4,5	8	7,1
114,3	4,5	8	8
127 - 139,7	4,5	8,8	8
152,4 – 168,3	4,5	10	8,8
177,8	5	10	8,8
193,7	5,4	12,5	8,8
219,1	5,9	12,5	8,8
244,5-457,2	6,3	12,5	8,8

Tank boşaltımı sırasında, hava firar başlığı

1.2 Hava firar / taşıntı borularının sayısı

1.2.1 Hava firar borularının sayısı ve tertibi, tankların tasarım basıncı aşılmadan hava alıp vermesini sağlayabilecek şekilde belirlenir.

1.2.2 Geminin bir bordasından diğerine uzanan tanklar her bir köşede bir hava firar/taşıntı borusuyla donatılmalıdır. Geminin baş ve kıç kısımlarındaki çift dip tanklarının dar nihayetlerinde bir hava firar/taşıntı borusu yeterlidir.

1.3 Hava firar borusu kapama aygıtları

Açık güvertenin üst kısmında son bulan hava firar / taşıntı boruları, onaylı hava firar başlığı ile donatılır.

açıklıklarının, toplar tarafından kapanmasını önlemek

için, üretici tarafından belirlenen izin verilen en yüksek hava hızı dikkate alınmalıdır.

1.4 Taşıntı sistemi

1.4.1 Balast suyu tankları

Taşıntı sistemine bağlı bütün tanklarda, özel çalışma koşulları içinde tasarım basıncının aşılamayacağı, her defasında sistem için hesapla kanıtlanır.

1.4.2 Yakıt tankları

Taşıntı sistemlerinin gerekleri için **TL**'nun "kapalı yakıt taşıntı sistemlerinin yapımı, donatımı ve testi ile ilgili yönerge" geçerlidir.

Tablo 16. 24 Hava firar ve taşıntı boruları için kesit alanı

Tankların doldurma şekli		**Hava firar/taşıntı borularının kesit alanı**	
		HB	**HTB**
Doldurma	Yerçekimiyle	Her tank için 1/3 f	-
	Pompalamayla	-	Her tank için 1,25 f **(1)**

Açıklamalar:
HB *= Hava firar borusu*
HTB *= Hava firar/taşıntı borusu*
f *= Tank doldurma borusunun kesit alanı*

(1) *Hava firar borusu kapama bağlantıları dahil, öngörülen kapasitede, hava firar/taşıntı borularının akış direnci taşıntı esnasında tank içinde kabul edilemeyen yüksek basınca neden olamayacak şekilde güvenceye alınırsa, 1,25 f toplam serbest kesit alanı yeterlidir.*

Hava firar borularının kapatma aygıtları ile ilgili daha fazla detay için "Teknik Sirküler, Makina, S-P 36/13 Hava Firar Boruları Kapatma Aygıtları" na bakınız

1.4.3 Yakıt tanklarının taşıntı toplama boruları yeterli meyille yeterli kapasitede bir taşıntı tankına yönlendirilir.

Taşıntı tankı, yaklaşık 1/3 dolulukta çalışan bir seviye alarmı ile donatılır.

1.4.4 Hava firar ve taşıntı borularının boyutları için Tablo 16.25'e bakınız.

1.4.5 Yakıt depolama tankının taşıntı tankı olarak kullanılmasına, aşırı doluluk alarmının konulması ve yakıt alma devresi kesitinin 1,25 katı kesite sahip olan hava firar borusunun bulunması şartıyla izin verilir.

1.5 Boru kesitlerinin belirlenmesi

1.5.1 Hava firar ve taşıntı borularının kesitleri için Tablo 16.24 ve 16.25'e bakınız.

Hava firar ve taşıntı borularının dış çapı 60,3 mm. den küçük olamaz.

Boyu > 80 m olan gemilerde, baş taraftaki L/4 mesafesinde sadece dış çapı ⩾76,1 mm. olan hava firar/taşıntı boruları kullanılabilir, Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 16'ya bakınız.

1.5.2 Enine su geçiş düzeneği olan yolcu gemilerindeki hava firar borularının net kesit alanları, suyun geminin bir yanından diğerine 15 dakika içinde geçebileceği büyüklükte olmalıdır. P.3'e de bakınız.

1.6 Hava firar ve taşıntı borularının minimum et kalınlıkları Tablo 16.22 ve 16.23'e uygun olmalıdır.

1.7 Boru malzemeleri için B'ye bakınız.

2. İskandil Borularının Düzeni

2.1 Genel

2.1.1 Tanklar, koferdamlar ve sintine bağlantılı boş bölümler için ve her zaman ulaşılamayan yerlerdeki sintineler ve sintine kuyuları için iskandil boruları bulunmalıdır.

Başvurulduğunda, her zaman ulaşılabilen yerlerdeki

sintine kuyularına iskandil borularının konulmasından vazgeçilebilir.

2.1.2 Tankların **TL** tarafından tip onaylı uzaktan seviye göstergeleriyle donatıldığı durumda iskandil borusu düzeninden vazgeçilebilir.

2.1.3 İskandil boruları mümkün olduğunca tank dibinin yakınına kadar düz olarak uzanmalıdır.

2.1.4 Üst ağızları en derin yüklü su hattının altında bulunan iskandil boruları kendinden kapanır aygıtlarla donatılır. Böyle iskandil borularına sadece her zaman ulaşılabilir yerlerde müsaade edilir.

Diğer bütün iskandil boruları açık güverteye kadar uzanmalıdır. İskandil borularının ağızları her zaman ulaşılabilir olmalı ve su sızdırmaz kapama düzeni ile donatılmalıdır.

Tablo 16.25 Hava firar ve taşıntı boruları için kesit alanı değerleri (Kapalı devre taşıntı sistemi)

Tankın doldurma ve taşıntı sistemleri		Hava firar ve taşıntı borularının kesit alanı			Uyarılar
		HB	TB (2)	BB	
Doldurma	Seviye borusu	1/3 f	-	-	Seviye borusunun kesiti ⩾ 1,25 F
	Basınç ayar vanası	1/3 f **(1)**	min. 1,25 F	-	Basınç ayar vanası anma çapı ⩾ 1,25 F
Taşıntı sistemi	Taşıntı sandığı	1/3 F sandıkta	min.1,25 F	1,25 F	-
	Toplama borusu	1/3 F	min. 1.25 F	-	-
	Taşıntı tankı	1/3 F	-	-	-

Açıklamalar:

HB = Hava firar borusu
TB = Taşıntı borusu
BB = Boşaltım borusu
f = Tank doldurma borusunun kesit alanı
F = Ana doldurma borusunun kesit alanı

(1) *1/3 f yalnız yapısal olarak taşmaya karşı engel olunan tanklar için.*
(2) *1.4'e göre belirlenir.*

2.1.5 Tank iskandil borularında, tank üstü saçının altında basınç eşitleme delikleri olmalıdır.

2.1.6 Kargo ambarlarında her sintine kuyusu için bir iskandil borusu bulunmalıdır.

2.1.7 Kargo ambarlarında her sintine kuyusu için bir seviye alarmı öngörülüyorsa, iskandil borusundan vazgeçilebilir. Seviye alarmları birbirinden bağımsız ve **TL** tip onaylı olmalıdır **(7).**

2.1.8 Su geçmez olmayan ambar kapaklı kargo ambarlarında, iskandil boruları varsa, her bir kargo ambarı için bağımsız 2 adet seviye alarmı bulunacaktır. Seviye alarmları birbirinden bağımsız ve **TL** tip onaylı olmalıdır.

2.1.9 Kargo ambarlarından geçen iskandil boruları muhafazalı yerlere konulmalı veya hasara karşı korunmalıdır.

2.2 Yakıt, yağlama yağı ve termal yağ tankları için iskandil boruları

2.2.1 Açık güvertenin altında son bulan iskandil boruları kendinden kapanır aygıtlarla ve kendinden kapanır kontrol musluğu ile donatılır; Bölüm V.2'ye bakınız.

2.2.2 Ateşleme tesisatı, yüksek yüzey sıcaklığı olan makina parçaları veya elektrik donanımı sahasına iskandil borularının yerleştirilmelerine müsaade edilmez.

(7) *Varsa ulusal kurallar gözönüne alınmalıdır*

2.2.3 İskandil boruları, yaşam mahallerinde veya hizmet bölgelerinde son bulamazlar.

2.2.4 İskandil boruları doldurma boruları olarak kullanılamazlar.

2.3 Boruların kesitleri

2.3.1 İskandil boruları için en az 32 mm. bir anma iç çapı öngörülür.

2.3.2 0°C'ın altında bir sıcaklıkta soğutulmuş ambarlardan geçen iskandil borularının iç çapı 50 mm'ye kadar artırılır.

2.4 İskandil borularının minimum et kalınlıkları Tablo 16.22 ve 16.23'e uygun olarak belirlenir.

2.5 Boru malzemeleri için B'ye bakınız.

S. İçme Suyu Sistemleri (8)

1. İçme Suyu Tankları

1.1 İçme suyu tanklarının tasarım ve düzenlemesiyle ilgili olarak Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 12'ye bakınız.

1.2 ICE-B1 ve daha yukarı buz klas işaretine sahip gemilerde, balastlı su hattı üzerinde gemi bordalarında yer alan içme suyu tankları, donmayı önleyici tank ısıtma düzenleri ile donatılacaktır.

2. İçme Suyu Tank Bağlantıları

2.1 Doldurma bağlantıları güvertenin yukarısında ve yeterince yüksekte yer almalı ve bir kapama aygıtıyla donatılmalıdır.

2.1.1 Doldurma bağlantıları hava firar borularına takılmamalıdır.

2.2 Hava firar/taşıntı boruları açık güvertenin yukarısına kadar uzatılır. Böceklere karşı sık dokulu bir tel kafesle korunur.

Hava firar boruları kapama aygıtları için R.1.3'e bakınız.

2.3 İskandil boruları güvertenin yeterince yukarısında son bulmalıdır.

3. İçme Suyu Devresi

3.1 İçme suyu devreleri, diğer sıvıların dolaştığı boru devrelerine bağlanmaz.

3.2 İçme suyu devrelerinin içme suyu içermeyen tanklardan geçirilmesine izin verilmez.

3.3 İçme suyu içermeyen tanklara (örneğin; tatlı su soğutma sisteminin genleşme tankları) içme suyu sağlanması, bir açık huni veya geri akışı önleme yoluyla yapılmalıdır.

4. Basınçlı Su Tankları ve Sıcak Su Hazırlayıcılar

Basınçlı su tankları ve sıcak su hazırlayıcılarının tasarımını, donanımı, montajı ve testleri için Bölüm 14, A ve E göz önüne alınacaktır.

5. İçme Suyu Pompaları

5.1 İçme suyu sistemleri için, ayrı içme suyu pompaları sağlanır.

5.2 İçme suyu basınç tanklarının pompalarının basınç devrelerine kumandalı geri döndürmez vana takılır.

6. İçme Suyu Üretimi

Geminin kendi damıtıcı ünitesinin ürettiği damıtılmış suyun içme suyu olarak kullanıldığı durumda, damıtılmış suyun hazırlanması ulusal sağlık kuruluşlarının koşullarına uygun olmalıdır.

T. Pis Su ve Yerçekimli Boşaltım Sistemi

1. Genel

1.1 400 GT ve daha büyük olanlar ile 15'den fazla yolcu taşımak üzere belgelendirilen 400 GT'dan küçük gemiler, aşağıdaki donanıma sahip olacaktır:

(8) *Varsa ulusal istekler göz önüne alınmalıdır.*

- Resolution MEPC.227(64)'e, değiştirilmiş haliyle, göre onaylı bir atık su arıtma tesisi, veya

- Pis suları öğütme ve dezenfekte sistemi (kıyıdan 3 mile kadar olan mesafede seyreden gemiler için pis suların geçici depolanacağı tank/tanklar sağlanacaktır), veya

- Pis su biriktirme tankı

1.2 Ek IV e tabi tüm gemiler, boyutlarına ve atık su arıtma tesisi veya atık su toplama tankı olmalarına bakılmaksızın, bir boru hattı ve liman atık su arıtma tesisine atık suyu boşaltabilmek için ilgili sahil bağlantı flenci ile donatılmalıdır. Bu flenç MARPOL 73/78, Ek IV, Kural 10 a uygun olmalıdır.

1.3 Toplama tankı, içeriğinin görülebileceği düzeneklere sahip olmalıdır. Hijyenik nedenlerle iskandil borusu kullanılmamalıdır.

2. Yerleşim

2.1 Frengi delikleri ve borda üzerindeki çıkışlar için Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 16'ya bakınız.

2.2 Fribord güvertesi ve perde güvertesi altından doğrudan bordaya çıkan pis su boşaltma borularına ait minimum et kalınlıkları için Tablo 16.22 ve 16.23'e bakınız.

2.3 Fribord / perde güvertesi üzerindeki boşaltma devreleri için aşağıdaki borular kullanılabilir:

- Tablo 16.5, Grup N'deki çelik borular,

- Özel olarak korozyona karşı korunmuş, özel onaya bağlı, et kalınlığı küçük borular,

- Tanınmış standartlara göre özel tipteki, özel onaya bağlı borular (örneğin; zıvanalı/soketli borular).

2.4 Fribord/perde güvertesi altında su geçirmez bölmelerde bulunan ve pis su toplama tanklarında veya pis su arıtma sistemlerinde son bulan pis su boşaltma devrelerinde 2.3'de belirtilen borular kullanılabilir.

2.5 A tipi perdelerden geçen özel tipteki, küçük et kalınlıklı borular ve plastik borular **TL** tarafından onaylanmalıdır.

2.6 Pis su boşaltma boruları yük ambarlarından geçiyorsa, yükün neden olacağı hasara karşı korunmalıdır.

2.7 Pis su tankları ve pis su arıtma sistemleri

2.7.1 Pis su tankları, açık güvertenin üstüne kadar uzatılan bir hava firar borusu ile donatılır. Hava firar boruları kapama aygıtları için Bölüm 16, R.1.3'e bakınız.

2.7.2 Pis su tankları, bir doldurma bağlantısı, bir temizleme bağlantısı ve bir seviye alarmı ile donatılmalıdır.

2.7.3 Pis su toplama ve pis su arıtma tanklarının boşaltma devreleri geminin bordasında kumandalı geri döndürmez vanalarla donatılır.

Vanalar, doğrudan geminin bordasına tertiplenemiyorsa, boru et kalınlığı, Tablo 16.23 kolon B'de verilen değerde olmalıdır.

2.7.4 Geminin sancak veya iskeleye 5° yan yatması halinde, pis su boşaltma sisteminin en alttaki iç ağzının yaz yükleme su hattının üzerinden yüksekliği 200 mm. den daha az ise, pis su tanklarındaki veya pis su arıtma sistemindeki pis su pompasının emme ve basma devrelerine ikinci bir geri akımı önleme tertibatı yerleştirilir **(9).**

---

(9) *Pis su arıtma tertibatı sintineye acil durumlarda boşaltım veya kimyasal maddeler için ağızlarla donatılmışsa bu kurallara göre iç ağızlar olarak göz önüne alınabilir.*

İkinci geri akımı önleyici olarak taşıntı yüksekliği 5° meyilde yaz yüklü su hattının en az 200 mm. üstünde olan bir boru bükümü uygulanabilir. Boru bükümü, bükümün tepesinin altına 45° açı ile yerleştirilen bir otomatik havalandırma aygıtı ile donatılır.

2.7.5 Geminin sancak veya iskeleye 5° yan yatması halinde pis su boşaltma sisteminin en alttaki iç ağzı yaz yüklü su hattında veya bu hattın altında bulunuyorsa, pis su toplama tankının boşaltma devresi, 2.7.4'de istenilen geri akımı önleme tertibatına ek olarak doğrudan gemi bordasında bir sürgülü vanayla donatılır. Bu durumda geri akımı önleme tertibatının kumandalı tipte olmasına gerek yoktur.

2.7.6 Balast ve sintine pompaları, pis su tanklarının boşaltılması için kullanılamaz.

3. FS Ek Klas İşaretli Gemiler İçin Ek Kurallar

3.1 Pis su tertibatı ve boşaltma devreleri, bir bölmenin yaralanması halinde diğer bölmelere su giremeyecek şekilde yerleştirilmelidir.

3.2 Bu koşul yerine getirilemiyorsa, örneğin:

- Su geçirmez bölmeler pis su devrelerinin iç ağızları ile birbirlerine bağlı ise,
- Bir çok su geçirmez bölmenin pis su devreleri ortak bir pis su tankında toplanıyorsa veya,
- Pis su sisteminin kısımları yaralanma bölgesinin içinde bulunuyor (D.9'a bakınız) ve bunlar iç ağızlarla diğer bölmelere bağlanıyorsa,

su geçirmezlik, su geçirmez perdelerdeki uzaktan kumandalı kapama cihazları ile sağlanmalıdır.

Kapama cihazları, yolcu gemilerinde perde güvertesinin üstünde ve diğer gemilerde elverişsiz yaralı su hattının üstünde her zaman ulaşılabilir bir yerden kumanda edilebilmelidir. Kapama cihazının ”kapalı” durumu uzaktan kumanda yerinden izlenebilmelidir.

3.3 Pis su sisteminin en alttaki iç ağzı perde güvertesinin altında ise pis su arıtma tertibatının boşaltma devresine bir kumandalı geri döndürmez vana ve ikinci bir geri akımı önleme tertibatı yerleştirilir. Bu durumda pis su toplama tankının boşaltma devresine, bir sürgülü vana ve iki geri akımı önleme cihazı konur. Kapama cihazları ve geri akımı önleme cihazları için benzer şekilde 2.7.3, 2.7.4 ve 2.7.5 uygulanır.

4. Gravite ile Boşaltım Sistemi

4.1 Uygulama

Bu bölümde yer alan kurallar, fribord güvertesinin altında veya üstünde yer alan, su geçirmez veya su geçirmez mahallerden gelen dreyn borularına uygulanır.

4.2 Tanımlar

4.2.1 Gravite ile Boşaltım Sistemi

Gravite ile boşaltım sistemi: Yalnızca giriş ucu ve çıkış ucu arasında seviye farkıyla akışın sağlandığı açık uçlu boru devre sistemine verilen isimdir. Bu bölümde yer alan kurallar geminin hem bordadan dışarı hem de geminin içine yapılacak dreyn sistemlerine uygulanacaktır.

4.2.2 Gravite ile Boşaltım

Üst güverte yapıları veya fribord güvertesinin altındaki bölmeler gibi su geçirmez bölmelerden gemi bordası dışına yerçekimi yardımıyla yapılan boşaltımdır. Yerçekimli boşaltım sisteminden ötürü yaşanacak bir ters akım geminin sephiyesini etkiler.

4.2.3 Borda iç ucu

Eğer ters akım veya geri akım olursa suyun gemi içerisine dolacağı boru ucu kastedilmekte olup, borda dışına kadar uzanan yerçekimli boşaltım sisteminin gemi içerisindeki ucudur.

4.2.4 Frengi delikleri

Frengi deliği su geçirmez olmayan mahallerden veya güvertelerden borda dışına suyun tahliyesi için açılmış deliklere verilen isimdir. Frengi deliklerinden gemi içine doğru bir ters akım geminin sephiyesini etkilemez.

4.3 Temel ilkeler

Kapalı su geçirmez bölmeler (fribord güvertesi altındaki veya kapalı üst yapılar veya güverte evleri içindeki mahaller) boşaltım gerekleri ile teçhiz edilmelidir. Bu boşaltım, sintine sistemine bağlantı veya gravite ile sağlanabilir. Genel olarak, mahalin sınırları içinde uygun bir açıklık vasıtasıyla yerçekimi ile sıvı boşaltımına izin veren mahalin pozisyonu nerede olursa olsun gravite ile boşaltıma izin verilir. **TL** tarafından özellikle istenmedikçe (4.5.2'ye veya aşağıdaki paragrafa bakınız), boşaltım bordadan dışarı veya içeri olacak şekilde yönlendirilebilir. Bordadan dışarı yönlendirildiğinde, 4.4'e uygun olarak açıklıklardan içeriye su girişini önleyecek düzenler sağlanmalıdır. Bordadan içeri yönlendirildiğinde, drenajı toplamak ve atmak için uygun düzenler sağlanmalıdır.

Su geçirir mahaller (açık üst yapılar veya güverte evleri) ve açık güverteler, sıvının birikebileceği, boşaltım gerekleri ile teçhiz edilmelidir. Genel olarak, bütün su geçirir mahaller için gravite ile boşaltıma izin verilir. Bütün benzer dreynler bordadan dışarı yönlendirilir.

Gravite ile boşaltım sistemleri gemi 5 derece meyilli durumdayken de sorunsuz çalışabilmelidir.

Aşağıda belirtilen gerekliliklere ek olarak gaz taşıyıcıları için Kısım 10, Bölüm 2, 2.3, kimyasal taşıyıcıları için Kısım 8, Bölüm 2, 2.3 ve yolcu gemileri için Kısım 1, Bölüm 30, K'ya bakınız.

4.4 Deniz Suyu Girişinin Önlenmesi

4.4.1 Borda Dışına Gravite ile Boşaltım – Normalde Açık

4.4.1.1 Genel

Herhangi bir su geçirmez bölmeden borda dışına uzanan gravite ile boşaltım sistemi denizde gemiye deniz suyunun geri akışını önlemekte etkin ve kolay erişilebilir olarak yerleştirilmelidir. Geminin normal seyri sırasında bu sistemin sürekli açık kalması söz konusu olduğunda geri döndürmez vana kullanılabilir.

Normalde, her boşaltım hattı ucuna fribord güvertesinin üzerindeki bir noktadan gerektiğinde kapatılmasını sağlayacak düzeneğe sahip geri döndürmez kapama vanaları konulmalıdır. Kapama düzeneğinde vananın açık ya da kapalı olup olmadığı anlaşılabilmelidir. Bir başka çözüm olarak boru hattının ucuna bir tane geri döndürmez vana ve bir de kapama vanası konulabilir ve kapama vanasının kumanda-kontrol düzeneği yine fribord güvertesinin üzerindeki bir noktaya yerleştirilebilir.

Yaz yüklü su hattından (veya kereste yaz yüklü su hattı) boşaltma hattının gemi içerisindeki açık ucu arasında kalan düşey mesafe, geminin fribordunun %1'ini geçerse; 2 tane kapama özelliği olmayan geri döndürmez vana yerleştirilmelidir. Tropik yüklü su hattı üzerinde (veya kereste tropik yüklü su hattı) borda iç ucuna yerleştirilen geri döndürmez vanaların, gerektiğinde bakım-tutum amacıyla kolay erişilebilir konumda olmalarına dikkat edilmelidir. Bu düzenleme uygulamaya geçirilemiyor ise; 2 geri döndürmez vananın arasına kolay erişilerek kumanda–kontrol edilecek 1 kapama vanası konulabilir. Gemi iç ucundaki geri döndürmez vananın tropik yüklü su hattının üzerine yerleştirilmesine gerek yoktur.

Yaz yüklü su hattından boşaltma hattının gemi içerisindeki açık ucu arasında kalan düşey mesafe, geminin fribordunun %2'sini geçerse, kapama özelliği de olmayan 1 geri döndürmez vana kullanılması yeterlidir. Ancak geri döndürmez vana tropik yüklü su hattının (veya kereste tropik yüklü su hattı) üzerinde kalacak şekilde yerleştirilmelidir. Bu düzenleme uygulamaya geçirilemiyor ise; geri döndürmez vananın daha aşağısında kalacak şekilde fazladan 1 kapama vanası koymak ve kapama vanasının bizzat yerinden kontrol edilebilir düzenekli olması kabul edilebilir. Bu yeni durumda geri döndürmez vananın tropik yüklü su hattının üzerinde kalacak şekilde yerleştirilme zorunluluğu yoktur.

4.4.1.2 Makina Dairesi

Sıhhi tesisat sularının ve frengi deliklerinin makina dairesine rastlayan borda kesiminde açılmış delikten gemi dışına disçarcı istenirse; bordaya hem kapama hem de geri döndürmez özelliği olan vana yerleştirmek gerekli ve yeterlidir.

Firengiler, alıcılar ve boşaltma ağızları için kabul edilebilir yerleşimler için Tablo 16.26'ya bakınız.

4.4.2 Borda Dışına Gravite ile Boşaltım – Normalde Kapalı

Seyirdeyken kapalı halde olan bordadan dışarıya yapılan boşaltmalar için, borda balast tanklarından yapılan gravite dreynleri gibi, fribord güvertesinin üzerinden kumanda edilebilen tekil bir sürgülü vana kabul edilir.

4.4.3 SOLAS kurallarına tabi fribord güvertesinin altındaki bölmelerden yerçekimi yardımıyla borda dışına boşaltım düzeni

SOLAS kurallarına tabi gemiler için 7.4.1 de tanımlanan kuralların yerine, fribord güvertesi altındaki mahallerden dış kaplama boyunca uzanan her biri ayrı yerçekimli boşaltım, ya fribord güvertesi üzerinden pozitif kapatma sağlayan bir adet otomatik geri döndürmez vanayla ya da pozitif kapatma yapamayan iki adet otomatik geri döndürmez vanayla teçhiz edilerek sağlanmalıdır. Bordadan içeriye işlem görecek valf en dip bölmede yükleme hattı (EDBYH) üzerinde yerleştirilecek ve servis koşullarında muayene için daima erişilebilir olmalıdır.

Pozitif kapatmaya sahip olan bir valf yerleştirildiğinde, fribord güvertesi üzerinde işletim pozisyonu daima rahatça erişilebilir olmalı ve valfin açık veya kapalı konumunu göstermek için gerekler sağlanmalıdır.

4.4.4 Fribord güvertesinin altındaki firengiler ve boşaltma ağızları – Dış Kaplama Nüfuziyeti

Herhangi bir seviyeden başlayan ve bordaya bağlanan frengiler ve disçarc boruları; bordada fribord güvertesinden 450 mm'den daha fazla mesafe aşağıda bulunuyorsa veya yaz yüklü su hattından 600 mm den daha az mesafe yukarıda olacak şekilde bulunuyor ise bir geri döndürmez vana ile teçhiz edilmelidir.

Eğer boru devresinin tüm uzunluğu boyunca dış kaplamadan fribord güverteye kadar Tablolar 16.22 ve 16.23 ile uyumlu olacak şekilde et kalınlığı bulunuyorsa, yukarıda bahsi geçen vanadan vazgeçilebilir. Ara değerler için interpolasyon yapılabilir.

4.5 Fribord güvertesindeki veya üzerindeki kargo mahallerinin gravite ile boşaltımı

4.5.1 Bordadan Dışarıya Boşaltım Düzeni

Geminin kapalı kargo mahalleri için, yaz fribordunda geminin 5° meyilli durumunda kapalı kargo mahallerinin güverte kenarının suya girmemesi koşuluyla, bu mahallerin doğrudan bordaya açılan yeterli sayıdaki uygun boyutlu boşaltım delikleri ile boşaltımı yapılabilir. Boşaltım düzeneği 4.4'deki kural isteklerini de karşılamalıdır.

4.5.2 Gemi İçine Boşaltım Düzeni

Geminin kapalı kargo mahalleri için, yaz fribordunda geminin 5° meyilli durumunda kapalı kargo mahallerinin güverte kenarının suya girmesi durumunda, bu kapalı kargo mahallerinden boşaltım uygun bir mahale veya mahallere yapılmalıdır. Boşaltım yapılan mahaller yeterli kapasitede, yüksek su seviye alarmına sahip ve bordadan dışarı boşaltım için sabit pompa yerleşimine sahip olmalıdır. İlave olarak, sistem aşağıdaki gibi tasarlanmalıdır:

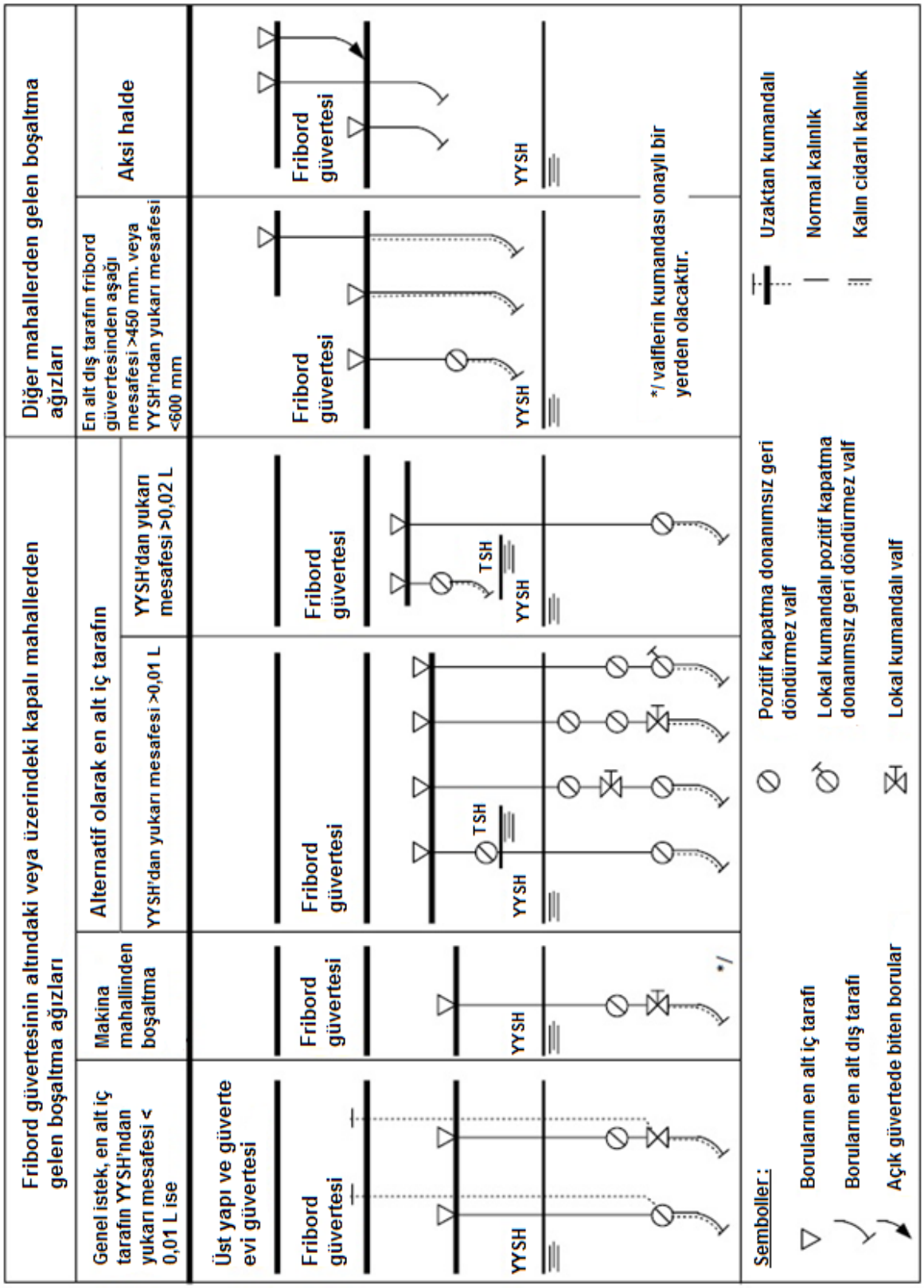
- Dreyn açıklıklarının sayısı, boyutu ve yerleşimi serbest su etkisi yaratacak kadar su birikimine neden olmamalıdır.

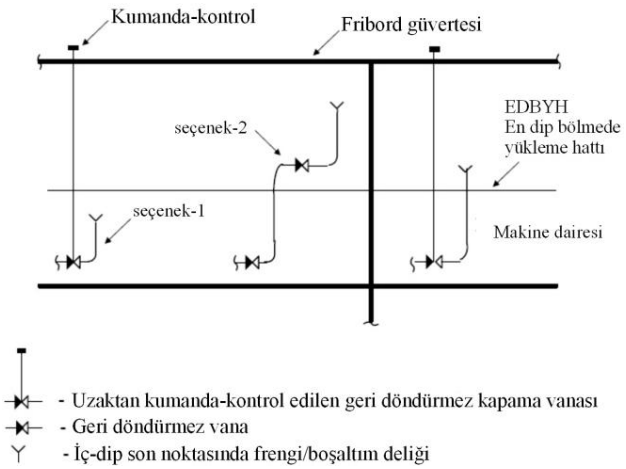
- Sabit pompalama sistemi için basınçlı su püskürtmeli sabit yangın söndürme sisteminden gelecek su miktarı da dikkate alınmalıdır.

- Mahallerden gelen suyun eğer tutuşma sıcaklığı 60^oC veya altında olan alevlenebilir sıvılar ile karışabilmesi söz konusu ise; biriktirme tankları makina dairelerine ya da tutuşma riskinin olduğu yerlere konulamaz; ve

- Eğer suyun boşaltılmasının istendiği bölme sabit gazlı yangın söndürme sistemi ile donatılmış ise; boğucu gazların boşaltım sistemine kaçmasını veya sızmasını önleyecek düzen sağlanmalıdır. Bu amaca yönelik olarak, "U" tüpü uygulamasının boşaltım hattında kullanılması uygun değildir. Çünkü "U" borusunun kollarında bulunan suyun buharlaşma riski yüksek olup, bu nedenle çalışma güvenliği az, çalışma verimi düşüktür.

Tablo 16.26 Bordadan Dışarı Boşaltımlar – Valf Gereklilikleri





Şekil 16.4 SOLAS'a göre fribord güvertenin altındaki mahallerden bordadan dışarı boşaltım ve vana yerleşimleri

4.5.3 Sabit Su Püskürtmeli Sisteme Sahip Kargo Mahalleri

Eğer deniz suyunun boşaltılmasının istendiği mahal basınçlı su püskürtmeli sabit yangın söndürme sistemi ile donatılmış ise; boşaltım sistemi serbest su yüzeyinin artmasına yol açmamalıdır. Bölmeden atılmak istenen deniz suyu kütlesine ek olarak yangın söndürme sisteminden yağmurlama yoluyla katılan fazla suyun miktarı hesaplamalarda dikkate alınmazsa; boşaltım sistemi yetersiz kalabileceği gibi, gidererek artan su kütlesinin gemi stabilitesi üzerindeki olası olumsuz etkisi kontrol edilmelidir. N.4.3.5'e bakınız.

4.6 Kargo Mahallerinden Başka Gravite ile Boşaltılan Mahaller

4.6.1 Makina Mahallinde Son Bulan Gravite ile Boşaltımlar

Dümen dairesi, yaşam mahalleri, boş mahaller, v.b. gibi su geçirmez mahallerden makina dairesine yapılacak boşaltımlar için, boru hattına bir çabuk kapama vanası konulmalı veya makina dairesinde kolay ulaşılabilir ve gözlenebilir bir noktaya ama fribord güvertesinin üzerindeki bir seviyeden kumanda-kontrol edilecek kapama vanası konulmalıdır.

4.6.2 Kargo Ambarlarında Son Bulan Gravite ile Boşaltımlar

Başka mahallerden yapılan gravite ile boşaltımlar kargo ambarlarında son buluyorsa, kargo ambarındaki sintine kuyusu yüksek seviye alarmı ile donatılmalıdır.

4.6.3 Biriktirme Tankında Son Bulan Gravite ile Boşaltımlar

Birden fazla su geçirmez bölmeden aynı biriktirme tankına boşaltma yapılmak istenirse; her bir boru bağlantısına kumandalı geri döndürmez kapama vanası ile teçhiz edilmelidir. Boşaltım hatlarının her birine gerektiğinde akımı kesmek için kullanılmak üzere bir kapama vanası konulmalıdır.

4.6.4 Yangın Söndürme Maddesinin Sızması

Sabit gazlı söndürme sistemleri ile korunan mahallerde son bulan gravite ile boşaltımlar, yangın söndürme maddesinin sızıntısını önleyecek şekilde korunaklı olmalıdır. Aynı zamanda 4.5.2'ye bakınız.

4.7 Su Geçirmez Olmayan Mahallerin Gravite ile Boşaltımları

4.7.1 Genel

Açık güverte ve su geçirmez olmayan üst yapılardan veya güverte evlerinden gelen firengiler bordadan dışarıya uzanmalıdır. Aynı zamanda 4.4.4'deki gereklilikler uygulanır.

4.7.2 Helikopter Güverteleri

Helikopter güvertelerinde, helikopter güvertesinden yapılacak boşaltımlar için, boru hattı ve donanım yalnızca çelik malzemeden olmalı, diğer boşaltım hatları veya boru hatlarıyla bağlantısı olmamalı, boşaltılacak su frengi delikleri aracılığıyla doğrudan denize ve olabildiğince su hattına yakın yapılabilmelidir. Geminin herhangi bir bölmesine boşaltım yapılmamalıdır.

4.8 Yaralı Stabiliteye Tabi Olan Gemiler

Yaralı stabilite tarafından etkilenen gravite ile boşaltım boruları D.9'daki değerlendirmeleri karşılamalıdır.

4.9 Bölmeleme Yükleme Hatlarını Alan Gemiler

Bölmeleme yükleme hatlarını alan gemiler için perde güvertesinin fribord güvertesinden daha yüksekte olduğu durumlarda, perde güvertesi 4.4'deki koşulları sağlamalıdır.

U. Hortum Devre Elemanları ve Kompensatörler (Bölüm 16, D.10 ve 11'e de bakınız)

1. Kapsam

1.1 Aşağıdaki kurallar, metal ve metal olmayan malzemeden yapılmış hortum devrelerine ve kompansatörlere uygulanır.

1.1.1 Metal olmayan ve metal malzemeden yapılmış hortum devreleri ve kompensatörler, uygunluklarına göre; yakıt, yağlama yağı, hidrolik, sintine, balast, tatlı su soğutma, deniz suyu soğutma, basınçlı hava, yardımcı buhar **(10)**, egzoz ve ısı iletim sistemleri ile ikincil boru devrelerinde kullanılabilir.

1.2 Metal olmayan malzemeden yapılmış hortum devreleri ve kompensatörler, devamlı olarak basınç altında bulunan start havası devrelerinde kullanılamaz.

Ayrıca, içten yanmalı makinaların yakıt püskürtme devrelerinde hortum devreleri ve kompensatörlerin kullanımına izin verilmez.

1.3 Metal olmayan malzemeden yapılmış kompensatörlerin tankerlerin kargo devrelerinde kullanımına izin verilmez.

2. Tanımlar

- **Hortum devreleri**; montaja hazır halde uç fitingleri bulunan metalik veya metal olmayan hortumları kapsar.

- **Kompensatörler**; açısal veya yanal esnekliği sağlamak üzere eksenel yükleri emici genleşme elemanları ve uç fitingleri bulunan dirsekleri kapsar. Uç fitingleri olarak flençler, kaynak yapılabilir uçlar veya onaylı birleştirme parçaları kullanılabilir.

- **Yarılma basıncı**; hortum devresinin veya kompensatörün parçalandığı statik iç basınçtır.

2.1 Metal olmayan malzemeden yapılmış yüksek-basınçlı hortum devreleri

Dinamik yük özelliklerine sahip sistemlerde kullanılan hortum devreleridir.

2.2 Metal olmayan malzemeden yapılmış alçak-basınçlı hortum devreleri ve kompensatörler

Statik yük özelliklerine sahip sistemlerde kullanıma uygun hortum devreleri veya kompensatörlerdir.

2.3 İzin verilen maksimum çalışma basıncı

2.3.1 Yüksek basınçlı hortum devrelerinin izin verilen en büyük çalışma basıncı, elemanlara etki etmesine izin verilen en büyük dinamik iç basınçtır.

2.3.2 Maksimum izin verilen çalışma basıncı sırasıyla, alçak basınçlı hortum devreleri ve kompensatörlerin anma basıncını ifade eden, parçaların maruz kaldığı izin verilen maksimum statik iç basınçtır.

2.4 Test basıncı

2.4.1 Metal olmayan malzemeden yapılmış yüksek basınçlı hortum devrelerinin test basıncı, izin verilen en büyük çalışma basıncının 2 katıdır.

2.4.2 Metal olmayan malzemeden yapılmış alçak basınçlı hortum devreleri ve kompensatörlerin test basıncı, izin verilen en büyük çalışma basıncının 1,5 katı veya anma basıncının 1,5 katıdır.

2.4.3 Metal malzemeden yapılmış hortum devreleri ve kompensatörlerin test basıncı, izin verilen en büyük çalışma basıncının 1,5 katı veya anma basıncının 1,5 katıdır.

2.5 Yarılma basıncı

Metal olmayan malzemeler için, metalden yapılmış

(10) *Sadece metal hortum devreleri ve kompensatörler.*

hortum devreleri ve kompensatörler gibi, yarılma basıncı, izin verilen en büyük çalışma basıncının en az 4 katı veya anma basıncının 4 katı olmalıdır.

Anma basıncını ifade eden izin verilen en büyük çalışma basıncı 20 bar'dan fazla olmayan metal olmayan malzemeden yapılmış hortum devreleri ve kompensatörler bundan istisnadır. Bu elemanların yarılma basıncı, anma basıncını ifade eden izin verilen en büyük çalışma basıncının en az 3 katı veya anma basıncının 3 katı olmalıdır.

Gaz tankerleri ile kimyasal tankerlerin proses ve kargo boru devrelerindeki hortum devreleri ve kompensatörlerin yarılma basıncı, izin verilen en büyük çalışma basıncının en az 5 katı olmalıdır.

3. İstekler

3.1 Madde 1.1.1'deki sistemlerde kullanılan hortumlar ve kompensatörler onaylı tip olmalıdır. **(11)**

3.2 Hortum devreleri ve kompensatörlerin üreticileri **TL** tarafından tanınmış olmalıdır. **(12)**

3.3 Birleştirme fitingleri ile birlikte hortum devreleri ve kompensatörler tasarımlandıkları akışkanın cinsine, basıncına ve sıcaklığına uygun olmalıdır.

3.4 Hortum devrelerinin ve kompensatörlerin seçiminde sisteme gelen izin verilen en büyük çalışma basıncı esas alınır. En düşük çalışma basıncı olarak 5 bar alınır.

3.5 Yakıt, yağlama yağı, hidrolik, sintine ve deniz suyu devrelerinde kullanılan hortum ve kompensatörler aleve karşı dayanıklı olmalıdır **(12)**.

4. Montaj

4.1 Hortum devreleri yalnızca, izafi hareketlerin kompanzasyonu gereken yerlerde kullanılacaktır. Bu devreler hortum üreticilerinin montaj talimatı dikkate alınarak, mümkün olduğunca kısa tutulacaktır. Hortum devreleri ve kompensatörlerin adedi en azda tutulacaktır.

4.2 Monte edilen hortum devrelerinin minimum eğme yarıçapı üretici tarafından belirtilen değerden daha az olamaz.

4.3 Metalik olmayan hortum devreleri ve kompensatörler her zaman görülebilir ve ulaşılabilir şekilde düzenlenecektir.

4.4 Çalışma basıncı $\leqslant$ 5 bar olan tatlı su devreleri ile doldurma havası ve süpürme havası devrelerinde kullanılan hortumlar boru uçlarına çift kelepçe ile bağlanacaktır.

4.5 Sıcak elemanlara yakın olarak monte edilen hortum devreleri ve kompensatörler, ısıya dayanıklı muhafazalı olmalıdır.

4.6 Sıcak yüzeylerin yakınından geçen yanıcı sıvıları ileten hortum devreleri ve kompensatörler; bunlarda oluşacak bir arızadan dolayı tutuşma riskini önlemek üzere G.3.4'de açıklandığı gibi görüntüleme veya diğer benzer bir önlemle korunacaktır.

5. Denemeler

5.1 Hortum devreleri ve kompensatörler, 2.4'e göre üretim yerinde ve **TL**'nun gözetiminde basınç testine tabi tutulacaktır.

5.2 Egzoz borularında kullanımı amaçlanan kompansatörler için, 5.1'deki basınç testi yapılmayabilir.

6. Yük (Kargo) Hortumları

6.1 Kimyasal tankerlerde ve gaz tankerlerinde kargo aktarımı için kullanılan kargo hortumları onaylı tipte olacaktır. **(11)**

Uç fitinglerinin montajı, sadece onaylı üreticiler tarafından yapılacaktır. **(12)**

---

(11) *"Tip Testlerinin Yapılması ile ilgili Kurallar-7. Mekanik Bileşenler ve Donanımlar için Test Gereksinimleri" ne bakınız.*

(12) *"Hortum Devreleri ve Kompensatör Üreticilerinin Onaylanması için Kurallar" a bakınız.*

6.2 Gemi kargo hortumları, üretim yerlerinde, **TL** sörveyörünün gözetiminde aşağıdaki şekilde son muayeneye tabi tutulacaktır:

- Gözle muayene,
- İzin verilen en büyük çalışma basıncının ya da anma basıncının 1,5 katı ile hidrostatik basınç testi. Anma basıncı en az 10 bar olacaktır.
- Uç fitingleri arasındaki elektrik direncinin ölçümü. Direnç değeri 1kΩ'u aşmayacaktır.

6.3 Gaz tankerlerinin kargo hortumları, ayrıca **TL** Sıvılaştırılmış Gaz Tankerleri, Bölüm 20'ye tabidir.

6.4 Kimyasal madde tankerlerinin kargo hortumları, ayrıca **TL** Kimyasal Tankerler için Kurallar, Bölüm 20'ye tabidir.

7. İşaretleme / Etiketleme

Hortum devreleri ve kompensatörlerde aşağıda belirtilen özellikler kalıcı olarak işaretlenmelidir:

- Üreticinin marka veya sembolü,
- Üretim tarihi,
- Tipi,
- Anma çapı,
- Anma basıncına bağlı olarak izin verilen en büyük çalışma basıncı,
- Test sertifika no.su ve sorumlu **TL** ofis işareti.

V. Sıvı Yakıt, Yağlama Yağı, Hidrolik ve Kızgın Yağ ve Petrol Artıklarının Depolanması

1. Genel

1.1 Kapsam

Sıvı yakıtların, yağlama yağlarının, hidrolik yağların, ısı ileten sıvıların ve petrol artıklarının depolanması için, aşağıdaki kurallar geçerlidir.

1.2 Tanımlar

- **"Servis tankları"** tüketicilerin ihtiyacını doğrudan karşılayan dinlendirme tankları ve günlük servis tanklarıdır.
- **"Değişebilir tanklar"** değişimli olarak sıvı yakıt veya balast suyu için kullanılabilen tanklardır. Değişebilir tanklar, yakıt tankı gibi işlem görürler.

1.3 Tank planı

Tank planı onay için 3 kopya olarak verilecektir. Bu planda yerleşim, akışkan tipi, tankların hacimleri ve maksimum tank taşıntı yükseklikleri hakkında bilgiler bulunacaktır.

2. Sıvı Yakıtların Depolanması

2.1 Sıvı yakıtlar için genel güvenlik önlemleri

Tanklar ve boru devreleri; yakıt, gemi içinde veya güvertede yayılamayacak, sıcak yüzeyler ve elektrikli cihazlarca ateşlenemeyecek bir şekilde, yerleştirilip donatılmalıdır. Tanklar, aşırı basınca karşı güvenlik için, hava firar ve taşıntı borularıyla donatılmalıdır, R'ye bakınız.

2.2 Yakıt tanklarının dağılımı, yeri ve kapasitesi

2.2.1 Yakıt tanklarının dağılımı

2.2.1.1 Yakıt stoku, tankların birinin tabanından hasar görmesi durumunda bile tümüyle yok olmaması için, birden fazla tanka bölünmelidir. Gros tonajı 400 GRT veya daha büyük yük gemilerinde ve yolcu gemilerinde, hiçbir yakıt tankı veya içinde yanabilir sıvıların taşındığı hiçbir tank çatışma perdesinin önünde yer alamaz.

2.2.1.2 Ağır yakıt kullanan içten yanmalı motorların ve kazan tesislerinin, geçici olarak, ön ısıtma gerektirmeyen yakıtla çalışabilmesini sağlayacak, önlemler alınmalıdır. Bu amaç için uygun tanklar

tertiplenmelidir. Ön ısıtma, ana veya yardımcı makinaların soğutma suyuyla yapıldığında, bu koşul aranmaz. Bundan farklı düzenlemelerin, **TL** tarafından onayı gereklidir.

2.2.1.3 Yakıt tankları, yağlama, hidrolik veya yenebilir yağlar ile, ısı iletici sıvıları içeren tanklardan ve bunlara ek olarak, kazan besleme suyu, yoğuşma suyu ve içme suyu içeren tanklardan, koferdamlarla ayrılmalıdır. Gemide artık hiç kullanılmayacak olan kullanılmış yağlara ait tanklar için bu koşul istenmez.

2.2.1.4 Küçük gemilerde, tanklar arasındaki ortak perdeler Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 12, A'ya göre düzenlenmişse, **TL**'nun onayı ile 2.2.1.3'de istenilen koferdamlardan vazgeçilebilir.

2.2.1.5 Yakıt tanklarının yağlama yağı sirkülasyon tanklarına bitişik yerleştirilmesine izin verilmez.

2.2.2 Yakıt tanklarının yerleştirilmesi

2.2.2.1 Yakıt tankları, eğer sadece bu tanklar altında yeterli taşma tavaları varsa ve tanklar sıcaklık etkisine karşı korunmuşlarsa, makinaların, kazanların, türbinlerin ve yüksek yüzey sıcaklığı (220°C'dan fazla) olan teçhizatın üstüne yerleştirilebilir. Elemanların, yalıtımsız ve kaplanmamış üst yüzey sıcaklığı göz önüne alınacaktır.

2.2.2.2 Yakıt tankları, geminin yapısıyla bütünleşmiş bir yapı elemanı olarak tasarlanmalıdır. Eğer bu mümkün değilse, tanklar, makina dairesi perdesine ve çift dip tank üstüne bitişik olarak yerleştirilmelidir. Makina dairesi içinde, yakıt tanklarının asma tank olarak yerleştirilmesinden kaçınılmalıdır. Yukarıdaki kurallara uymayan tank yerleşimlerinin, **TL** tarafından onayı gerekir.

2.2.2.3 Soğutulmuş kargo bölmelerine bitişik tanklar için Kısım 15, Soğutma Tesislerinin Yapım Kuralları, Bölüm 1, M geçerlidir.

2.2.2.4 Emercensi elektrik güç kaynağının tahrik motorları için, bağımsız bir yakıt stoku öngörülmelidir:

- Yük gemilerinde yakıt stoku, en az 18 saat için yeterli olmalıdır. Bu, aynı şekilde emercensi yangın pompalarını çalıştıran makinalar için de geçerlidir.

- Yolcu gemilerinde yakıt stoğu, en az 36 saat için yeterli olmalıdır. Bunda bir azaltma, düzenli kısa seferler (ulusal sularda) yapan yolcu gemileri için onaylanabilir, ama böyle bir stok, en az 12 saat için yeterli olmalıdır. Yakıt tankı, yolcu gemilerinde perde güvertesinin ve kargo gemilerinde en üst devamlı güvertenin üzerinde ve her ikisinde de makina ve kazan dairelerinin dışında ve çatışma perdesinin gerisinde yer almalıdır. Yakıt tanklarının düzenlenmesi ve/veya ısıtılmasıyla, emercensi dizelin çalışmaya hazır olması, dışarıdaki hava sıcaklığının düşük olduğu zamanda bile, güvenceye alınmalıdır.

2.2.2.5 Limanda ana güç beslemesi sağlamak amacıyla onaylanan emercensi dizel jeneratörlere ait yakıt servis tankları, 2.2.2.4'de istenilen kapasite her an sağlanabilecek şekilde tasarlanacaktır. Uygun bir düşük seviye alarmı sağlanacaktır, Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 3, D'ye bakınız.

2.2.2.6 Yakıt tankları veya depoları, kazanların veya yüksek sıcaklığa maruz kalacakları yerlerin hemen yanına, **TL** ile özel bir anlaşma yapılmamışsa, yerleştirilmeyecektir. Genel olarak yakıt tankları ile kazanlar arası mesafe 450 mm'den az olamaz. Kazanların, çift dip yakıt tankları üzerinde olması durumunda, çift dip tank üzeri ile kazanların en alt metal parçası arasındaki mesafe:

- Su borulu kazanlarda 750 mm.

- Silindirik kazanlarda 600 mm'den az olamaz.

2.2.2.7 Kaza veya karaya oturma durumunda yakıt kirlenmesine karşı koruma

2.2.2.7.1 Kapsam

Bu istekler toplam yakıt kapasitesi 600 m^3 ve üzerinde olan aşağıda özellikleri verilen tüm gemilere uygulanır:

- Yapım sözleşmesi 1 Ağustos 2007'de veya daha sonra yapılmış; veya

- Yapım sözleşmesi yoksa, 1 Şubat 2008'de veya daha sonra omurgası konmuş veya benzer aşamada olan; veya

- Teslimatı 1 Ağustos 2010'da veya daha sonra.

Bu istekler, maksimum gerçek kapasitesi 30 m^3'ü geçmeyen küçük tanklar hariç tüm yakıt tanklarına uygulanır. Kural dışı bırakılan tankların toplam kapasitesi 600 m^3'den büyük olamaz.

Not:

1) *Çamur (sludge) bulunan tanklar da yakıt tankı olarak kabul edilir.*

2) *Eğer yakıt algılama alarmı varsa ve işletim prosedürüne göre boş olarak tutuluyorsa, yakıt taşıntı tanklarına bu istekler uygulanmaz.*

2.2.2.7.2 Yakıt tanklarının maksimum kapasitesi

Herhangi bir yakıt tankının kapasitesi 2500 m^3'ün üzerinde olamaz.

2.2.2.7.3 Yakıt tankı koruması

Yakıt tanklarının toplam kapasitesi 600 m^3 ve üzerinde olan gemilerde, tanklar dip kaplamasından h ve borda kaplamasından w gibi yeterli bir uzaklıkta, MARPOL 73/78, Ek I, Kural 12 A, isteklerini karşılayacak şekilde yerleştirilmelidir.

2.2.2.7.4 Emiş kuyusu

Yakıt tanklarındaki emiş kuyuları, MARPOL 73/78, Ek I, Kural 12 A.10 isteklerini karşılayacak şekilde çift dipte çıkıntı şeklinde bulunabilir.

2.2.2.7.5 Valfler

Yakıt borularının mesafesi, gemi dibinden veya bordasından 2.2.2.7.3'de belirtilen h veya w değerlerinden az ise valfler veya benzer kapatma araçları yakıt tankı içinde veya tanka bitişik olarak konmalıdır. Bu valfler, açık güverte veya kapalı güverte geçmeksizin , kaptan köşkünden veya makina kontrol odasından kolaylıkla ulaşılabilen kapalı bir mahalden çalıştırılabilmelidir. Valfler, tankın içinde yakıtın bulunduğu tüm seyirler süresince (yakıt transfer işlemi hariç) ve uzaktan kumanda sisteminde bir arıza durumunda kapalı tutulmalıdır.

- 2.2.2.7.3 ile uyumlu olacak şekilde yakıt tanklarına yerleştirilen valfler, 2.2.2.7.4 deki emiş kuyularının yerleşimine benzer bir şekilde yerleştirilmelidir ve bu nedenle 2.2.2.7.3 de referans olarak verilen (şekil 16.5 e bakınız) (*) 0,5 h değerinden az olmayacak şekilde geminin dibinden uygun bir mesafede yerleştirilmelidir.

- Tanklara yerleştirilen valflerin, 2.2.2.7 de referans olarak verilen geminin dibinden veya bordasından h veya w mesafesinden daha az bir mesafede yerleştirilmesi, MARPOL 73/78, Ek I, Kural 12A.11 kuralına göre yapılan "kaza durumunda yakıt akış performans standardı" gerekleri sağlanması durumunda mümkündür (*).

- Yakıt tankı hava firar ve taşıntı boruları, "yakıt devresi hatları" nın bir parçası olarak düşünülmez ve bu nedenle gemi bordasında w değerinden daha az bir mesafede konumlandırılabilir (*).

(*) *IACS Unified Interpretations MPC 87.*

2.2.2.8 Yakıt servis tanklarının kapasitesi ve sayısı için G'ye bakınız.

2.3 Yakıt tanklarının donatılması

2.3.1 Doldurma ve boşaltma devreleri için G'ye, hava firar, taşıntı, iskandil boruları için R'ye bakınız.

2.3.2 Servis tankları, geminin denizdeki hareketine rağmen su ve artıklar durulup, çökebilecek şekilde düzenlenmelidir. Çift dip üzerine yerleştirilen yakıt tankları için, otomatik kapama valfleri olan su dreynleri öngörülmelidir.

2.3.3 Tank iskandilleri

2.3.3.1 Aşağıdakiler tank iskandilleri olarak kabul edilir.

- İskandil borusu,

- Seviye gösteren donanımlar (tip onaylı),

- Tank bağlantı yerinde, dıştan hasara karşı korunmuş otomatik kapama valfleri olan ve düz camlı seviye göstergeleri.

2.3.3.2 Yakıt depolama tankları için, iskandil boruları yeterlidir. İskandil borularından, **TL** tarafından tip onayı yapılmış yağ seviyesi gösteren cihazlarla donatılmış tanklarda, vazgeçilebilir.

2.3.3.3 Yakıt dinlendirme ve günlük servis tankları 2.3.3.1'e göre seviye göstergeleri ile donatılmalıdır.

2.3.3.4 Doğrudan tankın yan yüzüne yerleştirilmiş gözetleme camlarına ve seviye göstergelerine ve ayrıca, yuvarlak seviye camlarına izin verilmez.

2.3.3.5 Yakıt tanklarının iskandil boruları, yaşam ve yolcu mahallerinde ve ayrıca oluşabilecek taşıntı nedeniyle, tutuşma tehlikesi olan bölümlerde, son bulmasına müsaade edilmez.

2.3.3.6 Yolcu gemilerinde, iskandil boruları ve seviye göstergesi donanımlarına, bunların yalnızca tank içine üstten sokulması halinde ve arıza veya tankların aşırı doldurulması sonucu yakıt taşmasının olmaması güvenceye alındığında, müsaade edilir.

2.3.3.7 İskandil boruları makina dairesinin dışında son bulmalıdır. Bu mümkün olamıyor ve makina dairesinin içine yerleştirilmesinden kaçınılamıyorsa aşağıdaki koşullar yerine getirilmelidir:

- İskandil borusuna ek olarak dolum seviyesine ölçme cihazları tertiplenmelidir.

- İskandil borusundan çıkan yakıt döküntülerinin tutuşma kaynakları ile temasını önlemek için, iskandil boruları tutuşma kaynaklarının çok uzağında son bulmalı veya bunlara etkin koruyucular yerleştirilmelidir.

- İskandil borularının çıkışına kendi kendine kapanan kapama tertibatı ve kendi kendine kapanan kontrol tertibatı yerleştirilmelidir.

2.4 Yakıt tanklarındaki boru donanımı ve sıkılaştırma uygulamaları

2.4.1 Yakıt tankı teçhizatından sayılmayan cihazlar, fitingler ve bağlantı elemanları, yakıt tankı cidarlarına yalnızca ara taşıyıcılarla yerleştirilebilir.

Asma tanklara, yalnız tank teçhizatına ait kısımlar bağlanabilir.

2.4.2 Valflerin ve boru bağlantılarının yerleştirilmesi için, tank cidarlarına kaynaklı takviye flençleri konmalıdır. Bağlantı cıvataları için delikler, tank cidarlarına açılamaz. Takviye flençleri yerine, tank cidarlarında kaynaklı, kısa, kalın etli boru flenç bağlantıları kullanılabilir.

2.5 Tank ısıtma sistemi

2.5.1 Akışkanlığı az yakıtları ısıtmak için, bir tank ısıtıcısı kullanılır. Her bir tankın ısıtılması ayarlanabilmelidir. Isıtma kangalları, her birinin kendi bağımsız kapatma valfleri olan, uygun bir şekilde alt bölümlere ayrılabilmeli veya gruplar halinde tertip edilebilmelidir. Gerekli olduğu yerlerde, emme boruları için bir yardımcı ısıtma bulundurulmalıdır.

2.5.2 Yakıtın servis tanklarında, dinlendirme tankında ve besleme sistemlerindeki diğer tanklarda ısıtılması durumunda aşağıda belirtilen düzenlemelerin yapılması dışında, depo tankındaki yakıt, yakıtın parlama noktasının 10°C altından daha fazla ısıtılmamalıdır:

- Bu tür tanklardan ve/veya soğutma cihazlarından çıkan hava firar borularının boyları buharların 60°C'ın altına soğutulması için yeterli olacaktır, veya hava firar borularının çıkışları, tutuşturucu kaynaklardan 3 m. uzakta yer almalıdır,

- Hava firar başlıklarında alev tutucu kafesler olmalıdır,

- Yakıt tanklarının buharlaşma mahallerinden, makina dairesine açıklık olmamalıdır (cıvatalı menholler kabul edilir),

- Havalandırılan koferdamlar hariç, kapalı mahaller bu tür tankların hemen üzerinde yer almamalıdır,

- Tam güvenlikli olmadıkça tankların buharlaşma mahallerinde elektrik donanımı bulunmamalıdır.

2.5.3 Buz klaslı gemilerde, tank ısıtma sistemi tüm ortam koşullarında yakıt pompalanabilecek şekilde dizayn edilmelidir.

2.5.4 Tank çıkışında, ısıtma kangalları kapama aracı ile donatılmalıdır. Buharlı ısıtma kangalları, tankın dışı ile kapatma tertibatı arasında yağ/yakıt yoğuşma testi için gerekler ile birlikte sağlanmalıdır. Tankların içindeki ısıtma kangalının bağlantıları, genellikle kaynaklı olmalıdır. Ayrılabilen bağlantıların tertibi, yalnızca özel durumlarda kabul edilebilir. Tankların içindeki ısıtma kangalları, özellikle kelepçe bağlantılarında olmak üzere, titreşim nedeniyle izin verilemez gerilmelere maruz kalmaması sağlanacak şekilde desteklenecektir.

2.5.5 İçindeki yakıtların ön ısıtılması gereken tanklar, sıcaklık ölçen cihazlarla ve gerektiği yerlerde, ısı yalıtkanlarıyla donatılmalıdır.

2.5.6 Isıtma kangallarının malzemeleri, boru et kalınlıkları ve basınç deneyleri için, (bkz. B).

2.6 Hidrolik basınç testleri

Yakıt tankları Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 12, H'ye uygun olarak, sızdırmazlık testinden geçirilecektir.

2.7 Parlama noktası ⩽ 60°C olan yakıtlar

Parlama noktası ⩽ 60°C olan sıvı yakıtların depolanmasıyla ilgili olarak, Bölüm 1, D.16'ya bakınız.

3. Yağlama Yağları ve Hidrolik Yağların Depolanması

3.1 Tankların yerleştirilmesi

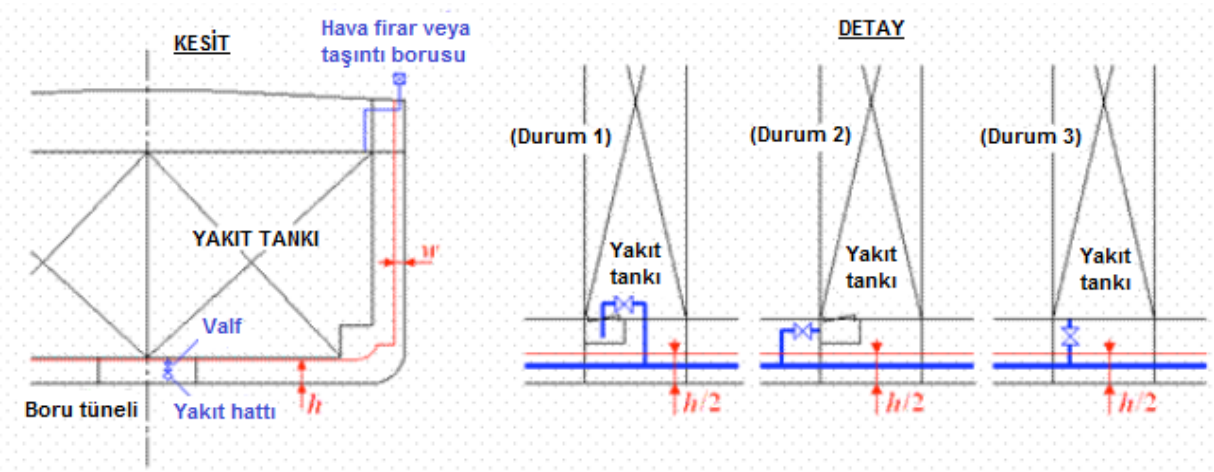
Tankların yerleştirilmesinde, 2.2.2.1 ve Kısım 1, Tekne

Yapım Kuralları, Bölüm 8, B.5.1, benzer şekilde uygulanır.

3.2 Tankların donatılması

3.2.1 Yağlama yağı tanklarının doldurma ve boşaltma devreleri için, H.2.2.'ye bakınız.

3.2.2 Yağ tanklarının tank iskandil cihazları için, 2.3.3.1, 2.3.3.4 ve 2.3.3.6'ya bakınız.



Şekil 16.5 Yakıt tankları için hava firar boruları, taşıntı boruları ve valfler

3.2.3 Cihazların ve fitinglerin tanklara bağlanması için, 2.4 benzer şekilde geçerlidir.

3.2.4 Tank ısıtma sistemleri için, 2.5.4'deki istekler dikkate alınacaktır.

3.3 Tankların kapasitesi ve yapısı

3.3.1 Yağlama yağı toplama tankları, hava kabarcıklarının çıkması, kalıntı vs. nin çökelmesi için, yeterli bir süre yağın tank içinde kalmasını sağlayacak ölçülerde olmalıdır.

Toplama tankının %85'i, gravite tankının da içeriği dahil olmak üzere, tüm yağlama yağı sistemindeki yağı alabilecek kapasitede olmalıdır.

3.3.2 Tank içeriğinin tümünün dolaşımda olmasını güvenceye almak için, özellikle makina temeliyle ilgili olarak yapısal mukavemet bakımından gemi inşaat istekleriyle uyumlu olmak şartıyla, sintine geçiş delikleri veya delikli bölme perdeleri tertiplenmelidir. Geçiş delikleri tankın, mümkün olduğu kadar dibine yakın olmalıdır. Emme borusu bağlantıları, geminin mümkün olan eğimli bütün çalışma durumlarında havasının veya yağ çamurunun (sludge) emilmemesi için, yağ geri dönüş borusunun ağzından mümkün olduğu kadar uzağa yerleştirilmelidir.

3.3.3 Yağlama yağı toplama tankları, yeterli hava firar teçhizatı ile donatılmalıdır.

4. Kızgın Yağların Depolanması

4.1 Tankların yerleştirilmesi

Tankların yerleştirilmesi için, 2.2.2.1 ve Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 8, B.5 geçerlidir.

4.2 Tankların donatılması

4.2.1 Isı ileten sıvı tanklarının tank ölçme cihazları için, 2.3.3 ve Bölüm 13'e bakınız. Genleşme tankları, tip onaylı seviye göstergeleri ile donatılmalıdır.

4.2.2 Cihaz ve fitinglerin tanklara bağlanması için, 2.4 uygulanır.

4.2.3 Isı ileten sıvı tanklarının doldurma ve boşaltma devreleri için H.2.2'ye bakınız.

5. Petrol Atıklarının Depolanması

5.1 Tank ısıtma sistemi

Petrol artıklarının pompalanabilmesi için, gerekli görülürse, 2.5'e göre bir tank ısıtma sistemi sağlanacaktır. Çamur (sludge) tankları, genel olarak, tank içeriğinin 60°C'a kadar ısıtılabilecek şekilde dizayn edilen ısıtma düzenleri ile teçhiz edilecektir.

5.2 Çamur (sludge) tankları

5.2.1 Çamur (sludge) tanklarının kapasitesi

Çamur tankları, öngörülen maksimum sefer süresi göz önüne alınarak geminin çalışmasından meydana gelen atıkları içine alacak şekilde olmalıdır **(13), (14)**.

5.2.2 Çamur (sludge) tanklarının donatımı

5.2.2.1 Tank iskandil cihazları için 2.3.3.2 ve 2.3.3.5 uygulanır.

5.2.2.2 Hava firar boruları için R'ye bakınız.

6. Dahili Kullanım Amaçlı Gaz Tüplerinin Depolanması

6.1 Gaz tüplerinin depolanması açık güvertede veya sadece açık güverteye açılan, iyi havalandırılan mahallerde yapılmalıdır.

6.2 Dahili kullanım amaçlı gazlı yakıt sistemleri, kabul edilebilir bir standarda uygun olacaktır **(13)**.

Aşağıdaki şartların sağlanması koşuluyla, 6.1 ve 6.2 deki amaçlar için açık güvertenin üst binaya, makina kaportasına, güverte evine, v.b. girinti yapan bir bölümü, gaz tüplerinin özel olarak depolanması için değerlendirilebilir:

(13) *Varsa ulusal istekler göz önüne alınmalıdır.*

(14) *MEPC.Sirküler 676 ve MEPC.Sirküler 760 ile değiştirilen MEPC. Sirküler 642'ye bakınız.*

- Girinti yapan güverte bölümüne giriş engelsiz olacaktır. Küçük eşikler, punteller, v.b. hariç kapalı hale getirilmeyecekir. Açıklık tel ızgara ile çevirilebilir.

- Girintinin derinliği 1 m den fazla olmamalıdır.

Yukarıdaki gereklilikleri karşılayan açık güvertenin bir bölümü, SOLAS Bölüm II-2, 9.1 den 9.8 e kadar tabloların uygulandığı açık güverte gibi düşünülecektir.

BÖLÜM 17

YEDEK PARÇALAR

Sayfa

A. GENEL……**17-**2

B. ÖNERİLEN MİNİMUM YEDEK PARÇA LİSTESİ…….....**17-**2

A. Genel

1. Seyirdeki hasarlanma durumunda, geminin makina işletiminin ve manevra kabiliyetinin devamlılığını sağlamak üzere, her gemide, gerekli takımlarla birlikte, ana tahrik sistemi ve önemli yardımcılar için gerekli olan yedek parçaların bulundurulması önerilir.

2. Makina tesisinin dizaynı ve yerleşimine, geminin öngörülen hizmeti ve işletimine ve üretici önerilerine bağlı olarak, farklı kapsamdaki yedek parçalar konusunda, gemi sahibi ile **TL** arasında anlaşmaya varılabilir.

Yedek parçaların listesi gemide bulundurulacaktır.

3. Geminin bayrak devletinin ilgili yasal istekleri de dikkate alınacaktır.

4. **TL**, gerekli gördüğü takdirde, özgün yedek parçaların bulundurulmasını isteyebilir. Kapsam ve miktar hakkında, her durumda ayrı ayrı olmak üzere karar verilecektir.

5. Bu bölümde listelenen yedek parçalar sınırsız sefer yapan gemiler içindir.

Diğer gemiler konusunda, gemi sahibi ile **TL** arasında anlaşmaya varılır.

B. Önerilen Minimum Yedek Parça Listesi

1. İçten yanmalı ana makinalara ait yedek parçalar, Tablo 17.1'de verilmiştir.

2. Önemli hizmetlerde kullanılan elektrik jeneratörlerini çalıştıran, yardımcı içten yanmalı makinalara ait yedek parçalar, Tablo 17.2'de verilmiştir.

3. Önemli hizmetlerde kullanılan elektrik jeneratörlerini çalıştıran, yardımcı buhar türbinlerine ait yedek parçalar, Tablo 17.3'de verilmiştir.

4. Ana buhar türbinleri için yedek parçalar, Tablo 17.4'de verilmiştir.

5. Önemli yardımcı makinalar için yedek parçalar, Tablo 17.5'de verilmiştir.

Tablo 17.1 Sınırsız sefer yapan gemilerin, içten yanmalı ana makinaları için önerilen minimum yedek parça listesi

Madde	Yedek parça	Önerilen miktar
1. Ana yataklar	Ana yataklar veya yatay şelleri, her tip ve büyüklükte, şimleri, cıvataları ve somunları ile birlikte komple	1
2. Ana sırast bloğu	Michell tip sırast bloğunun bir yüzüne ait pedler, veya	1 takım
	Komple beyaz metal baskı çemberi , veya	1
	Rulmanlı sırast yatakları varsa, rulmanlı iç ve dış bilezik	1
3. Silindir layneri	Silindir layneri, bağlantı ringleri ve contaları ile birlikte komple	1
4. Silindir kaveri	Silindir kaveri, valfleri, bağlantı ringleri ve contaları ile birlikte komple	1
	Silindir kaveri cıvataları ve somunları, bir silindir için	½ takım
5. Silindir valfleri	Egzoz valfleri, gövdesi, sitleri, yayları ve diğer fitingleri ile birlikte komple, bir silindir için	2 takım
	Hava emme valfleri, gövdesi, sitleri, yayları ve diğer fitingleri ile birlikte komple, bir silindir için	1 takım
	İlk hareket valfi, gövdesi, sit yayları ve diğer fitingleri ile birlikte komple	1
	Silindir aşırı basınç kontrol valfi, komple	1
	Her tip ve büyüklükte yakıt püskürtme valfleri, tüm fitingleri ile birlikte, bir makina için	1 takım **(1)**
6. Konnektin rot yatakları	Krank pin yatakları veya yatak şelleri, her tip ve büyüklük için, şimleri, cıvataları ve somunları ile birlikte, bir silindir için	1 takım
	Piston pin yatakları veya yatak şelleri, her tip ve büyüklük için, şimleri, cıvataları ve somunları ile birlikte, bir silindir için	1 takım
7. Pistonlar	Krosetli tip; her tip piston için, piston rotu, salmastra kutusu, piston eteği, segmanlar, saplamalar ve somunlarla birlikte komple	1
	Trank piston tipi; her tip piston için, piston eteği, segmanlar, saplamalar, somunlar, gacın pini ve konnektin rot ile birlikte komple	1
8. Segmanlar	Piston segmanları, bir silindir için	1 takım
9. Piston soğutması	Teleskopik soğutma boruları ve fitingleri veya eşdeğerleri, bir silindir ünitesi için	1 takım
10. Silindir yağlayıcıları	Tahrik zincirleri veya dişlileri ile birlikte, en büyük boyuttaki komple yağlayıcı veya eşdeğer yedek parça kiti	1
11. Yakıt püskürtme pompaları	Komple yakıt pompası veya seyirde değiştirme pratik olarak mümkünse, bir pompa için hareketli kısımların komple seti (piston, gömlek, valfler, yaylar, vb.) veya eşdeğeri yüksek basınçlı yakıt pompası	1
12. Yakıt püskürtme boruları	Çift cidarlı yüksek basınçlı yakıt boruları, her tip ve büyüklük için, bağlantı elemanlarıyla birlikte komple	1
13. Süpürme körüğü (türboşarjer dahil)	Rotorlar, rotor şaftları, yataklar, nozul ringleri ve dişliler veya diğer tipte eşdeğer hareketli parçalar	1 takım **(2)**
14. Süpürme sistemi	Her tipten bir pompa için emici ve basıcı valfler	1 takım
15. Redüksiyon ve/veya tornistan dişlisi	Dişli kutusunda yer alan her boyut için, komple yatak burcu	1 takım
	Dişli kutusunda yer alan her boyut için, makaralı veya bilyalı bilezik	1 takım

Dipnotlar

1. ***a)*** *Silindir başına bir veya iki yakıt püskürtme valfine sahip makinalar: komple bir takım yakıt valfi.*

b) *Silindir başına üç veya daha fazla sayıda yakıt püskürtme valfine sahip makinalar:her silindir için 2 adet komple yakıt valfi ve, sökülen valflerin çalışır kısımları ile birlikte komple makina seti oluşturacak şekilde yeterli sayıda valf parçaları (valf gövdesi hariç).*

2. *İlgili tipten bir makina için, üretici test yerinde, bir körük devre dışı kaldığında makinanın çalıştırılabildiği kanıtlanıyorsa, yedek parçalardan vazgeçilebilir.*

Bir körük devre dışı iken çalıştırma için, gerekli körleme ve kapama donanımı gemide bulunacaktır.

Notlar:

1. *Kemşaft tahriği ile ilgili dişliler ve zincirler gibi, diğer yedek parçaların bulundurulması, gemi sahibi tarafından değerlendirilmeli ve kararlaştırılmalıdır.*

2. *Gemide, mürettebatın gerekli takım ve donanımının bulunduğu kabul edilmiştir.*

3. *Önerilen yedek parçaların kullanılması halinde, yerlerine en kısa sürede yenilerinin konulması önerilir.*

4. *Birden fazla makinalı tesislerde, asgari yedek parçalar sadece bir makina için önerilir.*

5. *Elektronik kontrollü makinalar için yedek parçalar, makina dizayneri/üreticisinin önerdiği kapsamda olacaktır.*

Tablo 17.2 Sınırsız sefer yapan gemilerin önemli hizmetlerinde kullanılan elektrik jeneratörlerini çalıştıran her tip yardımcı içten yanmalı makinalar için önerilen minimum yedek parça listesi

Madde	Yedek parça	Önerilen miktar
1. Ana yataklar	Ana yataklar veya yatak şelleri, her tip ve büyüklükte, şimleri, cıvataları ve somunları ile birlikte komple	1
2. Silindir valfleri	Egzoz valfleri, gövdesi, sitleri, yayları ve diğer fitingleri ile birlikte komple, bir silindir için	2 takım
	Hava emme valfleri, gövdesi, sitleri, yayları ve diğer fitingleri ile birlikte komple, bir silindir için	1 takım
	İlk hareket valfi, gövdesi, sitleri, yayları ve diğer fitingleri ile birlikte komple	1
	Silindir aşırı basınç kontrol valfi, komple	1
	Her tip ve büyüklükte yakıt püskürtme valfleri, tüm fitingleri ile birlikte, bir makina için	1/2 takım
3. Konnektin rot yatakları	Krank pin yatakları veya yatak şelleri, her tip ve büyüklük için, şimleri, cıvataları ve somunları ile birlikte, bir silindir için	1 takım
	Trank piston tipi: burcu ile birlikte gacın pin, bir silindir için	1 takım
4. Segmanlar	Piston segmanları, bir silindir için	1 takım
5. Piston soğutması	Teleskopik soğutma boruları ve fitingleri veya eşdeğerleri, bir silindir için	1 takım
6. Yakıt püskürtme pompaları	Komple yakıt pompası veya seyirde değiştirme pratik olarak mümkünse, bir pompa için hareketli kısımların komple seti (piston, gömlek, valfler, yaylar, vb.) veya eşdeğeri yüksek basınçlı yakıt pompası	1
7. Yakıt püskürtme boruları	Çift cidarlı yüksek basınçlı yakıt boruları, her tip ve büyüklük için, bağlantı elemanlarıyla birlikte komple	1
8. Contalar ve salmastralar	Silindir kaverleri ve laynerleri için, her boyut ve tipteki özel contalar ve salmastralar, bir silindir için	1 takım

Notlar

1. *Diğer yedek parçaların bulundurulması, gemi sahibi tarafından değerlendirilmeli ve kararlaştırılmalıdır.*

2. *Gemide gerekli takım ve donanımın bulunduğu kabul edilmiştir.*

3. *Önerilen yedek parçaların kullanılması halinde, yerlerine en kısa sürede yenilerinin konulması önerilir.*

4. *Önemli hizmetlerde kullanılan ve yeterli kapasiteye sahip olan jeneratörleri sayısı gerekli olandan fazla ise, yedeklerden vazgeçilebilir.*

5. *Elektronik kontrollü makinalar için yedek parçalar, makina dizayneri/üreticisinin önerdiği kapsamda olacaktır.*

Tablo 17.3 Sınırsız sefer yapan gemilerin önemli hizmetlerinde kullanılan elektrik jeneratörlerini çalıştıran yardımcı buhar türbinleri için önerilen minimum yedek parça listesi

Madde	Yedek parça	Önerilen miktar
1. Türbin şaftı	Her boyuttaki sızdırmazlık bilezikleri ve glen tipi için, yayları ile birlikte, varsa, karbon sızdırmazlık bilezikleri, bir türbin için	1 takım
2. Yağ filtreleri	Özel dizayn edilmiş filtreler için, her tip ve büyüklükteki süzgeç sepetleri veya yerine kullanılanlar	1 takım

Notlar

1. *Diğer yedek parçaların bulundurulması, gemi sahibi tarafından değerlendirilmeli ve kararlaştırılmalıdır.*

2. *Gemide gerekli takım ve donanımın bulunduğu kabul edilmiştir.*

3. *Önerilen yedek parçaların kullanılması halinde, yerlerine en kısa sürede yenilerinin konulması önerilir.*

4. *Önemli hizmetlerde kullanılan ve yeterli kapasiteye sahip olan jeneratörleri sayısı gerekli olandan fazla ise, yedeklerden vazgeçilebilir.*

Tablo 17.4 Sınırsız sefer yapan gemilerin ana buhar türbinleri için önerilen minimum yedek parça listesi

Madde	Yedek parça	Önerilen miktar
1. Türbin şaftı	Her boyuttaki glen tipi sızdırmazlık bilezikleri için, yayları ile birlikte, varsa, karbon sızdırmazlık bilezikleri	1 takım
2. Yağ filtreleri	Özel dizayn edilmiş filtreler için, her tip ve büyüklükteki süzgeç sepetleri veya yerine kullanılanlar	1 takım

Notlar

1. *Diğer yedek parçaların bulundurulması, gemi sahibi tarafından değerlendirilmeli ve kararlaştırılmalıdır.*

2. *Gemide gerekli takım ve donanımın bulunduğu kabul edilmiştir.*

3. *Önerilen yedek parçaların kullanılması halinde, yerlerine en kısa sürede yenilerinin konulması önerilir.*

4. *Birden fazla makinalı tesislerde, asgari yedek parçalar sadece bir makina için önerilir.*

Tablo 17.5 Sınırsız sefer yapan gemilerin önemli yardımcı makinaları için önerilen minimum yedek parça listesi

1. Jeneratörler hariç, önemli hizmetlere ait makinaları çalıştıran yardımcı içten yanmalı makinalar ve buhar türbinleri

Önemli hizmetlere ait makinaları çalıştıran yardımcı içten yanmalı makinalar ve buhar türbinleri için önerilen minimum yedek parçaların miktarı, elektrik jeneratörlerini çalıştıran içten yanmalı makinalar ve buhar türbinleri için önerilenlere göre olacaktır. Aynı amaçla ve yeterli kapasitede ilave bir ünitenin bulunması halinde, yedek parçalardan vazgeçilebilir.

2. Pompalar (1)

Yedek parçalar	**Önerilen miktar**
1. Pistonlu pompalar	
1.1 Valfler, sitleri ve yayları ile birlikte, her büyüklük için	1 takım
1.2 Bir piston için, her tip ve büyüklükte segmanlar	1 takım
2. Santrifüj pompalar	
2.1 Her tip ve büyüklükte yataklar	1
2.2 Her tip ve büyüklükte şaft salmastraları	1
3. Dişli tip pompalar	
3.1 Her tip ve büyüklükte yataklar	1
3.2 Her tip ve büyüklükte şaft salmastraları	1
(1) *Yeterli kapasitede bir yedek pompa varsa, yedek parçalardan vazgeçilebilir.*	

3. Önemli hizmetlere ait kompresörler

Yedek parçalar	**Önerilen miktar**
1. Her tip için komple emme ve basma valfleri, bir ünite için	½ takım
2. Her tip ve büyüklükte segmanlar, bir piston için	1 takım

4. Genel

Önemli makinaların bakımı veya tamirinde özel takımların veya donanımın kullanılması gereken hallerde, bunların gemide bulundurulması önerilir. Önerilen yedek parçaların kullanılması halinde, yerlerine en kısa sürede yenilerinin konulması önerilir.

BÖLÜM 18

YANGINDAN KORUNMA VE YANGIN SÖNDÜRME TEÇHİZATI

Sayfa

A. GENEL.....**18-**4

1. Kapsam

2. Onaylanacak Dokümanlar

3. İlgili Diğer Kurallar

4. Alternatif Dizayn ve Düzenlemeler

B. YANGINDAN KORUNMA **18-**5

1. Makina Dairesinin Donatılması

2. Yakıt Seperatörleri

3. Kazan Donanımlarının Yerleştirilmeleri

4. Yüksek Yüzey Sıcaklığı Olan Boru Devrelerinin ve Cihazların İzolasyonu

5. Yakıt ve Yağlama Yağı Tankları

6. Yakıt ve Yağ Sızıntılarına Karşı Korunma

7. Perde Geçişleri

8. Kapama Tertibatı

9. Emercensi Durdurma Düzenleri

10. Uzaktan Kumandalı Kapatma Tertibatları

11. Depolarında Yakıt Bulunan Motorlu Araçların Taşınmasında Kullanılan Kargo Bölümleri ve Ro-Ro Gemilerinin Kargo Bölümleri

12. Tanklarında kendi tahrik sistemleri için sıkıştırılmış hidrojen ya da doğal gaz bulunduran motorlu taşıtları kargo olarak taşıyan gemiler için gereklilikler

13. Depolarında Yakıt Bulunan Taşıtların Taşınması Öngörülmeyen Yolcu Gemilerindeki Ro-Ro Kargo Mahalleri

14. Sabit Yangın Söndürme Sistemlerindeki Parçaların Yangın Direnci

C. YANGIN ALGILAMA VE YANGIN ALARM SİSTEMLERİ **18-**10

1. Genel

2. Yolcu Gemileri için Yangın Algılama Sistemleri

3. Yük Gemilerinin Yaşam Mahallerindeki Yangın Algılama Sistemleri

4. Makina Dairesi Yangın Algılama ve Yangın Alarm Sistemleri

5. Yük Gemilerinin Kargo Mahallerindeki Yangın Algılama ve Yangın Alarm Sistemleri

6. Yangın Algılama ve Yangın Alarm Sistemleri Dizaynı

D. YANGIN SÖNDÜRME TEÇHİZATLARININ KAPSAMI.....**18-**15

1. Genel

2. Tankerlerin kargo mahallerinin korunması

3. Açık Güverte Üzerinde Konteyner Taşıyan Gemiler

4. Doğal gaz yakıtlı makina bulunan gemiler

E. GENEL OLARAK SUYLA YANGIN SÖNDÜRME TEÇHİZATI.
(YANGIN VE GÜVERTE YIKAMA SİSTEMİ)..... **18-**18

1. Yangın Pompaları

2. Yangın Söndürme Devreleri

F. TAŞINABİLİR VEYA ARABALI YANGIN SÖNDÜRÜCÜLER, TAŞINABİLİR KÖPÜK VE SU SİSİ APLİKATÖRLERİ **18-**24

1. Söndürücü Madde, Şarj Ağırlığı, Yangın Sınıfları ve Yedek Dolum Sayıları ve Yerleri

2. Sayıları ve Yerleri

G. YÜKSEK BASINÇLI CO_2 YANGIN SÖNDÜRME SİSTEMLERİ **18-**26

1. Gereken CO_2 Miktarının Hesaplanması

2. CO_2 Tüpleri

3. CO_2 Tüp Mahalleri

4. Boru Devreleri

5. Harekete Geçirme Tertibatı

6. CO_2 Dişçarç Nozulları

7. Alarm Sistemleri

8. Genel Yerleştirme Planı

9. Uyarı Levhaları

10. Testler

H. ALÇAK BASINÇLI CO_2 YANGIN SÖNDÜRME SİSTEMLERİ **18-**35

1. Gerekli CO_2 Miktarının Hesaplanması

2. CO_2 Kapları

3. Soğutma Tesisatı

4. Tesis ve Yerleştirme

5. Borular, Valfler ve Fitingler

6. İzleme

7. Serbest Bırakma

8. Alarm Sistemleri, Genel Yerleşim Planları ve Uyarı Levhaları

9. Testler

I. MAKİNA MAHALLERİ VE KARGO POMPA DAİRELERİ İÇİN CO_2'DEN BAŞKA GAZLAR KULLANILAN GAZLI YANGIN SÖNDÜRME SİSTEMLERİ **18-**38

1. Genel

2. Söndürücü Gaz Miktarının Hesaplanması

3. Gaz Konteynerleri

4. Konteynerlerin Depolanması

5. Borular ve Nozullar

6. Boşaltım Düzenleri ve Alarmlar

7. Korunan Mahallin Sızdırmazlığı

8. İkaz Levhaları ve Çalıştırma Talimatları

9. Onay için Verilecek Dokümanlar

10. Testler

J. DİĞER YANGIN SÖNDÜRME SİSTEMLERİ **18-**42

1. Buharla Yangın Söndürme Sistemleri

2. Aerosol ile Yangın Söndürme Sistemleri

3. Kuru Kimyasal Tozlu Yangın Söndürme Sistemleri

K. KÖPÜKLÜ YANGIN SÖNDÜRME SİSTEMLERİ **18-**43

1. Köpük Konsantresi (Köpük Yapıcı Sıvı)

2. Tankerler İçin Az Genleşmeli Köpükleme Sistemleri (Güverte Köpük Sistemi)

3. Çok Genleşmeli Köpük Sistemleri

4. Kazan ve Makina Daireleri için Az Genleşmeli Köpük Sistemleri

L. SU PÜSKÜRTME SİSTEMLERİ **18-**46
1. Otomatik Basınçlı Su Püskürtme Sistemleri (Sprinkler Sistemleri)
2. Elle Çalıştırılan Basınçlı Su Püskürtme Sistemleri
3. Lokal Uygulamalı Sabit Yangın Söndürme Sistemleri
4. Yolcu gemilerinin kabin balkonları için basınçlı su püskürtme sistemleri
5. Çoklu alan koruması için kombine edilmiş su sisi sistemleri
M. BOYA MAHALLERİ, YANICI SIVILARIN MUHAFAZA EDİLDİĞİ MAHALLER VE KUZİNE OCAKLARININ DUMAN ÇIKIŞ KANALLARI İÇİN YANGIN SÖNDÜRME SİSTEMLERİ **18-**52
1. Boya ve Yanıcı Sıvı Mahalleri
2. Kuzine Ocaklarının Duman Çıkış Kanalları
3. Fritöz Donanımı
N. ARTIKLARIN YAKILMASI **18-**53
O. HELİKOPTERLERİN İNİŞ GÜVERTESİ İÇİN YANGIN SÖNDÜRME TEÇHİZATI **18-**53
P. PAKETLENMİŞ FORMDA TEHLİKELİ KARGO TAŞINMASI **18-**54
1. Genel
2. Yangın Söndürme Sistemi
3. Su kaynakları
4. Tutuşturucu Kaynaklar
5. Algılama sistemi
6. Havalandırma
7. Sintine Sistemleri
8. Koruyucu giysiler
9. Taşınabilir Yangın Söndürücüler
10. Makina mahalli sınırları
11. Ro/Ro Mahallerinin Ayrılması
Q. KATI DÖKME KARGOLARIN TAŞINMASI **18-**67
1. Genel
2. Yangın Söndürme Sistemi
3. Su kaynakları
4. Tutuşturucu Kaynaklar
5. Ölçme Ekipmanı
6. Havalandırma
7. Sintine Sistemleri
8. Koruyucu giysiler
9. Sigara İçilmez işaretleri
10. Makina mahalli sınırları
11. Diğer sınırlar
12. Gaz örnek alma noktaları
13. Su geçmezlik
14. Yakıt tankları

A. Genel

1. Kapsam

1.1 Bu kısımda verilen kurallar, yolcu ve yük gemilerinin makina ve kazan dairelerindeki yangından korunma ve aynı zamanda, tüm gemideki yangın söndürme teçhizatı için geçerlidir.

1.2 Ek olarak FF klas işaretini taşıyacak olan gemiler, ayrıca "Kısım 11, Yangın Söndürme Gemileri" için kurallara da uymalıdır.

2. Onaylanacak Dokümanlar

Aşağıda belirtilen şematik planlar, resimler ve dokümanlar, üçer kopya olarak, onaylanmak üzere **TL**'na sunulur:

- Yangın söndürme pompalarının kapasite ve basınç yüksekliklerine ait bilgileri içerecek şekilde, su ile yangın söndürme teçhizatı ve Tablo 18.3'de belirtilen yangın hortum nozullarındaki minimum basıncın hidrolik hesapları,

- Yerleştirme resimleri, çalışma şeması, CO_2 odası, çalıştırma düzeni, alarm şeması ile birlikte, CO_2 yangın söndürme sistemleri,

- Köpük maddesini içeren tankların resimleri ile birlikte, köpük söndürme sistemi, monitörler ve köpük aplikatörleri ve depolanan köpük maddesinin miktarına ait hesap ve ayrıntılar,

- Basınçlı su tanklarının resimleri, püskürtme nozulları, alarm tertibatlarıyla birlikte otomatik basınçlı su püskürtme sistemleri ve hesaplarına ait ayrıntılar,

- Su ihtiyacı ve basınç kaybı hesapları, püskürtme nozullarını uzaktan kumandayı içeren el ile çalışan basınçlı su püskürtme sistemleri

  Ro-ro güvertelerinde/özel kategori alanlarında basınçlı su püskürtme sistemi için ek olarak su drenaj sisteminin kanıtlanması,

- Egzoz gazı ile ısıtılan termal yağ kazanları için, püskürtme nozullarının tertibi, su temini ve drenajı hesapları ve şeması ile birlikte kazan resimlerini içeren basınçlı su püskürtme sistemleri,

- Toz ve püskürtücü kapları ile birlikte, kuru tozla söndürme sistemleri, ilgili hesaplar,

- Kuzine ocaklarının duman çıkış kanalları ve fritöz donanımı için yangın söndürme tertibatı,

- Isıtılmış yakıta ait yakıt separatörleri için sabit lokal yangın söndürme tertibatı,

- Kategori A makina mahalleri için lokal uygulamalı sabit yangın söndürme sistemleri,

- Yolcu gemileri için; yaşama mahallerindeki, hizmet mahallerindeki, makina mahallerindeki ve kargo mahallerindeki duman dedektörlerinin ve el kumandalı alarm noktalarının aranjmanı,

- Klas notasyonu DG'ye göre, paketlenmiş formda tehlikeli kargoların taşınması ile ilgili yerleşimler için, P.1.2'ye bakınız,

- Klas notasyonu DG ve DBC'ye göre tehlikeli katı dökme kargoların taşınması ile ilgili yerleşimler için, Q.1.2'ye bakınız,

3. İlgili Diğer Kurallar

3.1 Yangından korunma için yapısal önlemler, Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 21.

3.2 Sıvılaştırılmış gaz taşıyan gemiler için, ilgili kurallar, Kısım 10, Sıvılaştırılmış Gaz Tankerleri.

3.3 Kimyasal madde taşıyan gemiler için, ilgili kural, Kısım 8, Kimyasal Tankerler.

3.4 Basınçlı kap ve cihazlar için, Bölüm 14.

3.5 Akaryakıt yakan tesisler için, Bölüm 15.

3.6 Yakıt ve yağın depolanması için, Bölüm 16.

3.7 Boru devreleri, valfler, fitingler ve pompalar için, Bölüm 16.

3.8 Buz klaslı gemilerin makina donanımları için, Bölüm 16, I.2.

3.9 Otomatikleştirilmiş tesislerdeki ek yangından korunma ve yangın söndürme teçhizatları için, Bölüm 4.1.

3.10 Elektrik donanımı için, Kısım 5, Elektrik Kuralları.

3.11 Yangın söndürme gemilerine ait kurallar, Kısım 11, Yangın Söndürme Gemileri.

4. Tanımlar

Bu bölümde kullanılan terimlerin tanımları için "SOLAS - International Convention for the Safety of Life at Sea - Chapter II-2 - Construction - Fire protection, fire detection and fire extinction - Part A - General - Regulation 3 – Definitions"a bakınız.

5. Alternatif Dizayn ve Düzenlemeler

Dizayn ve düzenlemelerin, yangın emniyeti hedeflerine işlevsel isteklerine uygun olması koşuluyla, yangın emniyeti dizaynı ve düzenlemeleri, bu bölümde belirtilen isteklerden farklı olabilir **(1)**.

B. Yangından Korunma

1. Makina Dairesinin Donatılması

1.1 Makina dairesinin donatılmasında, yanabilen sıvıların depolanması ve kullanılması için yerine getirilmesi zorunlu olan güvenlik önlemleri sağlanmalıdır.

1.2 İçten yanmalı makinaların, brülörlerin veya yakıt dinlendirme ve kullanma tanklarının bulundukları yerler, kolaylıkla yanlarına yaklaşılabilir ve yeterince havalandırılmış olmalıdır.

1.3 Normal çalışma veya olağan bakım çalışmaları esnasında yanıcı sıvı sızıyorsa, bu sıvıların ateşleyici kaynak ile temasa geçmemesi için, özel önlemler alınmalıdır.

1.4 Makina dairelerinde normal olarak, bu mahallerin ateş alma meylini artırıcı tipte malzemeler kullanılmamalıdır.

1.5 Kumanda yerleri, makina daireleri veya yakıt tanklarının bulunduğu mahallere ait zemin, duvar veya tavan kaplamaları, yanıcı tipte olmayan malzemeden olmalıdır. Yağın izolasyon maddesine girmesi tehlikesi bulunan yerlerde, bunlar yağ ve yağ buharlarının girmesine karşı korunmalıdır.

1.6 Mevcut yerleşim ve konstrüksiyon standartlarının uygulamasını garanti altına almak ve montaj, muayene ve bakım işleri sırasında oluşabilecek yangını önlemek için alınan tedbirlere riayet edildiğini temin etmek için, makina ve kargo pompa dairelerinde yangını önlemek için ölçümlerin anlatıldığı MSC.1/Circ.1321 gibi kılavuzlara referans verilir.

1.7 Seviye şalterleri yangından zarar görmeyecek çelik muhafaza veya diğer muhafazalar içinde bulunuyor ise tank tavanı altında kullanılabilir.

1.8 Esnek borular için hortum kelepçeleri ve benzeri uygulamalara izin verilmez.

2. Yakıt Seperatörleri

2.1 Kapalı mahaller

Isıtılmış yakıta ait seperatörler, mümkünse, özel bir mahalde düzenlenmelidir. Bu mahal, kendi kendine kapanabilir çelik bir kapı ile donatılmış, ayrıca çelik perdelerle çevrilmiş olmalıdır ve bu mahaller aşağıdaki tertibatlarla donatılmalıdır:

- Bağımsız mekanik havalandırma **(2)**,
- Yangın algılama ve yangın alarm sistemleri,
- Sabit yangın söndürme sistemleri ,

---

(1) *IMO MSC.1/Circ.1552 ile değiştirilen MSC Circ. 1002 ile kabul edilen "Guidelines on Alternative Design and Arrangements for Fire Safety"ye bakınız.*

(2) *Kısım 28 – Havalandırma, Bölüm 1, E.10'a bakınız.*

Bu sistem, makina dairesi için olan yangın söndürme sistemlerinin bir bölümü olabilir.

Makina dairesinde oluşabilecek bir yangın durumunda, yangın söndürme sistemi, makina dairesinin yangın söndürme sistemi ile birlikte harekete geçebilmelidir.

Eğer yakıt seperatörleri ayrı bir A kategori makina mahallinde ise, bu mahal bağımsız serbest bırakmaya sahip sabit bir yangın söndürme sistemi ile donatılmalıdır.

2.2 Makina dairesindeki açık seperatör istasyonu (alanı)

2.2.1 Yakıt seperatörlerinin özel bir mahale yerleştirilmesi pratik olarak mümkün değilse bunların uygun şekilde yerleştirilmesi, ayrıca koruyucu ile korunması, sızıntıların toplanması ve havalandırmak **(2)** suretiyle, yangına karşı önlemler alınmalıdır.

3. Kazan Donanımlarının Yerleştirilmeleri

3.1 Tank içeriğinin veya ambardaki yükün ısınmasına engel olmak için, kazanlar, yakıt, su ve yağlama yağı tanklarından ve de ambar perdelerinden, yeterli uzaklıkta olmak üzere yerleştirilir. Alternatif olarak, tank cidarları ve perdeler izole edilmelidir.

Gladora güverte üzerindeki makina dairesine kazanlar yerleştrildiğinde ve kazan dairesi ile makina dairesi su geçirmez perde ile ayrılmadığı takdirde, gladora güvertede en az 200 mm yüksekliğinde mezarnalar yer almalıdır. Bu alan sintineye dreyn edilebilir. Dreyn tankı, taşıntı (overflow) sisteminin bir parçası olmamalıdır.

4. Yüksek Yüzey Sıcaklığı Olan Boru Devrelerinin ve Cihazların İzolasyonu

4.1 Operasyon sırasında mürettebatın temasta bulunabileceği, 60°C'ın üzerinde sıcaklığa sahip yüzeyler, uygun bir şekilde korunmalı veya izole edilmelidir.

220°C'ın üzerinde yüzey sıcaklığına sahip olan tüm parçalar, örneğin buhar, ısı iletici sıvı ve egzoz gazı boru devreleri, egzoz gazı ile çalışan kazanlar, susturucular, turboşarjerler ve benzerleri, etkin bir şekilde yanmaz malzemelerle izole edilmelidir. İzolasyon malzemesi, yağ ve akaryakıt emmeyecek türde olmalıdır.

Sac ile veya kabul edilebilir sert bir malzeme ile kaplamak suretiyle, emilmeye karşı etkin koruma elde edilmelidir.

4.2 Kazan, üzeri çelik sac veya benzeri bir malzeme ile korunmuş olarak, yanmaz cinsten bir izolasyonla kaplanmalıdır.

4.3 İzolasyon, titreşim nedeniyle çatlamayacak veya bu cinsten hasarlar meydana gelmeyecek şekilde olmalıdır.

5. Yakıt ve Yağlama Yağı Tankları

Bölüm 16.V'deki kurallar göz önüne alınmalıdır.

6. Yakıt ve Yağ Sızıntılarına Karşı Korunma

6.1 Yakıt ve yağlama yağı devrelerindeki hidrolik valfler ve silindirlerin altları ile olası sızıntı yerlerinin altlarına, uygun toplama düzenleri sağlanacaktır.

Sızıntı olasılığı bulunan borular, pompalar, valfler ve diğer fitingler, bulunduğu yerlere, uygun drenaj tertibatı bulunan, yeterli boyutlarda yağ geçirmez damlama tavalaları ile tertiplenmelidir. Valfler, iyi bir şekilde ışıklandırılmış ve kolayca görülebilir pozisyonda yerleştirilmelidir. Makina dairesi içinde veya dışında özel kompartmanlarda yer alan, onaylı dreyn yerleşimlerine sahip olan pompalar, valfler ve diğer fitingler için sızıntı tavaları gerekmez.

Toplanan yakıt sızıntılarının dreyni, taşıntı sisteminin bir parçası olmayan uygun yakıt dreyn tanklarına aktarılırlar.

Yakıt seperasyon tankları, yakıt taşıntı tankları, uygun büyüklükteki dreyn tankına bağlı yeterli büyüklükteki yağ geçirmez sızıntı tavalarına yerleştirilmelidir.

6.2 İçinde yanıcı sıvılar sevk edilen boru sistemlerinin ve bunlara ait elemanlarının yerleştirilmelerinde, sızan sıvıların kızgın yüzeylerle veya ateşleyebilen diğer kaynaklarla temas etmemeleri güvence altına alınmalıdır. Eğer bu durum yapım

bakımından mümkün değilse, uygun koruyucu önlemler alınmalıdır.

6.3 Yanıcı sıvılar içeren tanklar, boru devreleri, filtreler, ön ısıtıcılar ve benzeri elemanlar hiçbir şekilde, kazanlar, buhar boru devreleri, egzoz gazı taşıyıcıları ve egzoz gazı susturucuları gibi sıcaklık kaynaklarının, 4.1'e göre bir izolasyon ile kaplanma zorunluğunda olan tertibatların ve elektrik şalterlerinin üzerlerinde tertiplenemezler.

6.4 Sızıntı yolu ile oluşan yakıtı tehlikesizce akıtabilecek şekilde, motorların basınçlı yakıt püskürtme devreleri korunmalı veya döşenmelidir (Bölüm 2, G.2.2 ve Bölüm 16, G.3.3'e de bakınız).

6.5 Isıtılmış yakıtın, 1.8 bar basıncın üstünde tutulan bütün yakıt sistemi parçaları, mümkün olduğu kadar hasarlar ve sızıntıların gözle incelenebileceği şekilde tertiplenmelidir. Yakıt sisteminin parçaları bakımından makina dairesi uygun bir şekilde aydınlatılmalıdır.

7. Perde Geçişleri

SOLAS 1974 kurallarına uygun olarak, boru devrelerinin A veya B sınıfı bölmelerdeki geçişleri, bölme için belirlenmiş olan sıcaklığa dayanıklı olmalıdır.

Buhar, egzoz gazı ve ısı iletici sıvı borularının perde geçişlerinde, perde, aşırı ısınmaya karşı uygun şekilde izole edilerek korunmalıdır.

8. Kapama Tertibatı

Kazan ve makina daireleri, hava sızdırmaz şekilde kapatılabilmelidir. Bu mahallerin hava kanalları, yanmaz malzemeden ve güverteden kapatılabilen yangın damperleri ile donatılmalıdır. Makina dairesi ışıklık kaportaları, servis kaportaları, kapılar ve diğer benzeri açıklıklar, dışarıdan kapatılabilecek şekilde tertiplenmelidir.

9. Emercensi Durdurma Düzenleri

Elektrikle çalışan yakıt pompaları, seperatörler, hava fanı motorları, kazan bloverleri ile ısı iletici sıvı ve kargo pompaları, bulundukları yerlerin dışında olmak üzere, mümkün olduğunca gruplar halinde ve yangında dahi yanlarına yaklaşılabilir şekilde tertiplenmiş emercensi durdurma düzenlerine sahip olmalıdır. Bu ekipmanların yerleştirildiği kompartmanların içerisinde de emercensi durdurma düzenleri tertiplenmelidir.

10. Uzaktan Kumandalı Kapatma Tertibatları

Buharla çalışan yakıt pompaları, kazan bloverleri, kargo pompaları, kazanlara yakıt temin eden borular ve çift dip üzerindeki yakıt tanklarının çıkış boruları, uzaktan kumanda edilebilen kapatma tertibatları ile donatılmalıdır.

Emercensi jeneratör yakıt tankı valfinin uzaktan kumandası, makina dairesindeki tankların diğer valflerinin uzaktan kumandalarından ayrı bir mahalde yer almalıdır.

Kapatma teçhizatlarının gruplandırılması ve yerleş-tirilmeleri hakkında, 9'da belirtilen hususlar geçerlidir.

10.1 Makina dairesi güvenlik istasyonu

Aşağıdaki güvenlik tertibatlarının, makina dairesinin dışındaki kolayca ulaşılabilir bir merkezde, bir arada bulundurulması tavsiye edilir:

- Makina dairesi havalandırma fanlarının, kazan bloverlerinin, yakıt transfer pompalarının ve seperatörlerin, iletici sıvı pompalarının durdurma tertibatı,

- Yakıt valflerinin çabuk-kapama sistemi kapama tertibatı,

- Makina mahallindeki ışıklık kaportasının pencerelerini ve uzaktan kumandalı su geçmez kapıları kapatma tertibatı,

- Makina dairesi yangın söndürme donanımını harekete geçirme sistemi.

Yolcu gemilerinde, bu Bölümde B.8, B.9, B.10 ve B.10.1'de belirtilen tüm kumandalar, makina dairesinden duman boşalmasını sağlayan kuman-dalar, makina dairesi cidarlarındaki güç tahrikli kapıların kapatma kumandaları ile güç tahrikli su geçirmez kapılar

dışındaki kapılardaki harekete geçirici bırakma mekanizmalarının kumandaları, bir kumanda istasyonunda yer almalı veya mümkün olduğunca az sayıdaki yerlerde gruplandırılmalıdır. Bu mahallere açık güverteden güvenli bir giriş olmalıdır.

Sadece test amacıyla makina dairesi yangın söndürme sisteminin çalıştırılması veya sistemin çalıştırma kutusu kapısının açılması durumunda, 9. ve 10.'da belirtilen düzenlerin ve yardımcı sistemlerin otomatik olarak kapanmasına izin verilmez (Kısım 5 – Elektrik, Bölüm 9, C'ye de bakınız).

10.2 Yolcu gemilerinin güvenlik istasyonu

36'dan fazla yolcu taşıyan yolcu gemilerinde aşağıdaki güvenlik cihazları, içinde devamlı adam bulunan merkezi bir kontrol istasyonunda toplanmalıdır:

- C.2.4'de istenilen basınçlı su püskürtme sisteminin alarm panelleri ve yangın algılama ve alarm sistemleri,

- Uzaktan kumandalı yangın kapılarının kumanda düzenleri ve durum göstergeleri,

- Havalandırma fanlarının (makina dairesi fanları hariç) emercensi kapatılmaları ve bunların tekrar açma ve durum göstergeleri.

Alarm ve çalıştırma panelinin dizaynı için Kısım 5, Bölüm 9'a bakınız.

11. Depolarında Yakıt Bulunan Motorlu Araçların Taşınmasında Kullanılan Kargo Bölümleri ve Ro-Ro Gemilerinin Kargo Bölümleri

11.1 36 Yolcudan daha fazla yolcu taşıyan gemilerin kargo bölümlerinde, saatte en az 10 kere hava değişimi yapabilen bir cebri havalandırma sistemi bulunmalıdır.

11.2 36 Yolcudan daha az yolcu taşıyan gemilerin kargo bölümlerinde, saatte en az 6 kere hava değişimi sağlayabilen bir cebri havalandırma sistemi bulunmalıdır.

11.3 Yolcu gemilerinin özel kategori mahallerinde **(3)**, saatte 10 kere hava değişimi yapabilen cebri havalandırma sistemleri bulunmalıdır.

11.4 Yük gemileri ile ro-ro gemilerindeki kargo mahallerinde, elektrik donanımı tüm mahalde emniyet sertifikalı tip ise, saatte en az 6 kez, elektrik donanımı, güverteden itibaren 450 mm yüksekliğe kadar emniyet sertifikalı tip ise en az 10 kez hava değişimi yapabilen bir cebri havalandırma sistemi bulunmalıdır (Kısım 5, Elektrik Kuralları'na bakınız).

11.5 Dizayn

11.5.1 Kargo mahallerinin üst ve alt kısımlarından gaz ve buharları atabilmek için bağımsız mekanik bir hava boşaltma sistemi öngörülmelidir. Bu sistem, mahallerin alt kısımlarından 2/3 ve üst kısımlarından 1/3 hava miktarını emerek dışarıya atabilmelidir.

11.5.2 Havalandırma sistemi, motorlu araçların yüklenmesi, boşaltılması ve ek olarak, yolculuk esnasında çalışabilecek şekilde, düzenlenmelidir.

Bir yangın durumunda, hava ve deniz koşulları göz önüne alınarak, mahal dışından havalandırma sisteminin ani ve verimli bir şekilde kapanmasına izin verebilecek yerleşimler tertiplenmelidir **(4)**.

11.5.3 Mekanik hava boşaltma vantilatörlerinin dizaynı Bölüm 20, B.5.3'e uygun olmalıdır.

Dışarıya atılan hava akımı içinde bulunan elektrik motorları ve diğer elektrikli tertibatın, yanmaya karşı korunma şekilleri için, Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 16, H'ye bakılmalıdır.

11.5.4 Kısım 28, Havalandırma, Bölüm 1, H ve I referans olarak verilmiştir.

11.6 İzleme

Fanların herhangi birindeki bir arıza, köprüde görsel ve sesli bir alarm sistemini harekete geçirmelidir.

---

(3) *Tanım için tablo 18.1 Not 4'e bakınız.*

(4) *IACS Unified Interpretation SC 243 referans verilmiştir.*

11.7 Diğer istekler

11.7.1 Araba güvertesinden olan dreynler, makina mahallerine veya ateşleyici kaynakların olduğu mahallere sevk edilmemelidir.

11.7.2 Kargo mahalleri ve araba güverteleri için, C'ye göre bir yangın algılama ve yangın alarm sistemi öngörülmelidir.

11.7.3 Yangın söndürme teçhizatları için, bu bölümdeki F.2.6, F.2.7 ve aynı zamanda, Tablo 18.1 geçerlidir.

11.8 Elektrik teçhizatı için Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 16'daki kurallara uyulmalıdır.

11.9 Sabit yangın söndürme sistemi, yangın algılama, köpük aplikatörleri ve taşınabilir söndürme ekipmanlarının, depolarında yakıt taşıyan motorlu taşıtların bulunduğu açık güvertelere uygulanmasına gerek yoktur.

12. Tanklarında kendi tahrik sistemleri için sıkıştırılmış hidrojen ya da doğal gaz bulunduran motorlu taşıtları kargo olarak taşıyan gemiler için gereklilikler

12.1 Amaç

Bu maddenin amacı, tanklarında kendi tahrik sistemleri için sıkıştırılmış hidrojen ya da sıkıştırılmış doğal gaz bulunduran motorlu taşıtların kargo olarak taşınması amacıyla kullanılan araç ve ro-ro mahalleri bulunan gemiler için ek güvenlik önlemleri sunmaktır.

12.2 Uygulama

12.2.1 Kendi tahrik sistemleri için tanklarında sıkıştırılmış hidrojen ya da sıkıştırılmış doğal gaz bulunduran motorlu araçların kargo olarak taşınması amacıyla 1 Ocak 2016 ya da sonrasında inşa edilen gemilerin araç mahalleri, Madde 11'in gerekliliklerine ek olarak, uygun şekilde, Madde 12.3÷12.5'e uygunluk sağlayacaktır.

12.2.2 1 Ocak 2016'dan once inşa edilmiş araç taşıyan gemiler, (1 Temmuz 2012'den (ayrıca bakınız MSC.1/Circ.1471) once inşa edilenler dahil olmak üzere) Madde 11'in gereklerine ek olarak, uygun şekilde, Madde 12.5'in gerekliliklerine uyacaktır.

12.3 Tanklarında kendi tahrik sistemleri için sıkıştırılmış doğal gaz bulunduran motorlu taşıtların kargo olarak taşındığı alanlar için gereklilikler

12.3.1 Elektrik ekipmanı ve kablolar

Tüm elektrik ekipmanı ve kablolar, patlayıcı metan ve hava karışımında kullanılmak için güvenli tip olarak sertifikalandırılacaktır (ayrıca bakınız IEC 60079)

12.3.2 Havalandırma Düzenlemeleri

12.3.2.1 Elektrik ekipmanı ve kablolar, eğer herhangi bir havalandırma kanalına kurulduysa, patlayıcı metan ve hava karışımında kullanım için güvenli tip olarak sertifikalandırılacaklardır.

12.3.2.2 Fanlar, metan ve hava karışımlarının muhtemel tutuşma ihtimalini engelleyecek şekilde dizayn edileceklerdir. Uygun tel ızgara muhafazalar, havalandırma açıklıklarının giriş ve çıkışlarına monte edileceklerdir.

12.3.3 Diğer Tutuşturma Kaynakları

Metan ve hava karışımlarının tutuşma kaynağı olabilecek diğer ekipmanlara izin verilmeyecektir.

12.4 Tanklarında kendi tahrik sistemleri için sıkıştırılmış hidrojen bulunduran motorlu taşıtların kargo olarak taşındığı alanlar için gereklilikler

12.4.1 Elektrik ekipmanı ve kablolar

Tüm elektrik ekipmanı ve kablolar, patlayıcı hidrojen ve hava karışımında kullanılmak için güvenli tip olarak sertifikalandırılacaktır (ayrıca bakınız IEC 60079)

12.4.2 Havalandırma Düzenlemeleri

12.4.2.1 Elektrik ekipmanı ve kablolar, eğer herhangi bir havalandırma kanalına kurulduysa, patlayıcı hidrojen ve hava karışımında kullanım için güvenli tip olarak sertifikalandırılacaklardır ve herhangi bir egzost kanalından çıkış, diğer muhtemel tutuşma kaynakları göz önünde bulundurularak güvenli bir konumda olacaktır.

12.4.2.2 Fanlar, hidrojen ve hava karışımlarının muhtemel tutuşma ihtimalini engelleyecek şekilde dizayn edileceklerdir. Uygun tel ızgara muhafazalar, havalandırma açıklıklarının giriş ve çıkışlarına monte edileceklerdir.

12.4.3 Diğer Tutuşturma Kaynakları

Hidrojen ve hava karışımlarının tutuşma kaynağı olabilecek diğer ekipmanlara izin verilmeyecektir.

12.5 Tespit

Eğer bir gemi, kendi tahrik sistemleri için sıkıştırılmış hidrojen ya da sıkıştırılmış doğal gaz taşıyan bir ya da daha fazla motorlu aracı kargo olarak taşıyorsa, en az iki portatif gaz dedektörü konulacaktır. Bu dedektörler gaz yakıtın tespiti için uygun olacaklardır ve patlayıcı gaz ve hava karışımında kullanım için güvenli tip olarak sertifikalandırılacaklardır.

13. Depolarında Yakıt Bulunan Taşıtların Taşınması Öngörülmeyen Yolcu Gemilerindeki Ro-Ro Kargo Mahalleri

13.1 Depolarında yakıt bulunan taşıtların taşınması öngörülmeyen kapalı Ro-Ro kargo mahalleri ve özel kategori mahaller için; 11.5.3, 11.7.1, ve 11.8 maddeleri hariç olmak üzere B.11'deki istekler ile bölüm 16, N.4.4'deki istekler uygulanır.

13.2 Depolarında yakıt bulunan taşıtların taşınması öngörülmeyen açık Ro-Ro kargo mahalleri ile özel kategori mahaller için; emici tip duman dedektörlerine izin verilmesi hususu hariç olmak üzere, konvansiyonel kargo mahallerine uygulananlar istekler ile Bölüm 16, N.4.4'deki istekler uygulanır.

14. Sabit Yangın Söndürme Sistemlerindeki Parçaların Yangın Direnci

14.1 Korunan mahallerdeki bütün disçarç devreleri, fitingler ve nozullar ergime sıcaklığı 925°C'yi aşan malzemelerden yapılmalıdır. Boru devresi ve bağlantılı ekipmanlar uygun bir şekilde desteklenmelidir.

C. Yangın Algılama Sistemleri

1. Genel

Yangın algılama ve alarm sistemleri ve emici tip duman algılama sistemlerinin onaylanması gereklidir. Sistemin dizaynı için Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 9'a ve elle harekete geçirilebilen yangın alarm butonları için Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 9, D.3.1.23'e bakınız.

2. Yolcu Gemileri için Yangın Algılama Sistemleri

2.1 36'dan fazla yolcu taşımayan yolcu gemilerinin, tüm yaşam ve servis mahallerinde (**TL** gerekli görüyorsa kontrol istasyonlarında **(5)**) Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 9'a göre bir algılama ve alarm sistemi öngörülür.

Önemli bir yangın tehlikesi olmayan mahaller, bu kuralın dışında tutulur.

2.2 2.1'deki yangın algılama ve alarm sistemi yerine, bu bölüme ait L.1'deki kurallara uygun olmak üzere, otomatik basınçlı su püskürtme sistemi veya onaylı eşdeğer basınçlı su püskürtme sistemi **(6)** de öngörülebilir.

Bu halde, yaşam mahalleri içindeki koridorlarda, merdiven boşluklarında ve kaçış yollarında, ek olarak Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 9'a göre bir yangın algılama ve yangın alarm sistemi tertiplenmelidir. Bu sistem duman algılanmasına göre dizayn edilir.

2.3 Yolcu gemilerinde bir genel kullanım mahalli üç veya daha fazla güverteyi kapsıyor (atrium) ve yanıcı mobilya ve döşemeleri, mağazaları, büroları veya restorantları içeriyorsa, bütün düşey yangın bölgesi 2.4'e göre yangından koruma tertibatı ile donatılır.

---

(5) *Tanım için SOLAS II-2 Reg. 3'e bakınız.*

(6) *Res.MSC.265(84) ve Res.MSC.284(86) ile değiştirilen IMO Resolution A.800(19)'a "Revised Guidelines for Approval of Sprinkler Systems Equivalent to that Referred to in Regulaiton II-2/12 SOLAS" bakınız.*

Bu durumda, Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 9, D.3.1.11 ve bu bölümün L.1.7.2'de istenenlerden farklı olarak bu genel kullanım mahalli içinde olan bütün güverteler, müşterek yangın algılama veya püskürtme sistemi ile ikaz edilir veya korunur.

2.4 36'dan fazla yolcu taşıyan yolcu gemilerinde, koridorlar ve merdiven boşlukları dahil tüm yaşam ve servis mahallerinde ve kontrol istasyonlarında bu bölümün L.1'ine uygun olarak, onaylı otomatik bir basınçlı su püskürtme sistemi **(6)** veya onaylı eşdeğer bir basınçlı su püskürtme sistemi öngörülür.

Soğutulmuş odalar, kuru borulu sprinkler sistemi ile donatılabilir.

Sıhhı tesisat mahalleri ve mutfaklar dışında, yukarıda adı geçen mahallerde ek olarak Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 9'a uygun bir yangın algılama ve alarm sistemi ile duman izlenir.

Isı dedektörleri, soğutulmuş odalarda ve saunalar, çamaşırhaneler gibi buhar ve dumanın oluştuğu diğer mahallerde kabul edilir.

Çok az yangın tehlikesi olan mahallerde, örneğin; boş mahallerde, genel tuvaletlerde, CO_2 odalarında, vs. de basınçlı su püskürtme sistemi ve de yangın algılama ve alarm sisteminin yerleştirilmesinden vazgeçilebilir.

Kontrol istasyonlarında, buraya yerleştirilen önemli tertibat sudan hasar görebilecekse, basınçlı su püskürtme sistemi yerine uygun bir sabit yangın söndürme sistemi yerleştirilir.

2.5 Depolarında yakıt bulunan motorlu araçların taşındığı kapalı kargo mahalleri, kapalı ro-ro kargo mahalleri ve ulaşılamayan kargo mahalleri, bir yangın algılama ve alarm sistemi veya örnek emici tip bir duman algılama sistemi ile donatılır.

Kargo mahallerinin havalandırma koşulları, bunların dizaynında ve yerleştirilmesinde özellikle göz önüne alınmalıdır.

Gemi yalnız kısa süreli sefer yapıyorsa, ulaşılamayan kargo mahalleri için yukarıda istenilen yangın algılama ve alarm sisteminden vazgeçilebilir.

2.6 Yangın kontrolü için etkin bir devriye görevinin öngörüldüğü özel kategori mahaller (Tablo 18.1'e de bakınız), mahallin hiçbir yerine 20 m. den daha uzak olmayan, elle harekete geçirilebilen yangın alarm butonları ile donatılacaktır. Her bir çıkışta bir adet yangın alarm butonu bulunmalıdır.

2.7 Yangın kontrolü için etkin bir devriye görevinin öngörülmediği özel mahallere bir yangın algılama ve alarm sistemi yerleştirilir.

Dedektörlerin seçimi ve yerleştirilmesinde özellikle havalandırma durumu göz önüne alınır.

Sistem yerleştirildikten sonra normal havalandırma koşullarında test edilir.

2.8 Eğer kabin balkonlarındaki mobilya ve döşemeler yangın riski ile kısıtlandırılmamışsa (**7**) (**8**), kabin balkonları, Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 9, D ile uyumlu olacak şekilde bir yangın algılama ve alarm sistemi ile donatılmalıdır.

3. Yük Gemilerinin Yaşam Mahallerindeki Yangın Algılama Sistemleri

Yük gemilerinin yaşam mahallerinin yapısal yangından korunmalarına göre, aşağıdaki yangın algılama ve alarm sistemleri öngörülmelidir.

3.1 Yapısal yangından korunma yöntemi IC

Yaşam mahalleri içindeki koridorlar, merdiven boşlukları ve kaçış yerleri için elle çalışır yangın alarmı ile birlikte, bir yangın algılama ve alarm sistemi öngörülür. Bu sistem duman algılanmasına göre dizayn edilmelidir.

---

(7) *Sınırlandırılmış yangın riski için tanımlamalar SOLAS II-2, regulations 3.40.1, 3.40.2, 3.40.3, 3.40.6 ve 3.40.7'de verilmiştir.*

(8) *Bu kural omurgası 1 Temmuz 2008 tarihinde veya daha sonra kızağa konmuş yolcu gemilerine uygulanır. Omurgası 1 Temmuz 2008 tarihinden önce kızağa konan yolcu gemileri, 1 Temmuz 2008 tarihinden sonra yapılan ilk sörvey vasıtasıyla bu kural ile uyumlu olmalıdır.*

Tablo 18.1 Sabit yangın söndürme sistemleri

Korunacak olan mahaller		Gemi Tipi	
		Yük gemileri ≥ 500 GRT	**Yolcu Gemileri**
Ana sevk sistemi için kullanılan içten yanmalı makinalı makina mahalleri ve akaryakıt yakan tesisleri içeren (kazan, çöp yakma tesisi, vb.) veya akaryakıt ünitelerini içeren makina mahalleri **(10)**		CO_2, çok genleşen köpük veya **TL** onaylı basınçlı su püskürtme sistemleri **(1) (2)**	Tüm Gemiler için
Gemi sevkinde kullanılmayan içten yanmalı motorların bulunduğu A kategori makina mahalleri		≥ 375 kW CO_2, çok genleşen köpük veya **TL** onaylı basınçlı su püskürtme sistemleri **(2)**	≥ 375 kW
Buhar makinalı makina daireleri		≥ 375 kW CO_2, çok genleşen köpük veya **TL** onaylı basınçlı su püskürtme sistemleri **(2)**	≥ 375 kW
L.3'e göre, hacmi 500 m^3'den büyük olan A kategori makina mahallerinin yangın tehlikeli bölgeleri		Lokal uygulamalı sabit yangın söndürme sistemleri **(3)**	
B.2'ye göre yakıt seperatörleri		Sabit yerel yangın söndürme tertibatı, Az genleşen köpük, basınçlı su püskürtme, tozlu söndürme sistemleri	
L, 2.2'ye göre egzoz gazı ile ısıtılan, ısı iletici sıvı kazanları		Basınçlı su püskürtme sistemi	
İki zamanlı motorların süpürme havası kanalları (Bölüm 2, G.6.3'e göre)		CO_2 sistemi veya diğer eşdeğer yangın söndürme sistemi	
M. 1'e göre yanıcı sıvıların muhafazasına ayrılan mahaller ve boya mahalleri		CO_2, tozlu söndürme veya basınçlı su püskürtme sistemi **(2)**	
M, 3'e göre fritöz donanımı		**TL** onaylı otomatik veya el kumandalı yangın söndürme sistemi	
Koridorlar ve merdiven boşlukları dahil yaşam ve servis mahalleri ve kontrol istasyonları		Sadece yapısal yangından korunma yöntemi IIC olduğunda, otomatik sprinkler sistemi C.3.2'ye bakınız.	Otomatik sprinkler sistemi, C.2.4'e bakınız; 37 yolcudan az ise C.2.1 / C.2.2'ye bakınız
Kabin balkonları		-	Basınçlı su püskürtme sistemi **(7)**
M. 2'ye göre mutfak ocaklarının duman çıkış bacası		CO_2 sistemi veya diğer eşdeğer yangın söndürme sistemi	
İnsineratör mahalleri ve atık depolama mahalleri		Otomatik sprinkler sistemi veya el kumandalı yangın söndürme sistemi; ayrıntılar için N'ye bakınız.	
O'ya göre helikopter güvertesi		Az genleşen köpük sistemi	
Kargo Mahalleri	**1.** Yolcu gemilerindeki özel mahaller **(4)**	--	Basınçlı su püskürtme sistemi
	2. Depolarında yakıt bulunan araçlar için	Tüm gemiler için CO_2 veya çok genleşen- veya basınçlı su püskürtme sistemleri	
	3. Tehlikeli maddeler için	Tüm gemiler için CO_2 inert gaz yangın söndürme sistemi **(5) (6) (9) (11)**	
	4. Ro-ro gemileri için; **a)** Kapalı **b)** Açık **c)** Sızdırmazlığı sağlanacak şekilde kapatılamayan	 CO_2, çok genleşen köpük, veya basınçlı su püskürtme sistemi Basınçlı su püskürtme sistemi Basınçlı su püskürtme sistemi	-
	5. 1'den 4'e kadar olanların dışındaki kargo mahalleri	≥ 2000 GRT **(6)** CO_2 veya inert gaz sistemi	≥ 1000 GRT CO_2, inert gaz veya çok genleşen köpüklü yangın söndürme sistemi

Kargo alanları ve kargo tankları	D.2'ye göre tankerler: Az genleşen köpük sistemi ve inert gaz sistemi Kısım 8, Kimyasal Tankerler, Bölüm 11'e göre kimyasal tankerler: Az genleşen köpük, tozlu söndürme, basınçlı su püskürtme ve inert gaz sistemleri Kısım 10, Sıvılaştırılmış Gaz Tankerleri, Bölüm 11'e göre sıvılaştırılmış gaz taşıyan gemiler Basınçlı su püskürtme, tozlu söndürme **(8)** ve inert gaz sistemleri	-- -- --
Kargo pompa daireleri	Tankerler ve kimyasal madde taşıyan tankerler CO_2, çok genleşen köpük veya basınçlı su püskürtme sistemleri **(2)**	--
Kargo pompa ve kompresör daireleri	Sıvılaştırılmış gaz taşıyan gemiler CO_2 sistemleri **(2)**	--

(1) *Aynı zamanda, 500 GRT'dan küçük "AUT" ek klaslı gemilere ve kimyasal tankerlere uygulanır.*

(2) *CO_2'den başka gaz kullanılan onaylı sistemler uygulanabilir. I'ya bakınız.*

(3) *500 GRT ve daha büyük yolcu gemileri ile 2000 GRT ve daha büyük yük gemilerine uygulanır.*

(4) *Özel mahaller, yolcu gemilerindeki yolcular tarafından girilebilen, kapalı araba taşıma güverteleridir.*

(5) *Üstü açık veya sızdırmazlığı sağlanamayan ro-ro mahalleri, üstü açık konteyner kargo mahalleri ve özel mahaller için basınçlı su püskürtme sistemi.*

(6) *Yalnızca dökme yük olarak kömür, cevher, hububat, yaş kereste, yanmaz kargo veya düşük yangın tehlikesi olan kargoların taşınması halinde, anlaşmayla vazgeçilebilir. MSC.1/Circ. 1395/Rev.3'e bakınız.*

(7) *Eğer mobilya ve döşemeler sadece kısıtlanmış yangın riski taşıyorsa vazgeçilebilir, L.4'e bakınız.*

(8) *Detaylar için J.3'e bakınız.*

(9) *500 GRT altı gemiler için idarenin kabulüne bağlı olarak vazgeçilebilir.*

(10) *Yakıt üniteleri, ısıtılmış veya ısıtılmamış yakıtın hazırlanması için kullanılan ve kazanlara (inert gaz jeneratörleri dahil) ve makinalara (gaz türbinleri dahil) 0.18 N/mm^2'den daha fazla bir basınç ile dağıtan her ekipmanı içerir. Yakıt transfer pompaları, yakıt ünitesi gibi düşünülmez.*

(11) *Tekne üzerine yerleştirilmiş kargo mahallerinin korunmasına ayrılmış sabit CO_2 yangın söndürme sistemleri veya inert gaz sistemleri, kargo ambarlarında ki kendi kendine ısınabilen kargonun ısı kontrolünü sağlamak için kullanılabilir. (R.2.1'e bakınız).*

3.2 Yapısal yangından korunma yöntemi IIC

Yaşam ve servis mahalleri için L.1 alt bölümüne uyacak şekilde, bir otomatik su püskürtme (sprinkler) tesisatı veya onaylı eşdeğer bir su püskürtme sistemi **(5)** öngörülür. Koridorlar, merdiven boşlukları ve yaşam mahalleri içindeki kaçış yolları için 3.1'dekiler geçerlidir. Örneğin; boş mahaller, tuvaletler, banyolar vb. gibi, yangın tehlikesinin bulunmadığı mahallerin izlenmesine gerek yoktur.

3.3 Yapısal yangından korunma yöntemi IIIC

İçinde yangın tehlikesinin bulunmadığı mahaller hariç tutulmak suretiyle, tüm yaşam mahalleri için elle çalışır yangın alarmıyla birlikte onaylanmış bir yangın algılama ve alarm sistemi öngörülmelidir.

Koridorlar, merdivenler ve kaçış yolları için sistem duman algılamasına göre dizayn edilmelidir.

Algılama sistemi, sadece yaşam mahalli ile ilgilidir. Yaşam mahallinden uzakta bulunan servis mahallerine sabit yangın algılama sisteminin konmasına gerek yoktur.

4. Makina Dairesi Yangın Algılama ve Yangın Alarm Sistemleri

4.1 Kategori A **(9)** makina dairesi, makina tesisatının otomasyon derecesi AUT veya AUT-C'ye uygun olacak şekilde bir yangın algılama ve yangın alarm sistemi ile donatılmalıdır.

Sistem duman algılamasına göre dizayn edilmelidir.

4.2 Limanda ana elektrik güç kaynağı olarak kullanılan emercensi jeneratör mahallerinde, dizel makinanın gücüne bakılmaksızın, bir yangın algılama sistemi bulunacaktır.

4.3 Egzoz gazı ile ısıtılan ısı iletici sıvı kazanları, egzoz gazı taraflarında bir yangın alarm tertibatıyla donatılmalıdır.

4.4 İnsineratörleri içeren kapalı mahaller sabit yangın algılama ve alarm sistemi ile donatılmalıdır.

4.5 Adamsız makina dairelerinde bulunan yangın algılama, UI SC 129 (SOLAS Reg. II-2/7.4) ile uyumlu olmalıdır.

5. Yük Gemilerinin Kargo Mahallerindeki Yangın Algılama ve Yangın Alarm Sistemleri

5.1 Ro-ro gemilerinin kapalı kargo mahalleri, bir yangın algılama ve yangın alarm sistemi ile donatılmalıdır.

5.2 Depolarında yakıt bulunduran motorlu araçların taşındığı kapalı kargo mahalleri bir yangın algılama ve yangın alarm veya duman algılama sistemi ile donatılmalıdır.

5.3 Alt Bölüm P'ye göre, tehlikeli maddelerin taşındığı kargo mahalleri bir yangın agılama ve yangın alarm sistemi ile veya örnek emici duman algılama sistemi ile donatılmalıdır. Bunlarla beraber kapalı ro-ro kargo mahalleri için 5.1 geçerlidir.

5.4 5.1, 5.2 ve 5.3'de adı geçmemiş olan kargo mahalleri için de, yangın algılama ve yangın alarm sistemlerinin veya örnek emici duman algılama sisteminin sağlanması tavsiye edilir.

6. Yangın Algılama ve Yangın Alarm Sistemleri Dizaynı

6.1 Yangın algılama ve yangın alarm sistemlerinin dizayn ve yerleştirilmesinde, Kısım 5, Bölüm 9 ve ek olarak bu bölümde yer alan 6.2 ve L.1 geçerlidir.

6.2 Örnek Emici Duman Algılama Sistemleri

6.2.1 Eğer sistem bir karbondioksitli yangın söndürme sistemi ile birleştirilmişse, örnek emici duman algılama sisteminin ana parçaları örnek alma boruları, duman akümülatörleri, bir kontrol paneli ve üç yollu valflerdir.

---

(9) *Tanım için Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 21, B.4.3.2 [6]'ya bakınız (Bu bölüm kapsamında tüm gemilere uygulanır).*

Kontrol paneli, ayrı örnek alma borularındaki dumanın gözlenmesine izin vermeli ve yangının hangi bölmede olduğunu göstermelidir.

6.2.2 Örnek alma borularının iç çapı en az 12 mm olmalıdır. Birbirini yedekleyen iki adet örnek emici fan temin edilmelidir. Korunan mahallerdeki havalandırma koşulları göz önünde bulundurulurken, her bir fanın emme kapasitesi ve örnek alma borularının boyutları, 6.2.8'de bahsedilen zaman kriterine uygun olarak dumanın algılanmasını garanti altına alacak şekilde olmalıdır. Her bir örnek alma hattında hava akımının izlenmesini sağlayacak düzenekler sağlanmalıdır.

Örnek alma boruları, mümkün olduğunca, birleştirilmiş her bir duman akümülatöründen eşit miktarda hava akımı çekilmesini garanti altına alacak şekilde tasarlanmalıdır.

6.2.3 Duman akümülatörleri, korunan mahallerde olabildiğince yükseğe konmalı ve üst güverte alanının hiçbir parçası duman akümülatöründen yatay olarak 12 m'den daha fazla mesafede uzakta olmayacak şekilde yerleştirilmelidir.

Her bir egzoz havalandırma kanalının üst parçasında en az bir tane ek duman akümülatörü temin edilmelidir. Toz kaynaklı kirliliği engellemek için ek olarak konan akümülatöre uygun bir filtreleme sistemi yerleştirilmelidir.

6.2.4 İzlenen birden fazla mahalde bulunan duman akümülatörleri, aynı örnek alma borusuna bağlanmayacaktır. Her bir örnek alma hattına bağlanan duman akümülatörlerinin sayısı 6.2.8'deki şartları sağlamalıdır.

6.2.5 Örnek alma boruları kendiliğinden dreyn edilebilir olmalı ve basınçlı hava ile periyodik olarak temizlenebileceği bir yerleşime sahip olmalıdır.

6.2.6 Kargo tanklarında gaz geçirmez gladora güverte panelleri (hareketli istifleme platformları) varsa, kargo tanklarının alt ve üst bölümleri için ayrı duman akümülatörleri ile birlikte ayrı örnek alma boruları konmalıdır.

6.2.7 İçinde, zehirli gazların oluşabileceği tehlikeli kargoların bulunduğu mahallerdeki örnek emici duman algılama sistemi tarafından emilen havanın, direkt olarak açık havaya sevk edilmesi sağlanmalıdır.

6.2.8 Montajdan sonra sistem işlevsel olarak duman üreten makinalar veya eşdeğer bir duman kaynağı kullanılarak test edilmelidir. En uzak duman akümülatörüne duman ulaştıktan sonra sonra, araç ve ro-ro mahalleri için 180 saniyeden daha fazla, konteyner ve genel kargo tankları için 300 saniyeden daha fazla olmamak kaydıyla kontrol panelinden alarm alınmalıdır.

6.2.9 Örnek emici duman algılama sistemleri ile ilgili diğer bilgiler için Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 9, D.3.7.2'ye bakınız.

D. Yangın Söndürme Teçhizatlarının Kapsamı

1. Amaç ve Uygulama

1.1 Bu alt bölümün amacı, madde 1.2'de belirtilen amaç hariç, yangının çıktığı yerde bastırılması ve hızlıca söndürülmesidir. Bu amaçla aşağıdaki fonksiyonel gereklilikler sağlanacaktır:

- Sabit yangın söndürme sistemleri, korunan mahallerin yangın büyüme potansiyeline göre konulacaktır; ve

- Yangın söndürme düzenekleri kullanıma hazır olacaktır.

1.2 Güvertede ya da güverte üzerinde konteyner taşıyacak şekilde dizayn edilmiş, 1 Ocak 2016 ve sonrasında inşa edilen gemilerde bulunan üstü açık konteyner ambarları (ayrıca bakınız MSC/Circ.608/Rev.1) ve güverte üzeri istif alanlarına; yangının çıktığı alanda hapsolması ve yangının yayılmasının ve yapısal hasarın engellenmesi için bitişik alanların soğutulması amacıyla yangından korunma düzenlemeleri konulacaktır.

1.3 Herhangi bir gemi, E alt bölümüne uygun olacak şekilde, genel olarak suyla yangın söndürme sistemiyle ve F alt bölümüne uygun olan taşınabilir ve arabalı yangın söndürücülerle donatılmalıdır.

1.4 Ek olarak, yangın tehlikesine maruz mahaller ve yerler tip, büyüklük ve konulan sevk gücüne göre, Tablo 18.1'de belirtilmiş olan yangın söndürme

sistemleriyle donatılmalıdır. Bu teçhizatın dizaynı E'den Q'ya kadar olan alt bölümlerde tanımlanmıştır.

Sabit yangın söndürme sistemlerinde kullanılan söndürücü madde ve ekipman dizaynı için FSS Kod, Kısım 5.2.1.1'e de bakınız.

Tehlikeli maddeler taşınan kargo mahalleri için, P ve Q alt bölümleri (uygulanabilir olan kısımları) ile uyumlu olması gerekir.
Aksi belirtilmediği sürece, bu teçhizat, esasta korunan mahallerin ve yerlerin dışında yer alacak şekilde tertiplenmeli ve bir yangın durumunda, her zaman yanlarına yaklaşılabilir mahallerden çalıştırılabilmelidir.

1.5 Yangın söndürme teçhizatının onaylanması

Bu bölümde **TL** onaylı ekipman olması gerektiği belirtilmedikçe, yangın söndürücüler, yangın hortumları, köpük konsantrasyonları vs. gibi yangınla mücadele ekipmanlarının ve komponentlerinin idareden veya diğer klaslama kuruluşlarından onaylı olması genellikle kabul edilir.

2. Tankerlerin kargo mahallerinin korunması

2.1 Tankerler, kargo sahalarının ve pompa dairesinin korunması için, Tablo 18.1'e uygun olarak, sabit yangın söndürme sistemiyle donatılmalıdır.

2.2 Kargo tanklarını ham petrolle temizleyen (COW) tankerlerle, aynı şekilde 20000 DWT ve üzerinde olan ve yanma noktası 60°C veya altındaki yanıcı sıvıları taşıyan tankerler, ek olarak sabit bir inert gaz sistemi ile donatılmalıdır (Bölüm 20, D.'ye bakınız).

2.3 Pompa dairesi alarmları

Yangın söndürücü maddenin pompa dairesine basılacağını bildirmek için teçhiz edilen sesli alarmlar pnömatik veya elektrikli tip olabilir.

(a) Pnömatik kumandalı alarmlar

Bu tip alarmların periyodik testlerinin gerekli olduğu durumlarda, CO_2 bulutu içinde statik elektriklenme oluşması ihtimalinden dolayı CO_2 kumandalı alarmlar kullanılmamalıdır. Temiz ve kuru hava beslemesi olan hava kumandalı alarmlar kullanılabilir.

(b) Elektrik kumandalı alarmlar

Elektrik kumandalı alarmlar kullanıldığında, alarmlar kendinden güvenlikli sertifikalı değil ise, elektrik tahrikli mekanizma pompa dairesi dışına konulmalıdır.

Diğer bir kabul de, CO_2 kumandalı alarmların kullanımından kaçınılması gerekliliğidir.

3. Açık Güverte Üzerinde Konteyner Taşıyan Gemiler

3.1 Güvertede ya da güverte üzerinde konteyner taşıyacak şekilde dizayn edilmiş, 1 Ocak 2016 ve sonrasında inşa edilen gemilerde bulunan üstü açık konteyner ambarları **(10)** ve güverte üzeri istif alanlarına; yangının çıktığı alanda hapsolması ve yangının yayılmasının ve yapısal hasarın engellenmesi için bitişik alanların soğutulması amacıyla yangından korunma düzenlemeleri konulacaktır.

3.2 Gemilere, kargo ambarları için bu bölümde gerekli görülen ekipman ve düzenlemelere ek olarak, en az bir adet su sisi sistemi konulacaktır.

3.2.1 Su sisi sistemi; bir tüp ve buna bağlı olan ve ana yangın borusuna bağlı iken konteyner duvarını delerek kapalı mahalin (konteyner vs.) içinde sus sisi oluşturabilecek bir adet delici nozuldan oluşacaktır.

3.2.2 Güvertede ya da güverte üzerinde beş ya da daha fazla konteyner sırası taşımak için tasarlanan gemiler, madde 3.2.1'in gerekliliklerine ek olarak aşağıda verildiği şekilde hareketli yangın monitörleri taşıyacaktır (Güvertede ya da güverte üzerinde beş ya da daha fazla konteyner sırası taşımak için tasarlanan ve inşa edilen gemilerin güverte üzeri kargo alanlarının korunmasında kullanılan hareketli yangın monitörlerini dizayn, performans, test ve onayı için ayrıca bakınız MSC.1/Circ.1472).

- Genişliği 30 m'den az olan gemiler en az iki hareketli yangın monitörü taşıyacaklardır.

(10) *Bu terimin tanımı ve üstü açık güverteli konteyner gemileri ile ilgili diğer gereklilikler için bakınız MSC/Circ.608/Rev.1.*

- Genişiliği 30 m ya da üzeri olan gemile en az dört hareketli yangın monitörü taşıyacaklardır.

3.2.2.1 Hareketli yangın monitörleri, tüm gerekli hortumlar, fitingler ve gerekli donanım; kargo alanı dışında, kargo alanlarındaki yangın anında kesintiye uğramayacak bir konumda kullanıma hazır olarak tutulacaklardır.

3.2.2.2 Yeterli sayıda yangın hidrantı konulacaktır:

- Konulan tüm hareketli yangın monitörleri, her konteyner bölmesinin başı ve kıçında etkin su bariyerleri oluşturulması için aynı anda açılabilecektir.

- Madde E.2.4.1 ile gerekli görülen iki su jeti, Madde E.2.3.4 ve Tablo 18.3 ile gerekli görülen basınçta basılabilir ve;

- Gerekli hareketli yangın monitörlerinin her biri, güvertedeki konteyner sırasının tepesine ulaşmaya yetecek basınçta ayrı hidrantlardan sağlanabilir.

3.2.2.3 Hareketli yangın monitörleri; yangın ana borusundan beslenebilir ancak bu durumda yangın pompalarının kapasitesinin ve yangın ana borusunun çapının, hareketli yangın monitörlerinin ve yangın hortumlarından iki adet su jetinin aynı anda gerekli basınç değerlerinde işletilmesine yetecek olması gerekmektedir. Eğer tehlikeli maddeler taşınıyorsa; yangın pompalarının ve yangın ana borusunun çapı ayrıca güverte üstü kargo alanlarına uygulanabilecek şekilde madde P.3'e uygun olmalıdır

Not:

1. *Açık güverte ya da üzerinde beş ya da daha fazla konteyner sırası taşımak için tasarlanan gemilerde;*

   .1 Hareketli yangın monitörlerinin bağımsız pompa ve boru sistemleri ile beslendiği durumlarda; ana yangın pompaları toplam kapasitesinin 180m^3/h'yi aşmasına gerek yoktur (ayrıca bakınız E.1.2.4) ; yangın ve su servis borularının çapının (bundan sonra "boru çapı" olarak anılacak) 140 m^3/h debi ile besleme yapmaya elverişli olması yeterlidir.

   .2 Hareketli yangın monitörlerinin ana yangın pompaları tarafından beslendiği durumlarda; gerekli ana yangın pompalarının toplam kapasitesi ve boru çapı hem gerekli sayıda yangın hortumunu hem de hareketli yangın monitörlerini aynı anda besleyebilmek için yeterli olacaktır. Ancak, toplam kapasite aşağıdaki maddelerin küçük olanından daha az olamaz:

   .1 SOLAS Regulation II-1/35-1 gereği, sintine pompalaması esnasında aynı boyutlara sahip bir yolcu gemisinde bağımsız sintine pompalarının her biri tarafından karşılanması gereken miktarın 4/3'ü

   .2 180 m^3/h

   .3 SOLAS Regulation II-2/19.3.1.3 gereği, hareketli yangın monitörlerinin ve "su püskürtme sisteminin" (püskürtme nozullarının veya kargo mahallerine su basılmasına dair sistemin sabit yerleşimi) ana yangın pompası tarafından beslendiği durumlarda; ana yangın pompası toplam kapasitesi ve boru hattı çapı aşağıdaki maddelerden büyük olanı karşılayabilecek yeterlilikte olmalıdır:

   .1 Hareketli yangın monitörleri ve SOLAS Requlation II-2/19.3.1.2 gereği dört nozul veya

   .2 SOLAS Reg. II-2/19.3.1.2 gereği dört nozul ve SOLAS Reg. II-2/19.3.1.3 gereği su püskürtme sistemi

   Ancak, toplam kapasite değeri madde 1.2.1 ve1.2.2'nin küçük olanından az olmayacaktır.

2. *Güvertede ya da güverte üzerinde beş ya da daha fazla konteyner sırası taşımak için tasarlanan gemilerde, emercensi yangın pompalarının toplam kapasitesinin 72 m3/h'ü aşmasına gerek yoktur (ayrıca bakınız madde E.1.4.1)*

3.2.2.4 Her hareketli yangın monitörünün operasyonel performansı, idarenin uygun gördüğü şekilde gemideki ilk sörveyde test edilecektir. Bu test aşağıdakileri doğrulayacaktır:

- Hareketli yangın monitörü, güvenli ve etkin kullanımı sağlayacak şekilde gemi yapısına güvenli bir şekilde monte edilecektir; ve

- Hareketli yangın monitörü jeti, tüm gerekli monitörlerin ve yangın hortumlarından çıkan su jetlerinin aynı anda çalışmasıyla konteyner sırasının üstüne ulaşacaktır.

4. Doğal gaz yakıtlı makina bulunan gemiler

Doğal gaz yakıtlı makinaların bulunduğu gemilerin yangın emniyet yerleşimleri **TL** Kuralları Kısım 78 – Gaz ya da Diğer Düşük Parlama Noktalı Yakıt Kullanan Gemilerin Klaslanması için Kurallar 'a göre yapılmalıdır.

E. Genel Olarak Suyla Yangın Söndürme Teçhizatı (Yangın ve Güverte Yıkama Sistemi)

1. Yangın Pompaları

1.1 Pompa sayısı

1.1.1 4000 GRT ve üzerindeki yolcu gemileri en az üç adet, 4000 GRT'a kadar olan yolcu gemileri en az iki adet, yangın söndürme pompası ile donatılmalıdır.

1000 GRT ve üstündeki yolcu gemilerinde, yangın pompaları, bunların denizle bağlantıları ve güç kaynakları, bir bölümde yangın çıkması halinde aynı anda devre dışı kalmamalarını sağlamak üzere, gemi boyunca dağıtılmış olarak düzenlenmelidir.

1000 GRT'un altındaki yolcu gemilerinde ana yangın söndürme pompaları bir bölüm içine yerleştirilmişse, buna ek olarak, bir emercensi yangın söndürme pompası da bu bölümün dışında yer almalıdır.

1.1.2 500 GRT ve daha büyük olan yük gemileri en az iki ve 500 GRT'dan daha küçük olanlar en az bir yangın pompası ile donatılmalıdır.

1.1.3 500 GRT ve daha büyük yük gemilerinde, bir bölme içinde yangın çıkması ile tüm yangın pompaları devre dışı kalıyorsa, söz konusu bölme dışında monte edilmiş bir sabit emercensi yangın pompası gereklidir.

Ama, yangın pompası bitişik bölmeler arasına yerleştirilmişse ve bölmeler arasındaki ayırma perdesi, geminin birden fazla perdesinden veya güvertesinden meydana geliyorsa, bir emercensi yangın pompası gereklidir.

1.1.4 Yük gemilerinde, balast, sintine ve diğer su pompaları bulunan her makina dairesinde, en az bu pompalardan bir tanesinin yangın söndürme sistemi ile bağlantısı olmalıdır. Bu pompalardan hiç birisi istenilen kapasite ve basma yüksekliğine sahip değilse, böyle bir bağlantıdan vazgeçilebilir.

1.2 En düşük kapasite ve basma yüksekliği

1.2.1 Yangın söndürme pompalarının en düşük kapasiteleri ve sayıları, Tablo 18.2'ye göre belirlenir.

1.2.2 Eğer yangın pompaları farklı kapasitede monte edilmişlerse, bir pompanın kapasitesi, istenen toplam kapasitenin, yangın pompası sayısına bölünmesiyle bulunan değerin, %80'inden daha az olmamalıdır.

1.2.3 Her yangın pompası, gemide kullanılan en az iki yangın nozulunu besleyecek kadar, yeterli suyu basabilmelidir.

Tehlikeli maddelerin taşındığı gemilerde, ayrıca P ve Q alt bölümündeki istekler de göz önünde bulundurulmalıdır.

Bir yangın söndürme pompasının kapasitesi, 25 m^3/h'den daha az olamaz.

100 GRT'dan küçük yük gemilerinde, yangın pompası en az 9 mm. nozuldan kuvvetli bir su jeti sağlayacak kapasitede olmalıdır.

1.2.4 Yük gemilerinde yangın pompalarının toplam kapasitesinin, emercensi yangın pompaları hariç, 180 m^3/h'den daha büyük olmasına gerek yoktur.

1.2.5 Emercensi yangın pompaları için, 1.4'e bakınız.

1.2.6 Her yangın pompasının basma yüksekliği, bu bölümün 2.3.4'ündeki istekleri yerine getirecek şekilde seçilir. 300 GRT'dan küçük yolcu ve yük gemilerinde Tablo 18.3'de verilen basınç yerine her nozul 2.3.4'deki koşullarda 12 m. yatay uzunlukta bir su jeti sağlamalıdır.

1.3 Pompaların tahrik edilmesi ve yerleştirilmesi

1.3.1 Her yangın pompası, gemi ana sevk sisteminden bağımsız bir güç kaynağı ile çalıştırılmalıdır.

Tablo 18.2 Yangın pompalarının sayısı ve minimum kapasitesi

Yolcu gemileri				Yük gemileri	
≥ 4000 GRT		< 4000 GRT		≥ 500 GRT	< 500 GRT
Makina ile çalıştırılan yangın pompası sayısı					
3		2		2	1
Bir yangın pompasının minimum kapasitesi Q [m^3/h] **(1)**					
$5{,}1 \cdot 10^{-3} \cdot d^2_H$ **(2)**	$3{,}8 \cdot 10^{-3} \cdot d^2_H$	$7{,}65 \cdot 10^{-3} \cdot d^2_h$ **(2)**	$5{,}75 \cdot 10^{-3} \cdot d^2_H$	$3{,}8 \cdot 10^{-3} \cdot d^2_H$	

(1) *d_H [mm] = Ana sintine borusunun hesaplanan çapı (Bölüm 16, N, Formül (4)'e bakınız).*

(2) *Değişimleri ile birlikte, SOLAS 74/88, Bölüm II-1, Kısım C, Kural 35-1, 3.2'ye göre kriter numaraları 30 ve yukarı olan, yolcu gemilerine uygulanır.*

1.3.2 1000 GRT'dan daha küçük yük gemilerinde yangın pompalarından biri, özellikle bu pompayı tahrik etmek üzere öngörülmemiş olan bir makina ile tahrik edilebilir.

1.3.3 300 GRT'dan daha küçük yük gemilerinde, eğer sevk sistemine ait şaft donanımı kolaylıkla ana makinadan ayrılabiliyorsa (örneğin; ayırma kavramaları veya tornistan dişli donanım gibi), bu takdirde yangın pompaları ana makinaya bağlanabilir.

1.3.4 Yük (2000 GRT ve üzeri) ve yolcu gemilerinde, yangın pompaları ve bunların güç kaynakları, baş çatışma perdesinin önüne konulamaz. Eğer ek olarak yeterli kapasite ve basınçta uygun sabit (taşınabilir değil) bir deniz suyu pompası ana yangın hattına bağlanır ise bu gereklilikten vazgeçilebilir.

1.3.5 Yangın pompaları ve bunların deniz bağlantıları, mümkün olduğunca geminin boş su hattının altında kalacak şekilde yerleştirilmelidir.

Böyle bir tertipleme mümkün değilse, bu takdirde, pompalar kendinden emici tipte olmalı veya bir emici sisteme bağlanmış olmalıdır.

1.3.6 Makina dairesine tertiplenmiş yangın pompalarından en az bir tanesi, gereken suyu iki ayrı kinistin sandığından temin etmelidir.

Buz klaslı gemilerde, yangın pompalarına, buzu giderilmiş deniz suyu soğutma sisteminden bir emme bağlantısı yapılmalıdır.

1.3.7 Emercensi yangın pompaları için, 1.4'e bakınız.

1.3.8 Balast, sintine ve diğer deniz suyu basabilen yeterli kapasitedeki pompalardan en az bir tanesi, yalnızca yangına karşı kullanılmak amacıyla tertiplenebiliyorsa, yangın pompası olarak kullanılabilir.

1.3.9 Santrifüj pompalar, kapanabilir geri döndürmez valflerle veya kapama valfi ile geri döndürmez valf bir arada olarak, ana yangın söndürme devresine bağlanmalıdır.

1.3.10 1000 GRT'a eşit veya daha büyük yolcu gemilerinde, üst binalar içinde bulunan su ile yangın söndürme cihazları, nozul ağzında şart koşulan basıncı, en az bir su jeti için, derhal temin edecek şekilde, tertiplenmelidir.

Kesintisiz olarak suyun temini, yangın pompalarından belirli birisinin, otomatik olarak harekete geçmesiyle sağlanmalıdır.

1.3.11 1000 GRT'dan daha küçük yolcu gemilerinde, yangın söndürme suyunun derhal temin edilmesi, 1.3.10 veya 1.3.12'ye göre sağlanacaktır.

1.3.12 "AUT" ek klas işareti alan gemilerde en az bir yangın söndürme pompası, köprüden ve varsa merkezi yangın kontrol istasyonundan uzaktan kumanda ile harekete geçirilebilmelidir.

Deniz suyu girişinden ana yangın söndürme devrelerine kadar ilgili valfler, yukarıda adı geçen mahallerden uzaktan kumanda edilebilmelidir. Alternatif olarak yerinde çalıştırılan valfler kullanılabilir. Bu valfler sürekli açık tutulacak ve bu bir uyarı levhası ile belirtilecektir. Örneğin ;

"Valfler sürekli açık tutulacaktır"

1.3.13 500 GRT ve daha büyük yük gemilerinde ve yolcu gemilerinde yangın pompaları farklı bölmelerde yer alıyorsa, en az bir yangın pompası, 1.4'de emercensi yangın pompaları için belirtilen tüm istekleri (yani bağımsız güç ve su beslemesi, vb.) 1.4.1'in ilk cümlesi hariç olmak üzere, karşılamalıdır.

1.4 Emercensi yangın pompaları

1.4.1 Emercensi yangın pompaları, ana yangın pompaları için istenen toplam söndürme suyu kapasitesinin en az %40'ını temin edebilmelidir. 1000 GRT'dan küçük yolcu gemilerinde ve 2000 GRT ve üzeri yük gemilerinde pompaların kapasiteleri 25 m^3/h'den daha az olamaz, 2000 GRT'dan küçük yük gemilerinde pompaların kapasiteleri 15 m^3/h'den daha az olamaz.

Yalnızca kendinden emişli pompalar kullanılabilir

1.4.2 Emercensi yangın pompası, suyu aynı anda iki hortum bağlantı yerinden (hidrant) Tablo 18.3'de öngörülen basınçta olmak üzere, geminin her yerine verebilmelidir (2.2.1'e bakınız).

1.4.3 Emercensi yangın pompalarının çalışması için gerekli gücü ve suyu sağlayan tüm tertibat, ana yangın pompalarının yerleştirildiği mahalden bağımsız olmalıdır.

Yük gemilerinde, pompanın ve tahrik ünitesinin konduğu mahal(ler)de bakım ve muayene işlemleri için uygun bir alan bulunmalıdır.

Emercensi yangın pompasının elektrik kabloları, ana yangın pompalarını ve bunların güç kaynağını / kaynaklarını ve tahrik motorunu / motorlarını içeren makina mahallerinden geçemez.

Emercensi yangın pompasının elektrik kabloları, diğer yangın riski yüksek alanlardan geçiyorsa, bunlar yangına dayanıklı tipte olacaktır.

1.4.4 Emercensi yangın pompalarının çalıştırılması için belirlenmiş olan yakıt miktarı, en az 18 saat anma yükü için yeterli olmalıdır.

Emercensi yangın pompası için belirlenmiş yakıt tankı, tankın tekrar doldurulmasını gerektirmeden pompanın en az ilk 6 saat çalışmasını sağlayacak şekilde, yeterli yakıt içermelidir. 5000 GRT'dan küçük yük gemileri için, yukarda belirtilen süre, 3 saate indirilebilir.

1.4.5 Emercensi yangın pompası ile buna ait güç kaynağının bulunduğu yer, Kategori A **(9)** olan makina mahallerine veya ana yangın pompasının yerleştirildiği yere doğrudan bitişik olmamalıdır.

Bu mümkün olamıyorsa, mahaller arasındaki sınır bir perdeden fazla olamaz. Girintiler minimum sayıda olmalıdır ve mahaller arasındaki kapılar hava tamponu olarak dizayn edilmelidir. Makina mahallerine açılan kapılar A-60 standardında olacaktır.

Perdelerin yalıtımı, kontrol istasyonlarından istenilen yalıtım değerlerine uygun olarak yapılmalıdır (Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 21).

Emercensi yangın pompasının bulunduğu mahallerin tek girişi, kategori A **(9)** olan makina dairesinin veya ana yangın pompalarının bulunduğu mahallin bitişiğindeki bir mahalden geçiyorsa, bu mahal ile kategori A makina dairesi veya ana yangın mahallini ayıran bölmenin A-60 olması istenir.

1.4.6 Emercensi yangın pompaları, geminin çalışması esnasında meydana gelebilen tüm trimli, meyilli durumlarda ve geminin yaptığı yalpa ve baş kıç vurma hareketlerinde, söndürme suyunun öngörülen miktarda ve basınçta sağlanabileceği bir konumda, yerleştirilmiş olmalıdır.

Eğer emercensi yangın pompası, geminin boş durumundaki su hattının üzerinde yer alıyorsa, pompanın net pozitif emme yüksekliği, tesisin net pozitif emme yüksekliğinin yaklaşık 1 m. altında olmalıdır **(11)**.

Gemiye montajdan sonra, gerekli kapasitenin doğrulanması için bir performans testi yapılacaktır. Mümkünse test, emme konumunda, en düşük seyir draftında yapılacaktır.

(11) ***TL*** *Additional Rules for the Design, Construction and Testing of Pumps ve IMO MSC.1/Circ.1388, "Unified Interpretation of Chapter 12 of the International Code for Fire Safety Systems (FSS Code)" referans olarak verilir.*

1.4.7 Denizden emme bağlantısı mümkün olduğu kadar derine yerleştirilmeli ve pompanın emme devreleri ve basma devreleri ile birlikte ana yangın söndürme pompa mahallinin dışına yerleştirilmelidir.

İstisnai durumlarda, kısa boylu emme ve basma devrelerinin, ana yangın pompalarının bulunduğu mahale, boruların çelik muhafazaları içine konulması koşulu ile yerleştirilmesine müsaade edilir. Çelik muhafazalara alternatif olarak borular Bölüm 16, Tablo 16.23, sütun B'ye göre kalın etli olabilir. Bununla beraber 11 mm. den az olmamalı, tamamıyla kaynaklı olmalı ve A-60 standardına eşdeğer olarak yangına karşı yalıtılmalıdır **(12)**.

Başka türlü tertibi pratik olarak mümkün olmayan emme bağlantısı, kategori A olan makina dairesine yerleştirilebilir. Bu durumda emme boruları mümkün olduğu kadar kısa olmalı ve valfe, emercensi yangın pompasının yakınındaki bir yerden, uzaktan kumanda edilebilmelidir.

1.4.8 Deniz valfi, devamlı olarak açık tutulacak ve uygun bir işarete sahip olacaktır (1.3.12'ye bakınız). Deniz valflerinin çalıştırılma yerleri pompaya yakın, uzaktan kumandalı pompalarda ise, pompa çalıştırma yerine yakın tertiplenmelidir.

Kinistin sandığının kullanıma hazır hale gelmesi için, Bölüm 16, I.1.4 ve I.1.5'te belirtilen gereklilikler yerine getirilmelidir.

1.4.9 Makina mahalli koruması için sabit sulu yangın söndürme sistemi var ve sistem sabit emercensi yangın pompası ile besleniyor ise, emercensi yangın pompası kapasitesi gerekli basınçta ve iki su jeti sabit yangın söndürme sistemi beslemesine eşit olmalıdır **(13).**

1.4.10 Emercensi yangın pompasının bulunduğu bölmedeki havalandırma tesisatı, makina dairesinde çıkan bir yangın sonucu oluşan duman gazlarını emmeyecek yapıda olmalıdır. Cebri havalandırma öngörülüyorsa bu, emercensi elektrik güç kaynağına bağlanmalıdır.

(12) *IACS Unified Interpretation SC 245 Corr.1 referans olarak verilir.*

(13) *IACS Unified Interpretation SC 163 referans olarak verilir.*

1.4.11 Emercensi yangın pompasının dizel tahrikli olması durumunda, 0°C'a kadar el manivelası ile çalıştırılabilmelidir.

Buna olanak yoksa veya daha düşük sıcaklıklar söz konusu ise; mahal ısıtması veya soğutma suyu veya yağının ısıtılması gibi uygun ısıtma donanımlarının sağlanmasına dikkat edilecektir.

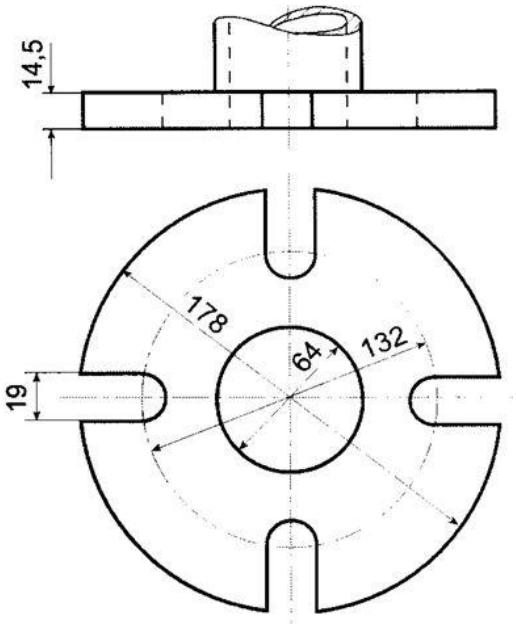
Eğer el manivelası ile start olanaksızsa, alternatif olarak bağımsız güç tahrikli (basınçlı hava, elektrik, ya da depolanmış enerjinin diğer kaynakları, hidrolik güç ya da başlangıç kartuşunu içeren) start olanakları sağlanacaktır. Bu olanaklar; dizel makinasını 30 dakika içinde en az 6 kez çalıştırabilecek ve ilk 10 dakika içinde çalıştırılma sayısı en az 2 olacak şekilde olacaktır.

2. Yangın Söndürme Devreleri

2.1 Uluslararası yangın söndürme sahil bağlantısı

500 GRT ve daha büyük olan gemiler, sahilden geminin yangın söndürme sistemine su verebilen, en az bir adet bağlantı parçasıyla donatılmalıdır. Sahile bağlama flenci, Şekil 18.1'e göre ölçülendirilmelidir.

Geminin her iki yanından da, sahil bağlantısı mümkün olmalıdır.



Şekil 18.1 Uluslararası yangın söndürme sahil bağlantısı

2.2 Yangın söndürme devrelerinin tertiplenmesi

2.2.1 Bir emercensi yangın pompası bulundurulması öngörülen gemilerde veya yangın pompaları ayrı bölmelerde bulunan gemilerde, yangın söndürme devresinin yangın pompalarının bulundukları A kategori makina mahallindeki kısımları **(9)**, diğer yangın söndürme devresinden, kapatma valfleri vasıtasıyla ayrılabilmelidir. Kapatma valfleri, A kategori makina dairelerinin dışında ve her an yanına yaklaşılabilir bir yerde olmalıdır.

Kapatma valfleri kapalı durumda iken, ana yangın pompasının yerleştirilmiş olduğu makina dairesi dışındaki tüm hortum bağlama yerleri, söz konusu makina dairesinde bulunmayan bir pompa ile beslenebilmelidir. Makina dairesi içinde kullanılan boru donanımı, normalde bu amaç için kullanılmamalıdır.

Özel durumlarda, kısa boru devresi kısımları makina dairesi içinde, sabit, yeterli ve çelikten bir muhafaza içerisinde olmak üzere, döşenebilir.

A kategori makina mahalleri dışındaki diğer mahallerde yer alan yangın pompalarının boru devrelerine izolasyon gereklilikleri uygulanamaz.

Çelik muhafazaya alternatif olarak borular, Bölüm 16, Tablo 16.23, sütun B'ye göre kalın etli olabilir, ancak, 11 mm. den az olmamalı, tamamıyla kaynaklı olmalı ve A-60 standardına göre yalıtılmalıdır.

2.2.2 4000 GRT ve daha büyük yolcu gemilerinde yangın söndürme boru donanımı, ayırıcı valflerle donatılmış olarak bir ring sistemi oluşturacak şekilde, tertip edilmelidir.

2.2.3 Yangın söndürme boru devreleri, boru içindeki suyu boşaltma tertipleriyle donatılmalıdır.

2.2.4 Yangın söndürme boru devrelerinin loçayı yıkama kolları, ana yangın pompası(ları)nın yakınından veya açık güverteden kapatılabilir olmalıdır. Yangın söndürme amacının dışında hizmet veren ve yalnız gerektiğinde kullanılan diğer bağlantı borularına, açık güverteden kapatılması halinde müsaade edilebilir. Kapatma cihazlarında, personelin kullanımından sonra kapatması için uyarı levhaları bulunmalıdır. Alternatif olarak, yukarıda bahsi geçen branş boruları elektrik kontrollü kapama cihazları ile teçhiz edilebilir. Bu durumda, ilgili uzaktan kumandalar, makina kontrol odası veya yangın kontrol istasyonu gibi merkezi bir yere yerleştirilmelidir.

2.2.5 Tankerlerde yangın boru devresi, kıç kasara önünde muhafazalı ve tank güvertesi üzerindeki bir yerde, 40 m. yi geçmeyen aralıklarla, kapatma valfleri ile donatılmalıdır.

2.2.6 Soğuk iklimlerde, geminin çalışması sırasında donma olasılığı bulunan boru devresi kısımlarında, sürekli basınç temini için gerekli önlemler alınacaktır.

2.2.7 Yangın pompası, sistemde kullanılan boruların, hidrantların ve hortumların dizayn basıncını aşan bir basınç oluşturabilir ise yangın pompaları ile birlikte rilif valfleri teçhiz edilmelidir.

2.3 Yangın devresi dizaynı

2.3.1 Ana yangın söndürme boru devresinin boyutlandırılması için, bir başvuru değeri olarak, aşağıda verilenler geçerlidir:

$d_F = 0{,}8 \cdot d_H$

d_F = Ana yangın söndürme boru devresinin iç çapı,

d_H = Bölüm 16, N.2'ye göre, ana sintine borusunun hesapla bulunan teorik çapı,

d_{Fmin} = 50 mm.

Boru et kalınlığı için, Bölüm 16, Tablo 16.7'ye bakınız (deniz suyu boruları).

2.3.2 d_F çapının, yolcu gemilerinde 175 mm. den ve yük gemilerinde ise, 130 mm. den daha büyük olmasına gerek yoktur.

2.3.3 Tüm yangın söndürme boru devreleri, yangın pompasının müsaade edilen en yüksek çalışma basıncı için veya en az 10 bar'lık bir çalışma basıncı için, ölçülendirilmelidir.

2.3.4 Birbirine komşu iki hortum bağlantı yerinden aynı anda suyun temin edilmesi halinde,

nozuldaki püskürtme suyu basıncı geminin her yerinde, Tablo 18.3'de verilen değerlerin altında olmamalıdır. Sıvılaştırılmış gaz tankerlerinde, bu istek nozullarındaki 0,50 N/mm^2'lik minimum basınçla karşılanacaktır (Kısım 10 – Sıvılaştırılmış Gaz Tankerleri, Bölüm 11'e bakınız).

Tablo 18.3 Nozullardaki basınç

Geminin tipi	GRT	Nozuldaki basınç [N/mm^2]
Yük gemileri	< 6000 ≥ 6000	0,25 0,27
Yolcu gemileri	< 4000 ≥ 4000	0,30 0,40

2.4 Hortum bağlantı yerleri (hidrant)

2.4.1 Gemide hortum bağlantı yerleri, aynı anda iki yangın nozulu ile birlikte aşağıda belirtilen yerlere ulaşılabilecek şekilde yerleştirilmiş olmalıdır. Nozullardan birindeki hortum boyu tek olacaktır.

- Seyir esnasında yolcu ve mürettebatın normal olarak bulunabileceği herhangi bir yer,

- Boş kargo yerlerinin herhangi bir tarafı,

Ro-ro mahalleri veya araç mahallerinde, iki nozuldan, her biri bir hortum boyunda olmak üzere suyun her yere erişmesi mümkün olmalıdır.

Yolcu gemilerinin yaşam ve servis mahallerinde ve makina dairelerinde su geçirmez kapılar ve ana düşey yangın bölmesini sınırlayan bütün kapılar kapalı iken, bu mahallin her yerine en az iki nozulla, bir tanesi bir hortum boyunda olmak üzere, su gönderilebilmelidir.

2.4.2 Güvertede taşınan kargolar göz önünde bulundurularak, hortum bağlantı yerleri bunlara ulaşılabilecek şekilde tertiplenmelidir. Hortum bağlantı yerleri, mahallerin giriş yerlerine yakın olarak düzenlenmelidir. Tehlikeli maddelerin taşınmasında kullanılan kargo bölümleri için, ayrıca alt Bölüm P ve Q'deki istekler dikkate alınmalıdır.

2.4.3 Makina ve kazan dairelerindeki hortum bağlantı yerleri:

Hortum bağlantı yerlerinin sayısı ve tertiplenme yerleri 2.4.1'e göre olmalıdır. 500 GRT'un altındaki gemilerde tek hortum bağlantı yeri yeterlidir. Hortum bağlantı yerleri, geminin iki tarafında panyol sacları üzerinde olmak üzere tertiplenmeli ve kolaylıkla ulaşılabilir olmalıdır. Hortum bağlantı yerlerinden biri, makina dairesi emercensi çıkışının en alttaki girişinin yakınına tertiplenmelidir.

2.4.4 Yolcu gemilerinin makina dairelerini alttan sınırlayan ve bir kaçış yolu olarak yararlanılması düşünülen mahallerde (örneğin; şaft tüneli), ayrıca iki adet hortum bağlantı yeri yer almalıdır.

2.5 Yangın hortumları

2.5.1 Yangın hortumları bozulmayan malze-meden yapılmalıdır.

2.5.2 Yangın hortumları en az 10 m. boyunda olacak, ancak aşağıda belirtilenlerden uzun olmayacaktır:

.1 Makina mahallerinde 15 m.

.2 Diğer mahallerde ve açık güvertelerde 20 m.

.3 Maksimum genişliği 30 m. yi geçen gemilerdeki açık güvertelerde 25 m.

Her hortum onaylı tipte kaplinlerle, bir nozul ve bir kaplin anahtarı ile donatılmalıdır. Yangın hortumları, nozulları takılı olarak, hortum bağlantı yerine yakın ve her zaman yanına kolaylıkla yaklaşılabilen yerlerde bulunmalıdır. Alüminyum alaşımları yangın hortum kaplinleri ve nozullarında kullanılabilir (petrol ve kimyasal tankerlerin açık güvertelerinde kullanılamaz).

2.5.3 Yolcu gemilerinde öngörülen her hortum bağlantı yeri için, nozullu bir yangın hortumu bulunmalıdır.

36'dan fazla yolcu taşıyan gemilerde, üst binalar içindeki hortum bağlantı yerlerinde, hortumlar sürekli bağlı olarak tutulmalıdır.

2.5.4 1000 GRT ve daha büyük yük gemileri, her 30 m. gemi boyu için bir adet nozullu yangın hortumu ve

buna ek olarak, ayrıca bir yangın hortumu ile donatılmalıdır. Ancak toplam hortum sayısı 5'ten daha az olamaz. İlave olarak, makina ve kazan dairelerinde gerekli ikinci her hidrant için nozullu yangın hortumu bulundurulmalıdır.

2.5.5 500 ila 1000 GRT arasındaki yük gemileri, en az beş adet yangın söndürme hortumu ile donatılmalıdır.

2.5.6 500 GRT'un altındaki yük gemileri, en az üç adet yangın söndürme hortumu ile donatılmalıdır.

2.5.7 Alt Bölüm P ve Q'ye göre tehlikeli yükleri taşıyan gemilerde, ilave olarak 3 hortum ve nozul bulunacaktır.

2.6 Nozullar

2.6.1 Yalnızca kapaması olan çift amaçlı (sprey/jet) nozullar kullanılmalıdır.

2.6.2 Nozul çapları 12, 16 ve 19 mm. veya bu ölçülere mümkün olduğu kadar yakın olmalıdır.

Yaşam ve servis mahallerinde 12 mm. çapında bir nozul yeterlidir.

Makina dairelerinde ve açık güvertede nozul çapı, en küçük yangın pompasının öngörülen basınçta mümkün olabilen en fazla su miktarını verebilecek şekilde seçilmelidir. 19 mm. nozul çapı yeterlidir.

Plastik tipi malzemeden yapılmış yangın hortum nozulları, örneğin; polikarbonat, dökümante edilen kapasite ve işletilebilirlik ile kabul edilir ve nozullar deniz ortamına uygun bulunur.

F. Taşınabilir veya Arabalı Yangın Söndürücüler, Taşınabilir Köpük ve Su Sisi Aplikatörleri

1. Söndürücü Madde, Şarj Ağırlığı, Yangın Sınıfları ve Yedek Dolum

1.1 Yangın söndürücülerin söndürme malzemesi, muhtemel yangın sınıfına uygun olmalıdır (Tablo 18.4'e bakınız).

Zehirli söndürücü maddeler ve zehirli gaz meydana getirebilen söndürücü maddeler kullanılamaz.

CO_2'li yangın söndürücüler yaşam mahallerinde, suyla söndürücüler ise makina dairelerinde kullanılamaz.

1.2 Yangın söndürücüler, tanınmış bir standarda göre onaylanmalıdır.

Bunların, işletim gerilimi >1 kV olan elektrik donanımının bulunduğu alanlarda kullanımı halinde, uygunlukları araştırılmalıdır.

1.3 Taşınabilir tozlu veya gazlı yangın söndürücülerin şarj ağırlıkları, en az 5 kg. ve köpük ve suyla yangın söndürücüler en az 9 ℓ. olmalıdır.

Kullanılmaya hazır durumdaki taşınabilir bir yangın söndürücünün maksimum ağırlığı, 23 kg. ı geçmemelidir.

1.4 Arabalı yangın söndürücüler, standart olarak, 50 kg. söndürme tozunu veya 45 veya 135 litre köpük maddesini içerecek şekilde yapılmalıdır.

Yalnızca, kuru tozlu söndürme cihazlarının kullanılması tavsiye edilir.

1.5 Gemide yeniden dolumu yapılabilen yangın söndürücüler için aşağıda belirtilen yedek dolum olanakları sağlanmalıdır:

- Her tipten, ilk 10 söndürücü için %100,
- Her tipten kalan söndürücüler için %50 (Toplam sayı 60'dan fazla olmamak üzere -artıklar tam sayıya yuvarlatılarak-).

1.6 Gemide yeniden dolumu yapılamayan yangın söndürücüler için, aynı tip ve kapasitede ilave taşınabilir söndürücüler bulunacaktır. Bunların sayısı 1.5'e göre belirlenecektir.

1.7 Taşınabilir köpük aplikatöleri

1.7.1 Taşınabilir köpük aplikatör ünitesi, en az 20

litre onaylı köpük konsantrasyonu **(14)** içeren iki taşınabilir tank ile birlikte ana yangın hattına yangın hortumu ile bağlanabilen köpük nozul/branş borusundan (ya kendi kendine indüklenen tip yada ayrı bir indüktör ile kombinasyon halinde olan) meydana gelmektedir.

1.7.2 Nozul/branş borusu ve indüktör, ana yangın devresinde nominal basınçta en az 200 litre/dakika köpük çözeltisi akış hızında, yakıt kaynaklı bir yangını söndürmek için uygun efektif köpük üretebilecek yeterlilikte olmalıdır.

Tablo 18.4 Söndürücü malzemenin sınıflandırılması

Yangın sınıfı	Yanma Tehlikesi	Söndürme malzemesi
A	Organik esaslı yanıcı katı malzeme (örneğin; ağaç, kömür, fiberglas, kauçuk ve bazı plastikler)	Su, kuru toz /kuru kimyasal, köpük
B	Alev alan sıvılar (örneğin; yağlar, katranlar, petrol, gres ve yağ esaslı boyalar)	Kuru toz/kuru kimyasal, köpük, karbondioksit
C	Yanıcı gazlar (örneğin; asetilen, propan)	Kuru toz/ kuru kimyasal
D	Yanıcı metaller (örneğin; magnezyum, sodyum, titanyum ve lityum)	Özel kuru toz veya kuru kimyasal (metal)
F(K)	Kızartma yağları, gresler veya yağlar	Yaş kimyasal
-	Elektrik donanımı	Karbondioksit, kuru toz/kuru kimyasal

2. Sayıları ve Yerleri

2.1 Genel

2.1.1 Taşınabilir yangın söndürücülerinden biri, dizayn edildiği mahallin girişine yerleştirilir. Dinlenme yerleri ve atölyelerde kalan taşınabilir yangın söndürücülerin ana girişlere ve çıkışlara veya yakınlarına konması tavsiye edilir.

Eğer bir mahal mürettebatsız iken kilitli tutuluyor ise, o mahal için gerekli taşınabilir yangın söndürücüler içeride veya dışarıda bulundurulabilir.

2.1.2 Taşınabilir yangın söndürücüler, elektrik tesisatındaki yangınlar için uygun değilse, bu amaçla ek yangın söndürücüler öngörülmelidir. Bu tip yangın söndürücülerde, müsaade edilen en yüksek gerilim ve söndürme esnasında gereken en yakın kullanma mesafesi belirtilmelidir.

2.2 Taşınabilir yangın söndürücüler

Taşınabilir yangın söndürücülerin minimum sayısı ve dağılımı, ilgili mahaldeki yangın tehlikesi göz önünde bulundurularak Tablo 18.5'e göre seçilmelidir **(15)**. Tabloda gösterilen taşınabilir yangın söndürücülerinin sınıfları sadece referans olarak verilmektedir.

2.3 Arabalı yangın söndürücüler, taşınabilir köpük aplikatörleri ve su sisi aplikatörleri

Makina dairelerinde ve özel kategori mahallerde maksada göre taşınabilir yangın söndürücüler, arabalı yangın söndürücüler, taşınabilir köpük aplikatörü üniteleri ve su sisi aplikatörleri kullanılır; bunlar aşağıda belirtilmiştir.

2.3.1 İçten yanmalı makinaların (16) bulunduğu kategori A (9) makina daireleri

Aşağıdakiler bulunmalıdır:

- 50 kg. kuru toz veya 45 ℓ köpük içeren arabalı yangın söndürücü, söndürme maddesini yakıt sistemlerinin, basınç altında olan yağlama yağı sistemlerinin, dişlilerin ve diğer yangın tehlikesi olan her noktaya doğrudan gönderilebilecek şekilde yerleştirilir;

(14) *IMO MSC.1/Circ.1312 referans olarak verilir.*

(15) *IMO Res.A.951(23) "Improved Guidelines for Marine Portable Fire Extinguishing" referans olarak verilir.*

(16) *Sadece bilgi için MSC/Circ. 1120, değiştirilmiş haliyle, " Regulation 10.5: Number of Systems, Appliances, and Extinguishers Required in Machinery Spaces" veya IACS Unified Interpretation UI SC30'ya bakınız.*

- En az bir adet taşınabilir köpük aplikatörü ünitesi.

- Yük gemilerinde küçük mahaller için (örneğin; emercensi dizel jeneratör dairesi), yukarıda listelenen ekipmanlar o mahallerin dışında giriş kısmında düzenlenebilir.

2.3.2 Yakıt yakan kazanların (16) bulunduğu kategori A (9) makina daireleri

En az aşağıdakiler bulunmalıdır:

- Her kazan dairesi için 50 kg. lık iki adet kuru toz veya 135 litre köpük içeren bir adet arabalı yangın söndürücü. Yangın söndürücüler kazan dairesinin her yerine erişebilmesini sağlayacak yeterli uzunlukta hortum ve dolabı ile donatılmalıdır. Gücü 175 kW'dan az olan ısıtma kazanları için bir taşınabilir yangın söndürücü yeterlidir,

- İçinde en az 0,1 m^3 kum veya soda ile emprenye edilmiş talaş bulunan bir kap veya alternatif olarak, ilave bir seyyar söndürücü,

- En az bir adet seyyar köpük aplikatör ünitesi.

2.3.3 Buhar türbinlerinin veya kapalı buhar makinalarının bulunduğu makina daireleri

Geminin sevki veya başka amaçla kullanılan gücü 375 kW ve daha fazla olan buhar türbinlerinin veya kapalı buhar makinalarının bulunduğu mahallerde 50 kg. kuru toz veya 45 ℓ. köpük içeren arabalı yangın söndürücü, söndürme maddesini türbinlerin, makinaların veya ilgili dişlilerin basınçla yağlanan kısımlarının muhafazalarının, basınç altındaki yağlama yağı sistemlerinin her yerine ve yangın tehlikesi olan diğer yerlere doğrudan gönderebilecek şekilde yerleştirilir. Makina dairesi Tablo 18.1'e göre sabit bir yangın söndürme sistemi ile korunuyorsa bu istekler uygulanmaz.

2.3.4 Yolcu gemilerinde kategori A (9) makina daireleri

36'dan fazla yolcu taşıyan yolcu gemilerinde 2.2 ve 2.3.1 - 2.3.3'de kategori A makina daireleri için istenilen yangın söndürme donatımına ek olarak en az iki su sisi aplikatörü bulundurulmalıdır.

2.3.5 Küçük gemilerde makina daireleri

500 GRT'dan küçük gemilerde, 2.3.1 ÷ 2.3.4'de belirtilen makina mahallerinin, bu mahallerde sabit yangın söndürme sistemi bulunmadıkça, arabalı yangın söndürücü ve taşınabilir köpük aplikatörü ile donatılması gereklidir.

2.3.6 Yolcu gemilerindeki özel yerler ve ro-ro mahalleri

Her mahalde bir adet taşınabilir köpük aplikatörü ve üç adet su sisi aplikatörü yer almalıdır. Toplam olarak, en az iki adet taşınabilir köpük aplikatörü hazır bulundurulmalıdır.

G. Yüksek Basınçlı CO_2 Yangın Söndürme Sistemleri

1. Gereken CO_2 Miktarının Hesaplanması

Gerekli CO_2 miktarının hesabı, 1 kg. CO_2 için 0,56 m^3 gaz hacmi alınarak yapılır.

Bir veya daha çok ayrı ayrı boğdurulabilen mahallerin CO_2 sistemine bağlanmasında gerekli olan toplam CO_2 miktarı, bu mahallerden bir tanesi için istenilen en büyük miktardan fazla olması gerekmez. Sistem uygun bir mahalin içine maddeyi doğrudan yerleştirmiş, normal halde kapalı durumda olan kontrol valfleri ile donatılmalıdır.

En azından A-0 sınıfı bölme ile ayrılmamış bağımsız havalandırma sistemlerine sahip bitişik mahaller, aynı mahal olarak düşünülmelidir.

1.1 Makina, kazan ve kargo pompası mahalleri

1.1.1 İçten yanmalı motorların, kazanların veya diğer yakıt yakma teçhizatının bulunduğu mahaller, B.2.1'e göre seperatör mahalleri ve kargo pompası mahalleri için, gerekli olan minimum serbest gaz hacmi, aşağıda belirtilen hacimlerden büyüğüne eşit olmalıdır:

a) Yatay alanın, mahallin döşek üstü seviyesindeki taban alanının %40'ına düştüğü seviyeye kadar olan, üst bölüm (makina dairesi kaportası vb. gibi) hacimleri de dahil olmak üzere, en büyük mahallin brüt hacminin %40'ı;

Tablo 18.5 Değişik tipteki mahallerde taşınabilir yangın söndürücülerin minimum sayısı ve dağılımı

	Mahalin tipi	Minimum söndürücü sayısı	Söndürücü(lerin) sınıf(lar)ı
Yaşam mahalleri	Genel mahaller	250 m^2 güverte alanı başına veya kesri 1 tane	A
	Koridorlar	Her güverte ve ana düşey bölge içerisinde söndürücülere ulaşma mesafesi 25 m'yi aşmamalıdır	A
	Merdivenler	0	
	Tuvaletler, kabinler, ofisler, içerisinde yemek yapma teçhizatları içermeyen büfeler	0	
	Hastane	1	A
Servis mahalleri	Çamaşırhane, kurutma odaları, yemek yapma teçhizatları içeren büfeler	1 **(2)**	A veya B
	Dolaplar ve mağazalar (4 m^2 veya üzeri güverte alanına sahip), posta ve bagaj odaları, atölyeler (makina mahallerinin, mutfakların parçası olmayan)	1 **(2)**	B
	Kuzineler	Yağlı derin kızartıcıların bulunduğu mutfaklar için 1 adet sınıf B ve 1 adet ilave sınıf F veya K	B, F veya K
	Dolaplar ve depolar (4 m^2 den az güverte alanı olan)	0	
	Boya mağazaları ve yanıcı sıvıların depolandığı diğer mahaller	Bölüm 18, M.1 ile uyumlu olarak	
Kontrol istasyonları	Kontrol istasyonları (kaptan köşkü hariç), örneğin; akü odası (CO_2 odası ve köpük odası hariç)	1	A veya C
	Kaptan köşkü	2 adet, eğer kaptan köşkü 50 m^2 den az ise sadece 1 adet söndürücü gereklidir **(3)**	A veya C
Kategori A makina mahalleri	İçten yanmalı makinaları içeren mahaller	Mahalin hiçbir noktası, söndürücüden yürüme mesafesi olarak 10 m den fazla olmayacak **(6)**	B
	Akaryakıtlı kazanları içeren mahaller	Her yanma mahali için 2 adet	B
	Buhar türbinleri veya kapalı buhar makinalarını içeren mahaller	Mahalin hiçbir noktası, söndürücüden yürüme mesafesi olarak 10 m den fazla olmayacak **(6)**	B
	Sevk makinası için merkezi kontrol istasyonu	1 adet, ve ana dağıtım panolarının merkez kontrol istasyonunda düzenlendiği durumlarda elektrik yangınlarına uygun ilave 1 adet söndürücü	A ve/veya C
	Ana dağıtım panolarının civarı	2	C
	Atölyeler	1	A veya B
	Akaryakıtlı inert gaz jeneratörleri, insineratörler ve atık yok etme ünitelerinin bulunduğu kapalı mahaller	2	B
	Yakıt seperatörlerinin bulunduğu kapalı oda	0	
	Periyodik olarak adamsız kalabilen kategori A makina mahalleri	Her girişte 1 tane **(1)**	B
Diğer mahaller	Makina mahallerinin parçası olan atölyeler	1	B veya C
	Diğer makina mahalleri (yardımcı mahaller, elektrikli ekipman mahalleri, telefon santral odaları, klima mahalleri ve diğer benzer mahaller)	1 **(7)**	B veya C
	Açık güverte	0 **(4)**	B
	Ro-ro mahalleri ve araç mahalleri	Mahalin hiçbir noktası, her güverte seviyesinde söndürücüden yürüme mesafesi olarak 20 m den fazla olmayacak **(4) (5)**	B
	Kargo mahalleri	0 **(4)**	B
	Kargo pompa dairesi ve gaz kompresör odası	2	B veya C
	Helikopter güverteleri	Bölüm 18, O.1 ile uyumlu olarak	B

Tablo 18.5 Değişik tipteki mahallerde taşınabilir yangın söndürücülerin minimum sayısı ve dağılımı (devam ediyor)

(1)	*Küçük bir mahal için gerekli olan taşınabilir yangın söndürücü, o mahalin dışında ve girişine yakın bir yere konulabilir.*
(2)	*Servis mahalleri için, küçük mahallerin dışına veya o mahalin girişine yakın bir yerde konumlandırılmış taşınabilir yangın söndürücü, yerleştirildiği mahalle ait isteklerin bir parçası olarak da değerlendirilebilir.*
(3)	*Eğer kaptan köşkü harita odasına bitişikse ve harita odasına doğrudan giriş imkanı tanıyan bir kapı varsa, harita odasında ilave yangın söndürücüye gerek yoktur. Benzer uygulama, yolcu gemilerinde kaptan köşkü sınırları içinde yer alan emniyet merkezlerine de uygulanır.*
(4)	*Tehlikeli yüklerin açık güvertede, açık ro/ro mahallerinde, araç mahallerinde ve kargo mahallerinde taşındığında, toplam kapasitesi 12 kg kuru tozdan daha az olmayan taşınabilir yangın söndürücüler gereklidir, Bölüm 18, P.9'a bakınız. Tankerlerde, açık güvertede, her biri yeterli kapasitede olan 2 adet taşınabilir söndürücü bulunmalıdır.*
(5)	*Eğer depolarında kendi sevki için yakıt taşıyan motorlu taşıtlar açık veya kapalı konteynerlerde taşınıyorsa, konteyner gemilerinin kargo ambarlarında taşınabilir yangın söndürücülere gerek yoktur.*
(6)	*Akaryakıtlı kazanlar için gereken taşınabilir yangın söndürücüler hesaba katılabilir.*
(7)	*Bu mahallerin dışında 10 m yürüme mesafesinden daha uzağa yerleştirilmemiş taşınabilir yangın söndürücüler, (örneğin; koridorlarda), bu gerekliliği karşılamış olarak kabul edilebilir.*

b) En büyük mahallin, kaporta benzeri üst bölüm hacimlerinin de dahil olduğu, toplam hacminin %35'i.

1.1.2 2000 GRT'un altındaki yük gemilerinde, 1.1.1 (a) ve (b)'de belirtilen yüzde miktarları, %35 ve %30'a indirilebilir.

1.1.3 Kimyasal tankerlerin kargo pompası, sıvı gaz tankerlerinin kompresör ve kargo pompası mahalleri için gerekli olan serbest gaz hacmi, mahalin brüt hacminin %45'i alınarak hesaplanır.

1.1.4 Kaportası olmayan makina mahalleri (örneğin; çöp yakma veya inert gaz jeneratör mahalleri) için gerekli serbest gaz hacmi mahallin brüt hacminin %35'i olarak hesaplanır.

1.1.5 Eğer içinde kazanlar veya içten yanmalı motorlar bulunan iki veya daha fazla mahal, birbirlerinden tam olarak ayrılmamışlarsa, CO_2 miktarının belirlenmesinde, bu mahaller tek bir mahal olarak ele alınır.

1.1.6 Serbest hava hacmine dönüştürülen start havası tüplerinin hacmi, gerekli yangın söndürücü maddenin miktarının hesaplanmasında, makina dairesi brüt hacmine eklenecektir. Alternatif olarak, emniyet valfinden sonra bir disçarç borusu konulabilir.

1.2 Kargo mahalleri

1.2.1 Kargo mahallerinde, kapanabilir en büyük kargo mahallinin brüt hacminin, en az %30'unu doldurabilen miktarda, CO_2 bulunmalıdır. Brüt hacimhesabında, iç dipten, ambar ağızları dahil olmak üzere, açık güverteye kadar olan mesafe ile, dış kaplamalar veya kargo mahallerini sınırlandıran diğer düşey kısımlar göz önünde tutulur.

1.2.2 Eğer bir konteyner kargo ambarı, kısmen su geçmez ambar kapağı ile teçhiz edilmişse, kargo mahalli için gerekli CO_2 miktarı, aşağıdaki formüllerden uygun olanına göre arttırılacaktır:

$$CO_{2\ \%30}^{INC} = 60 \cdot A_T \cdot \sqrt{\frac{B}{2}}$$

$$CO_{2\ \%45}^{INC} = 4 \cdot A_T \cdot \sqrt{\frac{B}{2}}$$

$CO_{2\ \%30}^{INC}$ = Depolarında kendi sevkleri için yakıt bulunan taşıtların taşınması öngörülmeyen kargo mahallari için CO_2 miktarı arttırımı [kg]

$CO_{2\ \%45}^{INC}$ = Depolarında kendi sevkleri için yakıt bulunan taşıtların taşınması öngörülen kargo mahallari için CO_2 miktarı arttırımı [kg]

A_T = Ambar kapaklarında dizaynla ilgili aralıkların toplam maksimum alanı [m^2]

B = CO_2 sistemi ile korunan kargo mahalli genişliği [m]

Su geçmez aralık 50 mm'yi geçmemelidir.

1.2.3 Yalnız kömür, maden cevheri, tahıl, kereste, yanmaz kargo veya yangın tehlikesi çok az olan yükleri taşıyan gemi ambarları için bu kuralların dışında tutulmak üzere, yetkili ulusal mercilerle anlaşmaya varılmalıdır (UI SC 197'ye bakınız).

1.2.4 Depoları kısmen dolu olan motorlu araçlar taşıyan gemilerin kargo mahalleri ile, kapalı ro-ro mahalleri için gereken CO_2 miktarı, kapalı en büyük kargo mahalline ait brüt hacmin, en az %45'ini doldurabilecek miktarda olmalıdır.

1.2.5 Posta odaları, gümrüklü malların konulduğu mağazalar ve bagaj mahallerinin de, CO_2'li yangın söndürme tesisatına bağlanmaları tavsiye edilir.

1.2.6 CO_2 sistemine bağlı olan kargo mahallerinin, geçici olarak yolcu taşıma mahallerine dönüştürülmesi veya kargo tankı olarak kullanılması hallerinde, CO_2 sistemi bağlantıları, sürgülü kör flençler ile sızdırmaz yapılabilmelidir.

1.3 Mahallerin aşırı basınca / basınç düşümüne karşı korunması

Bir mahalle CO_2 dolması durumunda, o mahalde aşırı basınç / basınç düşümü olmaması sağlanacaktır. Gerektiği taktirde basınç boşaltımı için düzenler sağlanacaktır.

2. CO_2 Tüpleri

2.1 Dizayn ve teçhizat

2.1.1 CO_2 tüplerinin malzemesi, üretimi, dizaynı ve denenmesi, Bölüm 14, G'de verilen kurallara uymalıdır.

2.1.2 CO_2 tüpleri normal olarak yalnızca, her 3 litre tüp kapasitesi için 2 kg. sıvı CO_2 olacak oranda doldurulur. Özel durumlarda, geminin seyir rotası göz önünde tutulmak suretiyle, daha yüksek doldurma oranlarına (her 4 litre hacim için 3 kg. CO_2) müsaade edilebilir.

2.1.3 Kazan, makina daireleri, kargo pompa mahalleri ve kompresör odaları için gerekli öngörülen tüpler, bu mahallerin boğdurulması için gerekli CO_2 hacimlerinin %85'ini iki dakika içinde sağlayabilen grubu serbest bırakan çabuk açma valfleri ile donatılmalıdır. Bu gereklilikler uygun hesaplamalar ile kontrol edilebilir.

Grup olarak serbest bırakmayı sağlayan çabuk açma valfli tüplerin gerektiği, 3.5'te belirtilen durumlar ve soğutulmuş konteynırların taşındığı kargo mahalleri dışında, kargo mahallerinin boğdurulması için öngörülen tüplerin her biri sadece, kendilerine ait birer serbest bırakma valfleri ile donatılmalıdır.

Depolarında yakıt bulunan motorlu araçların taşındığı yük mahalleri ve ro-ro mahalleri için öngörülen CO_2 tüpleri, bu mahallerin boğdurulması için belirlenen CO_2 hacimlerinin 2/3'ünü, 10 dakika içerisinde sağlayabilen grubu serbest bırakan çabuk açma valfleri ile donatılmalıdır.

Konteyner ve genel kargo mahalleri (öncelikle ayrı ayrı emniyete alınmış veya paketlenmiş yüklerin taşınması için planlanmıştır) için sabit borulama sistemi, gazın en az üçte ikisini 10 dakika içinde mahale doldurabilecek şekilde olmalıdır. Katı dökme yük mahalleri için sabit borulama sistemi, gazın en az üçte ikisini 20 dakika içinde mahale doldurabilecek şekilde olmalıdır. Sistem kontrolleri gazın üçte biri, üçte ikisi ya da ambarın yükleme durumuna göre doldurulacak gazın tamamını sağlayacak şekilde düzenlenir.

2.1.4 Tüp valfleri, tanınmış bir kuruluş tarafından onaylanmalı ve bir aşırı basınç emniyet tertibatıyla donatılmalıdır.

2.1.5 Sifonlar tüp valflerine emniyetle bağlanmalıdır.

2.2 CO_2 tüplerinin yerleştirilmesi

2.2.1 CO_2 tüpleri, özel mahallere yerleştirilmeli, güvenilir bir şekilde yerlerine bağlanmalı ve bir toplama devresine bağlanmalıdır. Her bir tüple toplama devresi arasına, çek valfler konulmalıdır.

Tüpler toplama devresine hortumlarla birleş-tirilmişlerse, bunlar bir tip testinden geçirilmiş olmalıdır.

2.2.2 En azından, kazan ve makina dairelerinin çabuk boğdurulmasında kullanılan tüpler, bir arada gruplandırılmak suretiyle, ayrı bir mahalde yer almalıdır.

2.2.3 Süpürme havası trankları ve diğer benzer amaçlar için gerekli olan CO_2 yangın söndürme sistemlerinin tüpleri serbest CO_2 gazı konsantrasyonunun (tüm tüplerde sızıntı olduğu hallerde), makina dairesi net hacmine oranla %4'ü aşmadığını gösteren hesapların sağlanması koşuluyla, makina dairesine yerleştirilebilir.

3. CO_2 Tüp Mahalleri

3.1 Korunan bir mahalin dışında bulunduğunda, CO_2 tüplerinin bulunduğu mahaller, çatışma perdesinin önünde olacak şekilde düzenlenmeyecek ve mümkünse açık güverte üzerinde olacaktır ve diğer amaçlar için kullanılmayacaktır. Açık güverteden giriş mümkün olmalı ve korunan mahalde bağımsız olmalıdır. Açık güverte altında bulunan CO_2 tüplerine ait mahallerde, doğrudan açık güverteye açılan birer merdiven bulunmalıdır. CO_2 tüplerinin bulunduğu mahaller, açık güvertenin altında yer alan bir güverteden daha aşağıda bulunmamalıdır. CO_2 tüp mahalli ile makina daireleri veya açık güverte altındaki yaşam mahalleri arasında, kapılar veya delikler şeklinde direkt irtibatın bulunmasına müsaade edilmez. Yolcuların ve mürettebatın kullanımı için ayrılmış mahaller örneğin; tuvaletler, dinlenme yerleri, merdiven boşlukları ve koridorlar da, yaşam mahalleri olarak değerlendirilir.

Tüp mahallerinin büyüklüğü ve tüplerin yerleştirilmeleri, bunların etkili şekilde kullanımlarını mümkün kılmalıdır.

Tüpleri açık güverteye taşıyabilmek ve ortam sıcaklığından bağımsız olarak mürettebatın tüplerdeki CO_2 miktarını güvenli olarak kontrolünü sağlamak için, gerekli düzenler bulunmalıdır.

Bu düzenler; tüplerin bağlı oldukları yerden bütünüyle hareket ettirilmesine gerek olmayacak şekilde olmalıdır. Bu durum, örneğin; her tüp sırası üzerinde bir tartı düzeni için asma çubuğu sağlamak veya uygun yüzey göstergeleri kullanmak suretiyle sağlanabilir.

Tüp mahalleri kilitlenebilir olmalıdır. Tüp mahallerinin kapıları dışarıya doğru açılır olmalıdır.

CO_2 depolama mahalleri ile bitişik kapalı mahaller arasında sınır oluşturan perdeler ve güverteler ile buralardaki açıklıkları kapatan kapılar ve diğer düzenler, gaz geçirmez olacaktır.

Tüp mahalleri, sadece CO_2 tüpleri ve ilgili sistem bileşenlerinin konulması için kullanılacaktır.

Cilt A Kısım 1 Tekne Kuralları Bölüm 21 Tablo 21.1 ÷ 21.8'in uygulanmasında madde 3'e uygun böyle silindir odaları, yangın kontrol istasyonu olarak kabul edileceklerdir.

3.2 Tüp mahalleri sıcaklığa ve güneş ışınlarına karşı, sıcaklığı 45°C'ı aşmayacak şekilde korunmalı veya yalıtılmalıdır. Tüp mahallerini çevreleyen yüzeyler, kumanda istasyonları için belirtilen yalıtım değerlerine sahip olmalıdır (Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 21'e bakınız).

Tüp mahallerinde mahal sıcaklığının kontrolü için termometreler bulunacaktır.

3.3 CO_2 tüp mahallerinde yeterli havalandırma olanağı bulunmalıdır. Açık güverteden giriş olanağı bulunmayan veya açık güverte altında yer alan tüp mahalleri, saatte en az 6 kez hava değişimi sağlayan cebri bir havalandırma sistemi ile donatılmalıdır. Egzoz kanalı mahallin altına kadar uzanmalıdır. Bu havalandırma sistemine diğer mahaller bağlanamazlar.

3.4 Ortam koşullarında, geminin servisi sırasında 20 ^{0}C'lık nominal oda sıcaklığı muhafaza edilemiyorsa, CO_2 mahalleri yeterince ısıtılacaktır.

3.5 Mürettebatın tüp mahalline ulaşması için, CO_2 ile korunan kargo ambar(lar)ını geçmesi gerekli ise, örneğin; eğer tüp mahalli CO_2 ile korunan kargo ambar(lar)ının önünde yer alıyorsa ve yaşam alanları geminin kıç tarafında düzenlenmiş ise, mürettebatın kolayca ulaşabilmesi için, uzaktan bırakma kumandaları, yaşam mahalli içinde yer alacaktır. Uzaktan bırakma kumandaları ve bırakma devresi, sağlam yapıda olmalı veya korunan mahallerde yangın çıkması halinde, çalışmaya devam edecek şekilde korunmalıdır. Çeşitli kargo ambarlarına, farklı miktarda CO_2 gönderebilme olanağı, uzaktan bırakma donanımına dahil edilmelidir.

4. Boru Devreleri

4.1 Boru devrelerinde, Kısım 2, Malzeme Kuralları'na uygun olarak kaynak işlemine uygun malzemeden üretilmiş olan borular kullanılmalıdır.

4.2 Tüplerden, dağıtım valflerine (valfler dahil) kadar olan manifoldlar, PN 100 nominal çalışma basıncına göre dizayn edilecektir.

Boru sınıfı I gerekliliklerine göre malzeme sertifikaları bulunmalıdır. (Bölüm 16'ya bakınız). Boru markasında (üreticinin ünvanı, eriyik no.su, test işareti) belirsizliğe yer vermeyecek şekilde sertifikaya referans veriliyor ise bu durumda üretici muayene sertifikaları kabul edilebilir. Boruların imalatı sırasında, markalama ile ilgili kurallar göz önüne alınacaktır.

4.3 Dağıtım valflerinden nozullara kadar olan boru devresi, PN 40 nominal çalışma basıncına göre dizayn edilecektir. Ancak bu borular malzeme sertifikası bakımından sınıf III'e göre değerlendirilebilir.

4.4 Tüm borular, dıştan korozyona karşı dayanıklı bir madde ile korunmuş olmalıdır.

Makina daireleri dışındaki mahallere hizmet eden, dağıtım boru devreleri içten galvanizli olmalıdır.

4.5 CO_2 tesislerinde, boru birleştirmeleri, olanaklar ölçüsünde, kaynakla yapılmalıdır. Kaçınılması mümkün olmayan sökülebilir tipteki boru birleştirmelerinde ve ayrıca valfler ile fitinglerde, flençli birleştirmeler kullanılmalıdır. Anma iç çapı 50 mm. den küçük borular için, kaynaklı manşonlar kullanılabilir. Dişli bağlantılar, sadece CO_2 ile korunan mahallerde ve CO_2 tüp odalarında kullanılabilir.

4.6 Borulardaki ısıl, genleşmelerin alınması için dirsekler veya kompensatörler kullanılacaktır. CO_2 tüplerini manifolda bağlayan hortumlar tip onaylı olacaktır. Bölüm 16, U'ya bakınız.

4.7 Çabuk boğdurma boru devreleri, söndürme gazının genleşmesi nedeniyle buzlanma oluşmayacak şekilde, dizayn edilmelidir. Çabuk boğdurma boru devrelerinin dizaynı hakkında müracaat değerleri, Tablo 18.6'dan alınabilir. Sistem akış hesapları, tanınmış hesaplama teknikleri (örneğin; NFPA hesaplama programı) kullanılarak yapılacaktır.

4.8 Kargo mahallerindeki boğdurma boru devrelerinin ve bunların nozullara dağıtılmalarındaki boruların, minimum anma delik çapları 20 mm. ve nozullara bağlama nipellerinin çapları ise 15 mm. olmalıdır.

Boru donanımlarının et kalınlıkları, Tablo 18.7'den alınmalıdır.

Kullanımına izin verildiği durumlarda, dişli boruların et kalınlığı diş dibinden ölçülmelidir.

Genelde minimum kalınlık nominal et kalınlığıdır ve eğilmeden dolayı kalınlıkta negatif tolerans veya azaltma yapmaya gerek yoktur.

4.9 Uygun bir noktada, geri döndürmez valfli ve kapama valfli bir basınçlı hava bağlantısı bulunmalıdır. 5 ile 7 barlık çalışma basıncında sisteme hava verildiğinde, tüm nozullarda hava akışı tespit edilecek şekilde basınçlı hava bağlantısı boyutlandırılmalıdır.

4.10 CO_2 boruları; Bölüm 16, Tablo 16.7 Grup D'ye göre kalın etli olmak (dış çapı 38 mm. den az olan borular için, minimum et kalınlığı 5,0 mm. olacaktır), sadece kaynaklı olarak birleştirilmek ve bu mahaller içinde dreyn yada başka açıklıkları olmamak kaydıyla, yaşam mahallerinden geçebilir.

Soğutulmuş mahallerden CO_2 boruları geçmemelidir.

4.11 Valf düzenlenmesinin kapalı boru kısımları

oluşturduğu boru devrelerinde (örneğin; dağıtma valfli manifoldlar), bu kısımlara bir basınç boşaltma valfi konulacak ve valfin çıkışı açık güverteye olacaktır.

Tablo 18.6 Çabuk boğdurma devresinin dizaynı

Anma delik çapı DN		Makina ve kazan daireleri için CO_2 ağırlığı [kg]	Motorlu araçlara mahsus kargo mahalleri için CO_2 ağırlığı [kg]
[mm]	[parmak]		
15	1/2	45	400
20	3/4	100	800
25	1	135	1200
32	1 1/4	275	2500
40	1 1/2	450	3700
50	2	1100	7200
65	2 1/2	1500	11500
80	3	2000	20000
90	3 1/2	3250	
100	4	4750	
110	4 1/2	6810	
125	5	9500	
150	6	15250	

Tablo 18.7 CO_2 için çelik boruların minimum et kalınlıkları

d_a [mm]	Tüpten dağıtma valflerine kadar s [mm]	Dağıtma valflerinden nozula kadar s [mm]
21,3 - 26,9	3,2	2,6
30,0 - 48,3	4,0	3,2
51,0 - 60,3	4,5	3,6
63,5 - 76,1	5,0	3,6
82,5 - 88,9	5,6	4,0
101,6	6,3	4,0
108,0 - 114,3	7,1	4,5
127,0	8,0	4,5
133,0 - 139,7	8,0	5,0
152,4 - 168,3	8,8	5,6

4.12 Aynı zamanda duman örnekleme boruları olarak kullanılan CO_2 boruları, kendinden dreynli olacaktır.

4.13 Balast tanklarından geçen CO_2 boruları sadece kaynakla birleştirilecek ve Bölüm 16, Tablo 16.7, Grup D 'ye göre kalın etli olacaktır. (dış çapı 38 mm. den az olan borular için, minimum et kalınlığı 5,0 mm olacaktır).

5. Harekete Geçirme Tertibatı

5.1 Boğma işlemi için harekete geçirme elle yapılır. Otomatik çalıştırmaya müsaade edilmez.

5.2 CO_2 tüplerini, tek veya grup halinde çalıştırma ve dağıtma valflerini açma birbirinden bağımsız olarak yapılmalıdır.

Grup halinde çalıştırma için, çabuk açılır valfleri bulunan CO_2 tüpleri mahalleri için (G.2.1.3'e bakınız), korunan mahalle CO_2 boşaltımı için 2 ayrı kumanda sağlanacaktır. Bir kumanda, korunan mahalle CO_2 ileten boru devresinin dağıtım valfinin açılması için kullanılacak, ikinci kumanda CO_2'nin depolandığı tüplerde disçarcı için kullanılacak. Bu kumandaların belirtilen şekilde çalışabileceği şekilde pozitif düzenler sağlanacaktır. Pozitif düzenler mekanik ve/veya elektrikli tipte kilitlemeli olacaktır **(17)**.

5.3 Uzaktan kumanda ile çalıştırılan tüplerin harekete geçirme tertibatı ve dağıtım valfleri yerinden elle kullanılabilmelidir.

5.4 Makina mahalleri, kapalı ro-ro mahalleri, boya mahalleri, kargo pompaları ve kompresör mahallerinin boğdurulmasında kullanılan harekete geçirme mekanizmaları kolay ulaşılabilir kullanımı basit olmalı ve korunmuş mahallerin dışında, bir girişe yakın, kilitlenebilir dolaplar (CO_2 serbest bırakma istasyonları) içinde muhafaza edilmelidir. Ayrı ayrı boğulabilen her mahal için bir ayrı CO_2 serbest bırakma istasyonu öngörülür. Bunların hangi mahalle ilgili olduğu açıkça belirtilmelidir.

CO_2 odasından emercensi harekete geçirme, çabuk boğdurmalı harekete geçirmeyi gerektiren mahallere ait CO_2 tüplerinin grup halinde çalıştırılmasını sağlamalıdır (G.2.1.3'e bakınız).

(17) *IACS Unified Interpretation SC 252 referans olarak verilir.*

CO_2 odasının yakınında bulunan küçük mahaller (örneğin; boya mağazası), ayrı bir harekete geçirme kutusunun gerekmediği hallerde, CO_2 odasından boğdurulabilir.

5.5 CO_2 serbest bırakma istasyonunun anahtarı, istasyonun yanında açıkça görülebilir bir camlı dolap içinde muhafaza edilmelidir.

5.6 Her boğma devresinde, korunmuş mahallerin dışında, her zaman girilebilir bir yere bir dağıtım valfi (normalde kapalı) yerleştirilmelidir. Eğer küçük bir mahallin (örneğin; kuzine egzoz kanalı) korunması, maksimum kapasitesi 6 kg. CO_2 olan sadece 1 tüpü gerektiriyorsa, tüp valfinden sonra ikinci bir kapamadan vazgeçilebilir.

5.7 Dağıtım valfleri, gereksiz ve yanlış kullanıma karşı emniyete alınmalı ve hangi CO_2 devresine bağlı olduğu, üzerine işaret konularak belirtilmelidir.

5.8 Dağıtım valfleri deniz suyuna dayanıklı malzemeden yapılır. Valfin açık veya kapalı olduğu açıkça görülebilmelidir.

5.9 Ro-ro mahallerinde, dahili soğutmalı konteynerler ile teçhiz edilmiş konteyner ambarlarında, kapılar ve kaportalarla ulaşılabilir mahallerde ve personelin normal olarak çalıştığı ya da girişinin olduğu diğer mahallerde de iki ayrı kontrol (5.2'de tanımlanan) bulunmalıdır.

Geleneksel kargo mahallerinde ve sadece bir lokal harekete geçirme tertibatı bulunan küçük mahallerde (kompresör odası, boya dolabı gibi) iki ayrı kontrole gerek yoktur.

Not: *Geleneksel kargo mahali, ro-ro mahalleri ya da dahili soğutmalı konteynerlerle teçhiz edilmiş konteyner ambarları dışındaki kargo mahalleri anlamına gelir ve harekete geçirme için otomatik olarak görsel ya da sesli uyarı veren araçlarla donatılmalarına gerek yoktur.*

İki kontrol; belirli bir mahal için açıkça belirtilen bir harekete geçirme kutusuna konacaktır. Eğer kontrolleri içeren kutunun kilitlenmesi gerekiyorsa, kutunun anahtarı cam tip muhafaza içinde, kutunun yanında belirgin bir şekilde bulunacaktır.

5.10 Pilot şişeleri

CO_2 tüplerinin aynı anda tahrik şişesinden karbondioksit basıncı ile patlatıldığı durumlarda, her zaman lokal olarak hareket ettirilebilen valflerle birlikte en az iki adet pilot şişesi bulunmalıdır.

CO_2 tüplerinin valflerini pilot şişelerine bağlayan borular çelik olmalıdır ve yerleşimleri ısı değişimlerinden ötürü meydana gelebilecek boru deformasyonlarına izin verecek veya, aksi halde, bağlantı **TL** tarafından tanınan uygun bir esnek borudan yapılmalıdır.

6. CO_2 Dişçarç Nozulları

6.1 Nozulların öngörülen miktar ve tertibi CO_2'nin düzgün bir şekilde dağıtılmasını sağlamalıdır.

6.2 Kazan ve makina daireleri

Mahallin yerleşimi göz önüne alınarak, nozullar mümkün olduğunca makina mahallinin alt kısmına ve sintinelere yerleştirilecektir. En az sekiz adet nozul sağlanacaktır. Bunlardan en az ikisi sintinede bulunmalıdır.

Örneğin; ısı iletim tesislerinin akaryakıt yakma teçhizatı veya elemanları gibi, yangın oluşturma tehlikesi yüksek olan donanımların yerleştirilmesi halinde, makina veya baca kaportasına da nozullar konulacaktır.

Küçük makina dairelerinde nozul sayısı azaltılabilir.

6.3 Kargo mahalleri

Nozullar mahallin üst kısmında yer alacak. Güverte alanının üst kısmındaki hiç bir kısım, bir nozuldan yatay olarak 12 m. den daha uzakta olmayacak şekilde düzenlenecektir. Aynı zamanda örnek emici tip duman dedektörü sistemine, örnekleme devresi olarak kullanılan bir basma devresine dört nozuldan daha fazlası bağlanamaz.

Gaz geçirmez olmayan gladora güverte panelleri (hareket edebilir istifleme platformları) konduğunda, kargo ambarlarının hem alt hem de üst kısımlarında nozullar bulunmalıdır.

Örnek emici duman algılama sistemi gereklilikleri C.6.2 ve **TL** Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 9, D.3.7.2'de detaylandırılmıştır.

7. Alarm Sistemleri

7.1 Makina, kazan ve kargo pompa daireleri ve benzeri çalışma mahalleri, CO_2 nin disçarcından bağımsız olarak, birer sesli alarm sistemi (sirenli veya düdüklü) ve görsel alarm sistemi ile donatılmalıdır. Sesli alarm, tüm makinalar çalışırken korunan mahallin tamamından işitilebilecek şekilde yerleştirilecek ve ses basıncının veya ses tipinin ayarlanması suretiyle diğer tüm alarmlardan belirgin şekilde farklı olacaktır.

Pompa dairelerinin içerisine yangın söndürücü madde basılması ile ilgili uyarının verilmesi için sesli alarmlar yerleştirildiğinde D.2.3'e bakınız.

Boğdurma öncesi alarmları, boğdurmanın meydana gelmesinden yeterince önceden otomatik olarak harekete geçmelidir. Yeterli süre burada, boğdurulacak mahallerin terkedilmesi için gereken süre olup, 20 saniyeden daha az olamaz. Dizayna bağlı önlemler alınmak suretiyle, mekanik bir zaman sayacı sayesinde, bu emniyet zamanının geçmesinden önce bir boğdurmanın oluşmaması sağlanmalıdır.

CO_2 serbest bırakma istasyonunun kapısı açıldığı zaman korunmuş mahaldeki CO_2 alarmı otomatik harekete geçmelidir.

Alarm, dağıtım valfleri açık olduğu sürece ses vermeye devam etmelidir.

7.2 Bitişik ve içten birbirlerine geçilebilen (örneğin; makina dairesi, separatör dairesi, makina kumanda yeri) mahallerde, ayrık boğdurma sistemleri var ise, bu mahalde ve bu gibi bitişik yerlerde, uygun alarm sistemleri ile kişilerin tehlikenin dışında kalabilmeleri sağlanmalıdır.

7.3 Ro-ro mahallerinde, dahili soğutmalı konteynerler ile teçhiz edilmiş konteyner ambarlarında, kapılar ve kaportalarla ulaşılabilir mahallerde ve personelin normal olarak çalıştığı ya da girişinin olduğu diğer mahallerde de sesli ve görsel uyarılarla (7.1 de tanımlanan ön-disçarç alarmları) donatılmalıdır.

Geleneksel kargo mahallerinde sesli/görsel alarmlara gerek yoktur.

Not: *Geleneksel kargo mahali, ro-ro mahalleri ya da dahili soğutmalı konteynerlerle teçhiz edilmiş konteyner ambarları dışındaki kargo mahalleri anlamına gelir ve harekete geçirme için otomatik olarak görsel ya da sesli uyarı veren araçlarla donatılmalarına gerek yoktur.*

Sadece bir lokal harekete geçirme düzeneği bulunan küçük mahallerde, örneğin; kompresör oalarında, boya dolaplarında, CO_2 sistemi ya bu mahalin dışında giriş kapısının yanında bir yerden ya da korunan mahallin çok yakınına yerleştirilmiş CO_2 odasından serbest bırakılabiliyor ise, alarmlardan vazgeçilebilir.

7.4 Elektrikli alarm sistemlerinin beslenmesi, geminin ana enerji sağlayan sisteminin arızalanmasında da garanti edilmelidir.

7.5 Eğer alarm pnömatik olarak işletiliyorsa, sisteme sürekli bir şekilde basınçlı havanın temin edilebilmesi sağlanmış olmalıdır.

7.6 Tankerlerin, tehlike arzeden sahalarındaki alarm sistemleri için Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 15'deki kurallar geçerlidir.

8. Genel Yerleştirme Planı

Köprüde ve CO_2 tüpü mahallerinde, tüm CO_2 tesisatının yerleşim şeklini gösteren, birer plan asılı olarak bulunmalıdır. Bundan başka, bir mahaldeki yangının söndürülmesinde kaç tane tüpün kullanılacağı da bu planda belirtilmiş olmalıdır.

Çalıştırma talimatları ilgili tüm harekete geçirme istasyonlarına asılmalıdır.

9. Uyarı Levhaları

9.1 CO_2 sistemi için aşağıdaki uyarı levhaları konulmalıdır:

9.1.1 Serbest bırakma istasyonlarında:

"Personel mahalli terkettikten, havalandırmalar kapatıldıktan ve sızdırmazlık sağlandıktan sonra, serbest bırakmayı harekete geçir".

9.1.2 Dağıtma istasyonlarında ve CO_2 tüpü mahallerinde:

"CO_2 ile boğdurma yapmadan önce, havalandırmayı durdur ve hava girişlerini kapa. Önce dağıtım valflerini, daha sonra da tüplerin valflerini aç".

9.1.3 CO_2 tüpü mahallerinde ve boğdurulacak mahallerin girişinde:

"DİKKAT!"

"Alarm verilince veya CO_2'in serbest bırakılmasında, derhal mahalli terket (boğulma tehlikesi).

Mahale ancak, yeterli bir havalandırmadan ve içerdeki havanın kontrolünden sonra tekrar girilebilir"

9.1.4 CO_2 tüpü mahallerinde:

"Bu mahal, yalnızca yangın söndürmede kullanılan, CO_2 tüplerinin saklanması için kullanılabilir. Bu mahallin sıcaklığı izlenmektedir".

9.1.5 Yanıcı maddeler taşıyan tankerlerin kargo pompası ve gaz kompresörü odalarına ait CO_2 sisteminin serbest bırakma (açma) istasyonunda, uyarı levhası üzerinde ayrıca ek olarak aşağıdaki talimat bulunmalıdır:

"Ancak, ... mahallerinde yangın çıktıktan sonra, serbest bırakma sistemi çalıştırılacaktır"

10. Testler

10.1 Tesisatın montajından sonra, boru devreleri **TL** sörveyörünün gözetiminde aşağıdaki test basınçları kullanılarak test edilecektir:

- Tüplerle dağıtım valfleri arasındaki boru devresi 150 bar'da
- Yaşama mahallerinden geçen boru devresi 50 bar'da
- Diğer tüm boru devreleri 10 bar'da.

Eğer boru devresi tüm teçhizatı ile birlikte tamamsa, gemiye montajından önce de hidrostatik basınç testine tabi tutulabilir. Gemide kaynaklanmış birleştirmeler, uygun bir basınç testinden geçirilmelidir.

Eğer test ortamı olarak su kullanılmıyorsa ve boru devresi hizmete sokulmadan önce kurutulamıyorsa, diğer test maddeleri ve test yöntemleri hakkındaki öneriler, **TL**'nun onayına sunulmalıdır.

10.2 Gemiye montajdan sonra hava veya diğer uygun bir maddeden yararlanılmak suretiyle, sızdırmazlık testi yapılmalıdır.

Burada basınç, sızmanın kontrolü için kullanılan yönteme bağlı olarak, seçilmelidir.

10.3 Tüm boru devreleri, borular içinden serbest geçiş ve sızdırmazlık yönünden kontrol edilmelidir.

10.4 Tüm boru ve nozullarda serbest hava akımının testi yapılmalıdır.

10.5 Alarm donanımının işlev testi yapılacaktır.

H. Alçak Basınçlı CO_2 Yangın Söndürme Sistemleri

1. Gerekli CO_2 Miktarının Hesaplanması

Gerekli CO_2 miktarının hesaplanması için, G.1'deki kurallar geçerlidir.

2. CO_2 Kapları

2.1 Dizayn ve yapım

2.1.1 Sistemin kontrol cihazları ve soğutma tesisi basınçlı kapların depolandığı odada olacaktır.

2.1.2 Gerekli CO_2 miktarı, basınçlı kaplara 18 ila 22 bar'lık bir basınçta depo edilmelidir.

2.1.3 Kaplar; malzeme, üretim, yapım, ekipman ve testleri bakımından, Bölüm 14'deki kurallara uymalıdır.

2.1.4 Kaplar; en fazla hacimlerinin %95'ini dolduracak şekilde, 18 bar'lık basınca karşıt gelen sıvı CO_2 ile doldurulabilirler.

2.1.5 Aşağıdakiler için önlem alınmalıdır:

- Basınç geyci;
- Yüksek basınç alarmı: rilif valfinin set ayarından fazla olmayacak;
- Düşük basınç alarmı: 18 bar dan az olmayacak;
- Kabı doldurmak için kullanılan branş boruları (stop valfleri ile birlikte);
- Disçarç boruları;
- Sıvı CO_2 seviye göstergesi, kab(lar)a yerleştirilmiş;
- İki adet emniyet valfi.

Sıvı haldeki ortamın, emniyet valfinin ayar basıncına karşıt gelen sıcaklığa kadar ısınması halinde, hacimdeki artma, dolma sıvısı üzerinde kalan hacimle karşılanabilmelidir.

2.2 Teçhizat

2.2.1 Basıncın izlenmesi

Kap basıncını kontrol eden sürekli bir göstergeden başka, ayrıca bağımsız bir görsel/sesli alarm sistemi de öngörülmelidir. Bunlar, emniyet valfinin ayar basıncına ulaşmasından önceki yüksek basınçlarının ve ayrıca 18 bar basınçtan az olmamak üzere, alçak basınç alarmını verirler.

2.2.2 Sıvı seviyesinin izlenmesi

Her kap, birbirinden bağımsız, iki adet seviye kontrol teçhizatı ile donatılır. Bunlardan birinde sürekli olarak sıvı seviyesi izlenecektir.

Sıvı seviyesinin, ana dolma durumunun %10'u kadar veya daha aşağı düşmesi halinde, bir görsel/sesli alarm verilmelidir.

Eğer, CO_2 sistemiyle birden fazla mahal korunuyorsa, kapların yerleştirilmiş olduğu mahallerin dışında bulunan her boşaltma istasyonuna, bir adet seviye göstergesi takılmalıdır. Serbest bırakmadan sonra, gereken miktardaki CO_2'nin disçarç edilmesi otomatik olarak ayarlanıyorsa, örneğin; otomatik ve zamanla bağımlı ayarlama cihazı gibi, bu halde, boşaltma istasyonuna seviye göstergesi takılmasından vazgeçilebilir.

2.2.3 Emniyet valfleri

Her kap, giriş taraflarında kapatma valfi bulunan, iki adet emniyet valfi ile donatılmalıdır. Kapatma valfleri, tek bir emniyet valfinin blöf kesit alanı sürekli olarak aynı kalacak şekilde, birbirlerini karşılıklı olarak kilitlemelidir.

Emniyet valflerinin ayar basıncı, soğutma makinalarının devreye girme basıncından, en az %10 yukarıda olmalıdır.

Her emniyet valfinin kapasitesi, yangın etkisi ile kapta oluşan gaz miktarını, emniyet valfinin ayar basıncının %20'sini aşmayan bir basınçla disçaç edilebilecek şekilde, boyutlandırılmış olmalıdır. Hesaplar için Kısım 10, Sıvılaştırılmış Gaz Tankerleri kurallarına bakınız.

Emniyet valflerinin disçarç devresi açık havaya açılmalıdır.

2.2.4 İzolasyon

Normal olarak CO_2 ile dolu bulunan kap ve bağlı boru devreleri, soğutmanın durmasından sonra, soğutma makinasının devreye girme basıncına eşit basınçta ve 45°C'lık ortam sıcaklığında olmak üzere, en erken 24 saat sonra emniyet valflerinin ayar basıncına erişecek şekilde, izole edilmelidir.

3. Soğutma Tesisatı

3.1 Birbirinden bağımsız en az iki adet, otomatik soğutma makinası ünitesi olmalıdır. Soğutma gücü, her bir soğutma biriminin 24 saatlik çalışma koşulunda ve 45°C'lık ortam ve 32°C'lık deniz suyu sıcaklığında, istenilen CO_2 sıcaklığını temin edebileceği şekilde belirlenmelidir.

3.2 Bir soğutma makinası ünitesindeki arıza sonucu, standby olarak bekleyen diğer ünite otomatik olarak devreye sokulabilmelidir. Ünitelerden herhangi birisini, elle devreye sokabilmek de mümkün olmalıdır.

3.3 Ayrı bir besleyici ile ana dağıtım panosu baralarından ayrı elektrik beslemesi sağlanmalıdır.

3.4 Soğutma suyunun temini için, en az iki adet, sirkülasyon pompası mevcut olmalıdır. Bu pompalardan biri, standby olarak, başka bir servis için de kullanılabilir. Ancak bu pompa, diğer önemli işletim sistemlerini tehlikeye sokmayacak şekilde, devreye alınabilmelidir.

3.5 Soğutma suyu, iki deniz sandığına bağlanmalı, mümkünse bunlar iskele ve sancak tarafında olmalıdır.

4. Tesis ve Yerleştirme

CO_2 kapları ve bunlara ait soğutma teçhizatları, özel mahallerde tesis edilmelidir.

Bu mahallerin yerleri ve teçhizatı için, G.3'ün ilgili olan hususları geçerlidir.

Sistemin kontrol cihazı ve soğutma tesisi basınçlı kapların depolandığı aynı odada olacaktır.

5. Borular, Valfler ve Fitingler

Aksi aşağıda belirtilmediği taktirde, burada G.4, 5 ve 6 benzer şekilde geçerli olup, Bölüm 16, B'nin de ilgili kısımları geçerlidir.

5.1 Boşaltma emniyet cihazları, blok valfleri ile izole edilebilen her boru kısmına ve herhangi bileşenin dizayn basıncının üstünde basınç oluşabilen kısımlara konulmalıdır.

5.2 CO_2'in buharlaşması ilk olarak nozuldan çıkışı esnasında oluşacak şekilde, boğdurma boru devresi dizayn edilmelidir. Nozulda, basınç en az 10 bar olmalıdır.

5.3 Geminin her iki yanında, gerekli basınç dengeleme teribatına sahip birer doldurma yeri bulunmalıdır.

6. İzleme

Olması gereken durumdan meydana gelebilecek aşağıdaki sapmalar için, bir merkezi kumanda istasyonu sesli ve görsel alarmlarla uyarılmalıdır:

- 2.2.1'e göre basınç aralığının üstüne çıkılması veya altına düşülmesi,

- 2.2.2'ye göre sıvı seviyesinin çok düşük olması,

- Bir soğutma ünitesinin arızalanması.

Bu alarm "CO_2 yangın söndürme sisteminde genel arıza" yı gösteren bir grup alarmı olarak çalışabilmelidir.

7. Serbest Bırakma

7.1 CO_2 ile boğdurmanın, otomatik olarak serbest bırakılmasına müsaade edilmez.

7.2 Otomatik olarak nominal karbondioksit miktarının korunacak mahallere disçarcını ayarlayan bir aygıt teçhiz edilmiş ise, disçarç elle de ayarlanabilir olmalıdır.

7.3 Sistem gerekli CO_2 miktarını otomatik olarak ayarlayabilen cihazlar ile donatılmışsa, bunlara ek olarak, el ile de ayarlayabilme olanağı mevcut olmalıdır. G.5.2 de burada geçerlidir.

7.4 Eğer sistem birden fazla mahalle hizmet veriyorsa, CO2 boşaltım miktarını kontrol düzenleri sağlanacaktır, örneğin; kumanda yerinde bulunan otomatik zamanlayıcı veya hassas seviye göstergeleri.

8. Alarm Sistemleri, Genel Yerleşim Planları ve Uyarı Levhaları

CO_2 tüp mahallerinde, ayrıca CO_2 ile boğdurma yapılan bağımsız mahallere ait valf gruplarında, levhalar üzerine kalıcı ve serbest olarak, aşağıdaki bilgiler yazılmış olmalıdır:

- Mahallerin adı ve m^3 olarak brüt hacmi,

- Gerekli CO_2 hacmi,

- Bu mahal için nozul sayısı,

- Dakika olarak boğdurma süresi (yani boğdurma valflerinin açık kalma süresi).

Uyması halinde, G.7, 8 ve 9'a ait kurallar burada da geçerlidir.

9. Testler

9.1 Kaplarla dağıtım valfleri arasındaki boru devreleri, montajdan sonra emniyet valflerinin ayar basınçlarının en az 1,5 katındaki bir basınçta test edilmelidir.

Yaşam mahallerinden geçirilen boru devreleri, montajdan sonra, 50 bar'lık bir üst basınçta denenirler. Diğer geriye kalan tüm boru devreleri için, 10 bar'lık bir basınç testi istenir.

Testlerin yapılışında G.10.1 geçerlidir.

9.2 İlgili olması halinde, G.10.2'den G.10.5'e kadar kurallar geçerlidir.

I. Makina Mahalleri ve Kargo Pompa Daireleri için CO_2'den Başka Gazlar Kullanılan Gazlı Yangın Söndürme Sistemleri

1. Genel

1.1 CO_2'den başka söndürme gazları kullanılan yangın söndürme sistemlerinin dizaynı ve tesisi ile ilgili hizmet sağlayıcılar, **TL** tarafından özel onaya tabidir.

1.2 CO_2'den başka söndürme gazları kullanılan sistemler, **TL** tarafından kabul edilen bir standarda göre onaylanacaktır. **(18)**

1.3 Sistem, söndürücü gazın disçaç edilmesinden önce korunacak mahalde bulunanların tahliyesine izin verecek şekilde tasarlanmalıdır. Korunan mahalle yangın söndürücü maddenin serbest bırakılmasında, otomatik olarak sesli ve görsel uyarı veren düzenler sağlanmalıdır.

Alarm, mahalli terk etmek için gerekli sürede çalışacaktır, fakat söndürme maddesinin serbest bırakılmasından en az 20 saniye öncesine kadar alarm çalmış olmalıdır. Olumsuz etki düzeyinin altındaki konsantrasyonlarda olsa dahi, söndürücü maddeye gereksiz şekilde maruz kalmaktan kaçınılacaktır.

1.3.1 Olumsuz etki seviyesinin altındaki konsantrasyonlarda bile, gazlı yangın söndürme maddelerine maruz kalma süresi 5 dakikayı aşmamalıdır. Halokarbon temizlik ajanları, ilave hiçbir güvenlik önlemine gerek duyulmadan, beklenen maksimum ortam sıcaklığında korunan mahallin net hacmi üzerinden hesaplanan NOAEL'e (No Observed Adverse Effect Level – Herhangi bir olumsuz etkinin gözlemlenmediği düzey) kadar kullanılabilir.

Eğer NOAEL'nin üzerinde halokarbon temizleme ajanı kullanılırsa, gerek söndürücü madde konsantrasyonu gerekse maruz kalma süresi yönünden emniyetli maruz kalma sınırlarını açık olarak belirleyen, bilimsel olarak kabul gören fizyolojik esaslı farmakokinetik (PBPK) modele **(19)** veya eşdeğerine göre belirlenen süreden daha fazla maruz kalmayı sınırlayan önlemler alınacaktır.

1.3.2 Inert gaz sistemleri için beklenen en yüksek ortam sıcaklığında korunaklı mahalin hesaplanan net hacminin %43'nün altındaki konsantrasyonlara (%12'lik oksijen konsantrasyonuna karşılık gelir) göre dizayn edilen sistemlerde en fazla 5 dakika veya %43 ile %52 arası konsantrasyonlara (%12 ile %10 arası oksijen konsantrasyonuna karşılık gelir) göre dizayn edilen sistemlerde en fazla 3 dakika maruz kalmayı sağlayacak şekilde önlemler alınmalıdır.

1.3.3 Hiçbir durumda halokarbon temizleme ajanının LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level – En düşük olumsuz etkinin gözlemlendiği düzey) ve ALC (Approximate Lefhal Concentration – Yaklaşık Ölümcül Konsantrasyon) 'den daha yüksek konsantrasyonlarda ve inert gazın, beklenen maksimum ortam sıcaklığında korunan mahallin net hacmi üzerinden hesaplanan %52'nin üzerinde gaz konsantrasyonunda kullanımına izin verilmez.

---

(18) *IMO MSC/Circ. 848, "Revised Guidelines for the Approval of Equivalent Fixed Gas Fire Extinguishing Systems, as Referred to in SOLAS 74, for Machinery Spaces and Cargo Pump Rooms", düzeltilmiş hali MSC.I/Circ.1267 ile referans olarak verilir.*

(19) *Dökümante edilen IMO FP 44/INF.2 – "Physiologically based pharmacokinetic model to establish safe exposure criteria for halocarbon fire extinguishing agents." referans olarak verilir*

1.4 Halokarbon ajanları kullanılan sistemler, dizayn konsantrasyonunun %95'i en çok 10 sn. de boşalacak şekilde dizayn edilecektir.

İnert gaz kullanılan sistemlerde, boşalma süresi, dizayn konsantrasyonunun %85'i için 120 sn. yi aşmayacaktır.

1.5 Yağ veya petrol ürünleri dışındaki yanabilir sıvıların aktarıldığı kargo pompa dairelerinde bu sistem, her kargo için dizayn konsantrasyonu onaylı standarda **(18)** göre belirlenmiş ve onay sertifikasında dokümante edilmişse kullanılabilir.

2. Söndürücü Gaz Miktarının Hesaplanması

2.1 Söndürücü gaz miktarı; sistemin tip onayı sertifikasında belirtilen dizayn konsantrasyonu kullanılarak, öngörülen minimum ortam sıcaklığında, korunacak mahallin net hacmi esas alınarak hesaplanır.

2.2 Net hacim; sintine ve kaportadaki hacimler dahil olmak üzere, mahallin brüt hacminde serbest gazın girebildiği hacimdir. Korunan mahalde hacim işgal eden cisimler, brüt hacimden çıkarılmalıdır. Bunlar, aşağıda belirtilenlerle sınırlı olmamak üzere, şu şekilde sıralanabilir:

- İçten yanmalı makinlar,
- Dişli kutusu,
- Kazanlar,
- Eşanjörler,
- Tanklar ve tranklar,
- Egzoz boruları, kazanları ve susturucuları.

2.3 Korunan bir mahalde yer alan hava şişelerindeki serbest havanın hacmi, emniyet valfinden açık havaya boşaltma olmadıkça, net hacme ilave edilir.

2.4 Birden fazla mahallin korunması için gerekli merkezi gaz depolamalı sistemlerde, mevcut söndürücü gaz miktarının, herhangi bir mahallin korunması için gerekli en büyük miktardan fazla alınmasına gerek yoktur.

3. Gaz Konteynerleri

3.1 Söndürücü gaz veya boşalım için itici gaz konteynerleri; malzeme, konstrüksiyon, yapım ve test yönlerinden, **TL**'nun basınçlı kaplarla ilgili kurallarına uygun olacaktır.

3.2 Doldurma oranı, sistemin tip onayı dokümanlarında belirtilen değerleri aşmayacaktır.

3.3 Gemi personelinin, konteynerdeki gazın miktarını güvenli olarak kontrol etmesini sağlayıcı önlemler alınacaktır. Bu düzenler, tiplerin bağlı oldukları yerden bütünüyle hareket ettirilmesine gerek olmayacak şekilde olmalıdır. Bu durum, örneğin; her tüp sırası üzerinde bir tartı düzeni için asma çubuğu sağlamak veya uygun yüzey göstergeleri kullanmak suretiyle sağlanabilir.

4. Konteynerlerin Depolanması

4.1 Merkezi sistemler

Merkezi sistemlerdeki gaz konteynerleri; tip onayı sertifikasında aksi belirtilmedikçe, 55°C'a kadar depolama sıcaklığına izin verilmesi hariç olmak üzere, CO_2 depolama mahalleri ile ilgili isteklere (Bölüm 18, G.3'e bakınız) uygun olan bir depolama mahalline yerleştirilecektir.

4.2 Modüler sistemler

4.2.1 Bu kurallar kapsamındaki tüm sistemler; gaz konteynerleri ile varsa itici gaz kaplarının, aşağıda belirtilen I.4.2.2 ÷ I.4.2.9 maddelerindeki hususları sağlamak koşuluyla, korunan mahaller içinde depolanmasına izin verilen modüller sistemler olarak yapılabilir.

4.2.2 Korunan bir mahal içinde, gaz konteynerleri, mahallin tamamına, en az 6 ayrı yerde bulunan tüpler veya tüp grupları ile dağıtılacaktır. Tüm tüplerin aynı anda boşaltılması için iki güç tahrikli boşaltma devresi düzenlenecektir. Boşaltma devreleri; herhangi bir güç tahrikli boşaltma devresindeki arıza durumunda, söndürücü gazın 5/6'sının boşaltılması mümkün olacak şekilde düzenlenecektir. Tüp valfleri boşaltma devresinin bir parçası olduğu kabul edilecek ve tekil bir arıza tüp valfi arızasını da içerecektir.

6'dan daha az konteynere ihtiyaç duyan sistemlerde (mevcut en küçük tüpleri kullanarak) tüplerdeki söndürücü gazın toplam miktarı, boşaltma devresindeki tekil bir arıza durumunda (tüp valfi dahil), söndürücü gazın 5/6'sının boşaltılması mümkün olacak şekilde olacaktır. Bu husus, örneğin; tekil bir arıza nedeniyle tüplerden birinin boşalamaması halinde, geri kalan tüplerin, gerekli söndürücü gaz miktarının en az 5/6'sını boşaltabilecek şekilde gerekenden fazla söndürücü gaz kullanımı ile sağlanabilir. Bu, en az iki tüple gerçekleştirilebilir. Ancak, öngörülen en yüksek makina dairesi sıcaklığında hesaplanan NOAEL değeri, toplam söndürücü gaz miktarının aynı anda boşaltılmasında, aşılmamalıdır.

Yukarıda belirtilenlere uygun olmayan sistemlere (örneğin; korunan mahal içine sadece bir tüp yerleşimi öngörüldüğü hallerde) izin verilmez. Bu sistemler; tüpün/tüplerin korunan mahal dışında, CO_2 depolama mahalleri isteklerine uygun olan özel bir odada yer alacak şekilde dizayn edilmelidir, (G.3'e bakınız).

4.2.3 Sistemin boşaltılması için korunan mahallin dışında yer alan ve her an kullanıma hazır olan iki ayrı güç kaynağı sağlanacaktır. Makina mahallerinde, bu güç kaynaklarından biri korunan mahal içinde yer alabilir.

4.2.4 Konteynerlere bağlanan elektrik güç devreleri, arızalar ve güç kaybı yönlerinden izlenecektir. Bu amaçla görsel ve sesli alarmlar bulunacaktır.

4.2.5 Konteynerlere bağlanan pnömatik veya hidrolik güç devreleri yedekli olacaktır. Pnömatik ve hidrolik basınç kaynakları, basınç kaybı yönünden izlenecektir. Bu amaçla görsel ve sesli alarmlar bulunacaktır.

4.2.6 Korunan mahal içinde, sistemin boşalımı için esas olan elektrik devreleri ısıya dirençli, örneğin; mineral – izoleli kablo veya eşdeğeri, olacaktır.

Hidrolik veya pnömatik olarak çalışmak üzere dizayn edilen ve sistemin boşalımı için esas olan borular çelik olacaktır.

4.2.7 Konteynerler, sızıntı veya boşalım nedeniyle oluşan basınç düşümü yönünden izlenecektir. Bu amaçla korunan mahalde ve köprü üstünde görsel ve sesli alarmlar bulunacaktır.

4.2.8 Her konteynerde; yangın durumunda, konteyner içeriğini otomatik olarak korunan mahalle boşaltacak olan aşırı basınç boşaltım cihazı bulunacaktır.

5. Borular ve Nozullar

5.1 Boru devreleri, kaynak edilebilir çelik malzemelerden üretilecek ve sistemin çalışma basıncına göre dizayn edilecektir.

5.2 Mümkün olan hallerde, boru birleşimleri kaynaklı yapılacaktır. Sökülebilir boru bağlantılarında, flençli bağlantılar kullanılacaktır. Nominal iç çapı 50 mm. den küçük olan borularda dişli kaynak soketleri kullanılabilir. Dişli bağlantılar sadece korunan mahaller içinde kullanılabilir.

5.3 Kargo pompa dairelerinde biten boru devreleri, paslanmaz veya galvanizli çelikten yapılacaktır.

5.4 Merkezi sistemlerde konteynerlerin bir manifolda bağlantısında veya modüler sistemlerde bir rijid boşalım borusuna bağlantısında esnek hortumlar kullanılabilir.

Hortumlar, bu amaç için gerekli olandan daha uzun olmayacak ve öngörülen tesiste kullanım için tip onaylı olacaktır. Modüler sistemlerdeki hortumlar, aleve dirençli olacaktır.

5.5 Sadece sistemde kullanım için, onaylanmış olan nozullar monte edilebilir. Nozulların yerleşimi, engelleme durumu dikkate alınmak suretiyle, sistemin tip onay sertifikasında belirtilen parametrelere uygun olacaktır. Geçişler ve medivenler bölgesinde nozullar, insanların, boşalan gaz nedeniyle tehlikeye düşmesi önlenecek şekilde düzenlenecektir.

5.6 Boru sistemleri, yukarıda 1.4'de belirtilen istekleri karşılayacak şekilde dizayn edilecektir. Sistem akış hesapları, tanınmış hesaplama teknikleri (örneğin; NFPA hesaplama programı) kullanılarak yapılacaktır.

5.7 Valf düzenlenmesinin kapalı boru kısımları oluşturduğu boru devrelerinde (örneğin; dağıtma valfli manifoldlar), bu kısımlara bir basınç boşaltma valfi konulacak ve valfin çıkışı açık güverteye olacaktır.

6. Boşaltım Düzenleri ve Alarmlar

6.1 Sistem, sadece elle boşaltım için dizayn edilecektir.

Boşaltım kumandaları kilitli dolaplarda yer alacaktır (boşaltım istasyonu). Depoların anahtarı boşaltım istasyonun hemen yanında cam panelli kilitli bir muhafaza içinde bulunacaktır. Ayrı ayrı boşaltım yapılan her bir mahal için ayrı kontrol istasyonları sağlanacaktır. Boşaltma istasyonu, korunan mahallin girişinin yanında düzenlenecek ve ilgili bölümde yangın çıkması durumunda dahi kolaylıkla ulaşılabilecektir. Boşaltma istasyonunda, hizmet verdiği mahallin ismi belirtilecektir.

6.2 Merkezi sistemlerde, sistemin depolama mahallinden boşalımını sağlayan ilave düzenler bulunacaktır.

6.3 Korunan mahalde görsel ve sesli alarmlar bulunacaktır. Ayrıca, mahallin her girişinde görsel alarmlar bulunacaktır.

6.4 Alarmlar, boşaltım istasyonunun kapısının açılması ile otomatik olarak harekete geçecektir. 20 sn. den az olmamak üzere, mahalli terk etmek için gerekli bir sürede, alarm harekete geçmeden önce, söndürücü gazın boşalımını engelleyici önlemler alınacaktır.

6.5 Sesli alarmlar düdüklü veya sirenli olacaktır. Bunlar, tüm makinalar çalışırken korunan mahallin tamamından işitilebilecek şekilde yerleştiri-lecek ve ses basıncının veya ses tipinin ayarlanması suretiyle diğer tüm alarmlardan belirgin şekilde farklı olacaktır.

6.6 Elektrikli alarm sistemlerinin güç beslemesi, ana ve emercensi güç kaynaklarından sağlanacaktır.

6.7 Gaz tehlikeli bölgelerde, elektrikli alarm sistemlerinin kullanımı için, **TL** Kısım 5, Elektrik Kurallarının ilgili bölümüne bakınız.

6.8 Pnömatik çalışan alarmların kullanıldığı hallerde, basınçlı havanın devamlı olarak beslemesi, uygun düzenlemeler yapılarak garanti edilecektir.

7. Korunan Mahallin Sızdırmazlığı

7.1 Korunan mahallin sızdırmazlığı cidarındaki tüm havalandırma açıklıklarının ve diğer açıklıkların kapatma düzenlerinin sağlanmış olmasının yanı sıra, aşağıda I.7.2 ÷ I.7.4 maddeleri özel olarak dikkate alınacaktır.

7.2 15 dakikalık minimum söndürücü madde tutma süresi sağlanacaktır.

7.3 Sistemin boşalımı, uygun basınç eşitleme düzenlerinin sağlanmasını gerektirecek şekilde korunan mahalde önemli ölçüde aşırı veya düşük basınç oluşumuna neden olabilir.

7.4 Korunan mahalden oluşan sızıntılara maruz kalabilecek olan kaçış yolları, söndürücü gazın disçarç edilmesi sırasında veya sonrasında mürettebat için tehlike oluşturmamalıdır. Özellikle hidrojen florür (HF) buharı, yangınlarda florokarbon yangın söndürme ajanlarının bir yanma ürünü olarak ortaya çıkabilir ve üst solunum yolları ve gözlerde tahrişler gibi sağlık açısından olumsuz sebeplere yol açabilir.

Bir yangın durumunda insanların bulunmasını gerektiren kumanda istasyonları ve diğer mahaller, buralarda HF ve HCl'nin 5 ppm'in altında tutulmasını sağlayıcı özellikte olmalıdır. Diğer ürünlerin konsantrasyonu, gerekli maruz kalma süresi içinde tehlikeli kabul edilen değerlerin altında tutulmalıdır.

8. İkaz Levhaları ve Çalıştırma Talimatları

8.1 Korunan mahallin her bir girişinde ve mahallin içinde aşağıdaki ikaz levhaları yer alacaktır:

- "DİKKAT! Bu mahal, ... kullanılan sabit gazlı yangın söndürme sistemi ile korunmaktadır. Alarm harekete geçince içeriye girmeyiniz."

- "DİKKAT! Gazlı yangın söndürme sisteminin alarm sesi duyulunca derhal terk ediniz."

Kargo pompa odalarının boşaltım istasyonlarında, aşağıda belirtilen ilave ikazlar bulunacaktır.

- "Boşaltım, sadece kargo pompa odasındaki yangınlarda çalıştırılacaktır. Durgunlaştırma amacı ile kullanmayınız!"

8.2 Boşaltım istasyonlarına özel kullanma talimatları asılacaktır.

8.3 Sistemin tanımını veren ayrıntılı bir kullanma talimatı ile bakım talimatı gemiye verilecektir. El kitabında, korunan mahallin net hacmini değiştirecek herhangi bir değişimin, tesisin onayını geçersiz kılacağı bildirilmelidir. Bu durumda gerekli resim ve hesap değişimleri onay için **TL**'na verilmelidir.

El kitabında ayrıca, kaçışı zorlaştıran florokarbon söndürücü maddeden kaynaklanan HF buharı dahil, madde bozuşumu ürünlerinin kontrol prosedürleri yer alacaktır. Maddenin yüksek sıcaklığa uzun süre maruz kalması bu tip gazların konsantrasyonunun artmasına neden olur. Boşalma miktarı ile birlikte, algılamanın tipi ve hassasiyeti, söndürücü maddenin yüksek sıcaklığa maruz kalma süresini en aza indirecek şekilde seçilecektir. Yolcu gemilerinde, yangın söndürme aranjmanının performansı, bozuşan söndürücü maddenin sağlığa zarar vermeyeceği şekilde olacaktır. Örneğin; yolcu gemilerinde, bozuşma ürünleri toplanma istasyonlarının yakınına boşaltılmayacaktır. Ayrıca, tahliye ve maske kullanımı da el kitabında yer alacaktır.

9. Onay için Verilecek Dokümanlar

9.1 Tesisin üretilmesinden önce, aşağıdaki dokümanlar onay için 3 kopya olarak **TL**'na verilecektir:

- Mahaldeki makinaları, vb. ni gösteren yerleşim resmi ile nozulların, konteynerlerin, (sadece modüler sistemde) ve boşaltım devresinin yerleşimi,
- Brüt hacimden düşülen hacimlerin listesi,
- Mahallin net hacminin ve gerekli söndürücü gaz miktarının hesabı,
- İsometrik resimler ve boşalım hesapları,
- Boşalım şeması,
- Boşaltım istasyonunun ve gemideki konumunun resmi,
- Boşaltım istasyonunda bulunacak boşaltım talimatı,
- Depolama mahallinin resmi (sadece merkezi sistemde),
- Alarm sistemi şeması,
- Parça listesi,
- Gemideki kullanım el kitabı.

10. Testler

10.1 Varsa, kapama valfine kadar olan boru devresi, gaz konteynerinin izin verilen maksimum çalışma basıncının 1,5 katı ile hidrostatik teste tabi tutulur.

10.2 Kapama valfi veya konteyner valfi ile nozullar arasındaki boru devresi, boşalım hesaplarında maksimum basıncın 1,5 katı ile hidrostatik teste tabi tutulur.

10.3 Korunan mahallerin dışındaki mahallerden geçen borular, montajdan sonra 10 bar'da, eğer yaşama mahallerinden geçiyorsa 50 bar'da sızdırmazlık testine tabi tutulur.

J. Diğer Yangın Söndürme Sistemleri

1. Buharla Yangın Söndürme Sistemleri

Buharla yangın söndürme sistemleri **TL**'nun izni ile sınırlı yerlerde (örneğin; hava yıkama kanallarında) kullanılabilir **(20).**

2. Aerosol ile Yangın Söndürme Sistemleri

Yangın söndürücü madde olarak bir aerosol kullanılan sistemler, uluslararası bir standarda göre **TL** tarafından tip onaylı olacaktır **(21)**.

---

(20) *FSS Kod, Kısım 5.2.3'e bakınız.*

(21) *IMO MSC / Circ.1270, "Revised Guidelines for the Approval of Fixed Aerosol Fire-Extinguishing Systems Equivalent to Fixed Gas Fire-Extinguishing Systems, as Referred to in SOLAS 74, for Machinery Spaces." referans olarak verilir.*

3. Kuru Kimyasal Tozlu Yangın Söndürme Sistemleri

Dökme olarak sıvılaştırılmış gaz taşıyan gemilerin korunması için kullanılan kuru kimyasal tozlu yangın söndürme sistemleri, uluslararası bir standartla uyumlu olacak şekilde **(22) TL** onaylı olmalıdır.

K. Köpüklü Yangın Söndürme Sistemleri

1. Köpük Konsantresi (Köpük Yapıcı Sıvı)

1.1 Yalnızca onaylı **(23)** köpük konsantreleri kullanılabilir. Bu hususta ayrıca D.1.3'e de bakınız.

1.2 Az genleşmeli ve çok genleşmeli olmak üzere iki tür köpük belirtilecektir.

%3-6 köpük konsantresi katılmak suretiyle elde edilen az genleşmeli köpükde, köpüklenme oranı (yani, üretilen köpük hacminin temin edilen köpük konsantresi-su karışımına oranı), 12:1'i aşmamalıdır.

%1-3 köpük konsantresi katılmak suretiyle elde edilen fazla genleşmeli köpükte, köpüklenme oranı, 100:1 ila 1000:1 arasında olabilir. Çok amaçlı köpük üreten köpük konsantreleri kullanılabilir.

Bu köpüklenme oranlarından meydana gelebilecek sapmalarda, **TL**'nun rızası alınmalıdır.

Verilen ürün listesinde gerekli görülmesi halinde, kimyasal madde taşıyan tankerlerin kargo mahallerinde kullanılan köpük konsantresi, alkole karşı dayanıklı olmalıdır. Kimyasal madde taşıyan tankerler için Kısım 8, Kimyasal Tankerler kuralına bakınız.

Alkol ve diğer yanabilir sıvıları taşıyan tankerlerde, alkolden etkilenmeyen köpük konsantrasyonu bulunacaktır.

2. Tankerler İçin Az Genleşmeli Köpükleme Sistemleri (Güverte Köpük Sistemi)

2.1 IBC Kod Kısım 17'de listelenen parlama noktası 60 ºC'yi aşmayan dökme haldeki kimyasalları taşıyan tankerlerdeki güverte köpük sistemleri Kısım 8 - Kimsayal Tankerler, Bölüm 11, 11.3'e göre dizayn edilecektir.

2.2 Güverte köpük sistemli tankerlerde taşınan (aşağıdaki nota bakınız):

- parlama noktası 60 ºC'yi aşmayan ham petrol veya petrol ürünleri; ya da
- parlama noktası 60 ºC'yi aşmayan IBC Kod Kısım 18 ürünleri; ya da
- parlama noktası 60 ºC'yi aşan petrol ürünleri; ya da
- parlama noktası 60 ºC'yi aşan IBC Kod Kısım 17 ürünleri

Res.MSC.339(91) ile uygulanan, revize edilmiş FSS Kod Kısım 14'e göre dizayn edilmelidir.

Not: *Detaylar için, Res.MSC.339(91) ile uygulanan revize edilmiş FSS Kod Kısım 14-madde 2.2.1.1 referans olarak verilir.*

2.3 Köpüklü yangın söndürme sistemi, tüm kargo güverte sahasında ve güvertesi hasar görse dahi her bir kargo tankında, köpük temin edilebilecek şekilde dizayn edilmiş olmalıdır.

2.4 Güverte köpükleme sistemi basit olmalı ve çabuk çalıştırılabilmelidir. Sistemin ana kumanda istasyonu, kargo güverte sahası dışında ve yaşam mahallerinin yakınında bir yerde bulunmalı, ayrıca korunan mahallerde yangın çıkması durumunda kolaylıkla erişilebilir ve çalıştırılabilir olmalıdır.

Köpük konsantrasyon tankı ve pompaları gibi büyük ekipmanlar makina dairesine yerleştirilebilir. Sistemin kumandası yukarıdaki gereklilikler ile uyumlu olacak şekilde konumlandırılmalıdır.

---

(22) *IMO MSC.1 / Circ.1315, "Guidelines for the Approval of Fixed Dry Chemical Powder Fire-Extinguishing Systems for the Protection of Ships carrying Liquefied Gases in Bulk" referans olarak verilir.*

(23) *IMO MSC.1 / Circ.1312 ve MSC / Circ.670'e bakınız.*

Her koşulda mahal içerisindeki sıcaklığın, MSC.1 / Circ.1312, Ek, 3.13.11'e göre üretici tarafından belirtilen köpük konsantresinin minimum ve maksimum depolama sıcaklıklarını aşmayacağı gösterilmelidir.

2.5 Köpük yangın söndürme pompasının kapasitesi ve köpük solüsyonunun miktarı:

Köpük solüsyonunun (köpük konsantresi ile su karışımı) debisi aşağıdaki formüllere göre belirlenmelidir. Miktar olarak belirlenen en büyük değer, göz önüne alınmalıdır.

a) Kargo güvertesi m^2 alanı başına, dakikada 0,6 litre alınır. Burada kargo güverte alanı, geminin en büyük genişliği ile toplam kargo sahasının boyu çarpılmak suretiyle elde edilir.

$V = 0{,}6 \cdot \ell_c \cdot B$ [ℓ/dakika] veya

b) En büyük tankın kargo güvertesi kısmının m^2 alanı başına, dakikada 6 litre alınır.

$V = 6 \cdot \ell \cdot b$ [ℓ/dakika] veya

c) En büyük monitör tarafından korunan ve tamamen monitörün önünde bulunan alanın m^2'si başına, dakikada 3 litre alınır. Bununla beraber, bu şekilde bulunan değer 1250 litre/dakika'dan daha az olamaz.

$V = 3 \cdot B \cdot 0{,}75 \cdot \ell_1$ [ℓ/dakika]

Minimum köpük konsantresi miktarı, yukarda (a), (b) ve (c)'den bulunan değerlerden en büyüğü göz önüne alınarak, inert gaz tesisatı bulunmayan tankerlerde en az 30 dakika ve inert gaz tesisatı bulunan tankerlerde ise, en az 20 dakika süreyle köpük solüsyonunu sağlayacak şekilde belirlenir.

$S_{min} = V \cdot s \cdot t$ [ℓ]

V [ℓ/dakika] Köpük solüsyonunun miktarı

ℓ_c [m] Kargo sahası boyu,

B [m] Gemi genişliği,

ℓ [m] En büyük kargo tankının boyu,

b [m] En büyük kargo tankının genişliği,

S_{min} [ℓ] Köpük konsantresinin minimum miktarı,

s Karışımın dozu (sentetik köpük konsantresi için, normal olarak 0,03 alınır),

ℓ_1 [m] Monitörün köpük püskürtme mesafesi,

t [dakika] Köpükleme süresi.

2.5.1 Tekne üzerinde bulunan köpük konsantrasyonu, taşınacak yükler için **TL** (aşağıdaki nota bakınız) tarafından onaylanmalıdır. Ham petrol, petrol ürünleri ve polar olmayan solvent kargoların korunması için Tip B köpük konsantrasyonları bulunmalıdır. IBC Kod Kısım 17'deki tabloda listelenen polar solvent kargolar için Tip A köpük konsantrasyonları bulunmalıdır. Sadece bir tip köpük konsantrasyonu bulundurulmalıdır ve maksimum taşınacak yüklerin sayısı için efektif olmalıdır. Yükler için köpüğün efektif olmadığı veya bağdaşmayan durumlarda, **TL**'nun memnuniyetine göre ilave yerleşimler sağlanmalıdır.

Not: *"Guidelines for performance and testing criteria and surveys of foam concentrates for fixed fire-extinguishing systems (MSC.1/Circ.1312)" referans olarak verilir.*

2.5.2 Normal köpüklü yangınla mücadele sisteminin efektif olmadığı durumlarda parlama noktası 60 ºC'yi aşmayan sıvı yükler, SOLAS Regulation II-2/1.6.2.1'deki gereklilikleri sağlamalıdır.

2.6 Köpük dağıtımı ve monitörlerin kapasitesi

Sabit köpüklü sistemlerde köpük, monitörler ve köpük aplikatörleri ile sağlanacaktır. Monitörlerin ve köpük aplikatörlerinin prototip testleri, üretilen köpüğün genleşmesi ve boşaltım zamanının 2.5.1'de belirlenen değerden ± %10'dan fazla olmayacağı garanti edilecek şekilde gerçekleştirilmelidir. Orta genleşmeli köpük (21 ile 1 arasında ve 200 ile 1 arasında genleşme oranı) kullanıldığında, köpüğün uygulama oranı ve monitor yerleşiminin kapasitesi **TL**'nun memnuniyetinde olmalıdır.

2.6.1 Köpük, sabit olarak monte edilmiş köpükleme sistemlerinden, köpük aplikatörleri veya köpük monitörleri ile püskürtülür. Her monitör, gereken köpük solüsyonunun en az %50'sini temin edebilmelidir. Her monitörün debisi 1250 litre/dakika'dan daha küçük olmamalıdır.

4000 DWT'dan daha küçük tankerlerde, köpük monitörleri yerine köpük aplikatörleri bulundurulabilir.

2.6.2 Monitörler, sayıları ve bulundukları yerler bakımından, 2.3'de belirtilen kurallara uymalıdır. Her monitörün dakikada litre olarak köpük solüsyonu debisi, korudukları ve bunların tam önünde yer alan güverte alanı metre karesinin en az üç katına yetecek büyüklükte olmalıdır.

2.6.3 Monitör ile, monitör tarafından korunan ve monitörün önünde yer alan alanın en uzak noktasına olan mesafe, monitörün sakin havada köpük püskürtme mesafesinin %75'inden daha büyük olmamalıdır.

$$M = 3 \cdot B \cdot 0{,}75 \cdot \ell_1 \quad [\ell/\text{dakika}]$$

M [ℓ/dakika] Bir monitörün debisi,

$M \geq 0{,}5\ V$, 1250 ℓ/dakika'dan daha az olamaz.

2.6.4 Bir monitör ve köpük aplikatörü için bir hortum bağlama tertibatı, kıç kasara önüne veya kargo güvertesine bakan yaşam mahallerine, sancak ve iskelede olmak üzere, konulmalıdır. Sancak ve iskele monitörler, kargo tanklarının arkasında yer almaları ve birbirlerinin alt ve arka taraflarını korumaları koşuluyla, kargo alanları içine yerleştirilebilir. Ek olarak, monitörler arasında, daha esnek olarak yangınla mücadele edebilmek için, köpük aplikatörü bağlantı yerleri bulunmalıdır. Her köpük aplikatörünün debisi, dakikada 400 litre'den ve sakin havada püskürtme mesafesi de, 15 m. den daha az olmamalıdır.

En az dört adet köpük aplikatörü mevcut olmalıdır. Köpük hidrantlarının sayısı ve yerleşimi, kargo güvertesinin herhangi bir alanına en az iki adet aplikatörden köpük yönlendirilebilecek şekilde olmalıdır. Aplikatörler, yangın söndürme işlemleri sırasındaki hareket esnekliğini garanti altına alacak ve monitörlerle korunan alanı köpük ile örtebilecek şekilde olacaktır.

2.6.5 4000 DWT'dan daha küçük tankerlerde, her köpük aplikatörü için birer hortum bağlama yeri, sancak ve iskelede olmak üzere, kıç kasara önüne veya kargo güvertesine bakan yaşam mahallerine konulmalıdır. Her köpük aplikatörünün debisi, 2.5 (a) veya 2.5 (b)'ye göre hesaplanan köpük solüsyonu miktarının, en az %25'ine eşit olmalıdır. Bununla beraber, köpük aplikatörlerinin debisi ve püskürtme mesafesi, 2.6.4'de belirtilenlerden daha az olamaz.

2.6.6 Köpük ve yangın söndürme devresi güverte köpük sisteminin bir parçası olduğunda, her monitörün hemen önünde bu devrelerdeki hasar gören kısımları devre dışı bırakabilmek için kapatma valfleri bulunmalıdır.

2.7 İstenen kapasitedeki güverte köpükleme sisteminin çalışması esnasında, E'ye göre belirlenen sulu yangın söndürme sisteminin de, aynı anda tüm gemi boyunca güvertede, kumanda istasyonlarında, hizmet mahallerinde ve makina dairelerinde kullanılabilmeleri sağlanmış olmalıdır.

Yangın hortumu nozullarının, monitörlerin çalışması için gerekli olan basınçta, ortak hattan beslenmesi durumunda, bir kişi tarafından etkin olarak kontrol edilebildiğinin gösterilmesi koşuluyla, yangın devresi ve güverte köpük devresi için ortak bir devre kabul edilebilir.

Köpük sisteminin çalıştırılması için gerekli sürede bu nozullardan ikisinin çalıştırılması için ilave köpük konsantrasyonu sağlanacaktır **(24)**.

2.8 Köpük konsantresinin bulunduğu yer ve bunların gerekli pompaları, korunan sahanın dışında tertiplenmelidir. Bunun gibi her sistemin kumandası kolayca ulaşılabilir ve operasyonu basit olacak ve korunan mahalde oluşan bir yangında kesilme ihtimali bulunmayan pozisyonda mümkün olduğu kadar az yerde birlikte gruplanacaktır.

(24) *IMO MSC / Circ.1120, değiştirilmiş haliyle, referans olarak verilir.*

3. Çok Genleşmeli Köpük Sistemleri

3.1 Genel

Kargo mahallerinde olduğu gibi makina mahalleri, kargo pompa daireleri, araç ve ro-ro mahalleri korumasının çok genleşmeli köpük sistemleri **TL** tip onaylı **(25)** olmalıdır.

3.2 İç hava köpük sistemleri, dış hava köpük sistemleri ve korunan mahalle yerleştirilmiş köpük jeneratörleri ile birlikte dış havayı kullanan köpük sistemleri

Kullanılan sistemin tipi ve sistem dizayn gereksinimlerinin kapsamı, köpük jeneratörlerinin lokasyonuna (korunaklı mahalin içinde veya dışında) ve korunan mahalin türüne (makina mahalli veya araç mahalli, v.b.) bağlı olarak uygulanacaktır. Kullanılan sistemin detayları (boyutlandırma ve kapasite koşulları, köpük jeneratörlerinin yerleşimi, güç kaynağı, v.b.) ve montajdan sonra yapılacak testlerin kapsamı, revize edilen FSS Kod, Kısım 6'nın gereksinimlerini karşılamalıdır (Res.MSC.327(90) referans olarak verilir.).

Not:
FSS Kod hükümlerine uygun, yüksek genleşmeli sabit köpük yangın söndürme sistemine sağlanan yeterli köpük üretme kapasitesinin belirlenmesinde kullanılacak olan en geniş korunan bölge tanımlaması için bakınız UI SC262.

4. Kazan ve Makina Daireleri için Az Genleşmeli Köpük Sistemleri

Az genleşmeli köpük sistemleri, Tablo 18.1'de tanımlanmış olan yangın söndürme sistemlerinin yerlerine geçemez.

4.1 Sistemin kapasitesi

Akaryakıtın yayılabileceği en büyük alanı 5 dakika içerisinde, 150 mm. kalınlıkta bir köpük tabakası ile kaplayabilecek şekilde, bir sistem dizayn edilmiş olmalıdır.

4.2 Köpük dağıtımı

4.2.1 Köpük solüsyonu sabit döşenmiş boru devreleri ile ve küçük dağıtıcılarla, yağ ve yakıtın oluşturacağı yangın yerlerine sevk edilebilmelidir.

4.2.2 Korunan mahaldeki bir yangın nedeniyle kesilemeyecek şekilde, köpük dağıtıcıları ve devreye sokucu teçhizat uygun gruplar halinde bir araya getirilmeli ve tertiplenmelidir.

L. Basınçlı Su Püskürtme Sistemleri

1. Otomatik Basınçlı Su Püskürtme Sistemleri (Sprinkler Sistemleri) (26)

1.1 Basınçlı su tankları

1.1.1 Basınçlı su tankları, tankın su bulunan kısmına bağlanmış ve kapatılamayan bir emniyet valfi, ayrıca, hasarlara karşı korunmuş ve kapatılabilen bir su seviyesi göstergesi ve bir basınç göstergesi ile donatılmalıdır. Bölüm 14, Basınçlı Kaplar'da verilmiş olan basınçlı kaplar ve cihazlar hakkındaki kurallar burada da geçerlidir.

1.1.2 Basınçlı su tanklarının hacmi, öngörülen pompanın dakikadaki debisinin en az iki katına eşit olmalıdır.

Tank, öngörülen pompanın dakikadaki debisine eşit olacak şekilde sürekli olarak tatlı su ile dolu olmalıdır.

---

(25) *MSC.1 / Circ.1384 "Guidelines for the Testing and Approval of Fixed High-Expansion Foam Systems" referans olarak verilir.*

(26) *Bu kurallardan farklı basınçlı su püskürtme sistemleri eşdeğerliliği **TL** tarafından onaylandığı takdirde kullanılabilir. Bunun için Res.MSC.265(84) ve Res.MSC.284(86) ile değiştirilen IMO Resolution A.800(19)'a "Revised Guidelines for Approval to that Referred to in Regulation II 2/12 of SOLAS 74" bakınız.*

Tank, tüm sistemin tatlı su ile tekrar dolabilmesi için bir bağlantı ile donatılmalıdır.

1.1.3 Basınçlı su tankında oluşan hava yastıklarını alarak bunları tekrar su ile doldurabilmek için, tertibatlar olmalıdır.

Not:
*Basınçlı tank yerine onaylı su sisi sistemleri **(26)**, su ve gaz silindirlerini ihtiva eden eşdeğer şişe bataryaları ile birlikte, temin edilebilir.*

1.2 Basınçlı su püskürtme pompası

1.2.1 Basınçlı su püskürtme pompası, yalnızca basınçlı su püskürtme sistemine su basmak için kullanılabilir.

Basınçlı su tankındaki tatlı su boşalmadan önce pompa, sistemdeki basınç düşmesiyle otomatik olarak harekete geçebilmelidir. Bu husus bir tertibatla kontrol edilebilmelidir.

1.2.2 Pompanın debisi, en az 280 m^2'lik bir alanı kaplamak için gereken basıncı, püskürtme nozullarında temin edebilecek kapasitede olmalıdır. En az 5 litre/(m^2 · dakika) lık bir sulama için, bu değer en az 1400 litre/dakika'lık bir debiye denk olur.

Not :
*Onaylı su sisi sistemleri için 5 litre/m^2/dk'lık minimum akış miktarı uygulanmaz **(26)**.*

1.2.3 Pompanın doğrudan deniz suyu alıcısı olacaktır. Pompanın kapama tertibatı, açık durumda olacak şekilde, güven altına alınmalıdır. Pompanın basınç tarafı bir kontrol valfi ve kesit alanı pompanın öngörülen basınçtaki debisine uygun bir boru bağlantısı ile donatılmalıdır.

1.3 Yerleştirme

Basınçlı su tankları ve basınçlı su pompaları, korunan mahallerden, kazan dairelerinden, yakıt hazırlama mahallerinden ve içten yanmalı motorların bulunduğu mahallerden yeterince uzakta ve bunların dışında olarak yerleştirilmelidir.

Basınçlı su tankları, dona karşı korunmuş bir mahalde tesis edilmelidir.

1.4 Su temini

1.4.1 Sistem çalışmadığı zaman tamamen tatlı su ile dolu olmalıdır.

1.2'ye göre su teminine ek olarak, sistem ayrıca kapanabilir geri döndürmez valf ile, ana yangın söndürme devresine de bağlanmalıdır.

1.4.2 Sistem, sürekli olarak basınç altında tutulmalı ve her an otomatik olarak çalışmaya hazır olmalıdır. Alarm valfindeki test valfinin tam açık olduğu durumda dahi, en yüksekte bulunan püskürtme nozulu seviyesindeki basınç, en az 1,75 bar olmalıdır.

1.4.3 Suyun önemli ekipmanlara zarar vereceği yerlerdeki kontrol istasyonları, SOLAS Regulation II-2/10.6.1.1'de izin verilen kuru borulu bir sistem veya bir ön hareketli sistem ile teçhiz edilebilir.

Not:
Yukarıdaki 1.4.3 maddesi, yapımına başlama sözleşmesi 1 Ocak 2014 veya sonrasında yapılan gemilere uygulanır.

Aynı zamanda "Kuru borulu sistem" ve "Ön hareketli sistem" tanımları için FSS Kod, Kısım 8 ve MSC.265(84) ve MSC.284(86) ile değiştirilen IMO Res. A.800(19)'a bakınız.

1.5 Güç beslemesi

Pompa, otomatik gösterme ve alarm tertibatlarına güç temini için, birbirinden bağımsız, en az iki adet güç kaynağı öngörülmelidir. Kaynaklardan her biri, sistemi çalıştırabilecek yeterli güce sahip olmalıdır (Kısım 5, Elektrik Kuralları Bölüm 7'ye bakınız).

1.6 Boru devreleri, valfler ve fitingler

1.6.1 Deniz kinistinleri, pompalar, basınçlı su tankları, sahil irtibat ve alarm valfleri arasındaki boru devreleri, Bölüm 16, Tablo 16.6'da belirtilen kurallara göre boyutlandırılmalıdır. Boru devreleri, korozyona karşı etkin bir şekilde korunmalıdır.

1.6.2 Geri döndürmez valfler kullanarak, deniz suyunun basınçlı su kaplarına girmemesi ve tatlı suyun da, pompaların emme boru devreleri üzerinden denize akmaması sağlanmış olmalıdır.

1.6.3 Her sprinkler kısmı, yalnızca bir adet kısım valfi ile ayrılabilmelidir. Kısım valfleri ilgili kısım dışında kolayca ulaşılabilir şekilde veya merdiven bölmesindeki bir dolap içinde düzenlenmelidir. Her durumda bu mahal belirgin ve sabit olarak işaretlenmelidir. Kısım valflerinin yetkisiz kimseler tarafından kullanımını önleyici önlemler alınacaktır.

Deniz suyu girişinden kısım valflerine kadar sistemdeki tüm stop valfler çalışır konumda emniyete alınacaktır.

1.6.4 Her bir kısım valfinin akımı yönünde bir test valfi düzenlenmelidir. Test valfinin akımı, ilgili kısımdaki en küçük sprinklere uygun olmalıdır.

1.6.5 Soğuk iklimlerde, geminin çalışması sırasında, donma olasılığı olan küçük kısımlar kuru tip olabilir **(27)**.

Saunalarda kuru boru sistemi kullanılacaktır.

1.7 Yağmurlama nozulları (Sprinkler)

1.7.1 Yağmurlama nozulları kısımlar halinde gruplandırılmalıdır. Her kısım 200'den daha fazla nozulu içeremez.

1.7.2 Yolcu gemilerinde yağmurlama tertibatının kısımları, en geniş olarak, ya bir ana yangın bölgesini veya bir su geçirmez bölmeyi kapsayabilir ve bunlar birbiri üzerine gelen iki güverteyi içermemelidir.

1.7.3 En üst güverte sahasında, korunan alanın m^2'si başına, en az dakikada 5 litrelik su püskürtebilecek şekilde, yağmurlama nozulları tertiplenmelidir.

Not :
Onaylı su sisi sistemleri için 5 litre/m^2/dk'lık minimum akış miktarı uygulanmaz ***(26)***.

Yaşam ve hizmet mahalleri içinde yağmurlama nozulları, 68°C ila 79°C'lık bir sıcaklık aralığında çalışabilmelidir. Kurutma mahalli, kuzine ve benzerleri gibi yüksek sıcaklıktaki yerler ise, istisna teşkil ederler. Buralarda harekete geçme sıcaklığı, en üst güverte bölgesindeki maksimum sıcaklığın 30°C kadar daha üstünde olabilir.

Saunalarda 140°C'a kadar olan harekete geçme sıcaklığı kabul edilir.

1.7.4 Nozullar, korozyona dayanıklı malzemeden üretilmelidir. Galvanize edilmiş çelikten yapılmış nozullara müsaade edilmez.

1.7.5 Gemide bulunan her tip ve özellikteki sprinklerler için aşağıda belirtilen yedek sprinkler sağlanacaktır. Herhangi bir tipteki yedek sprinkler sayısı, monte edilen sayıdan daha fazla olmayacaktır:

<300	sprinkler	- 6	adet
300-1000	sprinkler	- 12	adet
>1000	sprinkler	- 24	adet

1.8 Gösterge ve alarm sistemleri

1.8.1 Her nozul kısmı, bir nozulun harekete geçmesiyle bir veya daha fazla gösterge panelinde görsel ve sesli alarm harekete geçecektir. Panellerde, bir sprinklerin çalışmaya başladığı, sprinkler kısmı gösterilecektir. Gösterge panelleri kaptan köşkünde merkezileştirilecektir. Ilave olarak, göstege panellerindeki görsel ve sesli alarmlar, mürettebatın alarmı anında alabilmesini sağlamak amacıyla, kaptan köşkünün dışındaki bir yere de konulmalıdır.

Alarm sistemlerinin dizaynı için Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 9'a bakınız.

1.8.2 Her bir kısım valfinde ve kaptan köşkündeki gösterge panel(ler)inde, 1.6.3'e göre sistemdeki basıncı gösteren bir geyç bulunacaktır.

1.9 Açıklayıcı şemalar ve talimatlar

Her gösterge paneline, kapsanan mahalleri ve her kısımdaki bölgelerin yerlerini gösteren bir liste veya plan asılacaktır.

(27) *Kuru boru sisteminin tanımı için, MSC.265(84) ve MSC.284(86) ile değiştirilen IMO Res. A 800 (19) Ek, madde 2.3'e bakınız.*

Test ve bakımla ilgili talimatlar mevcut olmalıdır.

2. Elle Çalıştırılan Basınçlı Su Püskürtme Sistemleri

2.1 Makina daireleri ve kargo pompa daireleri için basınçlı su püskürtme sistemleri

2.1.1 Konvansiyonel basınçlı su püskürtme sistemleri

Makina mahalleri ve kargo pompa daireleri için konvansiyonel basınçlı su püskürtme sistemleri, uluslararası tanınmış bir standart **(28)** temelinde **TL** onaylı olmalıdır.

2.1.2 Eşdeğer basınçlı su püskürtme (su sisi) sistemleri

Makina mahalli ve kargo pompa daireleri için su sisi sistemleri, uluslararası tanınmış bir standart **(28)** temelinde **TL** onaylı olmalıdır.

2.2 Egzoz gazları ile kızdırılan, ısı iletici sıvı kazanları için basınçlı su püskürtme sistemleri

2.2.1 Su püskürtme sistemi için akım hacmi, kızgın yüzeyin m^2'sine en az 5 litre/dakika olmalıdır.

Tatlı su kullanılması tercih edilir. En az 20 dakika yeterli su sağlanmalıdır.

2.2.2 Gerekli su hacmi, kızgın yüzeye uygun nozullarla dağıtılmalıdır. Temizleme maksadı için öngörülen boru nozul sistemleri, su pükürtme sistemlerinin içinde olabilir.

2.2.3 Nozullar, kızgın yüzeyin altına yerleştirilebilir. Bu tertipte egzoz gazları ile kızdırılan ısı iletici sıvı kazanlarında, bir yangın durumunda makinaların azaltılmış yükle çalışabileceği ve kızgın yüzeye egzoz gazı akımının devam edeceği öngörülür.

2.2.4 Su sağlanması ve dağıtımında kullanılan boru sistemleri sabit olarak yerleştirilmelidir.

Egzoz gazı ile kızdırılan kazanları kontrolsüz su kaçaklarından korumak için, biri dreyn valfi olmak üzere iki kapama valfi öngörülür.

2.2.5 Egzoz kazanı altına, egzoz devresi içinde, makina dairesi sintinesine veya uygun bir tanka suyunu boşaltabilen bir su tavası yerleştirilir. Egzoz gazı sızıntısını önlemek için gerekli tedbirler alınmalıdır.

2.2.6 Su püskürtme sisteminin çalışması için gerekli bütün pompa ve valfler kolay ulaşılabilecek ve mümkün olduğu kadar egzoz kazanından emniyetli uzaklıkta olacak bir yere tertiplenmelidir.

Kullanma yerinde, kısa bir kullanma talimatı devamlı olarak bulunmalıdır.

2.3 Özel kategori mahaller ve ro-ro kargo mahalleri için basınçlı su püskürtme sistemleri

2.3.1 Araç, özel kategori ve ro-ro mahallerinin korunması için sabit su bazlı yangın söndürme sistemleri MSC.1/Circ.1430'la **(29)** yayınlanan kılavuza uygun olarak dizayn edilmelidir.

2.3.2 Su püskürtme sistemleri MSC.1/Circ.1430 bölüm 3 ve 4'e uygun olarak dizayn edilmelidir. Su püskürtme nozulları kılavuzun 3.11 maddesine göre onaylı olmalıdır.

2.3.3 Su sisi sistemleri tip onaylı ve MSC.1/Circ.1430 bölüm 3 ve 5'e uygun dizayn edilmiş olmalıdır.

---

(28) *MSC.1/Circ.1237, MSC.1/Circ.1269 ve MSC.1/Circ. 1386 sirkülerleri ile düzeltilen IMO MSC/Circ. 1165 "Revised Guidelines for the Approval of Equivalent Water- Based Fire Extinguishing Systems for Machinery Spaces and Cargo Pump Rooms" referans olarak verilir. Gerçek yerleşimlerde maksimum test edilen hacimden daha büyük hacime ekstrapolasyon, IMO MSC.1/Circ.1385, "Scientific Methods on Scaling of Test Volume for Fire Test on Water- Mist Fire-Extinguishing Systems"'de verilen koşullar temelinde izin verilir. Aynı zamanda IACS UI SC 218 ve IACS UI SC 219'a bakınız.*

(29) *IMO MSC.I/Circ.1430, "Revised Guidelines for the Approval of Fixed Water-Based Fire-Fighting Systems for Ro-Ro Spaces and Special Category Spaces"'e bakınız.*

2.3.4 Valf manifoldunda bir basınç geyci bulunacaktır.

Her dağıtım valfinde, hizmet ettiği kısım işaretlenmelidir.

Valflerin (yağmurlama) bulunduğu mahalle bakım ve çalıştırma talimatları asılmalıdır.

2.3.5 Elle çalıştırılan sistemlerde, su püskürtme pompaları, dağıtma valfleri grubu ile harekete geçirilebilmelidir. Deniz suyu çıkışı ile dağıtma valfleri arasındaki bütün kapatma valfleri, açık durumda emniyete alınmamışsa, dağıtma valfleri grubu tarafından açılabilmelidir.

2.3.6 Dreyn ve pompalama donanımı, Bölüm 16, N.4.3.5 ve N.4.4'e göre dizayn edilecektir.

Sistemde, yeterli miktarda dreyn valfi bulunmalıdır.

2.4 Tankerlerin kargo sahalarındaki basınçlı su püskürtme sistemleri

Bu konuda, sıvılaştırılmış gaz taşıyan tankerlere ait kurallar, Bölüm 11.3 geçerlidir.

3. Lokal Uygulamalı Sabit Yangın Söndürme Sistemleri (30)

3.1 Bu madde; 500 GRT ve daha büyük yolcu gemileri ile 2000 GRT ve daha büyük olan yük gemilerinin, brüt hacmi 500 m^3'den daha fazla olan A kategori makina mahallerine uygulanır.

3.2 Ana yangın söndürme sistemine ilave olarak, aşağıda L.3.3'de listelenen yangın tehlikeli bölgelerde, uluslararası kurallara **(31)** göre **TL** tarafından tip onaylı olması gereken lokal uygulamalı sabit yangın söndürme sistemi ile korunmalıdır.

AUT ve AUT-C ek klas işaretli gemilerde, bu sistemler hem otomatik hem de el kumandalı olarak çalıştırılabilmelidir.

İçinde sürekli olarak insan bulunan makina mahallerinde, bu sistemin yalnızca elle çalıştırılabilmesi gereklidir.

3.3 Lokal uygulamalı sabit yangın söndürme sistemi; makina durdurulmadan, personel tahliye edilmeden veya mahal yalıtılmadan aşağıda belirtilenler gibi mahalleri koruyacaktır:

- 1 Temmuz 2014 tarihinden önce inşa edilmiş gemilerde, geminin ana sevk sisteminde enerji üretimi ve diğer amaçlar için kullanılan içten yanmalı makinaların yangın tehlikeli kısımları. 1 Temmuz 2014 tarihinden sonra inşa edilmiş gemilerde içten yanmalı makinaların yangın tehlikeli kısımları. Çoklu makina yerleşimlerinde en az iki kesit düzenlenmelidir,

- İnsineratörler, kazanlar, inert gaz jeneratörleri ve ısı ileten kazanlar gibi yağ yakan ekipmanlar,

- Isıtılmış yakıtlarla ilgili seperatörler,

Lokal uygulamalı sabit yangın söndürme sistemleri, yukarıdaki tesislerin hasarlanan yakıt devresinden sıçrayan yakıtın sıcak yüzeylerde tutuşma olasılığı bulunan yangın tehlikeli kısımlarını koruyacaktır. Yani, sadece silindir bölgesi dahil makinanın üstü, yakıt püskürtme pompası, türboşarjer ve egzoz gaz manifoldu ile brülörlerin korunması gerekir. Yakıt enjeksiyon pompalarının; çelik bir platformun altı gibi, korumalı bir yere konulduğu hallerde, pompaların sistem tarafından korunması gerekmez.

Yangın söndürme maddesi olarak, su bazlı söndürücü madde kullanılacaktır. Söndürücü maddeyi besleyen pompa korunan mahallin dışında olacaktır. Sistem kullanıma hazır olmalı ve söndürücü maddeyi en az 20 dk. süreyle sürekli olarak bağlayabilmelidir. Pompa kapasitesinde, en fazla söndürücü madde hacmini gerektiren korunmuş alan esas alınacaktır.

---

(30) *Bu madde, omurgası 1 Temmuz 2002 veya daha sonraki tarihlerde kızağa konan gemilere uygulanır.*

(31) *IMO sirküler MSC.1 / Circ.1387, "Revised Guidelines for the Approval of Fixed Water-Based Local Application Fire Fighting Systems for Use in Category A Machinery Spaces (MSC/Circ.913)" referans olarak verilir. Lokal uygulamalı sabit yangın söndürme sistemlerinin detayları için UI SC176'ya bakınız.*

Sıçrayan yakıtın, yukarıda belirtilen sistemle korunması gereken bitişik makina veya tesislere sıcak yüzeyleriyle temasta tutuşabilme olasılığı olan durumlarda, ilgili kısımların aynı anda korunması sağlanacak ve depolanan söndürücü madde aynı anda kullanıma yeterli olacaktır.

3.4 Otomatik harekete geçmesi istenilen sistemler, uygun şekilde dizayn edilen yangın algılama ve alarm sistemi vasıtasıyla çalıştırılacaktır. Bu sistem korunacak her alanın seçmeli yangın algılamasını ve lokal yangın söndürme sisteminin hızlı ve güvenilir şekilde harekete geçirilmesini sağlamalıdır. Yangın algılama ve alarm sistemlerinin dizaynının ayrıntıları için Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 9, D.4'e bakınız.

3.5 Makina kontrol odası ve kaptan köşkünde, korunan her mahalde, grup görsel ve sesli alarmlar ile aktive olan bölgenin gösterilmesi sağlanacaktır.

3.6 Tekne üzerindeki herhangi bir nozulun yerleşimi, düzenlemenin MSC.1/Circ.1387'ye göre başarıyla test edilmesini takiben yapılacaktır.

Eğer nozulların, MSC.1/Circ.1387'ye göre test edilenden farklı olarak, özel bir şekilde yerleşimi öngörülürse, bu düzenleme adı geçen sirküler esas alınarak yapılacak yangın testlerinden geçmesi koşuluyla kabul edilebilir.

3.7 Geminin sevki veya güç üretiminde kullanılan içten yanmalı her makina için, ayrı bir nozul seksiyonu, ayrı bir yangın algılama ve harekete geçirme düzeni sağlanacaktır.

Makina dairesine 4 (veya daha fazla) ana makina veya ana dizel jeneratörün konulduğu hallerde, görevde olmayan bir çift ana makina veya ana dizel jeneratör ile geminin tam olarak manevrasının sağlanması koşuluyla, nozul seksiyonunun, yangın algılama ve boşaltma sisteminin çift olarak düzenlenmesi kabul edilir.

Lokal uygulamalı sistemlerin nozul seksiyonları, toplam basma su sisi sisteminin nozul seksiyonları (ana yangın söndürme sistemi) olarak oluşturulabilecek şekilde temin edilir. Ana yangın söndürme sisteminin ilave nozul seksiyonları izole edilebilecek kabiliyette olmalıdır.

3.8 Çalıştırma (boşaltma) kumandaları, korunan mahallin içinde ve dışında, kolay ulaşılabilir bir yerde olacaktır. Mahal içindeki kumandalar, korunan alanlardaki bir yangın nedeniyle devre dışı kalmayacaktır.

3.9 Gerekli basınç ve akımın sağlanması için sistemin çalıştırma testi ile ilgili düzenler sağlanacaktır.

3.10 Boru devresi, tanınmış bir hidrolik hesaplama tekniğine (örneğin; Hazen-Williams Yöntemi) göre boyutlandırılacaktır. Bu suretle sistemin doğru çalışması için gerekli akım ve basınç sağlanır.

3.11 Otomatik olarak çalışan sistemler kullanıldığında, kullanılan söndürücü maddenin tipini ve otomatik boşalma olasılığını belirten bir ikaz işareti, her giriş noktası dışına konulacaktır.

3.12 Çalıştırma ve bakım talimatı ile sistemin yedek parçaları, üretici tavsiyelerine göre sağlanacaktır. Çalıştırma talimatı, her bir çalıştırma istasyonuna asılacaktır.

3.13 Nozullar ve borular, rutin bakım için makinalara veya diğer donanıma ulaşımı engellemeyecektir. Tavan kreyni veya diğer hareketli donanımı bulunan makina dairelerinde, nozullar ve borular, bu donanımın çalışmasını engelleyecek şekilde yerleştirilmeyecektir.

3.14 Korunacak nesneler, tip onay sertifikasında belirtilen nozul yerleşim parametrelerine tabi olarak nozul gurubu ile çevrilecektir. (maksimum yatay nozul aralığı, korunan nesneden itibaren minimum ve maksimum düşey mesafe, korunan nesneden minimum yanal mesafe)

Korunan alan genişliğinin, maksimum yatay nozul aralığının ½'sinden az olduğu hallerde; nozullar arasındaki mesafe maksimum yatay nozul aralığının ½'sinden fazla olmaması ve uç nozullarının korunan alanın en azından kenarında yer alması veya korunan alandan belirli bir yanal mesafeye konması (eğer bu gerekli mesafe tip onayı sertifikasında belirtilmiş ise) koşuluyla tek bir nozul hattı oluşturulabilir.

Korunan alanın genişliği ve boyunun maksimum yatay

nozul aralığının ½'sini aşmadığı hallerde, merkezde korunan nesnenin üzerine yerleştirilen tek bir nozul da konulabilir.

Kabul edilebilir nozul yerleşimlerinin açıklayıcı skeçleri, daha net anlaşılması için MSC.1 / Circ.1276'da gösterilmiştir.

3.15 Eğer makina dairesi yüksek genleşmeli köpük veya aerosollü yangın söndürme sistemi ile korunuyorsa, lokal uygulamalı sistemleri bu sistemlerin etkinliğine müdahil olmaktan korumak için uygun operasyonel tedbirler veya kilitlemeler temin edilmelidir.

4. Yolcu gemilerinin kabin balkonları için basınçlı su püskürtme sistemleri

4.1 Eğer balkonlardaki mobilya ve döşemeler yangın riski taşımıyorsa **(7) (8)**, yolcu gemilerinin kabin balkonları onaylı bir basınçlı su püskürtme sistemi ile teçhiz edilmelidir **(32)**.

5. Çoklu alan koruması için kombine edilmiş su sisi sistemleri

Farklı alanlara ve mahallere hizmet etmek için tasarlanmış ve ortak bir pompa ünitesinden beslenen bir su sisi sistemi her alt sistemin TL tip onaylı olması koşuluyla kabul edilir. **(26), (28), (29), (31), (32), (33).**

M. Boya Mahalleri, Yanıcı Sıvıların Muhafaza Edildiği Mahaller, Kuzine Ocaklarının Duman Çıkış Kanalları ve Fritöz Donanımı için Yangın Söndürme Sistemleri

1. Boya ve Yanıcı Sıvı Mahalleri

1.1 Mahallin dışından çalıştırılabilen, CO_2, kuru toz, su veya benzeri madde ile yangın söndürme sistemi kullanılır.

1.1.1 Yangın söndürme maddesi olarak CO_2 kullanılıyorsa, ilgili mahallin brüt hacmine göre %40 konsantrasyon için hesaplanır.

1.1.2 Kuru tozlu yangın söndürme sistemi, ilgili mahallin brüt hacminin her metrekübüne en az 0,5 kg. düşecek şekilde dizayn edilir. Söndürme maddesinin düzgün dağılacağından emin olunmalıdır.

1.1.3 Basınçlı su püskürtme sisteminin düzgün dağıtma oranı, güvenliği sağlanan taban alana göre 5 $l/m^2 \cdot$dakika olmalıdır. Su, ana yangın hattından sağlanabilir.

1.2 Güverte alanı 4 m^2'den küçük olan ve yaşama mahallerine girişi bulunmayan mahallerde, mahallin cidarındaki bir açıklıktan püskürtülen ve kapasitesi 1.1.1'e veya 1.1.2'ye göre belirlenen seyyar CO_2 veya kuru tozlu yangın söndürücüleri kullanılabilir. Söndürücüler açıklık yakınında bulunmalıdır. Alternatif olarak, su ile yangın söndürme sistemini kullanmak üzere bir açıklık veya hortum bağlantısı sağlanabilir.

1.3 Tankerlerdeki kargo örnekleme dolaplarında, bu mahallin kargo alanı içinde olması durumunda, sabit yangın söndürme sisteminden vazgeçilebilir.

2. Kuzine Ocaklarının Duman Çıkış Kanalları

2.1 Kuzine egzoz kanallarında, aşağıdaki durumlarda, sabit bir yangın söndürme sistemi bulunacaktır:

- 36'dan fazla yolcu taşıyan tüm yolcu gemilerinde
- Kanalların yaşama mahallerinden veya yanıcı madde içeren mahallerden geçtiği hallerde, kargo gemilerinde ve 36'dan az yolcu taşıyan yolcu gemilerinde.

---

(32) *MSC.I / Circ.1268, "Guidelines for the Approval of Fixed Pressure Water-Spraying and Water-Based Fire-Extinguishing Systems for Cabin Balconies" referans olarak verilir.*

(33) *ISO 15371 "Ships and marine technology – Fire-extinguishing systems for protection of galley cooking equipment".*

Kuzine ocaklarının duman çıkış kanallarındaki yangın söndürücü sabit tertibat, söndürme maddesinin dış yangın klapesinden kanalın alt nihayetinde tertiplenen yangın klapesine kadar tüm kanal boyunca etkili olacak şekilde dizayn edilir.

2.2 Yangın söndürme tertibatı elle harekete geçirilebilmelidir. Kumanda tertibatı ile birlikte kuzine hava sağlama ve boşaltma fanlarının ve yangın klapelerinin harekete geçirme tertibatının emercensi şalterleri kuzine girişine yerleştirilmelidir.

Yangın söndürme tertibatının otomatik harekete geçirilmesi uygulamada ek olarak öngörülür.

3. Fritöz Donanımı (30)

Fritöz donanımında aşağıdaki düzenlemeler bulunacaktır:

- Uluslararası bir standarda **(33)** göre test edilmiş otomatik veya el kumandalı bir yangın söndürme sistemi,
- Herhangi birinin arızası durumunda kullanıcıyı uyaracak alarmlı ana ve yedek termostat,
- Yangın söndürme sisteminin harekete geçmesi üzerine elektrik akımını otomatik olarak kesecek düzenek,
- Donanımın monte edildiği kuzinede, yangın söndürme sisteminin çalıştığını gösterir bir alarm,
- Mürettebat tarafından hemen kullanıma uygun şekilde etiketlenmiş yangın söndürme sisteminin elle çalıştırma kumandaları.

N. Artıkların Yakılması

1. Çöp yakma mahalleri, artık depolama mahalleri veya kombine çöp yakma ve artık depolama mahalleri, Tablo 18.8'de belirtilen sabit yangın söndürme ve yangın algılama sistemi ile donatılacaktır:

2. Yolcu gemilerinde sprinkler, geminin sprinkler sisteminden beslenecektir.

3. Yük gemilerinde sprinkler sistemi, hidrofor pompasının gerekli sprinkler adedini beslemeye yetecek kapasitede olması koşuluyla, tatlı su hidrofor sistemine bağlanabilir.

Tablo 18.8 Gerekli yangın emniyet sistemleri

	Otomatik basınçlı su püskürtme sistemi (sprinkler) 2 ve 3'e bakınız	Sabit yangın söndürme sistemi (CO_2, yüksek genleşmeli köpük, basınçlı su püskürtme sistemi veya eşdeğeri)	Sabit yangın algılama
Kombine çöp yakma ve artık depolama mahalleri		x	x
Çöp yakma mahalleri		x	x
Artık depolama mahalleri	x		

O. Helikopter İniş Güvertesi İçin Yangın Söndürme Teçhizatı

1. Helikopter iniş güvertelerinin girişlerinin yakınında aşağıdaki teçhizat öngörülür ve hazır bulundurulur:

1.1 45 kg. dan az olmayan toplam söndürme maddesi ile birlikte en az iki adet kuru tozlu yangın söndürücü.

1.2 18 kg. dan az olmayan yangın söndürme maddesi ile birlikte CO_2 yangın söndürücü veya eşdeğeri.

1.3 Monitörler veya el köpük boruları ile birlikte bütün hava koşullarında helikopterde çalışabilir az genleşmeli köpüklü sabit yangın söndürme sistemi. Köpük güvertenin her yerine gönderilebilmelidir. Tablo 18.9'da belirtilen köpük gereksinimi en az beş dakika köpükleme için yeterli olmalıdır.

Tablo 18.9 Gerekli köpük miktarı

Kategori	Helikopterin tam boyu	Köpük solüsyonu disçarç hızı (ℓ/dakika)
H1	< 15 m.	250
H2	≥15 m... < 24 m.	500
H3	≥24 m... < 35 m.	800

Köpük maddesi ICAO **(34)** standartlarına uygun olmalı ve deniz suyu ile kullanılabilmelidir.

1.4 En az çok maksatlı tipte iki nozul ve hortumları iniş güvertesinin her yerine erişebilmelidir.

1.5 SOLAS 74 veya ulusal kurallardakine ilave olarak iki adet itfaiyeci teçhizatı.

1.6 En azından aşağıdaki teçhizat acil kullanım için hava etkilerinden korunarak hazır bulundurulur:

- Ayarlı vida anahtarı,
- Ateşe dayanıklı örtü,
- Cıvata makası 600 mm,
- Tutamak, kurtarma kancası,
- Metal testeresi, ağır işler için altı yedek bıçağı ile,
- Merdiven,
- Kurtarma halatı 5 mm. çap x 15 m. uzunluk,
- Kıskaç, yan kesici,
- Çeşitli tornavida takımı,
- Saraç bıçağı (kılıfı ile birlikte).

2. Helikopter iniş güvertesinin drenaj tertibatı çelikten yapılmalı ve diğer sistemlerden bağımsız, suyu doğrudan borda dışına vermeli ve drenaj geminin herhangi bir kısmına geçmeyecek şekilde dizayn edilmelidir.

P. Paketlenmiş Tehlikeli Maddelerin Taşınması

1. Genel

1.1 Kapsam

1.1.1 Bu bölümdeki kurallar paketlenmiş tehlikeli maddeler taşıyan gemilere ek olarak uygulanır. Eğer bu maddeler International Maritime Dangerous Goods Code, Cilt 2, Kısım 3.4 ve 3.5 uyarınca sınırlı miktarlarda taşınıyorsa, bu kurallar uygulanmaz.

1.1.2 İstekler ambarların durumuna, taşınan maddenin tehlike sınıfına ve özel vasıflarına bağlıdır. Değişik tipteki kargo mahalleri için gereklilikler aşağıda verilen tablolarda gösterilmiştir:

- Tablo 18.10a geleneksel kargo mahalleri için
- Tablo 18.10b konteyner kargo mahalleri için
- Tablo 18.10c kapalı ro-ro mahalleri için
- Tablo 18.10d açık ro-ro mahalleri için
- Tablo 18.10e gemiyle taşınan dubalar için
- Tablo 18.10f açık güverteler için

(34) *International Civil Aviation Organization - Airport Service Manual Part 1 - Rescue and Fire Fighting Chapter 8 - Extinguishing Agent Characteristics Paragraph 8.1.5 - Foam Specifications, Table 8-1, Level "B" Foam.*

Not:
Konteyner mahali olarak tasarlanan kargo mahalli, konteynerlerin bağlanması için konteyner pabuçları ile teçhiz edilen bir kargo mahalidir.
Ro-ro mahalleri özel kategori mahalleri (Reg.20) ve araç mahallerini içerir.
Ro-ro mahalli üstü tamamen açık ve her iki uçta tam açık olaraktasarlanmış ise açık güverte gibi işlem görebilir.

1.1.3 **SOLAS**, Bölüm VI Kısım A, SOLAS Bölüm VII Kısım A ve IMDG Kod kuralları göz önünde bulundurulmalıdır.

1.1.4 Üstü açık (open top) konteyner için kargo mahallerindeki gereklilikler için **TL** ile anlaşmaya varılmalıdır, 1.2.6 ve 1.2.7'ye bakınız.

1.2 Onaylanacak dökümanlar

Aşağıdakileri kapsayan şematik planlar, resim ve dökümanlar onay için sunulmalıdır.

1.4'e göre sertifikasyon için başvuruda Form ST236 "Application Form Dangerous Goods".

- 3.2'ye göre "Sulu yangın söndürme sistemi", uygulanabilirse
- 3.3'e göre su ile soğutma sistemi, uygulanabilirse
- 4'e göre elektrikli ekipmanlar için ilgili uygunluk sertifikalarının kopyalarını içeren Form ST184, "Details about the Construction of electrical Equipment in hazardous areas", uygulanabilirse
- 5'e göre dedektörlerin yerleşimini içeren yangın algılama ve alarm sistemi, uygulanabilirse
- 6'ya göre havalandırma sistemi, uygulanabilirse
- 7'ye göre sintine sistemi, uygulanabilirse
- 10'a göre izolasyon, uygulanabilirse
- 11'e göre ro-ro mahallerinin ayrılması için düzenleme, uygulanabilirse

1.3 Diğer kurallara referanslar

1.3.1 **SOLAS**, Bölüm II-2, Kural 19, "Carriage of dangerous goods"

1.3.2 **SOLAS** Bölüm II-2, Kural 10.7.2, "Fixed gas fire-extinguishing systems for dangerous goods"

1.3.3 **SOLAS**, Bölüm VI, Kısım A, "General provisions"

1.3.4 **SOLAS**, Bölüm VII, Kısım A, "Carriage of dangerous goods in packaged form"

1.3.5 IMO International Maritime Dangerous Goods (IMDG) Code

1.3.6 Medical First Aid Guide for Use in Accidents Involving Dangerous Goods (MFAG)

1.3.7 IMO MSC/Circ.608/Rev.1, "Interim Guidelines for Open Top Containerships"

1.3.8 IACS UI SC 109, 110 ve 111, "Open top container holds – Water supplies – Ventilation – Bilge pumping"

1.3.9 IEC 60079, "Electrical apparatus for explosive atmospheres"

1.4 Sertifikasyon

Talep üzerine "Document of Compliance for the Carriage of Dangerous goods", **SOLAS Bölüm II-2 Kural 19.4'e** göre başarılı bir sörvey sonrasında verilebilir. Bu gemilere **DG** notasyonu verilir.

1.5 Tehlikeli maddelerin sınıflandırılması

Aşağıdaki sınıflar, "Document of Compliance for the Carriage of Dangerous goods" dökümanının ekinde yer alan paketlenmiş maddeler için belirtilmiştir.

Sınıf 1.1 den 1.6 ya:

Patlayıcılar.

Bölme 1.1: Kütlesel patlama tehlikesi olan maddeler ve nesneler.

Bölme 1.2: Projeksiyon tehlikesi olan ancak kütlesel patlama tehlikesi olmayan maddeler ve nesneler.

Bölme 1.3: Yangın tehlikesi olan ve ister az patlama riski olan ister az projeksiyon tehlikesi olan veya her ikisi de olan ancak kütlesel patlama riski olmayan maddeler ve eşyalar.

Bölme 1.4: Kayda değer riski olmayan maddeler ve nesneler.

Bölme 1.5: Kütlesel patlama riski olan ve hassasiyeti çok az olan maddeler ve nesneler.

Bölme 1.6: Kütlesel patlama riski olmayan ve hassasiyeti aşırı derecede az olan nesneler.

Sınıf 1.4S:

Patlayıcılar.
Bölme 1.4, grup S'ye uygunluk: Paketlemiş veya kazara işlevselleşme sonucu doğan herhangi bir zararlı etki ambalaj içinde sınırlı şekilde tasarlanmış maddeveya nesneler paket yangından bozulmadığı sürece, her türlü patlama veya projeksiyon etkileri yangınla mücadele veya paketin yakın çevresindeki diğer acil müdahale çabalarını önemli ölçüde engel olmayacak veya yasaklamayacak kadar sınırlandırılmıştır.

Sınıf 2.1 hidrojen ve hidrojen karışımlarını içerir:
Hidrojen ve hidrojen karışımlarını içeren yanıcı gazlar.

Sınıf 2.1 hidrojen ve hidrojen karışımlarını içermez:
Hidrojen ve hidrojen karışımlarının haricindeki yanıcı gazlar.

Sınıf 2.2:
Yanmaz, toksik olmayan gazlar.

Sınıf 2.3 yanıcı:
İlave risk sınıfı 2.1 ile toksik gazlar.

Sınıf 2.3 yanmaz:
İlave risk sınıfı 2.1'siz toksik gazlar.

Sınıf 3 FP < 23 °C:
IMDG Kod'a göre parlama noktası 23 °C nin altında olan yanıcı sıvılar

Sınıf 3 23 °C ≤ FP ≤ 60 °C:
IMDG Kod'a göre parlama noktası 23 °C ile 60 °C arasında olan yanıcı sıvılar.

Sınıf 4.1:
Yanıcı katılar, kendinden reaktif maddeler ve hassasiyeti giderilmiş katı patlayıcılar.

Sınıf 4.2:
Kendiliğinden yanabilir maddeler.

Sınıf 4.3 sıvılar:
Su ile temas ettiğinde, yanıcı gazlar yayan sıvılar.

Sınıf 4.3 katılar:
Su ile temas ettiğinde, yanıcı gazlar yayan katılar.

Sınıf 5.1:
Oksitleyici maddeler.

Sınıf 5.2:
Organik peroksitler.

Sınıf 6.1 sıvılar FP < 23 °C:
IMDG Kod'a göre parlama noktası 23 °C nin altında olan toksik sıvılar.

Sınıf 6.1 sıvılar 23 °C ≤ FP ≤ 60 °C:
IMDG Kod'a göre parlama noktası 23 °C ile 60 °C arasında olan toksik sıvılar.

Sınıf 6.1 sıvılar:
IMDG Kod'a göre parlama noktası 60 °C nin üzerinde olan toksik sıvılar.

Sınıf 6.1 katılar:
Toksik katılar.

Sınıf 8 sıvılar FP < 23 °C:
IMDG Kod'a göre parlama noktası 23 °C nin altında olan korozif sıvılar.

Sınıf 8 sıvılar 23 °C ≤ FP ≤ 60 °C:
IMDG Kod'a göre parlama noktası 23 °C ile 60 °C arasında olan korozif sıvılar.

Sınıf 8 sıvılar:
IMDG Kod'a göre parlama noktası 60 °C nin üzerinde olan korozif sıvılar.

Sınıf 8 katılar:
Korozif katılar.

Sınıf 9 yanıcı buharı yayan maddeleri içerir:
Yanıcı buharı yayan maddeleri içeren çeşitli tehlikeli maddeler ve nesneler ve çevreye zararlı maddeler.

Sınıf 9 yanıcı buhar yayan maddeleri içermez:
Yanıcı buhar yaymayan çeşitli tehlikeli maddeler ve nesneler ve çevreye zararlı maddeler.

Not:
Sınıf 6.2 (bulaşıcı maddeler) ve sınıf 7 (radyoaktif malzemeler) tehlikeli maddelerinin taşınması, "Document of Compliance of Dangerous Goods" dökümanı ile kapsanmamaktadır. Sınıf 6.2 nin taşınması için IMDG Kod, sınıf 7 nin taşınması için IMDG Kod ve INF Kod göz önünde bulundurulmalıdır.

2. Yangın Söndürme Sistemi

2.1 Sabit gazlı yangın söndürme sistemi

Bütün kargo mahalleri G veya H'de yer alan gerekliliklere uygun bir sabit CO_2 yangın söndürme sistemi ile teçhiz edilmelidir.

2.2 Sabit basınçlı su püskürtme sistemi

Açık ro-ro mahalleri, tamamıyla kapatılamayan ro-ro mahalleri ve özel mahaller CO_2 yangın söndürme sistemi yerine L.2.3'e göre basınçlı su püskürtme sistemi ile teçhiz edilmelidir. Drenaj ve pompa düzenleri, eğer uygulanabilirse, Bölüm 16, N.4.3.5 ve N.4.4 'e uygun olarak tasarlanmalıdır.

2.3 Açık güverte üzerinde istifleme

Eğer tehlikeli maddeler özellikle açık güverte üzerinde istiflenmiş ise 2.1 ve 2.2 maddeleri uygulanır.

Not :
500 GT altı gemilerde İdarenin onayı alınarak bu kuraldan vazgeçilebilir.

3. Su kaynakları

3.1 Suyun hemen temini

Ana yangın devrelerinden suyun hemen temini ana yangın pompalarının köprü üstünden uzaktan başlatma tertibatı veya ana yangın devresinin devamlı basınçlandırılması ve ana yangın pompalarının otomatik harekete geçmesi ile sağlanmalıdır.

Tablo 18.10a Geleneksel kargo mahallerinde paketli tehlikeli maddelerin taşınması için gereklilikler

Sınıf	Gereklilikler									
	Sabit gazlı yangın söndürme sistemi	Su kaynakları	Su ile soğutma	Tutuşturucu kaynaklar	Algılama sistemi	Havalandırma	Sintine sistemleri	Koruyucu giysiler	Taşınabilir yangın söndürücüler	Makina mahali sınırları
1.1 den 1.6 ya	P.2.1	P.3.1 P.3.2	P.3.3	P.4 IIA T5, IP65	P.5.1 P.5.2					P.10.3
1.4S	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1 P.5.2					
2.1 Hidrojen ve Hidrojen Karışımlarını içerir	P.2.1	P.3.1 P.3.2		P.4 IIC T4, IP55	P.5.1	P.6.1 P.6.2		P.8		P.10.1 P.10.2
2.1 Hidrojen ve Hidrojen Karışımları hariç	P.2.1	P.3.1 P.3.2		P.4 IIB T4, IP55	P.5.1	P.6.1 P.6.2		P.8		P.10.1 P.10.2
2.2	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1			P.8		P.10.1 P.10.2
2.3 Yanıcı **(1)**										
2.3 Yanmaz **(1)**										
3 FP < 23ºC	P.2.1	P.3.1 P.3.2		P.4 IIB T4, IP55	P.5.1	P.6.1 P.6.2	P.7	P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
3 23ºC ≤ FP ≤ 60ºC	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1			P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
4.1	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.2 **(2)**		P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
4.2	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.2 **(2)**		P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
4.3 Sıvılar **(1)**	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.2		P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
4.3 Katılar	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.2		P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
5.1	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.2 **(2)**		P.8	P.9	P.10.1 P.10.2 **(4)**
5.2 **(1)**										
6.1 Sıvılar FP<23ºC	P.2.1	P.3.1 P.3.2		P.4 IIB T4, IP55	P.5.1	P.6.1 P.6.2	P.7	P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
6.1 Sıvılar 23ºC ≤ FP ≤ 60ºC	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.2	P.7	P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
6.1 Sıvılar	P.2.1	P.3.1			P.5.1		P.7	P.8		
6.1 Katılar	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.2 **(2)**		P.8		
8 Sıvılar FP < 23ºC	P.2.1	P.3.1 P.3.2		P.4 IIB T4, IP55	P.5.1	P.6.1 P.6.2	P.7	P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
8 Sıvılar 23ºC ≤ FP ≤ 60ºC	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.2	P.7 **(3)**	P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
8 Sıvılar	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1		P.7 **(3)**	P.8		
8 Katılar	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1			P.8		
9 Yanıcı buhar yayan maddeleri içerir	P.2.1	P.3.1 P.3.2		P.4 IIB T4, IP55		P.6.1 P.6.2		P.8		
9 Yanıcı buhar yayan maddeler hariç	P.2.1	P.3.1 P.3.2				P.6.1 P.6.2 **(2)**		P.8		

(1) *IMDG Kod gereği, değiştirilmiş haliyle, sınıf 2.3, sınıf 4.3 IMDG Kod'da listelenen parlama noktası 23 ºC den az sıvılar ve sınıf 5.2'nin güverte altında istiflenmesi yasaklanmıştır.*

(2) *"Mekanik olarak havalandırılan mahaller", IMDG Kod tarafından, değiştirilmiş haliyle, gerekli görüldüğünde.*

(3) *Sadece ilave risk sınıfı 6.1 e sahip olan tehlikeli maddelere uygulanabilir.*

(4) *"Isı kaynaklarından uzak", IMDG Kod tarafından, değiştirilmiş haliyle, gerekli görüldüğünde.*

Tablo 18.10b Konteyner kargo mahallerinde paketli tehlikeli maddelerin taşınması için gereklilikler

Sınıf	Gereklilikler								
	Sabit gazlı yangın söndürme sistemi	Su kaynakları	Su ile soğutma	Tutuşturucu kaynaklar	Algılama sistemi	Havalandırma	Sintine sistemleri	Koruyucu giysiler	Makina mahali sınırları
1.1 den 1.6 ya	P.2.1	P.3.1 P.3.2	P.3.3	P.4 IIA T5, IP65	P.5.1 P.5.2				P.10.3
1.4S	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1 P.5.2				
2.1 Hidrojen ve Hidrojen Karışımlarını içerir	P.2.1	P.3.1 P.3.2		P.4 IIC T4, IP55	P.5.1	P.6.1 P.6.3		P.8	P.10.2
2.1 Hidrojen ve Hidrojen Karışımları hariç	P.2.1	P.3.1 P.3.2		P.4 IIB T4, IP55	P.5.1	P.6.1 P.6.3		P.8	P.10.2
2.2	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1			P.8	P.10.2
2.3 Yanıcı **(1)**									
2.3 Yanmaz **(1)**									
3 FP < 23ºC	P.2.1	P.3.1 P.3.2		P.4 IIB T4, IP55	P.5.1	P.6.1 P.6.3	P.7	P.8	P.10.2
3 23ºC ≤ FP ≤ 60ºC	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1			P.8	P.10.2
4.1	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.3 **(2),(3)**		P.8	P.10.2
4.2	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.3 **(2),(3)**		P.8	P.10.2
4.3 Sıvılar **(1)**	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.3		P.8	P.10.2
4.3 Katılar	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.3 **(3)**		P.8	P.10.2
5.1	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.2 **(2),(3)**		P.8	P.10.2 **(5)**
5.2 **(1)**									
6.1 Sıvılar FP<23ºC	P.2.1	P.3.1 P.3.2		P.4 IIB T4, IP55	P.5.1	P.6.1 P.6.3	P.7	P.8	P.10.2
6.1 Sıvılar 23ºC ≤ FP ≤ 60ºC	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.3	P.7	P.8	P.10.2
6.1 Sıvılar	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1		P.7	P.8	
6.1 Katılar	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.3 **(2)**		P.8	
8 Sıvılar FP < 23ºC	P.2.1	P.3.1 P.3.2		P.4 IIB T4, IP55	P.5.1	P.6.1 P.6.3	P.7	P.8	P.10.2
8 Sıvılar 23ºC ≤ FP ≤ 60ºC	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.3	P.7 **(4)**	P.8	P.10.2
8 Sıvılar	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1		P.7 **(4)**	P.8	
8 Katılar	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1			P.8	
9 Yanıcı buhar yayan maddeleri içerir	P.2.1	P.3.1 P.3.2		P.4 IIB T4, IP55		P.6.1 P.6.3		P.8	
9 Yanıcı buhar yayan maddeler hariç	P.2.1	P.3.1 P.3.2				P.6.1 P.6.3 **(2)**		P.8	

(1) *IMDG Kod gereği, değiştirilmiş haliyle, sınıf 2.3 , sınıf 4.3 IMDG Kod'da listelenen parlama noktası 23 ºC den az sıvılar ve sınıf 5.2'nin güverte altında istiflenmesi yasaklanmıştır*

(2) *"Mekanik olarak havalandırılan mahaller", IMDG Kod tarafından, değiştirilmiş haliyle, gerekli görüldüğünde.*

(3) *Katılar için kapalı yük konteynerlerine uygulanamaz.*

(4) *Sadece ilave risk sınıfı 6.1 e sahip olan tehlikeli maddelere uygulanabilir.*

(5) *"Isı kaynaklarından uzak", IMDG Kod tarafından, değiştirilmiş haliyle gerekli görüldüğünde.*

Tablo 18.10c Kapalı ro-ro mahallerinde paketli tehlikeli maddelerin taşınması için gereklilikler

Sınıf	Gereklilikler										
	Sabit gazlı yangın söndürme sistemi	Su kaynakları	Su ile soğutma	Tutuşturucu kaynaklar	Algılama sistemi	Havalandırma	Sintine sistemleri	Koruyucu giysiler	Taşınabilir yangın söndürücüler	Makina mahali sınırları	Ro-ro mahallerinin ayrılması (5)
1.1 den 1.6 ya	P.2.1	P.3.1 P.3.2	P.3.3	P.4 IIA T5, IP65	P.5.1 P.5.2					P.10.3	P.11
1.4S	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1 P.5.2						P.11
2.1 Hidrojen ve Hidrojen Karışımlarını içerir	P.2.1	P.3.1 P.3.2		P.4 IIC T4, IP55	P.5.1	P.6.1 P.6.2		P.8		P.10.1 P.10.2	P.11
2.1 Hidrojen ve Hidrojen Karışımları hariç	P.2.1	P.3.1 P.3.2		P.4 IIB T4, IP55	P.5.1	P.6.1 P.6.2		P.8		P.10.1 P.10.2	P.11
2.2	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1			P.8		P.10.1 P.10.2	P.11
2.3 Yanıcı **(1)**											
2.3 Yanmaz **(1)**											
3 FP < 23ºC	P.2.1	P.3.1 P.3.2		P.4 IIB T4, IP55	P.5.1	P.6.1 P.6.2	P.7	P.8	P.9	P.10.1 P.10.2	P.11
3 23ºC ≤ FP ≤ 60ºC	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1			P.8	P.9	P.10.1 P.10.2	P.11
4.1	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.2 **(2)**		P.8	P.9	P.10.1 P.10.2	P.11
4.2	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.2 **(2)**		P.8	P.9	P.10.1 P.10.2	P.11
4.3 Sıvılar **(1)**	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.2		P.8	P.9	P.10.1 P.10.2	P.11
4.3 Katılar	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.2		P.8	P.9	P.10.1 P.10.2	P.11
5.1	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.2 **(2)**		P.8	P.9	P.10.1 P.10.2 **(4)**	P.11
5.2 **(1)**											
6.1 Sıvılar FP<23ºC	P.2.1	P.3.1 P.3.2		P.4 IIB T4, IP55	P.5.1	P.6.1 P.6.2	P.7	P.8	P.9	P.10.1 P.10.2	P.11
6.1 Sıvılar 23ºC ≤ FP ≤ 60ºC	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.2	P.7	P.8	P.9	P.10.1 P.10.2	P.11
6.1 Sıvılar	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1		P.7	P.8			P.11
6.1 Katılar	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.2 **(2)**		P.8			P.11
8 Sıvılar FP < 23ºC	P.2.1	P.3.1 P.3.2		P.4 IIB T4, IP55	P.5.1	P.6.1 P.6.2	P.7	P.8	P.9	P.10.1 P.10.2	P.11
8 Sıvılar 23ºC ≤ FP ≤ 60ºC	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.2	P.7 **(3)**	P.8	P.9	P.10.1 P.10.2	P.11
8 Sıvılar	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1		P.7 **(3)**	P.8			P.11
8 Katılar	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1			P.8			P.11
9 Yanıcı buhar yayan maddeleri içerir	P.2.1	P.3.1 P.3.2		P.4 IIB T4, IP55		P.6.1 P.6.2		P.8			P.11
9 Yanıcı buhar yayan maddeler hariç	P.2.1	P.3.1 P.3.2				P.6.1 P.6.2 **(2)**		P.8			P.11

(1) *IMDG Kod gereği, değiştirilmiş haliyle, sınıf 2.3, sınıf 4.3 IMDG Kod'da listelenen parlama noktası 23 ºC den az sıvılar ve sınıf 5.2'in güverte altında istiflenmesi yasaklanmıştır.*

(2) *"Mekanik olarak havalandırılan mahaller", IMDG Kod tarafından, değiştirilmiş haliyle, gerekli görüldüğünde.*

(3) *Sadece ilave risk sınıfı 6.1 e sahip olan tehlikeli maddelere uygulanır.*

(4) *"Isı kaynaklarından uzak", IMDG Kod tarafından, değiştirilmiş haliyle, gerekli görüldüğünde.*

(5) *Sadece omurgası 1 Temmuz 1998 tarihinde veya daha sonra kızağa konmuş gemilere uygulanır.*

Tablo 18.10d Açık ro-ro mahallerinde paketli tehlikeli maddelerin taşınması için gereklilikler

Sınıf	Gereklilikler							
	Sabit gazlı yangın söndürme sistemi	Su kaynakları	Su ile soğutma	Tutuşturucu kaynaklar	Algılama sistemi	Koruyucu giysiler	Taşınabilir yangın söndürücüler	Makina mahali sınırları
1.1 den 1.6 ya	P.2.2	P.3.1 P.3.2	P.3.3	P.4 IIA T5, IP65	P.5.2			P.10.3
1.4S	P.2.2	P.3.1 P.3.2			P.5.2	P.8		
2.1 Hidrojen ve Hidrojen Karışımlarını içerir	P.2.2	P.3.1 P.3.2		P.4 IIC T4, IP55		P.8		P.10.1 P.10.2
2.1 Hidrojen ve Hidrojen Karışımları hariç	P.2.2	P.3.1 P.3.2		P.4 IIB T4, IP55		P.8		P.10.1 P.10.2
2.2	P.2.2	P.3.1 P.3.2				P.8		P.10.1 P.10.2
2.3 Yanıcı	P.2.2	P.3.1 P.3.2		P.4 IIB T4, IP55		P.8		P.10.1 P.10.2
2.3 Yanmaz	P.2.2	P.3.1 P.3.2				P.8		P.10.1 P.10.2
3 FP < 23ºC	P.2.2	P.3.1 P.3.2		P.4 IIB T4, IP55		P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
3 23ºC ≤ FP ≤ 60ºC	P.2.2	P.3.1 P.3.2				P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
4.1	P.2.2	P.3.1 P.3.2				P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
4.2	P.2.2	P.3.1 P.3.2				P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
4.3 Sıvılar	P.2.2	P.3.1 P.3.2		P.4 IIB T4, IP55 **(2)**		P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
4.3 Katılar	P.2.2	P.3.1 P.3.2				P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
5.1	P.2.2	P.3.1 P.3.2				P.8	P.9	P.10.1 P.10.2**(1)**
5.2	P.2.2	P.3.1 P.3.2				P.8		P.10.1 P.10.2
6.1 Sıvılar FP<23ºC	P.2.2	P.3.1 P.3.2		P.4 IIB T4, IP55		P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
6.1 Sıvılar 23ºC ≤ FP ≤ 60ºC	P.2.2	P.3.1 P.3.2				P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
6.1 Sıvılar	P.2.2	P.3.1 P.3.2				P.8		
6.1 Katılar	P.2.2	P.3.1 P.3.2				P.8		
8 Sıvılar FP < 23ºC	P.2.2	P.3.1 P.3.2		P.4 IIB T4, IP55		P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
8 Sıvılar 23ºC ≤ FP ≤ 60ºC	P.2.2	P.3.1 P.3.2				P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
8 Sıvılar	P.2.2	P.3.1 P.3.2				P.8		
8 Katılar	P.2.2	P.3.1 P.3.2				P.8		
9 Yanıcı buhar yayan maddeleri içerir	P.2.2	P.3.1 P.3.2		P.4 IIB T4, IP55		P.8		
9 Yanıcı buhar yayan maddeler hariç	P.2.2	P.3.1 P.3.2				P.8		

(1) *"Isı kaynaklarından uzak", IMDG Kod tarafından, değiştirlmiş haliyle, gerekli görüldüğünde.*

(2) *IMDG Kod'da, değiştirilmiş haliyle, listelenen parlama noktası 23ºC den az olan maddelere uygulanır.*

Tablo 18.10e Gemiyle taşınan dubalarda paketli tehlikeli maddelerin taşınması için gereklilikler

Sınıf	Gereklilikler					
	Sabit gazlı yangın söndürme sistemi	**Su kaynakları**	**Su ile soğutma**	**Tutuşturucu kaynaklar (2)**	**Algılama sistemi (2)**	**Havalandırma**
1.1 den 1.6 ya	P.2.1	P.3.1 P.3.2	P.3.3	P.4 IIA T5, IP65	P.5.1	
1.4S	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	
2.1 Hidrojen ve Hidrojen Karışımlarını içerir	P.2.1	P.3.1 P.3.2		P.4 IIC T4, IP55	P.5.1	P.6.1 P.6.2
2.1 Hidrojen ve Hidrojen Karışımları hariç	P.2.1	P.3.1 P.3.2		P.4 IIB T4, IP55	P.5.1	P.6.1 P.6.2
2.2	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	
2.3 Yanıcı **(1)**						
2.3 Yanmaz **(1)**						
3 FP < 23ºC	P.2.1	P.3.1 P.3.2		P.4 IIB T4, IP55	P.5.1	P.6.1 P.6.2
3 23ºC ≤ FP ≤ 60ºC	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	
4.1	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.2 **(3)**
4.2	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.2 **(3)**
4.3 Sıvılar **(1)**	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.2
4.3 Katılar	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.2
5.1	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.2 **(3)**
5.2 **(1)**						
6.1 Sıvılar FP<23ºC	P.2.1	P.3.1 P.3.2		P.4 IIB T4, IP55	P.5.1	P.6.1 P.6.2
6.1 Sıvılar 23ºC ≤ FP ≤ 60ºC	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.2
6.1 Sıvılar	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	
6.1 Katılar	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.2 **(3)**
8 Sıvılar FP < 23ºC	P.2.1	P.3.1 P.3.2		P.4 IIB T4, IP55	P.5.1	P.6.1 P.6.2
8 Sıvılar 23ºC ≤ FP ≤ 60ºC	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	P.6.1 P.6.2
8 Sıvılar	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	
8 Katılar	P.2.1	P.3.1 P.3.2			P.5.1	
9 Yanıcı buhar yayan maddeleri içerir	P.2.1	P.3.1 P.3.2		P.4 IIB T4, IP55		P.6.1 P.6.2
9 Yanıcı buhar yayan maddeler hariç	P.2.1	P.3.1 P.3.2				P.6.1 P.6.2 **(3)**

(1) *IMDG Kod gereği, değiştirlmiş haliyle, sınıf 2.3, sınıf 4.3 IMDG Kod'da listelenen parlama noktası 23 ºC den az sıvılar ve sınıf 5.2'nin güverte altında istiflenmesi yasaklanmıştır.*

(2) Duba *yanıcı buhar içerebiliyorsa veya alternatifolarak eğer dubalar bağlı olan havalandırma kanalları vasıtasıyla yanıcı buharları dubanın taşıyıcı kompartmanlarından güvenli bir şekilde dışarıya atabilecek kabiliyette ise bu özel durumlar için bu gereklilikler azaltılabilir veya idarenin izni ile vazgeçilebilir..*

(3) *"Mekanik olarak havalandırılan mahaller", IMDG Kod tarafından, değiştirilmiş haliyle, gerekli görüldüğünde.*

Tablo 18.10f Açık güverte üzerinde paketli tehlikeli maddelerin taşınması için gereklilikler

Sınıf	Gereklilikler					
	Sabit gazlı yangın söndürme sistemi	Su kaynakları	Algılama sistemi	Koruyucu giysiler	Taşınabilir yangın söndürücüler	Makina mahali sınırları
1.1 den 1.6 ya	P.2.3	P.3.1 P.3.2	P.5.2			P.10.3
1.4S	P.2.3	P.3.1 P.3.2	P.5.2			
2.1 Hidrojen ve Hidrojen Karışımlarını içerir	P.2.3	P.3.1 P.3.2		P.8		P.10.1 P.10.2
2.1 Hidrojen ve Hidrojen Karışımları hariç	P.2.3	P.3.1 P.3.2		P.8		P.10.1 P.10.2
2.2	P.2.3	P.3.1 P.3.2		P.8		P.10.1 P.10.2
2.3 Yanıcı	P.2.3	P.3.1 P.3.2		P.8		P.10.1 P.10.2
2.3 Yanmaz	P.2.3	P.3.1 P.3.2		P.8		P.10.1 P.10.2
3 FP < 23ºC	P.2.3	P.3.1 P.3.2		P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
3 23ºC ≤ FP ≤ 60ºC	P.2.3	P.3.1 P.3.2		P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
4.1	P.2.3	P.3.1 P.3.2		P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
4.2	P.2.3	P.3.1 P.3.2		P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
4.3 Sıvılar	P.2.3	P.3.1 P.3.2		P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
4.3 Katılar	P.2.3	P.3.1 P.3.2		P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
5.1	P.2.3	P.3.1 P.3.2		P.8	P.9	P.10.1 P.10.2 **(1)**
5.2	P.2.3	P.3.1 P.3.2		P.8		P.10.1 P.10.2
6.1 Sıvılar FP<23ºC	P.2.3	P.3.1 P.3.2		P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
6.1 Sıvılar 23ºC ≤ FP ≤ 60ºC	P.2.3	P.3.1 P.3.2		P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
6.1 Sıvılar	P.2.3	P.3.1 P.3.2		P.8		
6.1 Katılar	P.2.3	P.3.1 P.3.2		P.8		
8 Sıvılar FP < 23ºC	P.2.3	P.3.1 P.3.2		P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
8 Sıvılar 23ºC ≤ FP ≤ 60ºC	P.2.3	P.3.1 P.3.2		P.8	P.9	P.10.1 P.10.2
8 Sıvılar	P.2.3	P.3.1 P.3.2		P.8		
8 Katılar	P.2.3	P.3.1 P.3.2		P.8		
9 Yanıcı buhar yayan maddeleri içerir	P.2.3	P.3.1 P.3.2		P.8		
9 Yanıcı buhar yayan maddeler hariç	P.2.3	P.3.1 P.3.2		P.8		

(1) *"Isı kaynaklarından uzak", IMDG Kod tarafından, değiştirlmiş haliyle, gerekli görüldüğünde*

3.2 Hidrantların su miktarı ve yerleşimi

Ana yangın pompalarının kapasitesi, yangın söndürme suyunu öngörülen basınçta dört nozulla düzgün olarak yayabilecek şekilde olmalıdır (Tablo 18.3'e bakınız).

Açık güverteye yerleştirilen hidrantlardan boş kargo mahallerinin her yerine farklı hidranttan dört nozulla erişilebilir olmalıdır.

Hidrantlardan ikisi bir hortum boyundaki nozullarla diğer iki hidrant iki hortum boyundaki nozullarla bağlanmalıdır.

Ro-ro mahallerine yerleştirilen hidrantlarla boş ro-ro mahallerinin her yerine bir hortum boyunda olmak üzere farklı hidrantlardan dört nozulla erişilebilir olmalıdır. **(35)**.

İlave hortum ve nozullar için E.2.5.7'ye bakınız.

3.3 Su ile soğutma

3.3.1 Sınıf 1.4S haricindeki Sınıf 1 yüklerin taşınması için kargo mahallerine, su püskürtülmesi için teçhizat yerleştirilir.

3.3.2 Gerekli su hacmi, ambar mahallerinin veya bir kısmının en büyük kesitinin m^2'sine 5 l/dakika olarak belirlenir.

3.3.3 3.2'de belirtildiği gibi, gerekli nozullar aynı zamanda paralel akım halinde çalıştırılarak suyun akımında öngörülen basıncı sağlamak üzere, su temini için ana yangın söndürme sistemi kullanılabilir.

3.3.4 Gerekli su hacmi, kargo mahalleri üstünden, sabit boru sistemi ve tamamı ile delinmiş nozullarla düzgün olarak dağıtılır.

3.3.5 Boru ve nozul sistemi kısımlara ayrılabilir ve ambar kapağına yerleştirilebilir. Hortumlar vasıtasıyla bağlantı, çabuk hareketli kaplinlerle yapılmalıdır. Bu maksatla güverteye ilave hidrantlar yerleştirilir.

3.3.6 Drenaj ve pompa donanımı, serbest yüzey oluşumunu önleyecek şekilde olmalıdır:

- Dreyn sistemi, su püskürtme sistemi ile 4 yangın hortum nozulunun birlikte çalışması sırasındaki disçarçın 1,25 katı kapasiteden az olmayacaktır.
- Dreyn sisteminin valfleri korunan mahallin dışından çalıştırılabilmelidir.
- Sintine kuyuları yeterli tutma kapasitesinde olacak ve her su geçirmez bölmede, birbirinden en çok 40 m. mesafede olmak üzere, geminin bordasında sancak ve iskele olarak düzenlenecektir.

Eğer bu mümkün değilse, ilave su ağırlığı ve serbest yüzey etkileri geminin stabilite bilgilerinde dikkate alınacaktır.

4. Tutuşturucu Kaynaklar

Ayrı sınıflar için patlamaya karşı korumanın derecesi Tablo 18.10a'dan 18.10f'ye "Tutuşturucu kaynakları" kolonunda belirtilir. Eğer patlamaya karşı koruma gerekli ise aşağıdaki kurallara uyulmalıdır.

4.1 Elektrikli ekipmanlar

4.1.1 Ambardaki atmosferle temasda olan ve geminin operasyonu için önemli olan tüm elektrikli ekipmanları, onaylı kendinden emniyetli tipte veya Tablo 18.10 a ile 18.10f arasındaki patlamaya karşı koruma sütununda belirtilen derecede emniyetli tipte olduğuna dair sertifikalı olmalıdır.

4.1.2 Elektrik tertibatının dizaynı ve tehlikeli bölgelerin sınıflandırılması için **TL** Kuralları, Kısım 5, Elektrik Kuralları'na bakınız.

4.1.3 Geminin operasyonu için önemli olmayan elektrikli ekipmanları güç kaynağından elektriksel olarak bağlantısı sigorta haricindeki bir araçla (örneğin; bağlantının kaldırılması) alanın dışında bir noktada kesilmiş olması ve istemeden yapılan tekrar bağlantıya karşı korumalı olması durumunda sertifikalı emniyetli tipte olmalarına gerek yoktur.

4.2 Fanların emniyeti

4.2.1 Elektrikli cihazlar, parlayıcı gazların, buharların ve tozların yarattığı tehlikelere karşı korunmuş bir tipte

(35) *IACS Unified Interpretation SC 168 referans olarak verilir.*

ise, geminin çalışması için gerekli kapsamda kargo mahallerine yerleştirilebilir ve çalıştırılabilir.

4.2.2 Fanlar, yanıcı gaz hava karışımlarının tutuşma olasılığını önleyecek şekilde olmalıdır. Havalandırma açıklıklarının giriş ve çıkışları uygun tel kafeslerle teçhiz edilmelidir. (Aynı zamanda UI SC52'ye bakınız.)

4.2.3 Hava çıkışları, olası tutuşturucu kaynaklardan güvenli bir mesafeye yerleştirilmelidir. Hava çıkışları etrafında 3 m yarıçaplı küresel alan gerekli olup bu alan içinde tutuşturucu kaynaklar yasaktır.

4.3 Diğer tutuşturucu kaynaklar

Diğer tutuşturucu kaynaklar tehlikeli alanlara yerleştirilmeyebilir, örneğin; buhar veya termal yağ hatları.

5. Algılama sistemi

5.1 Kargo mahalleri onaylanmış sabit yangın algılama ve alarm sistemi ile donatılmalıdır, C'ye bakınız.

5.2 Eğer bir kargo mahalli veya açık güvertede sınıf 1 yük taşınması tasarlanmışsa, açık ro-ro mahalleri hariç bitişik kargo mahallerinin, sabit bir yangın algılama ve alarm sistemi tarafından izlenmesi tavsiye edilir.

6. Havalandırma

6.1 Kanal sistemi

Kargo mahallinin alt ve üst kısımlarından gazların ve buharların çıkarılması için kanal sistemi düzenlenecektir. Ortalama olarak üst kısımın hava hacminin 1/3'ünü ve alt kısımın 2/3'ünü boşaltacak hava kanalı düzeni varsa, bu istek karşılanmış kabul edilir. Hava girişlerinin ve çıkışlarının pozisyonu havanın kısa devre yapmasını önleyecek şekilde olmalıdır. Ambar havasının diğer mahallerle bağlantılı olmasına izin verilmez.

Yapım ve tasarım gereklilikleri için **TL** Kuralları, Kısım 28, Havalandırma, Bölüm 1'e bakınız.

6.2 Mekanik havalandırma (saatte altı hava değişimi)

Boş kargo mahalli baz alınarak saatte en az 6 kez hava değişimi yapmayı sağlayan fanlar bulunan bir havalandırma sistemi gereklidir.

6.3 Mekanik havalandırma (saatte iki hava değişimi)

Yük, konteyner mahallerinde kapalı konteynerlerde taşınıyorsa, hava değişimi sayısı 6.2'deki havalandırma oranına göre saatte iki defadan az olmayacak şekilde indirilebilir.

7. Sintine Sistemleri

7.1 Yanlışlıkla yapılan pompalama

Sintine sistemi, yanıcı ve zehirli sıvıların pompalar ve boru devreleri ile istenmeksizin makina dairesine pompalanmasını önleyecek şekilde dizayn edilmelidir.

7.2 Ayırıcı vanalar

Kargo mahallerine giden sintine devrelerinde, makina dairesi dışına veya perdeye yakın bulunan makina dairesinden çıkış noktasına bir ayırıcı vana konulur. Vanalar, kapalı pozisyonda emniyete alınmış şekilde olacaktır (örneğin; emniyet kilitleme cihazı). Uzaktan kumandalı vanalar kapalı pozisyonda emniyete alınmış şekilde olacaktır. ICMS (Integrated control and monitoring) sisteminin olması durumunda, system ekranda güvenlik sorusuna denk bir ifade içermelidir.

7.3 Uyarı işaretleri

Uyarı işaretleri, kesme vanası veya kontrol pozisyonlarında gösterilmelidir, örneğin; "Bu vana … nolu kargo ambarında tehlikeli yük taşınırken kapalı pozisyonda emniyete alınmalıdır ve sadece kaptanın izni ile açılabilir".

7.4 İlave sintine sistemi

7.4.1 Ek olarak, her ambar için en az 10 m^3/saat'lik sabit bir sintine sistemi öngörülür. İkiden fazla ambarın

müşterek bir sisteme bağlanması durumunda kapasitesinin 25 m^3/saat'ten fazla olmasına gerek yoktur.

7.4.2 Bu ek sintine sistemi ile kargo mahallerindeki bütün sintine kuyularında toplanan tehlikeli sıvıların uzaklaştırması mümkün olmalıdır.

7.4.3 Pompalar ve boru devreleri makina dairesine yerleştirilmemelidir.

7.4.4 Ek sintine pompalarının bulunduğu mahallerde, saatte en az 6 kez hava değişimi yapan ayrı mekanik havalandırma olmalıdır. Bu mahalle diğer bir kapalı mahalden giriş varsa, kapı kendinden kapanır olmalıdır. Elektrikli ekipmanların tasarımı için, **TL** Kısım 5, Elektrik Kuralları'na bakınız.

7.4.5 Bölüm 16, N benzer şekilde uygulanır.

7.4.6 Su ile çalışan ejektörlerin emme tarafı geri akış emniyet tertibatı ile teçhiz edilmelidir.

7.4.7 Kargo mahallinin sintine dreyni, gravite dreyni olarak düzenlenmişse, dreyn ya doğrudan dışarıya ya da makina mahalleri dışında yer alan kapalı bir dreyn tankına yapılacaktır. Bir kargo mahallinden, daha alçak bir mahaldeki sintine kuyusuna dreyne, bu mahallin yukarıdaki kargo mahalli isteklerini karşılaması halinde izin verilir.

Notlar:

a) *Parlama noktası 23ºC den az olan yanıcı sıvıların veya toksik sıvıların taşınacağı kargo mahalleri, makina dairesi sintine sistemininden bağımsız veya ayrılmış sabit bir sintine dreyn sistemi ile teçhiz edilmelidir ve makina dairesinin dışında konumlandırılmalıdır.*

Eğer tamamen makina dairesinden bağımsız bir tek sintine dreyn sistemi bulunuyorsa sistem, hizmet ettiği mahal veya mahallerin boyutuna bağlı olarak ek kural gereksinimleri ile uyumlu olur.

b) *Yanıcı veya toksik sıvıların taşınacağı kargo mahallerine hizmet eden sintine pompalarını içeren mahaldeki elektrikli ekipmanlar Unified Interpretation SC79 a göre olmalıdır.*

7.5 Toplama tankı

Tehlikeli madde sızıntılarının toplanması ve depolanması için tanklar bulunuyorsa, bunların havalandırma boruları güverte üstünde güvenli bir yere kadar uzatılmalıdır.

8. Koruyucu giysiler

8.1 Tam koruyucu giysiler

Emercensi durumlar için kargonun özelliğine uygun dört takım tam koruyucu giysi bulundurulmalıdır.

Koruyucu giysiler, ayrı maddeler için IMDG Kod ekindeki (EmS) emercensi prosedürlerinde belirtilen ekipman gerekliliklerini karşılamalıdır.

8.2 Tüplü solunum cihazları

Her set için en az iki defa dolum yapabilecek yedek hava tüpleri ile birlikte ilave iki set solunum cihazı olmalıdır.

Not: *Gemi Emniyet Yönetim Sistemi (EYS) ilave olarak yedek hava tüpü gerektirmedikçe, yangın tatbikatlarında kullanılacak hava tüplerinin ikamesi için, zorunlu her solunum cihazı için en az bir adet "hava tüpü seti" olacak şekilde gemide "uygun sayıda yedek hava tüpü" bulundurulacaktır.*

"Hava tüpü seti" solunum cihazının çalışması için gerekli hava tüpü sayısıdır.

SOLAS Reg. II-2/19, IMSBC Kod veya IGC Kod gereğince, solunum cihaz setleri için, yangın tatbikatlarında kullanılacak ilave hava tüpüne gerek yoktur.

9. Taşınabilir Yangın Söndürücüler

En az 12 kg. kuru toz veya eşdeğerini içeren ilave taşınabilir kuru tozlu yangın söndürücüler sağlanmalıdır.

10. Makina mahalli sınırları

10.1 Perdeler

Kargo mahalleri ile kategori A makina dairelerini ayıran

perdeler, A-60'a göre yangına karşı izole edilmelidir. Aksi halde kargolar makina mahalli perdesinden en az 3 m. uzağa istif edilmelidir.

10.2 Güverteler

Kategori A makina mahalleri ile kargo arasındaki güverteler A-60'a göre izole edilmelidir.

10.3 Sınıf 1 yükler için izolasyon

Sınıf 1.4S hariç Sınıf 1 yükler için, kargo mahalleri ile kategori A makina dairelerini ayıran perdeler A-60'a göre yangına karşı izole edilmelidir ve yük bu perdeden en az 3 m. uzağa istiflenmelidir. Kategori A makina mahalli üzerine istiflemeye hiçbir koşulda izin verilmez.

11. Ro/Ro Mahallerinin Ayrılması

11.1 Kapalı Ro-Ro mahalleri ile bitişik açık Ro-Ro mahalleri arasında, tehlikeli buharların ve sıvıların geçişini en aza indirmek üzere bir ayrım sağlanacaktır. Eğer bu tür bir ayırım yapılmazsa, Ro-Ro mahalli bütünüyle bir kapalı Ro-Ro mahalli olarak kabul edilecek ve tehlikeli maddelerin taşınması ile ilgili özel önlemlere tam olarak uygun olacaktır.

11.2 Kapalı Ro-Ro mahalleri ile bitişik açık güverte arasında, tehlikeli buharların ve sıvıların geçişini en aza indirmek üzere bir ayrım sağlanacaktır. Eğer bu tür bir ayırım yapılmazsa, kapalı Ro-Ro mahallinin düzenlenmesi, bitişik açık güvertede taşınan tehlikeli maddeler için istenilenlere uygun olarak yapılacaktır.

Q. Katı Dökme Kargoların Taşınması

1. Genel

1.1 Kapsam

1.1.1 Bu bölümdeki kurallar tahıl haricindeki katı dökme yük taşıyan gemilere ek olarak uygulanır.

1.1.2 İstekler, taşınan tehlikeli maddenin sınıfına ve özel vasıflarına bağlıdır. Grup B kargolar ve uygulanabilir şartlar Tablo 18.11'de yer almaktadır. Grup A ve C kargolar için sadece 1.5 kuralı göz önünde bulundurulur.

1.1.3 SOLAS Bölüm VI, Kısım A ve B, **SOLAS Bölüm VII**, Kısım A-1, ve IMSBC Kod gereklilikleri göz önünde bulundurulmalıdır.

Not:
Tahıl taşınması için IMO International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk kuralları göz önünde bulundurulmalıdır.

1.2 Onaylanacak dökümanlar

Aşağıdakileri kapsayan şematik planlar, resim ve dökümanlar onay için sunulmalıdır.

- 1.4'e göre sertifikasyon için başvuruda Form ST236 "Application Form Dangerous Goods".
- 3.2'ye göre "Sulu yangın söndürme sistemi", uygulanabilirse
- 4'e göre elektrikli ekipmanlar için ilgili uygunluk sertifikalarının kopyalarını içeren Form ST184, "Details about the Construction of electrical Equipment in hazardous areas", uygulanabilirse
- 6'ya göre havalandırma sistemi, uygulanabilirse
- 7'ye göre sintine sistemi, uygulanabilirse
- 10'a göre izolasyon, uygulanabilirse.

1.3 Diğer kurallara referanslar

1.3.1 SOLAS, Bölüm II-2, Kural 19, "Carriage of dangerous goods"

1.3.2 SOLAS, Bölüm VI, Kısım A, "General provisions" ve Kısım B, "Special provisions of solid bulk cargoes"

1.3.3 SOLAS, Bölüm VII, Kısım A-1, "Carriage of dangerous goods in solid form in bulk"

1.3.4 ICLL, Ek B, Ek I, Bölüm II, Kural 19, "Ventilators"

1.3.5 IMO International Maritime Dangerous Goods (IMDG) Code

1.3.6 IMO International Maritime Solid Bulk Cargoes (IMSBC) Code

1.3.7 Medical First Aid Guide for Use in Accidents Involving Dangerous Goods (MFAG)

1.3.8 IMO MSC.1/Circ.1395/Rev.3, "List of solid bulk cargoes for which a fixed gas fire-extinguishing system may be exempted or for which a fixed gas fire extinguishing system is ineffective"

1.3.9 IEC 60079, "Electrical apparatus for explosive atmospheres"

1.4 Sertifikasyon

Talep üzerine, başarılı bir sörvey sonrası aşağıdaki sertifikalar verilebilir:

- **SOLAS**, Bölüm II-2, Kural 19.4'e göre "Document of Compliance for the Carriage of Dangerous Goods" verilir. Bu gemilere **DG** notasyonu verilir.

- IMSBC Kod gerekliliklerine göre "Document of Compliance for the Carriage of Solid Bulk Cargoes", verilir. Bu gemilere **DBC** notasyonu verilir.

Not:
Paketlenmiş formdaki tehlikeli yüklerin sertifikasyonu ve gereklilikleri için P. ye bakınız.

1.5 Tanımlama ve sınıflandırma

1.5.1 Katı dökme yüklerin tanımlaması

1.5.1.1 Dökme Yük Nakliye İsmi

Dökme yük nakliye ismi (BCSN), katı bir dökme yükü tanımlar. IMDG Kod'a göre kargonun tehlikeli yük olduğu durumlarda BCSN, birleşmiş milletler (UN) numarası eklenerek verilmelidir.

1.5.1.2 Yük grubu

Katı dökme yükler üç gruba ayrılmıştır:

- Grup A, kendi taşınabilir nem limitinin üzerinde nem ortamında nakliye edildiğinde sıvılaşabilen yüklerden meydana gelir.

- Grup B, gemide tehlikeli bir durum oluşmasına sebebiyet verebilecek kimyasal tehlikeye sahip olan yüklerden meydana gelir. Bu yüklerin sınıflandırılması için bakınız Q.1.5.2.

- Grup C, ne sıvılaşabilen (Grup A) ne de kimyasal tehlikeye sahip olan (Grup B) yüklerden meydana gelir.

1.5.2 Tehlikeli katı dökme yüklerin sınıflandırılması

Sınıf 4.1: Yanıcı katılar

Rahatlıkla yanabilen katılar ve sürtünmeyle yangına mahal verebilecek katılar.

Sınıf 4.2: Kendiliğinden yanabilir maddeler

Profobik malzemeler haricindeki, enerji kaynağı olmadan hava ile temas ettiğinde, kendi kendine ısınma ihtimali olan malzemeler.

Sınıf 4.3: Su ile temas ettiğinde, yanıcı gazlar yayan maddeler

Su ile temas ettiğinde kendiliğinden yanabilir olmaveya tehlikeli miktarlarda yanıcı gazlar salıverme ihtimali olan katılar.

Sınıf 5.1: Oksitleyici maddeler

Kendileri yanıcı olmayan, genellikle oksijen salınmasıyla malzemenin yanmasına sebep olan veya katkıda bulunan malzemeler.

Sınıf 7: Radyoaktif malzeme

Hem faaliyet konsantrasyonu hem de sevkiyattaki toplam faaliyeti IMDG Kod 2.7.2.2.1 ile 2.7.2.2.6 maddeleri arasında belirtilen değerleri aşan radyonüklitler içeren malzemeler,.

Sınıf 8: Korozif maddeler

Kimyasal etkiyle, canlı doku ile temas ettiğinde ciddi hasara neden olabilecek veya sızıntı durumunda, diğer eşyalara veya nakil araçlarına maddi zarar verecek, hatta tahrip edecek maddeler.

Sınıf 9: Çeşitli tehlikeli maddeler

Taşıma sırasında, diğer sınıflar tarafından kapsanmayan, tehlike arz eden maddeler.

Tablo 18.11 Tehlikeli katı dökme yüklerin taşınması için gereklilikler

Dökme Yük Nakliye İsmi (DYNİ)	Sınıf	Gereklilikler															
		Yangın söndürme sistemi	Su kaynakları	Tutuşturucu kaynaklar	Sıcaklık ölçme	Gaz algılama	Sintine suyunun asitlik derecesi	Havalandırma	Havalandırma üzerinde ilave şartlar	Sintine sistemi	Koruyucu giysiler	Sigara içilmez işaretleri	Makina mahalli sınırları	Diğer sınırlar	Gaz örnek alma noktaları	Su geçmezlik	Yakıt tankları
ALÜMİNA HİDRAT	MHB	Q.2.2.1									Q.8.1.1 Q.8.2.1						
ALÜMİNYUM FERROSİLİSYUM TOZU UN 1395	4.3	Q.2.2.1		Q.4 IIC T2		Q.5.2.3 Q.5.2.6		Q.6.1 Q.6.5	Q.6.7.2 Q.6.7.3		Q.8.1.2 Q.8.2.2	Q.9	Q.10				
ALÜMINYUM NITRAT UN 1438	5.1	Q.2.2	Q.3					Q.6.1 Q.6.2			Q.8.1.2 Q.8.2.2						
ALÜMİNYUM SİLİSYUM TOZU, KAPLANMAMIŞ UN 1398	4.3	Q.2.2.1		Q.4 IIC T2		Q.5.2.3 Q.5.2.6		Q.6.1 Q.6.5	Q.6.7.2 Q.6.7.3		Q.8.1.2 Q.8.2.2	Q.9	Q.10				
ÜRÜNLER VASITASIYLA ALÜMINYUM IZABESI VEYA ÜRÜNLER VASITASIYLA YENİDEN ERGİTİLEN ALÜMİNYUM UN 3170	4.3	Q.2.2.1		Q.4 IIC T2		Q.5.2.1 Q.5.2.3 Q.5.2.9		Q.6.1 Q.6.5	Q.6.7.2 Q.6.7.3	Q.7.1 Q.7.2 Q.7.3	Q.8.1.2 Q.8.2.2	Q.9	Q.10.1 Q.10.2				
İŞLENEN ÜRÜNLER VASITASIYLA ALÜMINYUM IZABESI VEYA YENİDEN ERGİTİLEN ALÜMİNYUM	MHB	Q.2.1		Q.4 IIC T1		Q.5.2.1 Q.5.2.3 Q.5.2.9		Q.6.1 Q.6.5	Q.6.7.2 Q.6.7.3	Q.7.1 Q.7.2 Q.7.3	Q.8.1.1	Q.9	Q.10.2				
AMONYUM NITRAT UN 1942	5.1	Q.2.2	Q.3	Q.4 T3	Q.5.1.2			Q.6.1 Q.6.2			Q.8.1.2 Q.8.2.2	Q.9	Q.10.1			Q.13	Q.14.1 Q.14.2.1
AMONYUM NİTRAT BAZLI GÜBRE UN 2067	5.1	Q.2.2	Q.3	Q.4 T3	Q.5.1.2			Q.6.1 Q.6.2			Q.8.1.2 Q.8.2.2	Q.9	Q.10.1			Q.13	Q.14.1 Q.14.2.3
AMONYUM NİTRAT BAZLI GÜBRE UN 2071	9	Q.2.2	Q.3	Q.4 T3	Q.5.1.2			Q.6.1 Q.6.2			Q.8.1.2 Q.8.2.2	Q.9	Q.10.1			Q.13	Q.14.1 Q.14.2.3
AMORF SODYUM SİLİKAT TOPAKLAR	MHB (CR)	Q.2.2.1									Q.8.1.2 Q.8.2.2						
BARYUM NİTRAT UN 1446	5.1	Q.2.2	Q.3					Q.6.1 Q.6.2			Q.8.1.2 Q.8.2.2						
BORİK ASİT	MHB (TX)	Q.2.2.1									Q.8.1.2 Q.8.2.2						
KAHVERENGİ KÖMÜR BRİKETLERİ	MHB	Q.2.2.1		Q.4 IIA T4, IP55	Q.5.1.2	Q.5.2.2 Q.5.2.4, .5	Q.5.3				Q.8.1.2 Q.8.2.1	Q.9		Q.11	Q.12	Q.13	Q.14.2.2
KALSİYUM NİTRAT UN 1454	5.1	Q.2.2	Q.3					Q.6.1 Q.6.2			Q.8.1.2 Q.8.2.2						
KASTOR YAĞI BİTKİSİ VEYA KASTOR TOZU VEYA KASTOR POSASI VEYA KASTOR TANESİ UN 2969	9	Q.2.1	Q.3					Q.6.1 Q.6.2			Q.8.1.2 Q.8.2.2						
ODUN KÖMÜRÜ	MHB	Q.2.1									Q.8.1.1						
KÖMÜR CÜRUFU, ISLAK	MHB	Q.2.2.1									Q.8.1.1						
KÖMÜR	MHB	Q.2.2.1		Q.4 IIA T4, IP55	Q.5.1.2	Q.5.2.2 Q.5.2.4, .5	Q.5.3	Q.6.1 Q.6.2			Q.8.2.1	Q.9		Q.11	Q.12	Q.13	Q.14.2.2
KÖMÜR KATRANI	MHB	Q.2.2.1									Q.8.1.1						

Tablo 18.11 Tehlikeli katı dökme yüklerin taşınması için gereklilikler (devam ediyor)

Dökme Yük Nakliye İsmi (DYNİ)	Sınıf	Gereklilikler															
		Yangın söndürme sistemi	Su kaynakları	Tutuşturucu kaynaklar	Sıcaklık ölçme	Gaz algılama	Sintine suyunun asitlik derecesi	Havalandırma	Havalandırma üzerinde ilave şartlar	Sintine sistemi	Koruyucu giysiler	Sigara içilmez işaretleri	Makina mahalli sınırları	Diğer sınırlar	Gaz örnek alma noktaları	Su geçmezlik	Yakıt tankları
KURUTULMUŞ HİNDİSTAN CEVİZİ UN 1363	MHB	Q.2.2.1				Q.5.2.2 Q.5.2.4, .5		Q.6.1 Q.6.2			Q.8.2.1	Q.9					Q.14.2.2
DOĞRUDAN İNDİRGENMİŞ DEMİR (A) Briketler, sıcak kalıplı	MHB	Q.2.2.1		Q.4 IIC T2	Q.5.1.2	Q.5.2.3 Q.5.2.5		Q.6.1 Q.6.2 Q.6.3			Q.8.1.1	Q.9		Q.11		Q.13	
DOĞRUDAN İNDİRGENMİŞ DEMİR (B) Topaklar, peletler, soğuk-kalıplı briketler **(1)**	MHB	Q.2.2.1		Q.4 IIC T2	Q.5.1.2	Q.5.2.3 Q.5.2.5					Q.8.1.1	Q.9		Q.11		Q.13	
DOĞRUDAN İNDİRGENMİŞ DEMİR (C) (Ürünün ince daneleri vasıtasıyla) **(1)**	MHB	Q.2.2.1		Q.4 IIC T2	Q.5.1.2	Q.5.2.3 Q.5.2.5					Q.8.1.1	Q.9		Q.11		Q.13	
FOSFORLU DEMIR ÖNALAŞIMI	MHB	Q.2.2.1		Q.4 IIC T1		Q.5.2.3 Q.5.2.6 Q.5.2.7		Q.6.1 Q.6.5	Q.6.7.2 Q.6.7.3	Q.7	Q.8.2.1	Q.9					
FERROSILISYUM UN 1408	4.3	Q.2.2.1		Q.4 IIC T1		Q.5.2.3 Q.5.2.6		Q.6.1 Q.6.5	Q.6.7.2 Q.6.7.3	Q.7	Q.8.1.2 Q.8.2.2	Q.9	Q.10				
FERROSILISYUM, en az %25 ancak %30'dan az silicon veya %90 veya fazla silikon	MHB	Q.2.2.1		Q.4 IIC T1		Q.5.2.3 Q.5.2.6		Q.6.1 Q.6.5	Q.6.7.2 Q.6.7.3	Q.7	Q.8.2.2	Q.9	Q.10.2 Q.10.3				
DEMİRDEN OLUŞAN METAL BORU ÇAPLARI, TIRAŞLAMALAR, TALAŞLAR VEYA KESMELER UN 2793	4.2	Q.2.1	Q.3		Q.5.1.1			Q.6.1 Q.6.2			Q.8.1.2 Q.8.2.2	Q.9	Q.10.1				
BALIK YEMİ (BALIK DÖKÜNTÜSÜ), STABİLİZE UN 2216	9	Q.2.1	Q.3		Q.5.1.2	Q.5.2.5		Q.6.1 Q.6.2 Q.6.3			Q.8.1.2 Q.8.2.2						
FLUŞPAT	MHB	Q.2.2.1									Q.8.1.1						
TANECİKLİ KÜKÜRTLÜ NİKEL KÜLÇESİ (%2'DEN NEM İÇERİĞİ)	MHB	Q.2.2.1									Q.8.1.1 Q.8.2.1						

Tablo 18.11 Tehlikeli katı dökme yüklerin taşınması için gereklilikler (devam ediyor)

Dökme Yük Nakliye İsmi (DYNİ)	Sınıf	Gereklilikler															
		Yangın söndürme sistemi	Su kaynakları	Tutuşturucu kaynaklar	Sıcaklık ölçme	Gaz algılama	Sintine suyunun asitlik derecesi	Havalandırma	Havalandırma üzerinde ilave şartlar	Sintine sistemi	Koruyucu giysiler	Sigara içilmez işaretleri	Makina mahalli sınırları	Diğer sınırlar	Gaz örnek alma noktaları	Su geçmezlik	Yakıt tankları
DEMİR OKSİDİ, TÜKETİLMİŞ VEYA SÜNGER DEMİR, TÜKETİLMİŞ UN 1376	4.2	Q.2.1	O.3	O.4 IIA T2.IP55		O.5.2.5 Q.5.2.8		Q.6.1 Q.6.2 Q.6.3			Q.8.1.2 Q.8.2.2	Q.9	Q.10.1				
KURŞUN NİTRAT UN 1469	5.1	Q.2.2	O.3					Q.6.1 Q.6,2			Q.8.1.2 Q.8.2.2						
KİREÇ (SÖNMEMİŞ)	MHB	Q.2.2.1									Q.8.1.1						
TİFTİKLİ PAMUK TOHUMU	MHB	Q.2.1				Q.5.2.5					Q.8.2.1					Q.13	
MANYEZİ (SÖNMEMİŞ)	MHB	Q.2.2.1									Q.8.1.1						
MAGNEZYUM NİTRAT UN 1474	5.1	Q.2.2	Q.3					Q.6.1 Q.6.2			Q.8.1.2 Q.8.2.2						
METAL SÜLFİT KONSANTRELERİ	MHB	Q.2.1				Q.5.2.5 Q.5.2.7					Q.8.1.1 Q.8.2.1						
METAL SULFİT KONSANTRELERİ, KORROZİF UN 1759	8	Q.2.1				Q.5.2.5 Q.5.2.7					Q.8.1.2 Q.8.2						
MONOAMONYUM FOSFAT (M.A.P.)MINERAL ENRICHED COATING	MHB										Q.8.1.2 Q.8.2						
MONOKALSİYUM FOSFAT (MCP)	MHB										Q.8.1.2 Q.8.2						
TURBA YAPAN YOSUN	MHB	Q.2.2.1				Q.5.2.5		Q.6.1 Q.6.2			Q.8.1.1						
PETROL KOKU (yanmış veya yanmamış)	MHB	Q.2.2.1									Q.8.1.1 Q.8.2.1						
ZİFT MADEN CEVHERİ	MHB	Q.2.2.1						Q.6.1 Q.6.2			Q.8.1.1 Q.8.2.1						Q.14.2.1
POTASYUM NİTRAT UN 1486	5.1	Q.2.2	Q.3					Q.6.1 Q.6.2			Q.8.1.2 Q.8.2.2						
PİRİTLER, YANMIŞ	MHB	Q.2.2.1									Q.8.1.1						
RADYOAKTİF MALZEME, DUŞUK SPESİFİK ETKİNLİKTE (LSA-I) UN 2912 **(*)**	7	Q.2.2.1									Q.8.1.1 Q.8.2.1						
RADYOAKTİF MALZEME, YÜZEYİ KİRLENMİŞ NESNELER (SCO-I) UN 2913**(*)**	7	Q.2.2.1									Q.8.1.1 Q.8.2.1						

(*) *Bu yüklerin taşındığı kargo mahalleri seyir esnasında havalandırılmamalıdır.*

Tablo 18.11 Tehlikeli katı dökme yüklerin taşınması için gereklilikler (devam ediyor)

Dökme Yük Nakliye İsmi (DYNİ)	Sınıf	Gereklilikler															
		Yangın söndürme sistemi	Su kaynakları	Tutuşturucu kaynaklar	Sıcaklık ölçme	Gaz algılama	Sintine suyunun asitlik derecesi	Havalandırma	Havalandırma üzerinde ilave şartlar	Sintine sistemi	Koruyucu giysiler	Sigara içilmez işaretleri	Makina mahalli sınırları	Diğer sınırlar	Gaz örnek alma noktaları	Su geçmezlik	Yakıt tankları
KUM, MİNERAL KONSANTRE, RADYOAKTİF MALZEME, DÜŞÜK ÖZGÜN AKTİVİTELİ (LSA-I) UN 2912	7										Q.8.1.2 Q.8.2						
TESTERE TALAŞI	MHB	Q.2.1						Q.6.1 Q.6.2									
TOHUM KÜSPESİ, bitkisel yağ içeren UN 1386 (a)	4.2	Q.2.1	Q.3		Q.5.1.2	Q.5.2.5		Q.6.1 Q.6.2			Q.8.1.2 Q.8.2.2	Q.9	Q.10.1				
TOHUM KÜSPESİ, bitkisel yağ içeren UN 1386 (b), mekanik olarak çıkarılan tohumlar	4.2	Q.2.1	Q.3	Q.4 IIA T3	Q.5.1.2			Q.6.1 Q.6.2	Q.6.7.1		Q.8.1.2 Q.8.2.2	Q.9	Q.10.1				
TOHUM KÜSPESİ, bitkisel yağ içeren UN 1386 (b), solvent yardımıyla çıkarılan tohumlar	4.2	Q.2.1	Q.3	Q.4 IIA T3	Q.5.1.2	Q.5.2.5		Q.6.1 Q.6.4	Q.6.7.1		Q.8.1.2 Q.8.2.2	Q.9	Q.10.1				
TOHUM KÜSPESİ UN 2217	4.2	Q.2.1	Q.3	Q.4 IIA T3	Q.5.1.2	Q.5.2.5		Q.6.1 Q.6.4	Q.6.7.1		Q.8.1.2 Q.8.2.2	Q.9	Q.10.1				
SİLİSYUMLU MANGAN	MHB	Q.2.2.1		Q.4 IIC T1		Q.5.2.3 Q.5.5, .6		Q.6.1 Q.6.3			Q.8.2.1	Q.9				Q.13	
SODYUM NİTRAT UN 1498	5.1	Q.2.2	Q.3					Q.6.1 Q.6.2			Q.8.1.2 Q.8.2.2						
SODYUM NİTRAT VE POTASYUM NİTRAT KARIŞIMI UN 1499	5.1	Q.2.2	Q.3					Q.6.1 Q.6.2			Q.8.1.2 Q.8.2.2						
KAĞITTAN VE PLASTİKTEN GERİ DÖNÜŞTÜRÜLEN KATILAŞMIŞ YAKITLAR	MHB	Q.2.1		Q.4 T3, IP55		Q.5.2.5					Q.8.1.1	Q.9					
BIOMAS ŞEKERKAMIŞI TANELERİ	MHB		Q.2.1								Q.8.2						
SÜLFÜR UN 1350	4.1	Q.2.2.1	Q.3	Q.4 T4, IP55				Q.6.1 Q.6.2	Q.6.7.1		Q.8.1.2 Q.8.2.2	Q.9	Q.10.1				
MEZBAHA ARTIKLARI	MHB	Q.2.1			Q.5.1.2						Q.8.1.1 Q.8.2.1						
VANADYUM CEVHERİ	MHB	Q.2.2.1									Q.8.1.1 Q.8.2.1						
ODUN YONGALARI 15% veya daha fazla rutubet içeren	MHB	Q.2.2.1				Q.5.2.5 Q.5.2.10		Q.6.1 Q.6.2			Q.8.2.1						
ODUN YONGALARI 15% den az rutubet içeren	MHB	Q.2.1				Q.5.2.5 Q.5.2.10		Q.6.1 Q.6.2			Q.8.2.1						
KATKI VE/VEYA BAĞLAYICI MADDE İÇEREN AHŞAP PELETLER	MHB	Q.2.1				Q.5.2.5 Q.5.2.10 Q.5.2.11		Q.6.1 Q.6.2			Q.8.2.1						
HER HANGİ KATKI VE/VEYA BAĞLAYICI MADDE İÇERMEYEN AHŞAP PELETLER	MHB	Q.2.2				Q.5.2.5 Q.5.2.10 Q.5.2.11		Q.6.1 Q.6.2			Q.8.2.1						
AHŞAP ÜRÜNLER - Genel_	MHB	Q.2.2.1				Q.5.2.5 Q.5.2.10		Q.6.1 Q.6.2			Q.8.2.1						

Tablo 18.11 Tehlikeli katı dökme yüklerin taşınması için gereklilikler (devam ediyor)

		Gereklilikler															
		Yangın söndürme sistemi	Su kaynakları	Tutuşturucu kaynaklar	Sıcaklık ölçme	Gaz algılama	Sintine suyunun asitlik derecesi	Havalandırma	Havalandırma üzerinde ilave şartlar	Sintine sistemi	Koruyucu giysiler	Sigara içilmez işaretleri	Makina mahalli sınırları	Diğer sınırlar	Gaz örnek alma noktaları	Su geçmezlik	Yakıt tankları
KURUTULMUŞ AHŞAP	MHB	Q.2.1		Q.4 T3, IP55		Q.5.2.2 Q.5.2.5 Q.5.2.10 Q.5.2.11					Q.8.1.1 Q.8.2.1						
ÇİNKO KÜLLER UN 1435	4.3	Q.2.2.1		Q.4 IIC T2		Q.5.2.3		Q.6.1 Q.6.5	Q.6.7.2		Q.8.1.2 Q.8.2.2	Q.9	Q.10.1				

(1) *DOĞRUDAN İNDİRGENMİŞ DEMİR (B) ve (C) için ilave gereklilikler hakkında* ***TL*** *ile mutabık kalınmalıdır.*

Sınıf MHB: Sadece dökme halde tehlikeli malzemeler

IMDG Kod içerisinde tehlikeli madde olarak sınıflandırılan malzemeler haricindeki dökme halde taşındığında kimyasal tehlikeye sahip olan malzemeler.

1.6 Dökümantasyon

Katı dökme yük taşıyacak tüm gemiler aşağıdaki dökümantasyonları bulundurmalıdır:

1.6.1 IMSBC Kod, düzeltilmiş haliyle.

1.6.2 MFAG. Sadece Grup B kargolar için sağlanmalıdır.

1.6.3 Onaylı Yükleme Manueli (**TL** Kuralları, Cilt A, Kısım 1 - Bölüm 6, A.4 e bakınız.).

1.6.4 Onaylı stabilite bilgisi (**TL** Kuralları, Cilt A, Kısım 1 - Bölüm 26, E ye bakınız.).

1.6.5 SOLAS, Bölüm VI, Kural 7.2 ye göre dökme yük bukleti.

2. Yangın Söndürme Sistemi

2.1 Sabit gazlı yangın söndürme sistemi

Aşağıdaki gemilerin bütün kargo mahalleri G ve H'de yer alan gerekliliklere uygun bir sabit CO_2 yangın söndürme sistemi ile teçhiz edilmelidir, sırasıyla :

- **SOLAS**, Bölüm II-2, Kural 19 ile uyumlu olacak şekilde tehlikeli katı yükler taşıyacak gemiler,
- 2000 GT ve üzeri, sınıf MHB ve Grup A ve C yükler taşıyacak gemiler.

Kendi kendine ısınma olayı (düzeltilmiş haliyle, IMSBC Kod Ek 1'de yer alan FISHMEAL (FISHSCRAP) STABILIZED UN 2216, SEED CAKE containing vegetable oil UN 1386, SEED CAKE UN 2217 gibi bazı katı dökme yüklerin ayrı listelemesi için,) kargo ambarları içerisinde yükün kendi kendine ısınmasını control etmek için tahsis edilmiş ayrı bir sabit karbondioksitli yangın söndürme sistemi veya inert gaz sistemi yerleştirmenin gerekmediği bir acil durum olarak kabul edilir. Gemide yük mahallerinden başka mahallerin korunması için tahsis edilmiş sabit gazlı yangın söndürme sistemleri veya inert gaz sistemleri bu amaç için kullanılamaz.

Not:
500 GT altı gemilerde idarenin onayı alınarak bu kuraldan vazgeçilebilir.

2.2 Muafiyet sertifikası

2.2.1 Sadece MSC.1/Circ.1395/Rev.3 de belirtilen yükleri taşımaka üzere inşa edilen ve sadece bu yükleri taşıyan gemiler sabit gazlı yangın söndürme sistemi gerekliliğinden muaf tutulabilir. Bu muafiyet sadece gemi çelik ambar kapaklar donatılmış ve bütün havalandırmalar ve kargo mahallerine açılan diğer açıklıklar efektif bir kapatma aracıyla donatılmışsa verilebilir.

2.2.2 MSC.1/Circ.1395/Rev.3, Tablo 2'deki yükler için eşdeğer koruma sağlayan bir yangın söndürme sistemi temin edilmelidir.

Eşdeğer koruma sağlayan yangın söndürme sistemleri için referans 3.2'dir .

3. Su kaynakları

3.1 Suyun hemen temini

Ana yangın devrelerinden suyun hemen temini ana yangın pompalarının köprü üstünden uzaktan başlatma tertibatı veya ana yangın devresinin devamlı basınçlandırılması ve ana yangın pompalarının otomatik harekete geçmesi ile sağlanmalıdır.

3.2 Hortum bağlantı yerlerinin (hidrant) su miktarı ve yerleşimi

Ana yangın pompalarının kapasitesi, yangın söndürme suyunu öngörülen basınçta dört nozulla düzgün olarak yayabilecek şekilde olmalıdır (Tablo 18.3'e bakınız).

Açık güverteye yerleştirilen hidrantlardan boş kargo mahallerinin her yerine dört nozulla erişilebilir olmalıdır.

Hidrantlardan ikisi bir hortum boyundaki nozullarla diğer iki hidrant iki hortum boyundaki nozullarla bağlanmalıdır **(36)**.

İlave hortum ve nozullar için E.2.5.7'ye bakınız.

4. Tutuşturucu Kaynaklar

Ayrı sınıflar için patlamaya karşı korumanın derecesi Tablo 18.11 "Tutuşturucu kaynaklar" kolonunda belirtilir. Eğer patlamaya karşı koruma gerekli ise aşağıdaki kurallar ile uyumlu olmalıdır.

4.1 Elektrikli ekipmanlar

4.1.1 Ambardaki atmosferle temasda olan ve geminin operasyonu için önemli olan tüm elektrikli ekipmanlar, onaylı kendinden emniyetli tipte veya Tablo 18.11 deki patlamaya karşı koruma sütununda belirtilen derecede emniyetli olduğuna dair sertifikalı olmalıdır.

4.1.2 Elektrik tertibatının dizaynı ve tehlikeli bölgelerin sınıflandırılması için **TL** Kuralları, Kısım 5, Elektrik Kuralları'na bakınız.

4.1.3 Geminin operasyonu için önemli olmayan elektrikli ekipmanları güç kaynağından elektriksel olarak bağlantısı sigorta haricindeki bir araçla (örneğin; bağlantının kaldırılması) alanın dışında bir noktada kesilmiş olması ve istemeden yapılan tekrar bağlantıya karşı korumalı olması durumunda sertifikalı emniyetli tipte olmalarına gerek yoktur.

4.2 Fanların emniyeti

4.2.1 Geminin operasyonu için önem taşıyan fanların tasarımı Bölüm 20, B.5.3.2 ve B.5.3.3 maddelerine tabidir. Aksi halde fanlar güç kaynağından bağımsız olmalıdır, 4.1.3 e bakınız.

4.2.2 Güverte üzerindeki fan açıklıkları, aralığı 13 mm. yi geçmeyen sabit tel kafesle teçhiz edilecektir.

4.2.3 Hava çıkışları, olası tutuşturucu kaynaklardan güvenli bir mesafeye yerleştirilmelidir. Hava çıkışları etrafında 3 m yarıçaplı küresel alan gerekli olup bu alan içinde tutuşturucu kaynaklar yasaktır.

4.3 Diğer tutuşturucu kaynaklar

Diğer tutuşturucu kaynaklar tehlikeli alanlara yerleştirilmeyebilir, örneğin; buhar veya termal yağ hatları.

5. Ölçme ekipmanı

Ayrı yüklerin taşınması için gerekli taşınabilir ekipmanlar yüklemeden önce gemide mevcut olmalıdır.

5.1 Sıcaklık ölçme

5.1.1 Yüzey sıcaklığı

Yükün yüzey sıcaklığını ölçmek için araç sağlanmalıdır. Taşınabilir sıcaklık sensörleri varsa ambara girmeden ölçüm yapılabilecek şekilde düzenlenmelidir.

5.1.2 Kargo sıcaklığı

Ambar içinden sıcaklık ölçmek için araç sağlanacaktır.

Taşınabilir sıcaklık sensörleri varsa ambara girmeden ölçüm yapılabilecek şekilde düzenlenmelidir.

5.2 Gaz algılama

Aşağıdaki gazların konsantrasyon ölçümü için uygun aletler sağlanacaktır:

5.2.1 Amonyak

5.2.2 Karbonmonoksit

5.2.3 Hidrojen

5.2.4 Metan

5.2.5 Oksijen (% 0 - 21 hacimde)

5.2.6 Fosfin ve arsin

(36) *IACS Unified Interpretation SC 168 referans olarak verilir.*

5.2.7 Belirli kargolardan salınann toksik gazlar

5.2.8 Hidrojen siyanür

5.2.9 Asetilen

5.2.10 Mürettebatın giriş yaptığı ambar ve bitişik kapalı mahaller için oksijen metre.

5.2.11 Mürettebatın giriş yaptığı ambar ve bitişik kapalı mahaller için karbonmonoksit metre.

5.3 Sintine suyunun asitlik derecesi

Sintine kuyularındaki suyun asitlik derecesini test etmek için araç sağlanmalıdır.

6. Havalandırma

6.1 Kanal sistemi

Kargonun üzerindeki bölgeyi havalandırabilecek ve bütün kargo mahalline dışarıdan içeriye doğru hava değişimini yapabilecek kanal sistemi düzenlenmelidir. Hava girişlerinin ve çıkışlarının pozisyonu havanın kısa devre yapmasını önleyecek şekilde olmalıdır. Ambar havasının diğer mahallerle bağlantılı olmasına izin verilmez.

Havalandırma açıklıklarının giriş ve çıkışlarına uygun tel kafesler yerleştirilecektir.

Eğer kargo mahallerine bitişik mahaller gaz geçirmez perdeler veya güverteler vasıtasıyla ayrılmamışsa, bunlar kapalı kargo mahallerinin bir parçası olarak düşünülür ve kapalı kargo mahalleri için uygulanan havalandırma gereklilikleri bitişik mahallere de uygulanır.

Yapım ve tasarım gereklilikleri için **TL** Kuralları, Kısım 28, Havalandırma, Bölüm 1'e bakınız.

6.2 Doğal havalandırma

Tehlikeli katı dökme yüklerin taşınması için ayrılan kapalı kargo mahallerinde doğal havalandırma sağlanmalıdır.

Mekanik fanların dahil olmadığı bir havalandırma sistemi yeterlidir.

6.3 Mekanik havalandırma

Belirlenemeyen bir kapasite ile çalışan fanla birleştirilen bir havalandırma sistemi sağlanacaktır.

6.4 Mekanik havalandırma (saatte altı hava değişimi)

Boş kargo ambarı baz alınarak saatte en az altı hava değişimi kapasite ile çalışan fanlar bulunan bir havalandırma sistemi sağlanacaktır.

6.5 Sürekli havalandırma (saatte altı hava değişimi)

Boş kargo ambarı baz alınarak saatte en az üç hava değişimi kapasite ile çalışan en az iki fan bulunan bir havalandırma sistemi sağlanacaktır. İki fan ile bağlanmış ortak bir havalandırma sistemi kabul edilebilir.

6.6 Taşınabilir fanlar

Havalandırma fanları gerekli ise sabit fanlardan birinin yerine taşınabilir fanlar kullanılabilir. Bu durumda fanların sabitlenmesi için uygun düzenleme güvenli bir şekilde sağlanmalıdır. Elektrikli bağlantılar sabit olmalıdır ve montaj süresince ustalıkla serilmelidir. Detaylar, onay için sunulmalıdır.

6.7 Havalandırmaya ilave şartlar

6.7.1 Kıvılcım önleyici kafesler

Güverte üzerindeki tüm havalandırma açıklıkları uygun kıvılcım önleyici kafeslerle teçhiz edilmelidir.

6.7.2 Sürekli havalandırma için açıklıklar

Kapatma tertibatı olmayan açıklıklar için havalandırma açıklıkları Load Line Sözleşmesi ile uyumlu olmalıdır,. ICLL Kural 19(3)'e göre açıklıklar, pozisyon 1 de güverte üzerinden en az 4,50 m olacak şekilde ve pozisyon 2 de güverte üzerinden en az 2,30 m olacak şekilde düzenlenmelidir.

Sürekli havalandırmada, SOLAS II-2/5.2.1.1 gereği yangından korunma amacıyla gerekli olduğu gibi kapatma aracı teçhiz edilmiş havalandırmalar yasaklanmaz.

6.7.3 Kaçan gazlar

Havalandırma çıkışları, güverte üzerindeki veya altındaki yaşam alanlarından en az 10 m uzakta olacak şekilde düzenlenmelidir.

7. Sintine Sistemleri

7.1 Yanlışlıkla yapılan pompalama

Sintine sistemi, yanıcı ve zehirli sıvıların pompalar ve boru devreleri ile istenmeksizin makina dairesine pompalanmasını önleyecek şekilde dizayn edilmelidir.

7.2 Ayırıcı vanalar

Kargo mahallerine giden sintine devrelerinde makina dairesi dışına veya perdeye yakın makina dairesinden çıkış noktasına bir ayırıcı vana konulur. Vanalar, kapalı pozisyonda emniyete alınmış şekilde olacaktır (örneğin; emniyetli kilitleme cihazı). Uzaktan kumandalı vanalar kapalı pozisyonda emniyete alınmış şekilde olacaktır. ICMS (Integrated control and monitoring) sisteminin olması durumunda sistem, ekran üzerinde güvenlik sorusuna denk bir ifade içermelidir.

7.3 Uyarı işaretleri

Uyarı işaretleri, kesme vanası veya kontrol pozisyonlarında gösterilmelidir, örneğin; “Bu vana, … nolu kargo ambarında tehlikeli yük taşınırken kapalı pozisyonda emniyete alınmalıdır ve sadece kaptanın izni ile açılabilir.”

8. Koruyucu giysiler

8.1 Tam koruyucu giysiler

8.1.1 Kargonun özelliğine uygun iki takım tam koruyucu giysi bulundurulmalıdır.

8.1.2 Kargonun özelliğine uygun dört takım tam koruyucu giysi bulundurulmalıdır.

8.2 Tüplü solunum cihazları

8.2.1 Her set için en az iki defa dolum yapabilecek yedek hava tüpleri ile birlikte iki set solunum cihazı olmalıdır.

8.2.2 **İlave olarak** her set için en az iki defa dolum yapabilecek yedek hava tüpleri ile birlikte iki set solunum cihazı olmalıdır.

Not: *Gemi Emniyet Yönetim Sistemi (EYS) ilave olarak yedek hava tüpü gerektirmedikçe, yangın tatbikatlarında kullanılacak hava tüplerinin ikamesi için, zorunlu her solunum cihazı için en az bir adet “hava tüpü seti“ olacak şekilde gemide “uygun sayıda yedek hava tüpü“ bulundurulacaktır.*

“Hava tüpü seti“ solunum cihazının çalışması için gerekli hava tüpü sayısıdır.

SOLAS Reg. II-2/19, IMSBC Kod veya IGC Kod gereğince, solunum cihaz setleri için, yangın tatbikatlarında kullanılacak ilave hava tüpüne gerek yoktur.

9. Sigara İçilmez işaretleri

“SİGARA İÇİLMEZ“ işaretleri kargo ambarlarının civarında ve kargo ambarlarına bitişik alanların içinde olmalıdır.

10. Makina mahalli sınırları

10.1 A-60 izolasyon

Kategori A makina mahalleri ile kargo mahalleri arasındaki perdeler A-60 yangına karşı izolasyonlu olmalıdır. Aksi halde, yükler makina mahalli perdesinden en az 3 m. uzağa istif edilmelidir.

Not:*Tahıl perdesi vasıtasıyla 3 m mesafe sağlanabilir, inert gaz ile doldurulmuş büyük çuvallar veya başka ayırma gerekleri tarafından.*

Kategori A makina mahalli ve kargo arasındaki güverteler A-60 standartta izolasyonlu olmalıdır.

10.2 Gaz geçirmezlik

Kargo ambarı ile makina mahalli arasındaki tüm sınırlar gaz geçirmez olacaktır. Kablo geçişlerine izin verilmez.

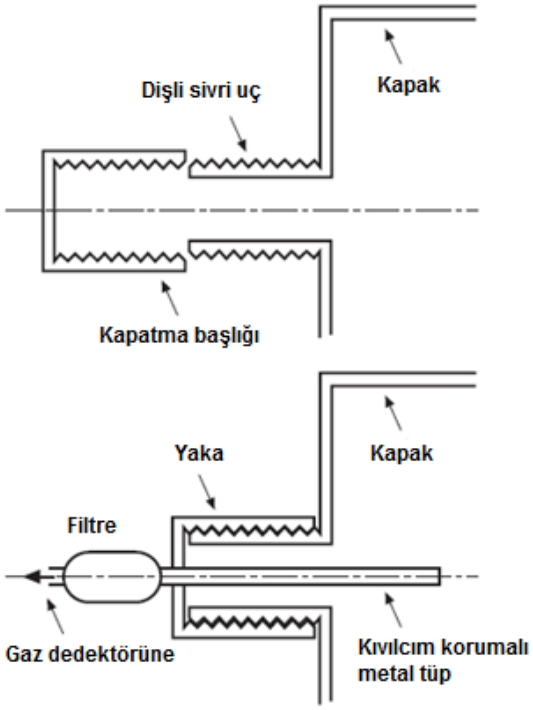
Yüklemeden önce, makina dairesi perdeleri incelenmeli ve yetkili otorite tarafından gaz geçirmez olarak onaylanmalıdır.

11. Diğer sınırlar

Kargo ambarlarının tüm sınırları yangına ve su geçişine karşı dayanıklı olmalıdır (en az A-0 standartta).

12. Gaz örnek alma noktaları

Her kargo ambarı için ambar kapağı veya ambar mezarnasında iki adet örnek alma noktası, Şekil 12.2 ye göre dişli sivri uçlar ve kapatma başlıkları ile düzenlenmelidir. Örnek alma noktaları olabildiğince yüksekte olmalıdır, örneğin; kapağın üst kısmı.



Şekil 12.2 Gaz örnek alma noktaları

13. Su geçmezlik

Ambar kapakları, tüm havalandırma kapatmaları ve diğer kargo ambarlarına açılan açıklıkların kapatmaları incelenmeli ve su geçmezliği garanti altına almak için test edilmelidir (hortum testi veya eşdeğeri).

14. Yakıt tankları

14.1 Sızdırmazlık

Yüklemeden önce, kargo ambarlarına bitişik yakıt tankları sızdırmazlık için basınç testli olmalıdır.

14.2 Isı kaynakları

14.2.1 Isıtma gerektiren yakıt tankları da dahil ısı kaynaklarına bitişik istiflemeye izin verilmez.

Not: ***AMONYUM NİTRAT UN 1942*** *için; yük yakıt tank(lar)ına, eğer tank(lar)ın ısıtma düzenekleri kapatılmadıysa ve tüm sefer boyunca açık ise, bitişik kargo mahallerine yüklenmeyecektir.*

14.2.2 Isı kaynaklarına ve 55 °C den fazla ısıtılan yakıt tanklarına bitişik istiflemelere izin verilmez.

Not: ***KAHVERENGİ KÖMÜR BRİKETLERİ*** *ve* ***KÖMÜR*** *için; Eğer yakıt sıcaklığı 55 °C altında olduğu kontrol ediliyorsa, bu gerekliliğin sağlandığı kabul edilir. Herhangi bir 24 saatlik periyot içerisinde 12 saatten daha fazla bir periyot için bu sıcaklık aşılmamalıdır ve ulaşılan maksimum sıcaklık 65 °C yi geçmeyecektir.*

14.2.3 Isı kaynaklarına ve 50 °C den fazla ısıtılan yakıt tanklarına bitişik istiflemelere izin verilmez.

Not: ***AMONYUM NİTRAT BAZLI SUNİ GÜBRE UN 2067, AMONYUM NİTRAT BAZLI SUNİ GÜBRE UN 2071*** *ve* ***AMONYUM NİTRAT BAZLI SUNİ GÜBRE****(zararsız) için, yük eğer sıcaklığın 50°C'yi geçmediğini kontrol eden ve gözetleyen vasıtalar mevcut değilse ısıtılmış yakıt ihtiva eden hiçbir tank, çift dip ya da boruya bitişik olarak depolanamaz.*

BÖLÜM 19

BUZ KLASI İÇİN MAKİNA DONANIMI

Sayfa

A. GENEL **19-**2
- **1.** Uygulama
- **2.** Klaslama İşareti
- **3.** Kabuller

B. SEVK MAKİNASI GÜCÜ **19-**2

C. SEVK MAKİNASI **19-**2
- **1.** Kapsam
- **2.** Tanımlar
- **3.** Dizayn Buz Koşulları
- **4.** Malzemeler
- **5.** Dizayn Yükleri
- **6.** Dizayn
- **7.** Alternatif Dizayn Prosedürü
- **8.** Dişliler
- **9.** Elastik Kaplinler
- **10.** Deniz Sandıkları, Boşaltma Valfleri ve Soğutma Suyu Sistemi
- **11**. Dümen Makinası
- **12.** Pervanenin Elektrikle Tahriki
- **13.** Yanal İtici Üniteler

D. ICE-B NOTASYONU ile İLGİLİ TAKVİYELER **19-**25
- **1.** Pervane Şaftları, Ara şaftlar, İtme Şaftları
- **2.** Sıkı Geçmeli Bağlantılar
- **3.** Pervaneler
- **4**. Dişliler
- **5.** Deniz Sandıkları ve Boşaltma Valfleri
- **6.** Dümen Makinası
- **7.** Pervanenin Elektrikle Tahriki

E. ÇEŞİTLİ MAKİNA İSTEKLERİ…….. **19-**28
- **1.** İlk Hareket Donanımları
- **2.** Deniz Alıcıları ve Soğutma Suyu Sistemleri

A. Genel

1. Uygulama

Bu bölümdeki istekler buzlu sularda seyir yapması öngörülen gemilere uygulanır.

2. Klaslama İşareti

2.1 Bu bölümün isteklerine ve Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 14'deki ilgili yapım kurallarına göre inşa edilen gemilere, + M işaretini takiben, **"ICE-B4", "ICE-B3", "ICE-B2", "ICE-B1"** veya **"ICE-B"** klaslama işaretleri verilir.

2.2 **ICE-B** klaslama işaretli gemiler ile ilgili olanlar hariç, bu bölümdeki buz takviyesi istekleri, kış mevsiminde kuzey Baltık Denizindeki seyirlerle ilgili Fin-İsveç Buz Klası Kurallarında belirtilenlere eşdeğerdir.

TL buz klaslama işaretlerinin Fin-İsveç Buz Klası işaretlerindeki karşılıkları aşağıda verilmiştir:

TL BUZ KLASI	FİN İSVEÇ BUZ KLASI
ICE-B4	IA Super
ICE-B3	IA
ICE-B2	IB
ICE-B1	IC

2.3 Kutup denizlerinde çalışması öngörülen gemilere, Kısım 33- Kutup Klaslı Gemilerin Yapımı ile İlgili Esaslarda belirtilen isteklere uymak koşuluyla, **PC7 ÷ PC1** klaslama işaretleri verilebilir.

3. Kabuller

3.1 Teknenin boyutlarını, makina gücünü ve diğer özelliklerini belirleme yöntemi, Fin-İsveç Buz Klası Kuralları'nda tanımlandığı üzere, yapıdaki buz yükü ve geminin işletimi ile ilgili bazı kabullere bağlıdır.

ICE-B4 Normalde, buzkıranların yardımı olmaksızın zorlu buz koşullarınsa seyir yapabilme özelliğidir.

ICE-B3 Gerektiğinde, buzkıranların yardımı ile zorlu buz koşullarında seyir yapabilme özelliğidir.

ICE-B2 Gerektiğinde, buzkıranların yardımı ile orta derecedeki buz koşullarında seyir yapabilme özelliğidir.

ICE-B1 Gerektiğinde, buzkıranların yardımı ile hafif derecedeki buz koşullarında seyir yapabilme özelliğidir.

3.2 Eğer bu bölümde istenilen boyutlar, buz takviyesiz gemiler için istenilen boyutlardan daha küçük ise, bu kural kitabının diğer bölümlerindeki boyutlar esas alınacaktır.

3.3 Buzla kaplı sularda seyrederken, gemiye normalde buzkıranların yardım edeceği esas alınır.

B. Sevk Makinası Gücü

Sevk makinasının gerekli gücü, Kısım 1 - Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 14'de belirtildiği gibi olacaktır.

Bölüm 2'ye göre belirlenen ana makine anma gücü, ilgili buz klası için gerekli olan tahrik gücünü, sürekli servis esnasında sağlayabilecek şekilde olmalıdır.

C. Sevk Makinası

1. Kapsam

Buradaki kurallar**, ICE-B4, ICE-B3, ICE-B2** ve **ICE-B1** buz klaslı olup, açık veya nozul içinde çalışan kumanda edilebilir veya sabit piçli dizayna sahip pervaneleri tahrik eden sevk makinalarına uygulanır.

Not: Bu bölümde belirtilmeyen konular, buz klasına sahip olmayan gemilere ait istekler kapsamında değerlendirilecektir.

Verilen yükler, sabit piçli pervanelerin dönüş yönünün değişiminden kaynaklanan yükler dahil, normal çalışma koşullarında geminin servis ömrü boyunca öngörülen buz yükleridir. Ancak, bu yükler, örneğin duran bir pervanenin buz tarafından çekilmesi gibi, dizayn dışındaki işletim koşullarını içermez. Bu kurallarda, pervane/buz etkileşiminden kaynaklanan yükler dikkate alınarak, ana sevk amacıyla kullanılan azimut veya sabit iticilere de uygulanır.

Kurallardaki yük modelleri, dönmekte olan azimut iticiye yanal olarak buzun girmesi halinde, pervane/buz etkileşim yüklerini veya buz bloğunun "pulling" pervanenin göbeğine çarpması halindeki yük durumunu kapsamaz. İticilerin gövdesindeki buz darbelerinden kaynaklanan buz yükleri öngörülmelidir, ancak buz yükü formülü mevcut değildir.

Baş pervaneler, Voith Schneider pervaneler, jet sevk sistemleri ve diğer özel dizaynlar özel olarak değerlendirilmeyi gerektirir.

2. Tanımlar

c = Kanat kesiti boyu [m]

$c_{0,7}$ = 0,7 R pervane yarıçapındaki kanat kesiti boyu [m]

CP = Kumanda edilebilir piç [m]

D = Pervane çapı [m]

d = Pervane göbeğinin dış çapı (pervane düzleminde) [m]

D_{limit} = Pervane çapı sınır değeri [m]

EAR = Açılmış kanat alanı oranı

F_b = Geminin servis ömründeki maksimum geri kanat kuvveti [kN]

F_{ex} = Plastik eğilme kaynaklı, kanat kaybı nedeniyle oluşan azami kanat yükü [kN]

F_f = Geminin servis ömründeki maksimum ileri kanat kuvveti [kN]

F_{ice} = Buz yükü [kN]

$(F_{ice})_{max}$ = Geminin servis ömründeki maksimum buz yükü [kN]

FP = Sabit piç

h_0 = Alt buz su hattı LIWL'den pervane merkezinin yüksekliği [m]

H_{ice} = Pervaneye giren maksimum dizayn buz bloğunun kalınlığı [m]

I = İncelenen bileşenlerin makina tarafındaki tüm parçalarının eşdeğer kütle atalet momenti [kgm^2]

I_t = Tüm sevk sisteminin eşdeğer kütle atalet moment [kgm^2]

k = Weibull dağılımı için şekil katsayısı

LIWL = Aalt buz su hattı [m]

m = Log/log ölçeğinde SN eğrisi eğimi

M_{BL} = Kanat eğilme momenti [kNm]

MCR = Maksimum devamlı güç

n = Pervane dönüş hızı [rev./s]

n_n = Serbest dönme durumunda MCR'deki nominal pervane dönüş hızı [rev./s]

N_{class} = Her buz sınıfı için, her pervane dönüş hızındaki referans darbe sayısı

N_{ice} = Geminin servis ömründe, pervane kanadındaki toplam buz yükü sayısı

$N_{z,ice}$ = Geminin servis ömründe, pervane şaftındaki toplam buz yükü sayısı

N_R = Eşdeğer yorulma gerilmesi için referans yük sayısı (10^8 cycles)

N_Q = Öğütme aşamasında pervane devir sayısı

$P_{0,7}$ = 0,7 R yarıçapındaki pervane piçi [m]

$P_{0,7n}$ = Serbest dönme durumunda MCR'deki 0,7 R yarıçapındaki pervane piçi [m]

$P_{0,7b}$ = Babaya bağlı durumda, MCR'deki 0,7 R yarıçapındaki pervane piçi [m]

Q = Tork [kNm]

Q_{emax} = Maksimum makina torku [kNm]

Q_{max} = Pervane/buz etkileşiminden kaynaklanan, pervanedeki maksimum tork [kNm]

Q_{motor} = Elektrik motoru pik torku [kNm]

Q_n = Serbest dönme durumunda, MCR'deki nominal tork [kNm]

Q_r = Pervane şaft hattı boyunca maksimum tepki torku [kNM]

Q_{smax} = Geminin servis ömründe, kanadın maksimum spindle torku [kNm]

R = Pervane yarıçapı R= D/2 [m]

r = Kanat kesit yarıçapı [m]

T = Pervane itmesi [kN]

T_b = Geminin servis ömründe, geri yönde etkiyen maksimum pervane buz itmesi [kN]

T_f = Geminin servis ömründe, ileri yönde etkiyen maksimum pervane buz itmesi [kN]

T_n = Serbest dönüş durumunda, MCR'deki pervane itmesi [kN]

T_r = Şaft hattı boyunca maksimum tepki itmesi [kN]

t = Maksimum kanat kesit kalınlığı [m]

Z = Pervane kanat sayısı

αi = Dönme açısı olarak ifade edilen pervane kanadı/buz etkileşimi süresi [deg]

γ_ε = Yorulma için azaltma faktörü; dağılım ve test parçası boyut etkisi

γ_v = Yorulma için azaltma faktörü; değişken genlikli yükleme etkisi

γ_m = Yorulma için azaltma faktörü; ortalama gerilme etkisi

ρ = Maksimum gerilme genliğinin, 10^8 gerilme çevrimi için eşdeğer yorulma gerilmesi ile ilişkisini gösteren yorulma için azaltma faktörü

$\sigma_{0,2}$ = Kanat malzemesinin akma mukavameti (% 0.2 offset) [MPa]

σ_{exp} = Deniz suyunda kusura neden olacak 10^8 çevrimde, kanat malzemesinin ortalama yorulma mukavemeti [MPa]

σ_{fat} = 10^8 gerilme çevrimi için eşdeğer yorulma buz yükü genliği [MPa]

σ_{fl} = Kanat malzemesi için karakteristik yorulma mukavemeti [MPa]

σ_{ref} = Referans gerilme $\sigma_{ref} = 0.6 \cdot \sigma_{0,2} + 0.4 \cdot \sigma_u$ [MPa]

σ_{ref2} = Referans gerilme [MPa]

σ_{st} = F_b veya F_f'den kaynaklanan maksimum gerilme [MPa]

σ_u = Kanat malzemesinin azami çekme gerilmesi [MPa]

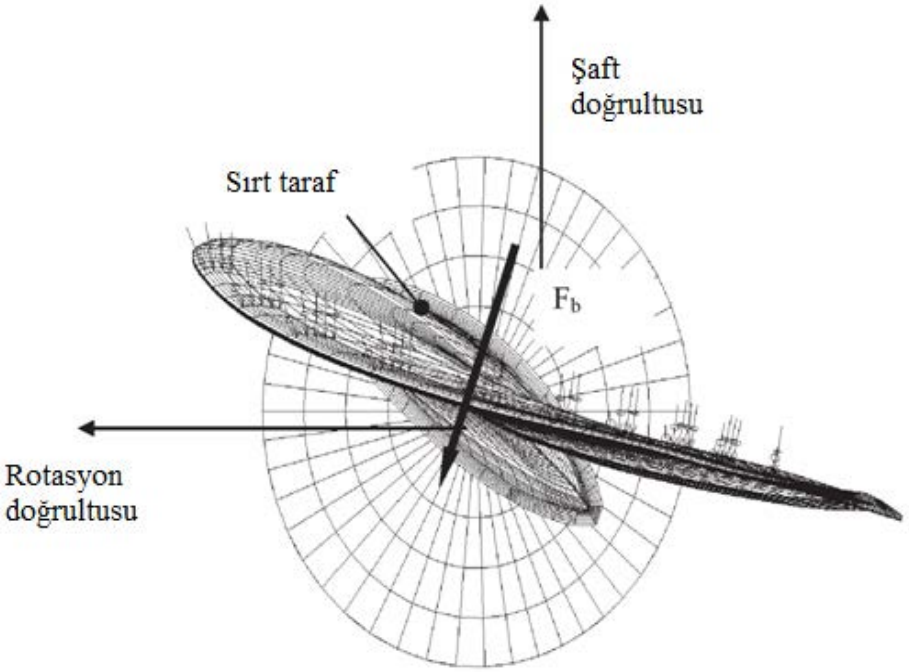
$(\sigma_{ice})_{bmax}$ = Geriye doğru etkiyen maksimum pervane buz yükünün neden olduğu asal gerilme [MPa]

$(\sigma_{ice})_{fmax}$ = İleriye doğru etkiyen maksimum pervane buz yükünün neden olduğu asal gerilme [MPa]

$(\sigma_{ice})_{max}$ = Maksimum buz yükü gerilme genliği [MPa]

Tablo 19.1 Yüklerin tanımlanması

	Tanım	Yüklerin dizayn sürecinde kullanılması
F_b	Kanattaki hidrodinamik yükler dahil, pervane/buz etkileşiminden kaynaklanan, pervane kanadında, servis ömründe geriye doğru maksimum kuvvet. Kuvvetin doğrultusu 0,7 R kesit boyu hattına diktir. Şekil 19.1'e bakınız.	Pervane kanadının mukavemet hesabındaki dizayn kuvveti.
F_f	Kanattaki hidrodinamik yükler dahil, pervane/buz etkileşiminden kaynaklanan, pervane kanadında, servis ömründe ileriye doğru maksimum kuvvet. Kuvvetin doğrultusu 0,7 R kesit boyu hattına diktir.	Pervane kanadının mukavemet hesabındaki dizayn kuvveti.
Q_{smax}	Kanattaki hidrodinamik yükler dahil, pervane/buz etkileşiminden kaynaklanan, pervane kanadında, servis ömründe maksimum spindle torku.	Pervane mukavemetinin hesaplanmasında, pervane yükünün kanadın önder kenarına veya uç alanına yayılı basınç olarak etki etmesi nedeniyle, spindle torku otomatik olarak dikkate alınır.
T_b	Pervane/buz etkileşiminden kaynaklanan, pervanede (tüm kanatlar), servis ömründe maksimum itme. İtmenin doğrultusu pervane şaftı doğrultusudur ve kuvvet hidrodinamik itmeye ters doğrultudadır.	T_r tepki itmesinin belirlenmesinde kullanılır. T_b eksenel titreşim hesaplarında uyarım yaklaşımı olarak kullanılabilir. Ancak, eksenel titreşim hesapları kurallar açısından gerekli değildir.
T_f	Pervane/buz etkileşiminden kaynaklanan, pervanede (tüm kanatlar), servis ömründe maksimum itme. İtmenin doğrultusu pervane şaftı doğrultusudur ve hidrodinamik itme doğrultusundadır.	T_r tepki itmesinin belirlenmesinde kullanılır. T_f eksenel titreşim hesaplarında uyarım yaklaşımı olarak kullanılabilir. Ancak, eksenel titreşim hesapları kurallar açısından gerekli değildir.
Q_{max}	Kanattaki hidrodinamik yükler dahil, pervane/buz etkileşiminden kaynaklanan, bir pervane kanadındaki maksimum buz-uyarımlı tork.	Pervane şaft hattı boyunca tepki torkunun (Q_r) belirlenmesinde ve burulma titreşim hesaplarında yaklaşım olarak kullanılır.
F_{ex}	Plastik eğilme kaynaklı, kanat kaybı nedeniyle oluşan azami kanat yükü. Bu kuvvet; kök alanında plastic deformasyona neden olarak, kanadın genel olarak kusurlanmasına yol açar. Kuvvet 0,8R'de etki eder. Spindle kolu, 0,8 R'de kanat dönüş ekseni ile önder/takip kenarları (hangisi büyükse) arasındakli mesafenin 2/3'ü olarak alınacaktır.	Kanat kusurlanma yükü, kanat civatalarının, piç kontrol mekanizmasının, pervane şaftının, pervane şaftı yatağının ve itme yatağının boyutlandırılmasında kullanılır. Ana amaç, genel pervane kusurunun diğer bileşenlerde hasarlanmaya yol açmamasını sağlamaktır.
Q_r	Buz uyarımı nedeniyle, şaft hattının dinamik davranışı (burulma titreşimi) ve pervanedeki ortalama hidrodinamik tork dikkate alınarak, pervane şaft hattı boyunca etki eden maksimum tepki torku.	Pervane şaft hattı bileşenleri için dizayn torku.
T_r	Buz uyarımı nedeniyle, şaft hattının dinamik davranışı (eksenel titreşimi) ve pervanedeki ortalama hidrodinamik itme dikkate alınarak, pervane şaft hattı boyunca etki eden maksimum tepki itmesi.	Pervane şaft hattı bileşenleri için dizayn itmesi.



Şekil 19.1 0,7 R yarıçapta kanat kesit hattına dik olarak alınan geri yönlü kanat kuvveti bileşkesinin doğrultusu. Önder kenardaki buz temas basıncı küçük oklarla gösterilmiştir.

3. Dizayn Buz Koşulları

Buz klasları için pervanedeki buz yüklerinin belirlenmesinde, Tablo 19.2'de verilen çeşitli tipteki işletim koşulları dikkate alınacaktır. Dizayn buz yüklerinin belirlenmesinde, maksimum buz bloğu boyutu hesaplanır. Pervaneye giren maksimum dizayn buz bloğu boyutları H_{ice} . 2 H_{ice} . 3H_{ice} olan bir dikdörtgendir. Buz bloğunun kalınlığı (H_{ice}) Tablo 19.3'de verilmiştir.

Tablo 19.2

Buz klası	Geminin çalışması
ICE-B4	Buz kanalında ve yüzen düzlemsel buzda çalışma, gemi sıkıştırma ile ilerleyebilir.
ICE-B3, ICE-B2, ICE-B1	Buz kanalında çalışma.

Tablo 19.3

	ICE-B4	ICE-B3	ICE-B2	ICE-B1
Pervaneye giren maksimum dizayn buz bloğu kalınlığı (H_{ice})	1,75 m	1,5 m	1,2 m	1,0 m

4. Malzemeler

4.1 Deniz Suyuna Maruz Malzemeler

Pervane kanatları, pervane göbekleri ve itici gövdesi gibi, deniz suyuna maruz bileşenlerin malzemelerinin uzaması en az 15% ve Malzeme kurallarına uygun olacaktır. Bronz ve östenitik çelik haricindeki malzemelerde çentik darbe testi yapılacaktır. Eksi 10° C'da, üç testten elde edilen ortalama darbe enerjisi değeri 20 J olacaktır.

4.2 Deniz suyu sıcaklığına maruz kalan malzemeler

Deniz suyu sıcaklığına maruz malzemeler çelik veya diğer sünek malzemeden ve Malzeme kurallarına uygun olacaktır. Malzeme kurallarında daha yüksek değerler istenmedikçe, eksi 10°C'de, üç testten elde edilen ortalama darbe enerjisi değeri 20 J olacaktır. Bu istekler, CP mekanizmalarına, şaft cıvatalarına, strut-pod bağlantı cıvatalarına, vb.ne uygulanır. Bu istekler, yataklar ve dişliler gibi yüzey sertleşmesine tabi tutulan bileşenlere uygulanmaz.

5. Dizayn Yükleri

Verilen yüklerin sadece bileşenlerin mukavemetinin hesaplarında kullanılması öngörülmüştür ve pervane/buz etkileşimi sırasında oluşan buz uyarımlı yükler ve hidrodinamik yükler dahil toplam yüklerdir.

Bu bölümdeki formüllerde geçen parametrelerin birimleri semboller listesinde verilmiştir.

Gemi balastlı durumda iken, pervane tam olarak suya batmamışsa, sevk sistemi, ICE-B2 ve ICE-B1 buz klasları için ICE-B3'e göre dizayn edilecektir.

Not: Bu bölümde istenilen boyutlar, buz klassız gemiler için istenilenlerden daha küçükse, buz klassız gemilere ait değerler uygulanır.

5.1 Pervane kanatlarındaki dizayn yükleri

F_b; Pervane ileri çalışırken, pervanenin buz bloğunu parçalaması durumunda, pervanenin bir kanadını geriye doğru eğen, geminin servis ömrü boyunca karşılaşılan maksimum kuvvettir.

F_f; Pervane ileri çalışırken, pervanenin buz bloğunu parçalaması durumunda, pervanenin bir kanadını öne doğru eğen, geminin servis ömrü boyunca karşılaşılan maksimum kuvvettir.

F_b ve F_f farklı pervane/buz etkileşimlerinden kaynaklanır ve aynı anda etki etmezler. Bu nedenle bu kuvvetler bir kanada ayrı ayrı etki ettirilir.

5.1.1 Açık pervaneler için geriye doğru etki eden maksimum kanat kuvveti F_b

$$F_b = 27 \cdot [n \cdot D]^{0,7} \cdot \left[\frac{EAR}{Z}\right]^{0,3} \cdot D^2 \ \ [kN]$$

$D \leq D_{limit}$ ise

$$F_b = 23 \cdot [n \cdot D]^{0,7} \cdot \left[\frac{EAR}{Z}\right]^{0,3} \cdot D \cdot H_{ice}{}^{1,4} \ \ [kN]$$

$D > D_{limit}$ ise.

Burada;

$D_{limit} = 0,85.\ H_{ice}{}^{1,4}$

n; CP pervaneler için nominal dönüş hızı (serbest dönüşteki MCR'de) ve FP pervaneler için nominal dönüş hızının %85'i (serbest dönüşteki MCR'de).

5.1.2 Açık pervaneler için ileriye doğru etki eden maksimum kanat kuvveti F_f

$$F_f = 250 \cdot \left[\frac{EAR}{Z}\right] \cdot D^2 [kN]$$

$D \leq D_{limit}$ ise

$$F_f = 500 \cdot \left[\frac{EAR}{Z}\right] \cdot D \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{d}{D}\right)} \cdot H_{ice} [kN]$$

$D > D_{limit}$ ise.

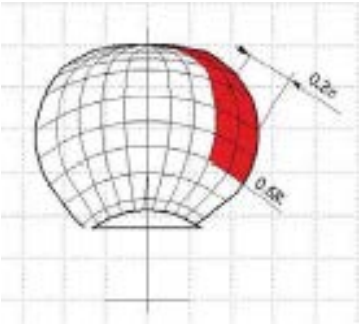
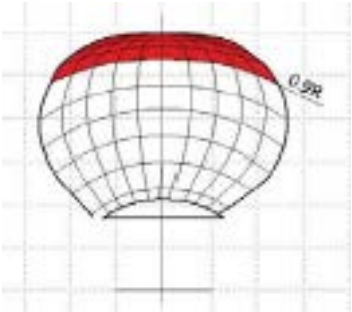
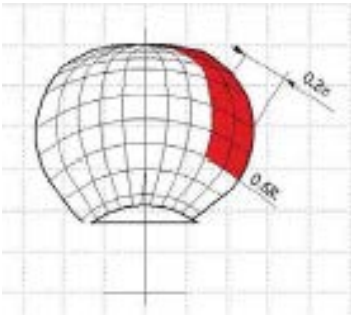
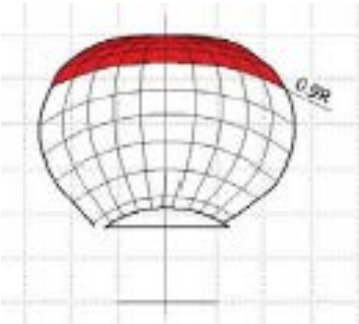
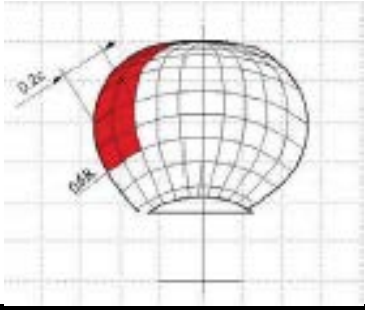
Burada;

$$D_{limit} = \frac{2}{\left(1 - \frac{d}{D}\right)} \cdot H_{ice} \quad [m]$$

5.1.3 Açık pervaneler için kanattaki yüklü alan

CP ve FP pervaneler için, Tablo 19.4'de verilen yük durumu 1-4 dikkate alınacaktır. Tersine döner bir pervanenin kanat buz yükünün elde edilmesinde, FP pervaneler için yük durumu 5 de dikkate alınmalıdır.

Tablo 19.4 Açık pervaneler için yük durumları

	Kuvvet	Yüklü alan	Başa bakışta sağa dönüşlü pervane kanadı
Yük durumu 1	F_b	0,6 R'den pervane ucuna kadar ve önder kenardan kanat kesit boyunun 0,2 katına kadar olan alanda, kanadın sırt tarafına (emme tarafı) uygulanan üniform basınç.	
Yük durumu 2	F_b'nin % 50'si	0,9 R'den pervane ucuna kadar olan uç alanında, kanadın sırt tarafına (emme tarafı) uygulanan üniform basınç.	
Yük durumu 3	F_f	0,6 R'den pervane ucuna kadar ve önder kenardan kanat kesit boyunun 0,2 katına kadar olan alanda, kanadın ön tarafına (basınç tarafı) uygulanan üniform basınç.	
Yük durumu 4	F_f'nin % 50'si	0,9 R'den pervane ucuna kadar olan uç alanında, kanadın ön tarafına (basınç tarafı) uygulanan üniform basınç.	
Yük durumu 5	Hangisi büyükse F_f veya F_b'nin % 60'ı,	0,6 R'den pervane ucuna kadar ve takip kenarından kanat kesit boyunun 0,2 katına kadar olan alanda, kanadın ön tarafına (basınç tarafı) uygulanan üniform basınç.	

5.1.4 Nozullu pervaneler için geriye doğru etki eden maksimum kanat kuvveti F_b

$$F_b = 9{,}5 \cdot [n \cdot D]^{0,7} \cdot \left[\frac{EAR}{Z}\right]^{0,3} \cdot D^2 \quad [kN]$$

$D \leq D_{limit}$ ise

$$F_b = 66 \cdot [n \cdot D]^{0,7} \cdot \left[\frac{EAR}{Z}\right]^{0,3} \cdot D^{0,6} \cdot H_{ice}{}^{1,4} \quad [kN]$$

$D > D_{limit}$ ise.

Burada;

$D_{limit} = 4.\ H_{ice}$ [m].

n; CP pervaneler için nominal dönüş hızı (serbest dönüşteki MCR'de) ve FP pervaneler için nominal dönüş hızının %85'i (serbest dönüşteki MCR'de).

5.1.5 Nozullu pervaneler için ileriye doğru etki eden maksimum kanat kuvveti F_f

$$F_f = 250 \cdot \left[\frac{EAR}{Z}\right] \cdot D^2 \quad [kN]$$

$D \leq D_{limit}$ ise

$$F_f = 500 \cdot \left[\frac{EAR}{Z}\right] \cdot D \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{d}{D}\right)} \cdot H_{ice} \quad [kN]$$

$D > D_{limit}$ ise.

Burada;

$$D_{limit} = \frac{2}{\left(1 - \frac{d}{D}\right)} \cdot H_{ice} \quad [m]$$

5.1.3 Nozullu pervaneler için kanattaki yüklü alan

Tüm pervaneler için, Tablo 19.5'de verilen yük durumu 1 ve 3 dikkate alınacaktır. Tersine döner bir pervanenin kanat buz yükünün elde edilmesinde, FP pervaneler için yük durumu 5 de dikkate alınmalıdır.

5.1.7 Açık ve nozullu pervaneler için maksimum kanat spindle torku Q_{smax}

Kanat monaj ekseni etrafındaki spindle torku Q_{smax} , Tablo 19.4 ve 19.5'de verilen şekilde uygulanan, geriye doğru etki eden maksimum kanat kuvveti F_b ve ileriye doğru etki eden kanat kuvveti F_f için hesaplanacaktır.
Eğer yukarıda yöntem, aşağıdaki formülde verilen değerden daha düşük sonuç verirse, formüldeki değer kullanılacaktır.

$Q_{smax} = 0{,}25\ .\ F.\ C_{0,7}$ [kNm]

Burada $c_{0,7}$, 0,7 R'deki kanat kesiti boyu ve F ise, hangisi mutlak değerce büyükse, F_b veya F_f 'dir.

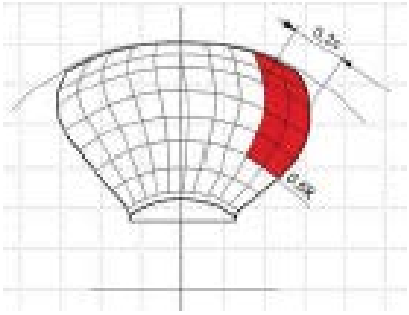
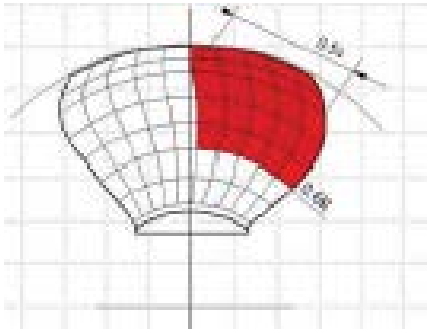
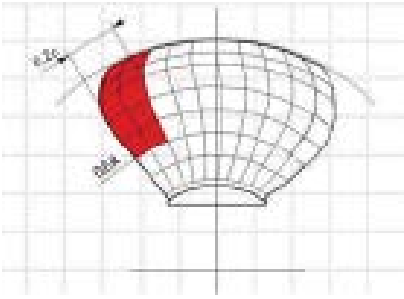
5.1.8 Kanat yükleri için yük dağılımları

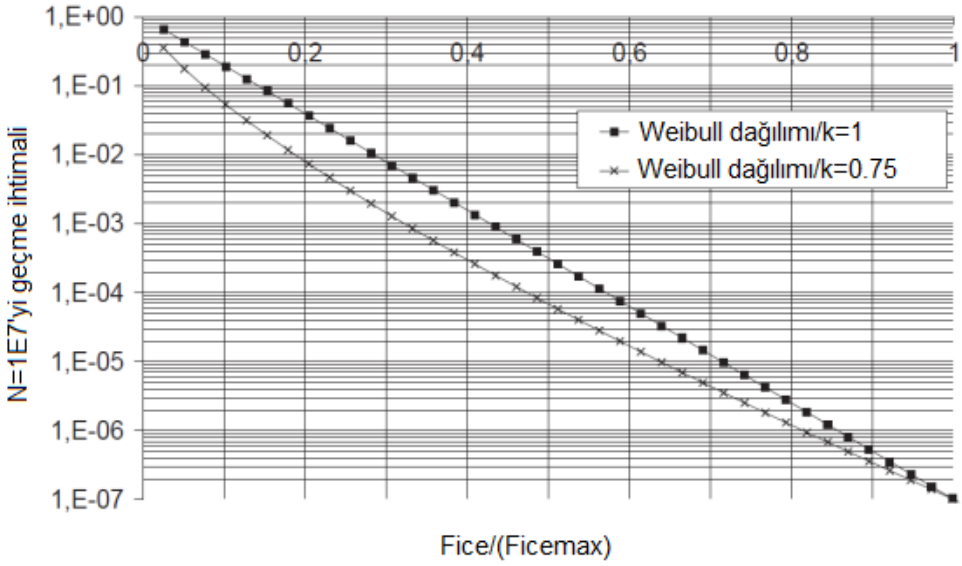
Kanadın yorulma dizaynında Weibull-tipi dağılım (F_{ice}'ın $(F_{ice})_{max}$'ın bir kısmını aşması olasılığı) (Şekil 19.2'de verilen) kullanılır.

$$P\left(\frac{F_{ice}}{(F_{ice})_{max}} \geq \frac{F}{(F_{ice})_{max}}\right) = e^{\left(-\left(\frac{F}{(F_{ice})_{max}}\right)^k \mathrm{In}(N_{ice})\right)}$$

Burada k, spektrumun şekil parametresi, N_{ice} spektrumdaki yük çevrimi sayısı ve F_{ice} kanattaki buz yükü için rastlantısal değişkendir, $0 \leq F_{ice} \leq (F_{ice})_{max}$.
Açık pervanelerdeki buz yükü dağılımı için k=0,75 değeri ve nozullu pervanelerdeki buz yükü dağılımı için k=1,0 değeri kullanılır.

Tablo 19.5 Nozullu pervaneler için yük durumları

	Kuvvet	Yüklü alan	Başa bakışta sağa dönüşlü pervane kanadı
Yük durumu 1	F_b	0,6 R'den pervane ucuna kadar ve önder kenardan kanat kesit boyunun 0,2 katına kadar olan alanda, kanadın sırt tarafına (emme tarafı) uygulanan üniform basınç.	
Yük durumu 3	F_f	0,6 R'den pervane ucuna kadar ve önder kenardan kanat kesit boyunun 0,5 katına kadar olan alanda, kanadın ön tarafına (basınç tarafı) uygulanan üniform basınç.	
Yük durumu 5	Hangisi büyükse F_f veya F_b'nin % 60'ı,	0,6 R'den pervane ucuna kadar ve takip kenarından kanat kesit boyunun 0,2 katına kadar olan alanda, kanadın ön tarafına (basınç tarafı) uygulanan üniform basınç.	



Şekil 19.2 Kanadın yorulma dizaynında kullanılan Weibull-tipi dağılım (F_{ice}'ın $(F_{ice})_{max}$'ın bir kısmını aşması olasılığı

5.1.9 Buz yükü sayısı

Yük spektrumundaki her pervane kanadına gelen yük çevrimi sayısı aşağıdaki formüle göre hesaplanacaktır:

$N_{ice} = k_1 . k_2 . k_3 . k_4 . N_{class} . n$

Burada;

Buz klasları için referans yük sayısı

Klas	ICE-B4	ICE-B3	ICE-B2	ICE-B1
N_{class}	9.10^6	6.10^6	$3,4.10^6$	$2,1.10^6$

Pervane konum faktörü k_1

Konum	Merkez pervane	Yan pervane
k_1	1	1,35

Pervane konum faktörü k_2

Tip	Açık	Nozullu
k_2	1	1,1

Pervane tipi faktörü k_3

Tip	Sabit	Azimut
k_3	1	1,2

Dalma faktörü k_4 aşağıdaki eşitlikten hesaplanır:

k_4 = 0,8-f f < 0 ise

= 0,8 – 0,4 f 0 ≤ f ≤ 1 ise

= 0,6 – 0,2 f 1 < f ≤ 2,5 ise

= 0,1 f > 2,5 ise

Burada f dalma fonksiyonu:

$$f = \frac{h_p - H_{ice}}{D/2} - 1$$

h_p = Geminin alt buz su hattında (LIWL), pervane merkezinin derinliği

Tüm pervane kanatlarının, pervane / buz etkileşiminden kaynaklanan yüklere maruz bileşenler için, yük çevrimi sayısı (N_{ice}) pervane kanat sayısı (Z) ile çarpılacaktır.

$$N_{ZICE} = N_{ICE} \cdot Z$$

5.2 Açık ve nozullu pervaneler için eksenel dizayn yükleri

5.2.1 Açık ve nozullu pervaneler için, pervanedeki T_f ve T_b maksimum buz itmesi

Maksimum ileri ve geri yöndeki buz itmesi:

$T_f = 1{,}1 \cdot F_f$ [kN]

$T_b = 1{,}1 \cdot F_b$ [kN]

5.2.2 Açık ve nozullu pervaneler için pervane şaft hattı boyunca dizayn itmesi

Pervane şaft hattı boyunca dizayn itmesi aşağıdaki formüle göre hesaplanacaktır. İleri ve geri yönde yüklerden daha büyük olanı, her iki yönde de dizayn yükü olarak alınacaktır. 2,2 ve 1,5 faktörleri, aksiyal titreşimden kaynaklanan dinamik artımı ifade eder.

İleri doğrultuda

$T_r = T + 2{,}2\ F_f$ [kN]

$T_r = 1{,}5\ T_b$

Eğer hidrodinamik baba itmesi T bilinmiyorsa, aşağıda belirtilen şekilde alınacaktır:

Pervane tipi	T
CP pervaneler (açık)	$1{,}25\ T_n$
CP pervaneler (nozullu)	$1{,}1\ T_n$
Türbin veya elektrik motoru tahrikli FP pervaneler	T_n
Dizel makinası tahrikli FP pervaneler (açık)	$0{,}85\ T_n$
Dizel makinası tahrikli FP pervaneler (nozullu)	$0{,}75\ T_n$

Burada T_n , açık denizde serbest dönüşteki MCR'deki nominal itmedir.

5.3 Burulma dizayn yükleri

5.3.1 Açık pervaneler için, pervanedeki Q_{max} dizayn buz torku

Not: Detaylı verilerin mevcut olmadığı hallerde, Q_{max}'ın alternatif hesabı için 5.3.6'ya bakınız.

Q_{max} buz/pervane etkileşiminden kaynaklanan, pervane üzerindeki maksimum torkdur.

$$Q_{max} = 10.9 \cdot \left[1 - \frac{d}{D}\right] \cdot \left[\frac{P_{0,7}}{D}\right]^{0.16} \cdot (nD)^{0.17} \cdot D^3 \quad [kNm]$$

$D \le D_{limit}$ ise

$$Q_{max} = 20.7 \cdot \left[1 - \frac{d}{D}\right] \cdot \left[\frac{P_{0,7}}{D}\right]^{0.16} \cdot (nD)^{0.17} \cdot D^{1.9} \cdot H_{ice}^{1.1} \quad [kNm]$$

$D > D_{limit}$ ise.

Burada

$D_{limit} = 1{,}8\ H_{ice}$ [m].

n, babaya bağlı durumdaki pervane dönüş hızıdır. Bilinmiyorsa, aşağıdaki tablodan alınacaktır:

Pervane tipi	n
CP pervaneler (açık)	n_n
Türbin veya elektrik motoru tahrikli FP pervaneler	n_n
Dizel makinası tahrikli FP pervaneler	$0{,}85\ n_n$

Burada n_n açık denizde serbest dönüşteki MCR'deki nominal döniş hızıdır.

CP pervaneler için, $P_{0,7}$ pervane piçi babaya bağlı durumdaki MCR'deki piçe karşılık gelir. Bilinmiyorsa,$P_{0,7}$= 0,7 $P_{0,7n}$ olarak alınanacaktır. Burada $P_{0,7n}$ serbest dönüşteki MCR'deki pervane piçidir.

5.3.2 Nozullu pervaneler için, pervanedeki Q_{max} dizayn buz torku

Not: Detaylı verilerin mevcut olmadığı hallerde, Q_{max}'ın alternatif hesabı için 5.3.6'ya bakınız.

Q_{max} buz/pervane etkileşiminden kaynaklanan, pervane üzerindeki maksimum torkdur.

$$Q_{max} = 7.7 \cdot \left[1 - \frac{d}{D}\right] \cdot \left[\frac{P_{0,7}}{D}\right]^{0.16} \cdot (nD)^{0.17} \cdot D^3 \quad [kNm]$$

$D \le D_{limit}$ ise

$$Q_{max} = 14.6 \cdot \left[1 - \frac{d}{D}\right] \cdot \left[\frac{P_{0,7}}{D}\right]^{0.16} \cdot (nD)^{0.17} \cdot D^{1.9} \cdot H_{ice}^{1.1} \quad [kNm]$$

$D > D_{limit}$ ise.

Burada

$D_{limit} = 1,8\ H_{ice}$ [m].

n, babaya bağlı durumdaki pervane dönüş hızıdır. Bilinmiyorsa, aşağıdaki tablodan alınacaktır:

Pervane tipi	n
CP pervaneler (açık)	n_n
Türbin veya elektrik motoru tahrikli FP pervaneler	n_n
Dizel makinası tahrikli FP pervaneler	0,85 n_n

Burada n_n açık denizde serbest dönüşteki MCR'deki nominal döniş hızıdır.

CP pervaneler için, $P_{0,7}$ pervane piçi babaya bağlı durumdaki MCR'deki piçe karşılık gelir. Bilinmiyorsa,$P_{0,7}$= 0,7 $P_{0,7n}$ olarak alınanacaktır. Burada $P_{0,7n}$ serbest dönüşteki MCR'deki pervane piçidir.

5.3.3 Açık ve nozullu pervaneler için buz torku uyarımı

Şaft hattı için pervane buz torku uyarımı kısa süreli burulma titreşimi analizi, yarım sinüs formunda olan kanat darbe ardışığı ile tanımlanır, Şekil 19.3'e bakınız.

Pervane dönüş açısının fonksiyonu olarak, tekil pervane kanadının buz darbesinden kaynaklanan torku:

$Q(\varphi) = C_q \cdot Qmax \cdot \sin(\varphi(180/\alpha_i))$, when $\varphi = 0 \ldots \alpha_i$

$Q(\varphi) = 0$, when $\varphi = \alpha_i \ldots 360$

Burada C_q ve α_i parametreleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. α_I pervane dönüş açısı olarak ifade edilen pervane kanadı/buz etkileşimi süresidir.

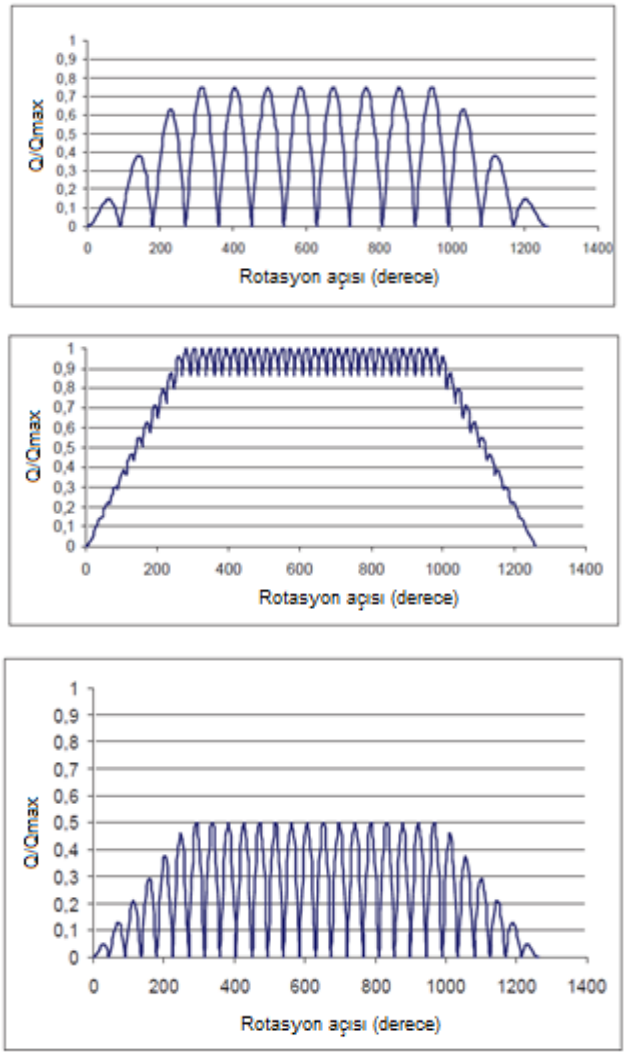
Tork Uyarımı	Pervane/buz Etkileşimi	C_q	α_i
Durum 1	Tekil buz bloğu	0,75	90
Durum 2	Tekil buz bloğu	1,0	135
Durum 3	İki buz bloğu (faz farkı 360/2/Z derece)	0,5	45

Toplam buz torku, 360 derece/Z faz farkı dikkate alınarak, beher kanattaki torkların toplamı suretiyle elde edilir. Ayrıca, öğütme aşamasının başlangıcında ve sonundaki, 270 derece dönüş açısı için lineer bir eğim fonksiyonu kullanılacaktır.

Öğütme aşaması sırasındaki pervane devir sayısı aşağıdaki formülden elde edilecektir:

$$N_Q = 2 \cdot H_{ice}$$

Kanat uyarımı için darbe sayısı $Z \cdot N_Q$ 'dür.



Şekil 19.3 90 ve 135 derece, tekil kanat darbe aşaması ve 45 derece çift kanat darbe aşaması için, pervane buz torku uyarımı formu (Şekiller, 4 kanatlı pervanelere uygulanır)

5.3.4 Pervane şaft hattı boyunca dizayn torku

Maksimum ve minimum çalışma devirlerinin % 20 üzerinde ve % 20 altında yer alan dizayn çalışma dönüş hız aralığında, birinci kanat sırası burulma rezonansı yoksa, maksimum tork için aşağıdaki yaklaşım kullanılabilir:

$$Q_r = Q_{emax} + Q_{max} \cdot \frac{I}{I_1} [kNm]$$

Burada I, incelenen bileşenlerin makina tarafındaki tüm parçalarının eşdeğer kütle atalet momentive I_1 ise tüm sevk sisteminin eşdeğer kütle atalet momentidir.

Tüm torklar ve atalet momentleri, incelenen bileşenlerin dönüş hızına indirgenecektir.

Eğer maksimum tork Q_{emax} bilinmiyorsa, aşağıdaki gibi alınacaktır:

Pervane tipi	Q_{emax}
Elektrik motoru ile tahrik edilen pervaneler	Q_{motor}
Elektrik motoru ile tahrik edilmeyen CP pervaneler	Q_n
Türbin ile tahrik edilen FP pervaneler	Q_n
Dizel makinası ile tahrik edilen FP pervaneler	0,75 Q_n

Burada Q_{motor} elektrik motorunun pik torkudur.

Maksimum ve minimum çalışma devirlerinin % 20 üzerinde ve % 20 altında yer alan dizayn çalışma dönüş hız aralığında, birinci kanat sırası burulma rezonansı varsa, şaft bileşeninin dizayn torku (Q_r) şaft hattının burulma titreşimi analizi ile hesaplanacaktır.

5.3.5 Q_{peak} pik torku

Pik torku Q (φ) (5.3.3'e göre) ve Q_r 'nin (5.3.4'e göre) maksimumu olarak alınmalıdır.

5.3.6 Q_{max} 'ın alternatif hesabı

Ayrıntılı verilerin mevcut olmadığı hallerde (örneğin dizaynın ilk aşamasında), maksimum buz torku [kNm], alternatif olarak, aşağıdaki formüle göre hesaplanabilir:

$$Q_{max} = m_{ice} \cdot D^2$$

Burada D pervane çapıdır [m] ve arttırma faktörü m_{ice} açık pervaneler için aşağıdaki tablodan seçilmelidir:

Buz sınıfı	FPP için arttırma faktörü m_{ice}	CPP için arttırma faktörü m_{ice}
ICE-B1	24	19
ICE-B2	30	26
ICE-B3	32	30
ICE-B4	42	36

Nozullu pervaneler için arttırma faktörü % 30 azaltılabilir.

5.4 Kanat kusurlanma yükü

Kanat kökü bölgesindeki plastik eğilmeden kaynaklanan kanat kusurlanma bazlı azami yük, aşağıdaki formülden hesaplanacaktır. Azami yük, kanadın en zayıf doğrultusunda 0,8 R'de kanada etki eder. Azami spindle torkunun hesabı için, spindle kolu, 0,8 R'de kanat dönme ekseni ile önder/takip kenarı (hangisi büyükse) arasındaki mesafenin 2/3'ü olarak alınacaktır.

$$F_{ex} = \cdot \frac{300 \cdot c \cdot t^2 \cdot \sigma_{ref}}{0.8 \cdot D - 2 \cdot r} [kNm]$$

$\sigma_{ref} = 0.6\ \sigma_{0.2} + 0.4 \cdot \sigma_u$

Burada, c, t ve r, sırasıyla, kök birleşimi hariç, en zayıf kesitteki kanadın silindirik kök kesitinin boyu, kalınlığı ve yarıçapıdır.

6. Dizayn

6.1 Dizayn esasları

Şaft hattının mukavemeti piramit mukavamet prensibine göre dizayn edilecektir. Bunun anlamı, pervane kanadı kaybının, diğer şaft hattı bileşenlerinde önemli bir hasara neden olmayacağıdır.

6.2 Pervane kanadı

6.2.1 Kanat gerilmelerinin hesabı

Kanat gerilmeleri madde 5.1'de verilen dizayn yüklerine göre hesaplanacaktır. Tüm pervanelerin nihai onayı için sonlu elemanlar yöntemi kullanılacaktır. Tüm pervaneler için, kök alanındaki (r/R < 0,5) kanat gerilmelerinin hesabında aşağıdaki sadeleştirilmiş formül kullanılabilir :

$$\sigma_{st} = C_1 \frac{M_{BL}}{100 \cdot ct^2} [MPa]$$

Burada;

C_1 = aşağıdaki şekilde tanımlanan sabit:

$$\frac{\sigma_{actual}}{\sigma_{beam}}$$

σ_{actual} = FEM'den elde edilen fiili gerilme

σ_{beam} = kiriş eşitliğinden elde edilen gerilme

Eğer fiili değer bilinmiyorsa, C_1 ; 1,6 olarak alınmalıdır.

M_{BL} = (0,75 – r/R) R F (bağıl yarıçap r/R < 0,5 için)

F; maksimum F_b ve F_f (hangisi büyükse) 'dir.

6.2.2 Kabul kriteri

Hesaplanan kanat gerilmeleri için aşağıdaki kriter sağlanmalıdır:

$$\frac{\sigma_{ref2}}{\sigma_{st}} \geq 1.5$$

Burada;

σ_{st} dizayn yükleri için hesaplanan gerilmedir. Gerilmelerin hesabında FEM analizi kullanılmışsa, von Mises gerilmeleri kullanılacaktır.

σ_{ref2} , aşağıdaki şekilde tanımlanan referans gerilmedir:

$\sigma_{ref2} = 0.7 \cdot \sigma_u$ veya

$\sigma_{ref2} = 0.6 \cdot \sigma_{0.2} + 0.4 \cdot \sigma_u$, hangisi küçükse.

6.2.3 Kanat ucu ve kenar kalınlığı

Buz teması ve buz öğütümü sırasında oluşumu muhtemel olan önemli hasarların önlenmesi amacıyla, kanat kenarları ve ucunun boyutlandırılması özel olarak dikkate alınacaktır. Bu amaçla, asgari olarak aşağıdaki formül esas alınacaktır:

$$t_{tip} = 10 \cdot \left(t_{tip,b} + 2 \cdot D\right) \cdot \left(\frac{5}{\sigma_{ref}}\right)^{0.5}$$

t_{tip} uç kalınlığı, 0,975 R üzerinde, kesit kenarına dik x'inci mesafede ölçülecektir. 0,975 R'deki alt sınır önder kenar kalınlığı, uç kalınlığı ve 0,975 R'deki alt sınır takip kenarı kalınlığı arasındaki kalınlık değerleri interpolasyonla belirlenecek ve yumuşak geçiş sağlanacaktır.

***Not**: x'incinin anlamı, kanat kenarından mesafedir [mm]. x'inci, 0,975 R'deki 0,025 x kesit boyu [mm] veya 45 mm (hangisi daha küçükse) şeklinde tanımlanabilir.*

Aşağıdaki tabloda, geminin buz klasına bağlı olarak değişen $t_{tip,b}$ temel uç kalınlığı değerleri verilmektedir:

ICE-B1	ICE-B2	ICE-B3	ICE-B4
8	8,75	9,75	11

Tersine dönmeyen pervanelerin takip kenarları hariç, 0,975 R'ye kadar herhangibir yarıçaptaki silindirik kesit boyunca, x'inci mesafede ölçülen kanat uç kalınlığı, gerekli uç kalınlığının % 50'sinde az olamaz.

6.2.4 Pervane kanadının yorulma dizaynı

Pervane kanadının yorulma dizaynında geminin servis ömrü için belirlenen yük dağılımı ve kanat malzemesinin S-N eğrisi esas alınır. Öngörülen yük dağılımı ile aynı yorulma hasarı oluşturan eşdeğer bir gerilme hesaplanacak ve bu bölümde verilen kabul kriteri sağlanacaktır. Eşdeğer gerilme 10^8 çevrim için standartlaştırılacaktır.

Eğer aşağıdaki kriter sağlanırsa, bu bölümdeki yorulma hesabının yapılmasına gerek yoktur.

$$\sigma_{exp} \geq B_1 \cdot \sigma_{ref2}^{B2} \cdot \log\left(N_{ice}\right)^{B3}$$

Burada B_1 , B_2 ve B_3 , açık ve nozullu pervaneler için aşağıdaki tabloda verilen katsayılardır:

	Açık pervaneler	Nozullu pervaneler
B_1	0,00270	0,00184
B_2	1,007	1,007
B_3	2,101	2,470

Eğer, σ_{exp} bilinmiyorsa, bilgi olarak aşağıdaki tablodan alınabilir:

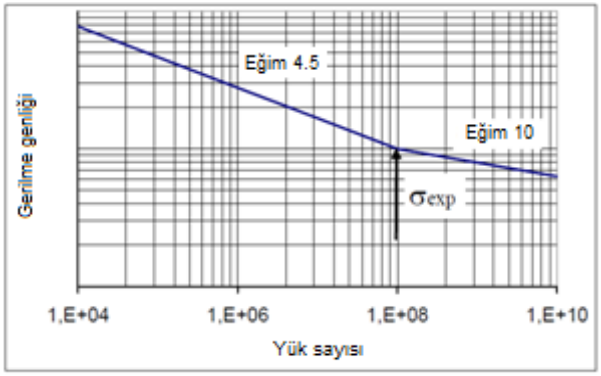
Çeşitli malzeme tipleri için σ_{exp}			
Bronz ve pirinç (a=0,10)		Paslanmaz çelik (a=0,05)	
Mn-Bronze, Cu1 (yüksek çekme muk. pirinç)	72 Mpa	Martenzitik (12CR 1 Ni)	95 Mpa
Mn-Ni-Bronze, Cu2 (yüksek çekme muk. pirinç)	72 Mpa	Martenzitik (13CR 1 Ni/ 13CR 6Ni)	120 Mpa
Ni-Al-Bronze,Cu3	110 Mpa	Martenzitik (16CR5 Ni)	131 Mpa
Mn-Al-Bronze, CU4	80 Mpa	Östenitik (19CR10Ni)	105 Mpa

Eşdeğer gerilmenin hesaplanmasında iki tip S-N eğrisi mevcuttur.

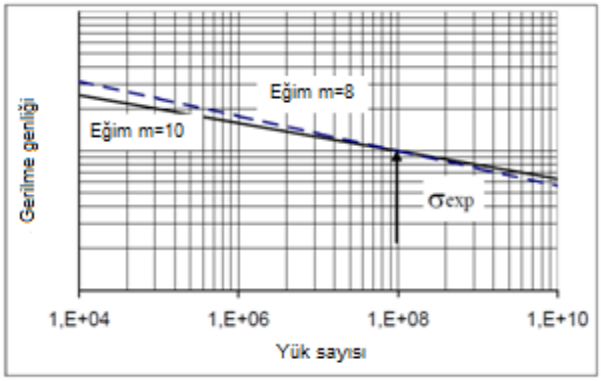
1. İki eğimli S-N eğrisi (eğim 4,5 ve 10), Şekil 19.4'e bakınız.

2. Tek eğimli S-N eğrisi (eğim seçilebilir), Şekil 19.5'e bakınız.

S-N eğrisinin tipi, kanadın malzeme özelliklerine uygun olarak seçilecektir.Eğer S-N eğrisi bilinmiyorsa, iki eğimli S-N eğrisi kullanılacaktır.



Şekil 19.4 İki eğimli S-N eğrisi



Şekil 19.5 Sabit eğimli S-N eğrisi

Eşdeğer yorulma gerilmesi

Yük dağılımı ile aynı yorulma gerilmesi oluşturan 10^8 gerilme çevrimi için eşdeğer yorulma gerilmesi [MPa] :

$$\sigma_{fat} = \rho \cdot (\sigma_{ice})_{max}$$

Burada;

$$(\sigma_{ice})_{max} = 0.5 \cdot ((\sigma_{ice})_{fmax} - (\sigma_{ice})_{bmax}) \quad [MPa]$$

$(\sigma_{ice})_{max}$ = İncelenen konumda ileri ve geri dizayn kanat kuvvetlerinden kaynaklanan, ortalama asal gerilme genliği değeri.

$(\sigma_{ice})_{fmax}$ = İleri yükten kaynaklanan asal gerilme (F_f)

$(\sigma_{ice})_{bmax}$ = Geri yükten kaynaklanan asal gerilme (F_b)

$(\sigma_{ice})_{max}$ 'ın hesabında, $(\sigma_{ice})_{fmax}$ ve $(\sigma_{ice})_{bmax}$ için durum 1 ve durum 3 (veya durum 2 ve durum 4) çifti dikkate alınır. Durum 5 yorulma analizinden hariç tutulur.

İki eğimli S-N eğrisi için ρ parametresinin hesaplanması

ρ parametresi, regresyon formülüne gore, maksimum buz yükü ve buz yüklerinin dağılımı ile bağlantılıdır:

$$\rho = C_1 \cdot (\sigma_{ice})_{max}^{C2} \cdot \sigma_{fl}^{C3} \cdot \log(N_{ice})^{C4}$$

Burada;

$$\sigma_{fl} = \gamma_\varepsilon \cdot \gamma_v \cdot \gamma_m \cdot \sigma_{exp} \quad [MPa]$$

γ_ε = Dağılım ve test parçası ölçek etkisi ile ilgili azaltım faktörü

γ_v = Değişken genlikli yükleme ile ilgili azaltım faktörü

γ_m = Ortalama gerilme ile ilgili azaltım faktörü

σ_{exp} = Deniz suyunda kusurlanıncaya kadar olan 10^8 çevrimde, kanat malzemesinin ortalama yorulma mukavemeti (Madde 6.2.4'e bakınız).

Gerçek değerler mevcut değilse, azatlım faktörleri için aşağıdaki değerler kullanılmalıdır: $\gamma_\varepsilon = 0.67$, $\gamma_v = 0.75$, ve $\gamma_m = 0.75$.

C_1, C_2, C_3 ve C_4 katsayıları Tablo 19.6'da verilmiştir.

Tablo 19.6

	Açık pervane	Nozullu pervane
C_1	0,000711	0,000509
C_2	0,0645	0,0533
C_3	-0,0565	-0,0459
C_4	2,22	2,584

Sabit eğimli S-N eğrisi için ρ parametresinin hesaplanması

Sabit S-N eğrili malzemeler için (Şekil 19.5'e bakınız) ρ parametresi aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$\rho = \left(G \cdot \frac{N_{ice}}{N_R}\right)^{(1/m)} \cdot \left(\ln(N_{ice})\right)^{-1/k}$$

Burada;

k, Weibull dağılımının şekil parametresi olup, nozullu pervaneler için k=1,0 ve açık pervaneler için k=0,75 dir.
N_R yük çevrimi sayısıdır (=10^8).

G parametresi Tablo 19.7'de verilmiştir.Tablo 19.7'de verilenlerin dışındaki m/k oranları için lineer interpolasyon yapılabilir.

Tablo 19.7 Çeşitli m/k oranları için G parametresi değerleri

m/k	G
3	6
3,5	11,6
4	24
4,5	52,3
5	120
5,5	287,9
6	720
6,5	1871
7	5040
7,5	14034
8	40320
8,5	119292
9	362880
9,5	$1.133 \cdot 10^6$
10	$3.623 \cdot 10^6$

6.2.5 Yorulma için kabul kriteri

Tüm konumlardaki eşdeğer yorulma gerilmesi, aşağıdaki kabul kriterini sağlamalıdır:

$$\frac{\sigma_{fl}}{\sigma_{fat}} \geq 1.5$$

$\sigma_{fl} = \gamma_\varepsilon \cdot \gamma_v \cdot \gamma_m \cdot \sigma_{exp}$ [MPa]

Not: Semboller için 6.2.4'e bakınız.

6.3 Pervane bosası ve CP mekanizması

Kanat civataları, CP mekanizması, pervane bosası ve pervanenin şafta montajı, madde 5'te tanımlanan maksimum ve yorulma dizayn yüklerine dayanacak şekilde dizayn edilecektir. Akmaya karşı emniyet vfaktörü 1,3'den ve akmaya karşı emniyet faktörü 1,5'ten büyük olacaktır. Ayrıca, plastik eğilme nedeniyle oluşan pervane kanadı kaybının neden olduğu F_{ex} yükü (5.4'te tanımlanan) ile ilgili emniyet faktörü, S_{Fex} , akmaya karşı 1,0'den büyük olacaktır.

6.3.1 Pervane kanat civataları

Pervane kanatları, normal olarak, minimum diş dibi çapı aşağıdaki formüle göre hesaplanabilen, kesme pinleri ve kanat tespit civataları ile monte edilmelidir:

$$d_{bolt} = \left(\frac{1681 \cdot F_{ex} \cdot S_{F_{ex}} \cdot (0.8D - d) \cdot \alpha_A}{\sigma_Y \cdot n_{bolt} \cdot PCD_{bolt}}\right)^{0.5}$$

F_{ex} = Madde 5.4'e bakınız.

PCD_{bolt} = Cıvata delikleri dairesi bölüm çapı [m]

n_{bolt} = Cıvata sayısı

α_A = Sıkma yöntemine bağlı olarak tespit cıvataları için sıkma faktörü (VDI 2230 veya eşdeğer standartlara bakınız).

Bilgi değerleri:

= 1,2 açı kontrolü için

= 1,3 cıvata uzama kontrolü için

= 1,6 tork kontrolü için

σ_y = Cıvata malzemesinin akma mukavemeti [MPa]

6.3.2 CP mekanizması

Madde 5.4'de tanımlandığı şekilde etki eden kanat eğilme kuvvetinden (F_{ex}) kaynaklanan maksimum spindle torku, aktarma elemanlarında akmaya neden olmamalıdır. μ = 0,1 sürtünme katsayısı uygulanarak, kanat, kanat taşıyıcı ve göbek arasında sürtünme nedeniyle spindle torkunda azaltım dikkate alınabilir.

6.3.2.1 Kanat kesme pinleri

Kanat ile kanat taşıyıcı arasındaki kesme pinleri için gerekli minimum çap [mm] aşağıdaki formüle göre hesaplanabilir:

$$d_{pin} = \left(\frac{2601 \cdot Q}{\sigma_Y \cdot n_{pin} \cdot PCD_{pin}}\right)^{0.5}$$

Burada;

Q = Emniyet faktörü ile arttırılmış maksimum spindle torku

= $Q_{smax} \cdot S_Q$ veya $Q_{SFex} \cdot S_{Fex}$ (hangisi büyükse)

Q_{SFex} = $F_{ex} \cdot l_m$ [kNm]

l_m = 0,8 R'de ölçülen, kanat spindle ekseni ile önder ve takip kenarı arasındaki mesafenin maksimumunun 2/3'ü [m]

n_{pin} = Kesme pinlerinin sayısı

PCD_{pin} = Kesme pin delikleri dairesi bölüm çapı [m]

σy = Pin malzemesinin akma mukavemeti [MPa]

Kanat civatası sıkıştırma kuvveti nedeniyle oluşan, kanat flenci ile kanat taşıyıcısı arasındaki sürtünme nedeniyle Q spindle torkunda bir azaltım dikkate alınabilir.

6.3.2.2 Kumanda pini

Aşağıda verilen şekilde, kumanda pininin minimum çapı ve maksimum yüksekliği ile Bileşke von Mises gerilmesi [MPa] karşılanmalıdır:

$$\sigma_r = 1800 \cdot \frac{F_{apin}}{{d_{apin}}^2} \cdot \sqrt{\left(\frac{h_{apin}}{d_{apin}}\right)^2 + 1.5}$$

Burada;

d_{apin} = Kumanda pininin çapı [mm]

h_{apin} = Kumanda pininin yüksekliği [mm]

F_{apin} = İlgili emniyet faktörü ile arttırılmış olup, kumanda pini ile spindle ekseni arasındaki mesafeye bölünmüş pin yüksekliğinin 1/3'ündeki maksimum kuvvet (yani $Q_{smax} \cdot S_Q$ or $Q_{sFex} \cdot S_{Fex} / l_p$ –hangisi büyükse-)

Yorulma hesaplarında gerilme yükselticiler dikkate alınmalıdır. F_f ve F_b için 5.1.5'de verilen formülün uygulanması suretiyle spindle torkunun esas alındığı yorulma analizinde Weibull yük dağılımı uygulanmalıdır. Yük çevrimi sayısı madde 5.1.7'de verilen şekilde alınacaktır. Çelik döküm ve dövmeler için, normalde, en küçük çevrim sayılı büyük genlik boyutlandırılacaktır.

6.4 Pervane şaft hattı

Şaftlar ve itme ve stern tüp yatakları, kaplinler, flençler ve sıdırmazlık elemanları gibi, şaft sistemi bileşenleri, madde 5'te verilen pervane/buz etkileşim yüklerine dayanacak şekilde dizayn edilecektir. Emniyet faktörü en az S_Q = 1,3 olacaktır.

6.4.1 Şaftlar ve şaft sistemi bileşenleri

Madde 5.4'te tanımlandığı şekilde toplam kanat kusurundan kaynaklanan azami yükler, şaftlarda ve şaft sistemi bileşenlerinde akmaya neden olmamalıdır. Yükler; aksiyal, eğilme ve önemli büyüklükte ise burulma yüklerinin kombinasyonundan oluşur. Eğilme ve burulma gerilmeleri için akmaya karşı minimum emniyet faktörü S_{Fex} = 1,0 olacaktır.

Detaylı burulma yüklerini yansıtamıyorsa, 5.3.1 ve 5.3.2 maddelerinde verilen yükler yerine, 5.3.6'da verilen tork hesaplama yöntemi kullanılabilir.

6.5 İlave istekler

Buradaki istekler "Fin-İsveç Buz klası istekleri"'ne ilave olarak verilmektedir.

6.5.1 Pervane montajı

Eğer pervane, pervane şaftına basınçlı yağ yöntemine göre monte ediliyorsa, ortalama konik alanı çapı $d_{\theta mean}$ 'deki gerekli temas basıncı aşağıdaki formüle göre hesaplanacaktır:

$$P_E = \frac{\sqrt{\theta^2 \cdot {T_r}^2 + f \cdot \left({K_r}^2 + {T_r}^2\right)} - \theta \cdot T_r}{0.001 \cdot A \cdot f}$$

Burada;

Kr = temas alanındaki teğetsel kuvvet.

$$K_r = \frac{Q_{peak}}{\left(\frac{d_{\theta mean}}{2}\right)}$$

A = Sıkı geçmenin etkin alanı [mm^2]

θ = yarı-koniklik

= C/2

C = Şaft ucunun konikliği

$$= \frac{\text{konik çaptaki fark}}{\text{koniklik boyu}}$$

$d_{\theta mean}$ = ortalama konik alan çapı [m]

Hesaplama, ileri ve geri doğrultularda, 5.2.2'de verilen formüllere göre T_r için yapılmalıdır. T_r değeri, eğer tepki itmesi konikteki yüzey basıncını arttırıyorsa pozitif değer olarak, azaltıyorsa negatif değer olarak alınmalıdır. Hesaplanan en yüksek yüzey basıncı minimum olarak dikkate alınmalıdır.

$$f = \left(\frac{\mu_o}{S}\right)^2 - \theta^2$$

μ_o = statik sürtünme katsayısı

= 0.13 basınçlı yağ ile sıkı geçmeli birleştirmeler için

= 0.15 kuru sıkı geçmeli birleştirmeler için bronz/çelik

= 0.18 kuru sıkı geçmeli birleştirmeler için çelik/çelik.

Emniyet faktörü en az S= 2,0 olarak alınacak ancak $S \cdot Q_{peak} \geq 2.8 \cdot Q_{emax}$ ifadesi sağlanacaktır.

Diğer semboller Bölüm 5 ve 8'de tanımlanmıştır.

Pik tork Q_{peak}'in sürtünme ile aktarılması koşuluyla, kamalı bağlantılar uygulanabilir. ICE-B4 için kamalı bağlantıya izin verilmez.

6.5.2 Sevk şaftları

Kıç uçta şaft çapı, en az, aşağıdaki formülle hesaplanan değerde olacaktır:

$$d_{ps} = 140 \cdot \sqrt[6]{\left(F_{ex} \cdot S_{F_{ex}} \cdot \frac{D}{\sigma_Y}\right)^2 + 5.6 \cdot \left(\frac{Q_r \cdot S_Q}{\sigma_Y}\right)^2} \cdot \sqrt[3]{\frac{1}{1 - \left(\frac{d_i}{d_{ps}}\right)^4}}$$

Bıurada;

d_i = Şaft iç çapı

σ_y = Pervane şaftı malzemesinin akma mukavemeti [MPa]

Eğilme momentinin bitişik yatakta lineer olarak %20'ye kadar azaldığı ve sonraki üçüncü yatakta lineer olarak sıfırlandığı kabulü esas alınarak, kıç stern tüp yatağı önünde çap azaltılabilir.

6.5.3 Burulma yüküne maruz şaftlar

Şaftların sadece burulma yüküne maruz olduğu hallerde, şaft çapı, F_{ex} = 0 alınarak ve Q_r yerine Q_{peak} konularak, 6.5.2'deki eşitliğe göre hesaplanabilir.

6.5.4 Şaft yorulma hesapları

Q_{max} esas alınarak ve en az 20 yük kademesi $Q_{max\ i}$ kullanılarak, madde 5.1.8'de tanımlanan bir yük dağılımı uygulanmalıdır. Açık deniz koşulundaki burulma titreşimi yükleri (Bölüm 6'ya bakınız) dikkate alınacaktır.

Eğilme ve burulma genliklerinin görüldüğü hallerde, her ikisi de dikkate alınacaktır.

Maksimum eğilme genliği, F_b ve F_f 'den hesaplanacaktır. Madde 5.1.8'deki yük dağılımı uygulanmalıdır.

Örneğin DIN 743-4 gibi, eşdeğer yük genliği hesaplama yöntemi kullanılabilir.

Tüm gerilme arttırıcılar dikkate alınacaktır.

6.5.5 Şaft bağlantıları

Aşağıdaki emniyet faktörleri kullanılmalıdır:

S_{fat} = 1,5 ana makine ile dişli kutusu (dahil) arasındaki bağlantılar için

S_Q = 1,3 dişli kutusu hariç diğer yerler ve tesisler için

6.5.5.1 Sıkı geçme

Sıkı geçme hesapları 6.5.1'de verilen formüle göre yapılabilir. Emniyet faktörü S=2,0 alınacak olup,

$$S.\ Q_{peak} \geq 2{,}5\ .\ Q_{emax}$$

sağlanacaktır.

Geçme bölgesinde etki eden ilgili aksiyal (T_r) ve burulma (Q_{peak}) yükleri uygulanmalıdır. Dinamik simülasyonun yapılmadığı hallerde, 5.3.1'de tork için verilen yaklaşım uygulanabilir.

6.5.5.2 Kamalı bağlantılar

Maksimum lokal tepki torku Q_{peak}'in sürtünme ile aktarılması ve ICE-B4 için, acil onarımın havuzlanmaya gerek olmaksızın yapılabilmesi koşullarıyla kamalı bağlantılar uygulanabilir.

6.5.5.3 Flençli bağlantılar

Bölüm 5, C.5 benzer şekilde uygulanacaktır.

- Cıvata başı oyukları gibi ilave gerilme arttırıcılar, flencin köşe dönümüne gelmeyecektir.
- Flenç köşe dönümü yarıçapı, şaft çapının en az % 10'u olacaktır.
- Raybalı cıvata çapı (hafif pres geçme), pik tork Q_{peak}'in (madde 5.3.5'e bakınız), S_Q=1,3 emniyet katsayısı ile, cıvata malzemesinin akma mukavemetinin üzerinde kesme gerilmelerine neden olmayacağı şekilde seçilecektir.
- Civatalar, herhangibir doğrultudaki (ileri veya geri yönde) kanat kusurlanma yükü F_{ex}'in (madde C,5.4'e bakınız) civataların veya flenç açıklığının akmasına neden olmayacağı şekilde dizayn edilecektir.

Flençli pervaneler ve kumanda edilebilir piçli pervanelerin göbekleri sıkı geçmeli pinler ve civatalarla (tercihen havşalı civatalarla) tespit edilecektir.

Sıkı geçmeli pinlerin gerekli çapı d_{pin} [mm] aşağıdaki formüle göre hesaplanacaktır:

$$d_{pin} = \left(\frac{4489 \cdot Q_{peak} \cdot S_Q}{PCD_{pin} \cdot n_{pin} \cdot \sigma_Y}\right)^{0.5}$$

Burada;

d_{pin} = Pervane kesme pini diş dibi çapı [mm]

PCD_{pin} = Pervane kesme pini piç dairesi çapı [m]

n_{pin} = Pervane kesme pini sayısı

σ_Y = Kesme pini malzemesi akma mukavemeti [MPa]

Pervane flenci civatalarının diş dibi d_{bolt} [mm] çapı aşağıda verilenden daha az olmayacaktır:

$$d_{bolt} = \left(\frac{1681 \cdot S_{FeX}}{n_{bolt} \cdot \sigma_y} \cdot F_{ex} \cdot \left(\frac{0.8 \cdot D}{PCD_{bolt}} + 1\right) \cdot \alpha_A\right)^{0.5}$$

Burada;

PCD_{bolt} = Civataların piç dairesi çapı [m]

n_{bolt} = Cıvata sayısı

α_A = Sıkma yöntemine bağlı olarak tespit civataları için sıkma faktörü (VDI 2230 veya eşdeğeri standartlara bakınız). Bilgi değerleri:

= 1,2 açı kontrolü için

= 1,3 civata uzama kontrolü için

= 1,6 tork kontrolü için

σ_Y = Cıvata malzemesinin akma mukavemeti [MPa]

6.6 Ana azimut pervaneler

Yukarıdaki isteklere ilave olarak, konvansiyonel pervanelere oranla sevk üniteleri için, ilave olan yük durumları özel olarak dikkate alınacaktır. Yük durumları, geminin ve iticilerin çalışma şeklini yansıtmalıdır. Bu bağlamda, örneğin, “pulling” pervanenin göbeğindeki buz bloğu darbesinin neden olduğu yükler dikkate alınmalıdır. Ayrıca, akıma eğik yönde çalışan iticilerden kaynaklanan yükler de dikkate alınmalıdır. Manevra mekanizması, ünitenin montajı ve iticinin gövdesi, kanat kaybı durumunda hasarlanmayacak şekilde dizayn edilecektir. İncelenen bileşen üzerinde maksimum yüke neden olan kanat kaybı, pervane kanadı oryantasyonunda dikkate alınacaktır.

Tipik olarak, yukarıdan aşağıya kanat oryantasyonu, itici gövdesinde maksimum eğilme yüküne neden olur.

Azimut iticiler, ayrıca, itici gövdesi/buz etkileşiminin neden olduğu yüklere göre de dizayn edilecektir. İtici gövdesi, gemi tipik buzda çalışma hızında iken, maksimum buz bloklarının (madde 3’e bakınız), itici gövdesine çarpmasından kaynaklanan yüklere dayanmalıdır. Ayrıca, gemi cidarı boyunca kayan ve itici gövdesine baskı yapan buz tabakası ile ilgili dizayn durumu da dikkate alınmalıdır. Buz tabakasının kalınlığı, pervaneye gelen maksimum buz bloğunun kalınlığı (madde 3’de tanımlanan) olarak alınmalıdır.

6.7 Titreşim

Sevk sistemi, maksimum ve minimum çalışma devir sayısının %20 üstünde ve altındaki dizayn devir hızı aralığında, 1. Kademe kanat frekansında, tüm dinamik sistemin zararlı burulma, aksiyal ve eğilme rezonanslarından uzak olacağı şekilde dizayn edilecektir. Eğer bu koşul sağlanamıyorsa, bileşenlerin yeterli mukavemette olduklarının belirlenmesi için detaylı bir titreşim analizi yapılmalıdır.

7. Alternatif Dizayn Prosedürü

7.1 Kapsam

Madde 5 ve 6’ya seçenek olarak, **TL**’nin uygun bulacağı ayrıntılı bir dizayn çalışması yapılabilir. Çalışmada, madde 3’teki farklı buz klasları için verilen buz koşulları esas alınmalıdır. Çalışmaya yorulma ve maksimum yük dizayn hesapları dahil edilmeli ve madde 6.1’de verilen piramit dizayn prensibi sağlanmalıdır.

7.2 Yükler

Pervane kanadı ve sevk sistemindeki yüklerde, kabul edilebilir hidrodinamik ve buz yükü yaklaşımları esas alınmalıdır.

7.3 Dizayn kademeleri

Analizde, pervane kanadı hariç, rastgele (rastlantısal) yükleri ileten tüm bileşenlerin, makul bir emniyet payı ile, bileşen malzemesinin akma gerilmesinin üzerinde gerilmelere maruz kalmadığı gösterilmelidir.

Kümülatif yorulma hasarı hesaplarında, makul bir emniyet faktörünün bulunduğu gösterilmelidir. Malzeme özellikleri, gerilme ve yorulma arttırıcılara özel olarak dikkat edilecektir.

Titreşim hesapları yapılacak ve tüm dinamik sistemin, pervane/buz etkileşiminden kaynaklanan zararlı burulma rezonanslarından uzak olduğu gösterilecektir.

7.4 Kanat aşınması

Eğer serviste fiili kalınlık, kanat ucunda 6.2'den elde edilen değerlerin % 50'sinin veya diğer yarıçaplarda % 90'ının altına düşerse, ilgili karşı önlemler alınmalıdır.6.2'deki buz takviyesi, ilave aşınma payını içermeyecektir.

Not: Pervane önemli bir aşınmaya maruzsa, örneğin, gelgit zemininde aşınma etkileri veya tarak gemileri, 7.4'e göre yeterli servis ömrü eldesi amacıyla hesaplanan kanat kalınlığına bir aşınma payı ilave edilmelidir.

8. Dişliler

8.1 Genel

ICE-B1, ICE-B2, ICE-B3 ve ICE-B4 klas notasyonlu gemilerin ana sevk sistemindeki dişliler kuvvetlendirilmiş dizaynda olacaktır. Dişlilerin, dişli şaftlarının ve sıkı geçmelerin dizaynı için öngörülen kuvvetlendirmenin yanısıra, bu donanımların diğer bileşenleri de (örneğin, kavrama kaplinleri, yataklar, muhafazalar ve civatalı birleştirmeler), buzdaki seyirde karşılaşılabilecek arttırılmış yüklere dayanacak şekilde dizayn edilecektir.

8.2 Kuvvetlendirmeler

Dişli tepki torku Q_{rg} 'nin hesaplanması [kNm]:

$$Q_{rg} = Q_{emax} + 0.75 \cdot Q_{max} \cdot \frac{I_H \cdot u^2}{I_L + I_H \cdot u^2} \geq K_A \cdot Q_n$$

Q_{rg} = Pervane rpm'inde dişlideki tepki torku [kNm]

Q_n = Pervane rpm'inde MCR koşulunda sevk makinasının nominal torku [kNm]

Q_{max} = Maksimum buz torku [kNm], 5.3.1, 5.3.2'ye bakınız

I_H = Giriş rpm'inde dönen tüm bileşenlerin kütle atalet moment [kgm^2]

I_L = Çıkış rpm'inde dönen tüm bileşenlerin kütle atalet moment (sürüklenen sudaki pervane dahil) [kgm^2]

K_A = Bölüm 7, Tablo 7.3'e göre uygulama faktörü

u = Dişli oranı (giriş rpm'i / çıkış rpm'i)

- **Dişli sistemi için buz klası kuvvetlendirme faktörü**

Çıkış dişlisi için tork spektrumu aşağıdaki gibi tanımlanır:

- NZ_{ice} çevrimindeki Q_{rg}
- $N\infty$ - NZ_{ice} çevrimindeki $K_A \cdot Q_n$ ($N\infty > N_{Zice}$ ise)

NZ_{ice} = Çıkış dişlisindeki buz yükü sayısı, 5.1.7'ye bakınız.

$N\infty$ = Sınırsız çalışma için çevrim sayısı (ISO 6336 – Pt. 6'ya göre)

Dişli sisteminin boyutlandırılmasında, aşağıdaki buz klası kuvvetlendirme faktörü kullanılmalıdır :

$$K_E = \frac{Q_{eq,g}}{Q_{emax}}$$

K_E = Dişli sistemi için buz klası kuvvetlendirme faktörü

$Q_{eq,g}$ = Eşdeğer dişli torku [kNm] (ISO 6336-Pt.6'ya göre dişli torku spektrumundan hesaplanacaktır).

Daha yüksek devirli pinyonlar ve dişliler için, yük çevrimi sayıları (ve torkları) dişli oranı ile çarpılarak (ve bölünerek) bulunur.

- **Şaftlar, kavramalar ve kaplinler için buz klası kuvvetlendirme faktörü**

Dişli içindeki ve dişli ile makina arasındaki şaftlar, kavramalar ve kaplinlerin boyutlandırması için, aşağıdaki buz klası kuvvetlendirme faktörü kullanılmalıdır. Ancak bu oran K_A'dan küçük alınamaz.

$$K_E = \frac{Q_{rg}}{Q_n} \geq K_A$$

8.2.1 Dişli sistemleri

K_A uygulama faktörü yerine, madde 5.1 ve 5.3'deki eşitlikteki hesaplanan buz klası kuvvetlendirme faktörü K_E'nin kullanılması halinde, diş dibi ve yankataki hesaplanan emniyet faktörleri, Bölüm 7, Tablo 7.1'deki istekleri sağlamalıdır.

8.2.2 Dişli şaftları

$$d_{inc,gs} = q_e \cdot d$$

$d_{inc,gs}$ = Arttırılmış dişli şaftı çapı [mm]

d = Bölüm 7, D.1'e göre dişli şaftı çapı [mm]

$$q_E = 0.84 \cdot \sqrt[3]{K_E}$$

q_E , 1'den küçük alınamaz.

K_E = Madde 8.2'de verilen formüle göre buz klası kuvvetlendirme faktörü.

8.2.3 Sıkı geçmeler

Dişli içindeki sıkı geçmeler, emniyet faktörü S=2,0 alınmak ve S . Q_{peak} ≥ 3,0 . Q_{emax} ifadesi sağlanmak üzere, 6.5.1'de verilen formüle göre hesaplanabilir. Geçmenin bulunduğu yerde etki eden ilgili aksiyal (T_r) ve burulma (Q_{peak}) yükleri uygulanmalıdır.

Aksiyal diş kuvvetleri dikkate alınmalıdır.

8.2.4 Kavramalar

Buz klası bileşke kuvvetlendirme faktörü K_E ≥ 1,4 olan tesisler için, Bölüm 7, G.4.3.1'e göre hesaplanan gerekli statik ve dinamik sürtünme torkları K_E / 1,4 kadar arttırılacaktır.

9. Elastik Kaplinler

Ana sevk sistemindeki elastik kaplinler, T_{TOR}'daki burulma titreşimi nedeniyle kaplinde oluşan yük altında, genliği aşağıda verilen kısa süreli T_E [Nm] tork şokuna dayanabilecek şekilde dizayn edilecektir:

$$T_E = K_E \cdot T_{TOR}$$

Burada;

$T_E \leq T_{Kmax1}$

K_E = Madde 8.2'de verilen formüle gore buz klası kuvvetlendirme faktörü.

T_{TOR} = İşletim torku [Nm]

T_{Kmax1} = Normal geçiş koşullarında izin verilen kaplin torku [Nm]

10. Deniz Sandıkları, Boşaltma Valfleri Ve Soğutma Suyu Sistemi

Deniz sandıkları ve boşaltma valfleri için bölüm 16,I.2.1 uygulanır. Soğutma suyu sistemi, gemi buzda seyirde iken, yeterli soğutma suyu sağlanacak şekilde dizayn edilecektir.

11. Dümen Makinası

Dümen makinası bileşenlerinin boyutlandırılmasında, Kısım 1, Tekne, Bölüm 14 ve 18'de belirtilen dümen rotu çapı esas alınacaktır.

12. Pervanenin Elektrikle Tahriki

Pervaneleri elektrik tahrikli olan gemiler için, Kısım 5, Elektrik, Bölüm 13'e bakınız.

13. Yanal İtici Üniteler

İtici tüneli girişinde ızgara kullanımı gibi uygun önlemlerle, yanal itici pervanelerin buz temasına karşı

korunmuş olduğu hallerde, yanal itici ünitelerin makine bileşenlerinin bu bölümdeki istekleri sağlaması gerekli değildir.

Eğer bu tip bir koruma mevcut değilse, nozullu pervaneli ana sevk tesisi ile ilgili kurallar uygulanacaktır.

Izgaranın buz takviyesi, tekne isteklerine göre değerlendirilecektir. Kısım 1, Tekne, Bölüm 15, D.10'a bakınız.

D. ICE-B Notasyonu ile İlgili Takviyeler

1. Pervane Şaftları, Ara Şaftlar, İtme Şaftları

1.1 Genel

Bölüm 5, C.2'deki formüller ve faktörlerle birlikte, madde 1.2'deki formüle göre belirlenen gerekli pervane şaftı kuvvetlendirmesi, kıç sterntüp yatakları veya şaft braketi yatakları ile pervanenin yük taşıyan ön kenarı veya pervane şaftı kıç kaplin flenci bölgesine uygulanır. Minimum alan 2,5 . d olacaktır.

Pervane şaftının, sterntüp'ten çıkış noktasına kadar olan bitişik kısmının çapı, madde 1.2'de verilen $C_{isf,s}$ formülü ile hesaplanandan %15 daha az alınacak olan buz klası takviye faktörü ile hesaplanabilir.

Pervane şaftının, sterntüp önünde kalan kısmı ara şaft olarak kabul edilebilir. Ara şaft ile itme şaftının kuvvetlendirilmesine gerek yoktur.

1.2 Kuvvetlendirme

$$d_{inc,s} = C_{isf,s} \cdot d$$

$d_{inc,s}$ = Pervane şaftının arttırılmış çapı [mm]

d = Bölüm 5;C.2'ye göre şaft çapı [mm]

$C_{isf,s}$ = Buz klası takviye faktörü (1'den küçük alınamaz)

$$C_{isf,s} = \sqrt[3]{s_t^{\,3} \cdot \left(1 + \frac{85 \cdot m_{ice}}{P_w^{\,0.6} \cdot n_2^{\,0.2}}\right)}$$

P_W = Ana makina gücü [kW]

n_2 = Pervane şaftı devri [min^{-1}]

m_{ice} = ICE-B için 8 olarak alınacak olan buz klası faktörü

S_t = 0.7 dişlilerdeki sıkı geçmeler için

= 0.71 sabit piçli pervanelerin pervane şaftları için

= 0.78 kumanda edilebilir pervanelerin pervane şaftları için

2. Sıkı Geçmeli Bağlantılar

2.1 Normal çalışma

Şaft sistemindeki ve dişli kutularındaki sıkı geçmelerin dizaynında, birim alan başına gerekli basınç p_E [N/mm^2] aşağıdaki formüle göre hesaplanacaktır:

$$P_E = \frac{\sqrt{\theta^2 \cdot T^2 + f \cdot (c_A{}^2 \cdot c_e{}^6 \cdot Q^2 + T^2)} - \theta \cdot T}{A \cdot f}$$

c_A = tahrik ünitesinin cinsine bağlı olarak, sıkı geçmeli birleştirmeler için katsayı:

= 1.0 dizel makina ve türbin dişli donanımı için,

= 1.2 doğrudan bağlı dizel makina ile sevk için

c_e = $0.89 \cdot C_{isf,s}$ (1'den küçük alınamaz)

Q = sıkı geçmeli birleştirmenin ortalama birleşme yerindeki çapında çevresel kuvvet [N]

$C_{isf,s}$ madde 1.2'ye göre hesaplanacaktır, kaplinler için birleşen şaft uçlarındaki yüksek değerler alınmalıdır.

Diğer semboller Bölüm 5, C.5'de tanımlanmıştır.

Eğer pervane itmesi konik kısımdaki yüzey basıncını arttırıyorsa, T pozitif değer olarak alınmalıdır. Performans ve itmenin küçük olması nedeniyle, aksiyal kuvvetin yön değişimi ihmal edilecektir.

Eğer aksiyal kuvvet konik kısımdaki yüzey basıncını azaltıyorsa, T negatif değer olarak alınmalıdır, örneğin "tractor" pervaneler için.

$$f = \left(\frac{\mu_o}{S}\right)^2 - \theta^2$$

2.2 Rezonansta çalışma

Yasaklı devir aralıklı doğrudan bağlı sevk tesisleri için, ana rezonanstaki titreşim torkunun emniyetle aktarılacağı ayrı bir hesapla doğrulanmalıdır. Bu doğrulama için tork aktarımının kaymasına karşı emniyet en az S=2,0 olacaktır, c_A katsayısı 1,0 alınabilir.

Bu ilave doğrulama için, itmenin etkisi dikkate alınmayacaktır.

3. Pervaneler

3.1 Genel

ICE-B klas notasyonlu gemilerin pervaneleri, Bölüm 8'de belirtildiği üzere, dökme bakır alaşımından veya çelik döküm alaşımlarından yapılacaktır.

3.2 Takviye

3.2.1 Kanat kesitleri

$t_{inc,p}$ = Kanat kesitinin arttırılmış kalınlığı [mm]

= $C_{isf,p} \cdot t$

t = Bölüm 8.2'ye göre kanat kesiti kalınlığı

Eğer $C_{isf,p} \leq C_{Dyn}$ ise;

$t_{inc,p} = t$

Eğer $C_{isf,p} > C_{Dyn}$ ise;

$$t_{inc,p} = \frac{C_{isf,p}}{C_{Dyn}} \cdot t$$

$C_{isf,p}$ = Buz klası takviye faktörü (1'den küçük alınamaz)

$$C_{isf,p} = \sqrt{{p_t}^2 \cdot \left(1 + \frac{21 \cdot z \cdot m_{ice}}{{P_w}^{0.6} \cdot {n_2}^{0.2}}\right)}$$

P_t = 0.62 sabit piçli pervaneler için

= 0.72 kumanda edilebilir piçli pervaneler için

Nozullu pervanelerde, P_t değeri %15 azaltılabilir.

z = Kanat sayısı

m_{ice}, P_W, n_2 için madde 1.2'ye bakınız.

C_{Din} = Bölüm 8, formül (3)'e göre dinamik factor.

3.2.2 Kanat uçları

$$t_{tip} = 10 \cdot \sqrt{\frac{5}{C_W}} \cdot \left(\frac{D}{500} + t_{inc}\right)$$

t_{tip} = Kuvvetlendirilmiş kanat ucu [mm]

t_{inc} = Kalınlık artımı (ICE-B için 10 olarak alınacaktır) [mm]

D = Pervane çapı [mm]

C_w = Malzeme faktörü, Bölüm 8, Tablo 8.1'e bakınız [N/mm^2].

Nozullu pervanelerde, kanat ucu kalınlığı %15 azaltılabilir.

3.2.3 Önder ve takip kenarları

Tersine dönebilir pervanelerin önder ve takip kenarlarının ve kumanda edilebilir pervanelerin önder kenarının kalınlığı, ICE-B için, kanat kenarından itibaren 1,25 t_{tip} mesafesinde ölçülen kanat ucu t_{tip}'in en az % 35'ine eşit olmalıdır. Nozullu pervanelerde, önder ve takip kenarlarının kuvvetlendirilmesinde, 3.2.2'deki formüle göre azaltılmamış uç kalınlığı esas alınacaktır.

3.2.4 Kanat aşınması

Eğer serviste fiili kalınlık, kanat ucunda 3.2'den elde edilen değerlerin % 50'sinin veya diğer yarıçaplarda % 90'ının altına düşerse, ilgili karşı önlemler alınmalıdır.3.2'deki buz takviyesi, ilave aşınma payını içermeyecektir.

Not: Pervane önemli bir aşınmaya maruzsa, örneğin, gelgit zemininde aşınma etkileri veya tarak gemileri 3.2.4'e göre yeterli servis ömrü eldesi amacıyla hesaplanan kanat kalınlığına bir aşınma payı ilave edilmelidir.

3.2.5 İlave istekler

Buradaki istekler "Fin-İsveç Buz klası istekleri"'ne ilave olarak verilmektedir.

3.2.6 Pervane montajı

Eğer pervane, pervane şaftına basınçlı yağ yöntemine göre monte ediliyorsa, ortalama konik çapı bölgesindeki gerekli temas basıncı P_E [N/mm^2] aşağıdaki formüle göre hesaplanacaktır:

$$P_E = \frac{\sqrt{\theta^2 \cdot T^2 + f \cdot (c_A{}^2 \cdot c_e{}^6 \cdot Q^2 + T^2)} - \theta \cdot T}{A \cdot f}$$

Eğer pervane itmesi konik kısımdaki yüzey basıncını arttırıyorsa, T pozitif değer olarak alınmalıdır. Performans ve itmenin küçük olması nedeniyle, aksiyal kuvvetin yön değişimi ihmal edilecektir.

Eğer aksiyal kuvvet konik kısımdaki yüzey basıncını azaltıyorsa, T negatif değer olarak alınmalıdır, örneğin "tractor" pervaneler için.

$$f = \left(\frac{\mu_o}{S}\right)^2 - \theta^2$$

Yasaklı devir aralıklı doğrudan bağlı sevk tesisleri için, ana rezonanstaki titreşim torkunun emniyetle aktarılacağı ayrı bir hesapla doğrulanmalıdır.

c_e = Madde 2.1'de ver4ilen formüle göre buz sınıfı takviye faktörü.

Diğer semboller Bölüm 8'de tanımlanmıştır.

Flençli pervanelerde, ayar pininin gerekli çapı d_{SE} aşağıdaki formüle göre hesaplanacaktır:

$$d_{SE} = C_{isf,s}{}^{1.5} \cdot d_s$$

d_{SE} = Ayar pininin arttırılmış diş dibi çapı[mm]

d_s = Bölüm 5, C.4.2 formül (4)2e göre, pervane bağlantısı için ayar pininin çapı [mm]

$C_{isf,s}$ = Madde 1.2'de verilen formüle göre buz klası takviye faktörü

4. Dişliler

4.1 General

ICE-B notasyonlu gemilerin ana sevk sistemindeki dişlilerin kuvvetlendirilmesine gerek yoktur.

5. Deniz Sandıkları Ve Boşaltma Valfleri

Deniz sandıkları ve boşaltma valfleri, Bölüm 16,I.2'ye göre dizayn edilecektir.

6. Dümen Makinası

Dümen makinası bileşenlerinin boyutlandırılmasında, Kısım 1, Tekne, Bölüm 14 ve 18'de belirtilen dümen rotu çapı esas alınacaktır.

7. Pervanenin Elektrikle Tahriki

Pervaneleri elektrik tahrikli olan gemiler için, Kısım 5, Elektrik, Bölüm 13'e bakınız.

E. Çeşitli Makina İstekleri

1. İlk Hareket Donanımları

Hava tüplerinin kapasitesi, ara dolgu yapmadan, çift yönlü makinayla birbiri peşisıra 12 adetten az olmayan ve tek yönlü makinayla 6 adetten az olmayan ilk hareket manevrası sağlanabilecek şekilde olacaktır.

Eğer hava tüpleri, sevk makinasının ilk hareketi dışındaki amaçlara da hizmet ediyorsa, tüplerin kapasitesi bu amaçlara uygun olarak arttırılacaktır.

Hava kompresörlerinin kapasitesi, ICE-B4 buz klaslı gemiler hariç, hava tüplerini atmosferik basınçtan tam basınca kadar 1 saat içinde doldurmaya yeterli olacaktır. Sevk makinası çift yönlü ise, hava kompresörlerinin kapasitesi, hava tüplerinin yarım saat içinde doldurulmasına yeterli olacaktır.

2. Deniz Alıcıları ve Soğutma Suyu Sistemleri

Soğutma suyu sistemi, buzda seyirde soğutma suyu beslemesi sağlanacak şekilde dizayn edilecektir.

Bu amaçla, en az bir soğutma suyu deniz sandığı aşağıdaki şekilde düzenlenecektir:

1. Deniz suyu girişi geminin merkez hattına yakın ve mümkün olduğu kadar kıçta yer alacaktır.

2. Dizayn bilgi değeri olarak, geminin çalışması için gerekli olan yardımcı makinaların gücü dahil, geminin makina gücünün beher 750 kW'ı için yaklaşık olarak 1 m^3 deniz sandığı hacmi öngörülür.

3. Deniz sandığının yüksekliği deniz suyu giriş borularının üst kısmında emilen buz için yeterli hacim bulunacak şekilde ölçülendirilir.

4. Deniz sandığına, tam kapasiteli boşaltma sağlayan, soğutma suyu boşaltma borusu bağlanacaktır.

5. Deniz sandığı ızgaraları deliklerinin serbest kesit alanı, deniz suyu giriş borularının kesit alanının 4 katından az olamaz.

Eğer yukarıdaki 2 ve 3 maddelerindeki isteklere uymada zorluklar mevcutsa, soğutma suyunun girişi ve boşaltılması için daha küçük iki adet deniz sandığı düzenlenebilir. Aksi halde, düzenleme ve konum yukarıdaki gibi olacaktır.

Deniz sandığının üst kısmına ısıtma kangalları konulabilir.

Balastlı durumda, rezerv olarak balast suyunu soğutma amaçlı kullanım için düzenlemeler yararlı olabilir, ancak yukarıda belirtilen deniz sandığı yerine kabul edilmez.

BÖLÜM 20

TANKERLER

Sayfa

A. GENEL **20-**2
1. Kapsam
2. Tanımlar
3. Onay için Gerekli Dökümanlar
4. Başvurulacak Diğer Kurallar

B. TANKERLER İÇİN GENEL İSTEKLER **20-**3
1. Kargo Pompaları
2. Kargo Boru Devreleri
3. Tank Isıtma ve Buhar Boşaltma Devreleri
4. Sintine ve Balast Sistemleri
5. Havalandırma ve Gazfri
6. Alev Geçişini Önleyen Tertibatlar
7. Tank Seviye Göstergeleri
8. Tank Temizleme Cihazları
9. Statik Elektriklenme, Kıvılcım Oluşumu ve Sıcak Yüzeylere Karşı Korunma
10. Gaz Kontrol Cihazları
11. Testler
12. Sadece, Petrol Yükü ve Parlama Noktası 60°C'ın Üzerindeki Sıvı Kargoları Taşıyan Tankerler

C. PETROL YÜKÜ VE PARLAMA NOKTASI 60°C VE ALTINDA OLAN SIVI KARGOLARI TAŞIYAN TANKERLER **20-**12
1. Genel
2. Çift Cidarlar Arasındaki Mahallerin Inertleştirilmesi
3. Kargo Sahası İçindeki Mahallerin Havalandırılması
4. Kargo Tanklarının Havalandırılması
5. Baş ve Kıç Kargo Devreleri
6. Kombine Taşıyıcılar
7. Kargo Pompa Dairelerinde Emniyet Donanımı
8. Gaz Ölçümü ve Algılaması

D. TANKERLER İÇİN INERT GAZ SİSTEMLERİ **20-**17
1. Genel
2. Yerleştirme
3. Boru sistemleri
4. İzleme tertibatları
5. Kazan Duman Gazı Tesisatları
6. Bağımsız Brülör Cihazlı Inert Gaz Üreticileri
7. Azot Üretim Sistemleri
8. Kimyasal Madde Taşıyan Tankerler için Inert Gaz Tesisleri
9. C.1.1'in İçermediği Tankerler için Inert Gaz Üreticileri
10. Inert Gaz Depolama Tesisleri

A. Genel

1. Kapsam

1.1 Bu kurallar yanıcı, zehirli, aşındırıcı veya başka nedenlerden dolayı tehlikeli olabilen sıvıları taşıyan tankerlere uygulanır. Ayrıca, bu kurallara ek olarak, uluslararası ve ulusal kuralların gerekleri de yerine getirilecektir.

1.2 Bu kuralların kapsadığı tankerler:

a) Teknenin bir bölümünü teşkil eden tankların içinde sıvıları taşıyan gemiler,

b) Tekneden bağımsız olarak gemiye tespit edilmiş kaplarda sıvıları taşıyan gemiler,

1.3 B alt bölümünde geçen genel kurallara ek olarak, aşağıdaki konular geçerlidir:

a) Petrol taşıyan tankerler için, alt Bölüm C,

b) Tehlikeli kimyasal maddeleri dökme yük olarak taşıyan tankerler için, Kısım 8, Kimyasal Madde Tankerleri,

c) Sıvılaştırılmış gazları dökme yük olarak taşıyan tankerler için, Kısım 10, Sıvılaştırılmış Gaz Tankerleri,

d) Inert gaz sistemleri için D'ye bakınız.

2. Tanımlar

Bu bölümdeki **kargo mahalleri**; kargo tankları, bağımsız kargo tanklarının yerleştirildiği ambar mahalleri, kargo tanklarına sınırı olan tanklar ve mahaller, koferdamlar, kargo pompa mahalleri ve bu mahallerin tümünün üzerindeki alanları kapsar.

Bu bölümde adı geçen **ayrık** boru devreleri ve havalandırma sistemleri, gerekli görülmesi halinde, boru sonlarından ayrık boru parçaları veya valfler ile sızdırmaz olarak ayrılabilen borular ve sistemlerdir.

Bu bölümde adı geçen **bağımsız** boru devre ve havalandırma sistemleri, diğer sistemlerle bağlantısı olmayan sistemleri kapsar.

3. Onay için Gerekli Dokümanlar

3.1 Geminin tipine göre en az olarak, kapsamı 3.2'de belirtilmiş ve gerekli her türlü bilgiyi içeren dokümanlar, (şematik planlar, ayrıntı/yerleştirme resimleri) üçer kopya halinde, onaylanmak üzere **TL**'na sunulur.

3.2 Yanıcı sıvıları ve kimyasal maddeleri taşıyan gemiler için:

- Kargo boru devreleri, kargo pompaları ve bunların tahrik makinaları ile birlikte, yerleştirilmesi,
- Pompa ve fanların, gaz geçirmez şaft geçişleri,
- Kargo tanklarının gaz geri dönüş ve toplama devreleri, alev tutucular dahil, basınç - vakum ayar valfleri ile hava alıp verme sistemi,
- Kargo tanklarının ölçme / iskandil cihazları, seviye / taşma alarmı, sıcaklık ölçme tertibatı,
- Kargo mahalleri için, sintine ve balast boru donanımı,
- Kargo mahalleri içindeki hacimlerin havalandırma teçhizatı,
- Kargo tankları için, buharla ısıtma ve çıkış buhar boru donanımı,
- Kargo mahalli için, yangın söndürme donanımı,
- Sabit tank temizleme donanımı,
- Kumanda tertibatıyla birlikte uzaktan kumandalı valfler,
- Taşınan sıvı kargo hakkında ayrıntılar,
- Kargo veya onun buharlarıyla temas eden malzemeler hakkında ayrıntılar,

- Maksimum yükleme ve boşaltma miktarları esas alınarak, havalandırma (emme ve basma) sisteminin basınç kaybı hesapları,

- Kargo ve balast tanklarının ve koferdamların gazfri tertibatı,

- Ham petrol taşıyan tankerler için uçucu organik bileşikleri (VOC-Volatile Organic Compound) yönetim planı

- Tek noktadan demirleme durumunda, baş kargo devrelerinin emercensi çabuk boşaltma sistemleri,

- Kargo tanklarının inert gaz sistemi ve tesisi ve balast tanklarını inert yapma,

- Kargo mahallerindeki mekanik fanlar,

- Pompa dairesinde güvenlik tertibatı, kargo pompalarının yataklarında / muhafazalarında sıcaklık kontrolü,

- Pompa dairesinde gaz ölçme sistemi.

4. Başvurulacak Diğer Kurallar

Çelik gemilerin klaslanması için **TL**'na ait kurallar.

4.1 Tekne için Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 28.

4.2 Boru donanımları, pompalar, valfler ve fitingler için, Bölüm 16.

4.3 Yangın söndürme donanımları ve yangından korunma için, Bölüm 18.

4.4 Elektrik teçhizatı için, Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 15.

4.5 "Gemilerden Denizlerin Kirletilmesini Önlemek için Uluslararası Sözleşme, MARPOL 1973 ve 1978 Protokolü", Ek I ve Ek II kuralları.

B. Tankerler için Genel İstekler

1. Kargo Pompaları

1.1 Yerleştirme

1.1.1 Kargo pompaları güverteye, kargo tankları içine veya diğer gemi mahallerinden gaz geçirmez güverte ve perdelerle ayrılmış, özel pompa daireleri içine yerleştirilir. Pompa daireleri sadece kargo sahası içinden erişilebilir olmalı, makina dairesi veya yangın tehlikesine maruz mahallerle bağlantılı olmamalıdır.

1.1.2 Pompa dairesi perdelerinden şaft geçişleri, gaz geçirmez sızdırmazlar ile sağlanır. Sızdırmazların yağlama işlemi, pompa dairesi dışından yapılmalıdır.

Amaca uygun dizayn ve elverişli malzeme seçimiyle, sızdırmazların aşırı ısınması ve yangına neden olabilecek kıvılcımların oluşması, önlenmelidir.

Gaz geçirmez perde geçişlerinde çelik körükler kullanıldığında, bunlara, test basıncı 5 bar olan basınç testi uygulanmalıdır.

1.2 Teçhizat ve çalıştırma

1.2.1 Kargo pompaları, aşırı yüksek basınca karşı korunmalıdır. Yüksek basınç emniyeti, rilif valfin, yükü pompanın emiş devresine geri göndermesiyle sağlanmalıdır.

Santrifüj pompaların maksimum boşaltma basıncı, Q = 0 akışında, kargo devre sisteminin dizayn basıncını geçmediği takdirde ve pompanın aşırı ısınması durumunda, pompanın gövdesine monte edilmiş ısı algılayıcısı pompayı durduruyorsa veya bu durumda alarm veriliyorsa, yukarıda bahsedilen rilif valfden vazgeçilebilir.

1.2.2 Kargo pompalarının debileri, pompa dairesinden ve ayrıca pompa dairesi dışındaki uygun bir yerden kontrol edilebilmelidir.

Yük pompalarını durdurmak için, tank güvertesi üzerindeki bir yerde gerekli donanım bulunmalıdır.

1.2.3 Güverte üzerinde bulunan her bir pompa

çalıştırma ve yükleme - boşaltma mahallinde, pompa basıncını gösteren basınç ölçme cihazları bulunmalıdır. Müsaade edilebilen maksimum çalışma basıncı değeri, skala üzerinde kırmızıyla markalanmaldır.

1.2.4 Buharla tahrik edilen pompaların dreyn boruları veya buhar devreleri, yük tortularının emilmemesi için, sintine tabanı üzerinde yeterli yükseklikte son bulmalıdır.

1.3 Tahrik

1.3.1 Tahrik makinaları, kargo sahası dışına yerleştirilmelidir. Buhar sıcaklığı 220°C'ı aşmayan ve buharla çalışan makinalar hariç tutulur.

1.3.2 Kargo pompalarının hidrolik tahrikli makinaları (örneğin; dalgıç pompalar), kargo mahalleri içine yerleştirilebilir.

1.3.3 Kargo pompalarının tahrikinde kullanılan elektrik motorları için, Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 15'e bakınız.

2. Kargo Boru Devreleri

2.1 Boruların yerleştirmesi

2.1.1 Kargo boru donanımları sabit olmalı ve diğer boru sistemlerinden tamamıyla ayrılmalıdır. Bunlar, genelde, kargo mahalli dışına çıkmamalıdır. Baş ve kıç kargo boru devreleri için C.5'e (petrol tankerleri) ve Kısım 8, Kimyasal Madde Tankerleri, Bölüm 3.7 (kimyasal madde tankerleri)'ne bakınız.

2.1.2 Kargo boru devreleri, boru içinde kalan artıkların kargo tankları içine dreyn olabileceği şekilde, yerleştirilmelidir. Kargo tanklarının doldurma boruları tank dibine kadar uzatılmalıdır.

2.1.3 Gerektiğinde, genleşme bükümleri, genleşme körükleri ve uygun görülebilen diğer genleşme bağlantıları öngörülmelidir.

2.1.4 Deniz suyu giriş bağlantıları, kargo boru devrelerinden, iki adet stop valfle ayrılmalıdır. Bu valflerden biri kapalı pozisyonda kilitli tutulacaktır.

2.1.5 Balast ve kargo sistemlerinin deniz suyu giriş ve çıkışları (deniz sandıkları) ayrı ayrı tertiplenmelidir.

2.2 Boru devrelerinin boyutlandırılması

2.2.1 Kargo boru devrelerinin boyutlandırılması için Bölüm 16, C'ye bakınız. Minimum et kalınlıkları Tablo 11.7, Grup N'ye göre olacaktır. Sahil pompaları ve sahilde kurulu gravite tanklarının mümkün olan basınç değerleri göz önüne alınmalıdır.

2.2.2 Kargo boru devreleri bağlantıları, tercihen kaynaklı konstrüksiyon olmalıdır.

Kargo boru devreleri balast tanklarından geçirilemez. Buna karşı kısa boylu borulara 4.3.4'deki isteklere aynen uyulmak suretiyle **TL** tarafından müsaade edilebilir.

2.3 Valfler, fitingler ve teçhizat

2.3.1 Hortum bağlantı yerleri çelik döküm, çelik veya diğer sünek malzemelerden yapılmalı ve kapama valfleri ve kör flençlerle donatılmalıdır.

2.3.2 Stop valflerin kumanda rotlarının, kargo tankları içinden tank güvertesine geçişleri, gaz geçirmez olmalıdır. Tüm kargo stop valfleri açık kapalı durumları gösterilecek şekilde dizayn edilmelidir.

2.3.3 Hidrolik veya pnömatik kumandalı stop valfler için, emercensi çalıştırma mekanizmaları olmalıdır. El pompaları, hidrolik sisteme bağlı iseler, emercensi çalıştırma mekanizması olarak kullanılabilirler.

Şayet kargo tankı, diğer bir devre ile boşaltılabilir veya kapama valfi bitişik tankın içinde yerleştirilmiş ise, güverteden kumandalı emercensi çalıştırma mekanizmasından vazgeçilebilir.

2.3.4 Yükleme ve boşaltma işlemleri için izleme yerlerinde kargo boru devrelerine, müsaade edilebilen maksimum çalışma basıncı kırmızı renkle markalanmış, basınç göstergeleri monte edilmelidir.

2.3.5 Kargo devre sistemi tehlikesizce boşaltılabilmeli, gazfri yapılabilmeli ve temizlenebilmelidir.

2.3.6 Birleştirilmiş kargo ve balast sistemlerinin tasarımında Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 15, A.8'deki kurallar geçerlidir.

3. Tank Isıtma ve Buhar Boşaltma Devreleri

3.1 Tank ısıtması

Burada Bölüm 10, B.5'deki yakıtların ısıtılması hakkındaki kurallar geçerlidir.

3.2 Tank ısıtma sistemi için valfler ve fitingler

Kargo tanklarının her bir ısıtma kangalına gelen buhar boru devreleri, kapatılabilir - geri döndürmez valfler ile donatılmalıdır. Isıtma kangallarının çıkışındaki stop valflerden önce olmak üzere, kondens suyuna yağın girişini kontrol eden donanım yerleştirilmelidir.

3.3 Kondens suyunun geri dönüşü

Kızgın kondens suyu, gözetleme tankı yoluyla, besleme suyu sistemine geri döndürülmelidir.

Kondens suyu gözetleme tankı, kondens suyunun içine sızacak kargo kalıntıları makina dairesinde ve diğer mahallerde tehlike yaratmayacak şekilde tertiplenmeli ve donatılmalıdır. Hava firar boruları, B.6'ya uygun alev tutucularla donatılmalı ve güvenli bir şekilde açık güverteye çıkartılmalıdır.

3.4 Özel ısı ileticilerle tank ısıtılması

3.4.1 Isı iletici sıvı sistemleri için, Bölüm 13 ve 16, Q geçerlidir.

3.4.2 Kargo sahası içinde eksiksiz ikinci bir dolaşım sistemi bulunmalıdır.

Aşağıda belirtilen hususlar yerine getirildiği takdirde, tek bir dolaşım sistemine müsaade edilebilir:

- Bölüm 13, C.3'e uygun genleşme tankı, tankın en düşük seviyesinde ve ısı iletici sirkulasyon pompasi etkisizken ısı iletici sıvı sistemi içindeki statik basınç, kargonun statik basıncının en az 0,3 bar üzerinde olacak şekilde yerleştirilmelidir ve,
- Kargo tankları ile genleşme tankı arasındaki tüm kapama valfleri, açık durumda kilitlenmelidir ve,
- Genleşme tankı içindeki yanıcı gazların kontrolü için, gerekli teçhizat sağlanmalıdır. Taşınabilir bir cihazın kullanılmasına müsaade edilebilir.

3.5 Buhar boşaltma devreleri

Kargo tanklarında ve kargo boru devrelerinde, gaz gidermede kullanılan buhar devreleri, kapatılabilir-geri döndürmez valfler ile donatılmalıdır.

3.6 Kimyasal madde taşıyan tankerlerin ısıtma sistemleri

Kimyasal madde taşıyan tankerlerdeki tank ısıtma sistemleri için Kısım 8, Kimyasal Tankerler Kuralları geçerlidir.

4. Sintine ve Balast Sistemleri

4.1 Sintine boru çapının hesaplanması

4.1.1 Kargo sahası için düzenlenen sintine sistemleri, diğer sahalardaki sintine sistemlerinden ayrılmalıdır.

Kargo sahası için olan sintine sistemleri, o saha içerisinde düzenlenmelidir.

Makina dairesinin sintine sistemleri için, Bölüm 16, N.2.3 geçerlidir.

4.1.2 Kombine taşıyıcıların kargo sahası içindeki mahallerinde yer alan sintine sistemi, Bölüm 16, N.2.2'ye uygun tertiplenmelidir.

4.1.3 Alt bölüm A.1.2 (b)'de belirtilen tankerlerdeki bağımsız tankların yerleştirildiği bölmeler için, ana ve bağlantı sintine borularının çapları, aşağıdaki formüllere göre hesap edilmelidir:

$$d_H = 1{,}68 \cdot \sqrt{(B+H)\,\ell_2 - (b+h)\,\ell_{T2}} + 25 \quad \text{[mm]}$$

$$d_Z = 2{,}15 \cdot \sqrt{(B+H)\,\ell - (b+h)\,\ell_T} + 25 \quad \text{[mm]}$$

d_H = Ana sintine borusu iç çapı, [mm]

d_Z = Bağlantı sintine borusu iç çapı, [mm]

B = Gemi genişliği, [m]

H = Gemi kalıp derinliği, [m]

ℓ_2 = Kargo sahası toplam boyu, [m]

ℓ = Su geçirmez bölme boyu, [m]

b = Kargo tanklarının maksimum genişliği, [m]

h = Kargo tanklarının maksimum derinliği, [m]

ℓ_{T2} = Tüm kargo tanklarının toplam boyu, [m]

ℓ_T = Su geçirmez bölme içindeki tankların boyu. [m]

Her sintine pompasının debisi, Bölüm 16, N.3.1'e uygun olarak tespit edilmeli ve en az iki adet sintine pompası olmalıdır.

4.1.4 Su geçirmez perdelerle ayrılmış kargo tankı bölmelerinin sintine pompalarının örneğin; ejektörlerin debisi, bölmenin boyu esas alınarak, 4.1.3'e göre hesap edilmelidir. Her tank bölmesi için 2 adet sintine pompası öngörülecek ve her birinin debisi 5 m^3/h'den az olmayacaktır.

4.1.5 Bağımsız kapların bölmeleri iskandil tertibatı ile donatılmalı ve içinde balast veya soğutma suyu devreleri olan bağımsız tankların bölmelerinde, sintine seviye alarmı olmalıdır.

4.2 Kargo sahası içindeki koferdamların ve kargo pompa mahallerinin sintinelerinin boşaltılması

4.2.1 Kargo pompa mahallerinin ve koferdamların sintinelerini boşaltmak için, kargo sahası içinde sintine donanımı öngörülmeli ve bir kargo pompası da, aynı zamanda, sintine pompası olarak kullanılabilmelidir. Parlama noktası 60°C üzerinde olan parlayıcı sıvıları taşıyan tankerlerdeki kargo pompa mahalleri ve koferdamlar, makina dairesinin sintine sistemiyle de bağlantılı olabilir.

4.2.2 Kargo pompası sintine pompası olarak kullanıldığında, kargonun sintine devresi yoluyla kargo pompa mahalline girmemesi için, devreye kapatılabilir - geri döndürmez valfler monte edilmelidir. Sintine devresi kargo sisteminden dolayı basınç altında kalırsa, devreye ek bir geri döndürmez valf monte edilmelidir.

4.2.3 Kargo pompa dairelerine özel nedenlerle ulaşılamadığı durumlarda da, bu mahallerdeki sintine suları boşaltılabilmelidir. Bunun için gerekli donanım, pompa mahalli dışından veya tank güvertesi (fribord güvertesi) üzerindeki pompa dairesi kaportasından da çalıştırılabilecek şekilde düzenlenmelidir.

4.3 Kargo sahası içindeki balast sistemleri

4.3.1 Kargo tanklarına bitişik, ayrık balast tanklarının balast tertibatı kargo sahası içinde düzenlenmeli ve ön ve arka koferdamların boru sisteminden bağımsız olmalıdır.

4.3.2 Tankerlerde baş pik tankı aşağıdaki koşullarla, yukarıda belirtilen balast sistemlerine bağlanabilir:

- Baş pik tankı, tehlikeli bölge olarak kabul edilecektir.

- IEC 60092-502 standardında tanımlanan tehlikeli bölgeler havalandırma boruları etrafında dikkate alınmalıdır.

  A1 Açık güverte üzerindeki alanlar veya açık güverte üzerinde yarı kapalı mahaller kargo tankları hava firarlarının 3 m içerisinde ısıl değişimlerin neden olduğu, IEC 60092-502 Madde 4.2.2.7'de tanımlanan Alan 1 gibi, düşük hacimli buhar veya gaz karışımlarının akışına izin verilir.

  A2 Alanları, yukarıda bahsedilen A1 alanının 2 m ötesinde bulunan Alan 2 olarak dikkate alınmalıdır (1,5 m'ye karşılık olarak IEC 60092-502 Madde 4.2.3.1'de bahsedilen).

  A3 Elektrikli ekipmanlar veya kablolar normal olarak tehlikeli bölgelere yerleştirilemezler.

İşletimsel amaçlar için önemliyse, elektrikli ekipmanlar IEC 60092-502 standardı ile uyumlu olacak şekilde yerleştirilebilir.

- Pik tankı içindeki yanabilir gaz konsantrasyonunun ölçümü için, açık güvertede düzenler bulunacaktır.

- Bu mahalle ait giriş açıklığı ve iskandil düzenleri açık güvertede olacaktır. Baş pik tankının kargo tanklarından bir koferdamla ayrılması durumunda, aşağıda belirtilen ikaz etiketi kullanılarak, kapalı bir mahaldeki cıvatalı menhole izin verilebilir:

"Bu menhol, tankın gazfri edildiği kanıtlandıktan ve bu mahalde güvenlik sertifikalı olmayan elektrik donanımı izole edildikten sonra açılabilir".

4.3.3 Tankerlerde, ayrık balastın boşaltılmasında 2 adet pompa olmalıdır. Pompanın 1 adet olması durumunda ikinci bir edüktör olabilir veya bir engelleme parçası ile kargo pompalarından bir emercensi bağlantı öngörülebilir. Kargonun geri akmasını önlemek için balast sisteminde bir geri döndürmez cihaz öngörülür. Engelleme parçası bir ikaz levhası ile birlikte pompa dairesinin iyi görülen bir yerine monte edilmelidir.

Balast disçarcı, MARPOL 73/78 Ek I, Kural 30'a göre yapılacaktır.

4.3.4 Balast suyu boruları, balast tanklarının iskandil ve hava firar borularının kargo tanklarından geçmesine müsaade edilmez. Buna karşılık kısa boylu borulara aşağıdaki koşullar yerine getirilmesi kaydı ile **TL** tarafından müsaade edilebilir:

a) Minimum et kalınlıkları:

Anma çapı 50 mm. ye kadar	6,3 mm.
Anma çapı 100 mm. ye kadar	8,6 mm.
Anma çapı 125 mm. ye kadar	9,5 mm.
Anma çapı 150 mm. ye kadar	11,0mm.
Anma çapı 200 mm. ye kadar ve daha büyük	12,5 mm.

b) Yalnız tamamıyla kaynaklı borulara veya benzerlerine müsaade edilir.

c) Petrol ürünleri yerine başka kargoların taşınması durumunda, bu kurallardan sapmalar **TL** ile anlaşarak yapılabilir.

5. Havalandırma ve Gazfri

5.1 Kargo sahası içindeki kargo ve balast pompa dairelerinin havalandırılması

5.1.1 Pompa dairelerinin havalandırılması, cebri emici fanlar tarafından, saatte 20 kez havayı değiştirebilecek yeterlikte olmalıdır. Taze hava pompa dairesi içine üstten verilmelidir. Bu havalandırma sistemleri, diğer mahallerin havalandırma sistemleriyle bağlantılı olmamalıdır.

5.1.2 Egzoz kanalı emiş ağzı, pompa dairesi zeminine kadar uzanmalıdır. Döşek üstünden itibaren yaklaşık 2 m. yükseklikte bir emercensi emiş ağzı tertiplenmelidir. Bu ağız, ana güverteden de kumanda edilebilir bir kapakla donatılmalıdır.

Emercensi ağız, zemin üzerindeki ağızın kapalı olması halinde, atılması gerekli hava miktarının 3/4'ünü emebilecek şekilde yapılmalıdır.

Diğer istekler için C.3 ve Kimyasal Madde Tankerleri, Bölüm 12'ye bakınız.

5.2 Kargo tanklarının, çift cidar arasındaki mahallerin, balast tanklarının, boru tünellerinin ve koferdamların gazfri yapılması

5.2.1 Kargo tankları, çift cidar arasındaki mahaller, balast tankları, boru tünelleri ve koferdamlar, gazfri yapılabilecek şekilde olmalıdır. Burada 5.3'e uygun taşınabilir fanlar kullanılabilir. Tankların gazfri fanları kargo devresine sabit bağlanmışlarsa, havalandırma sistemi çalışmadığı zaman, kargonun ve buharın havalandırma sistemine girememesi için gerekli önlemler alınmalıdır (örneğin; engelleme parçaları veya kör flençler kullanılması gibi).

5.2.2 Kargo tankları içinde gazfri yapımında veya inert gazla temizlemede kullanılan giriş ağızları, ya güverte altından, ya da tank dibinden, 1 m .yi aşmayacak yükseklikte tertiplenmelidir.

5.2.3 Kargo tanklarının gazfri çıkış ağızları, hava/inert gaz giriş ağızlarından mümkün olduğunca uzak ve güverteden en az 2 m. lik bir yükseklikte tertiplenecektir.

Gaz/hava karışımları yukarı doğru düşey olarak boşaltılmalıdır.

5.2.4 Kargo tanklarının gazfri çıkış ağızları, fan kapasitesi göz önüne alınarak ve gaz/hava çıkış hızları en az 20 m/s olacak şekilde, ölçülendirilmelidir.

5.2.5 Inert gaz sistemli gemilerde havalandırma ağızlarının net kesiti, 3 yük tankının aynı anda inert gaz ile temizlenmesi durumunda, çıkış hızı en az 20 m/s olabilecek şekilde ölçülendirilmelidir.

5.2.6 Gazfri ağızları cıvatalı kapaklarla donatılmalıdır.

5.2.7 Kargo tanklarının gazfri yapılmasında, 5.4.8'e uygun havalandırma ağızları da kullanılabilir.

5.3 Kargo sahası içindeki cebri fanların dizayn ve konstrüksiyonu

5.3.1 Havalandırma kanallarının giriş ve çıkış ağızları, kafes örgü açıklığı 13 mm. den fazla olmayan, tel kafesler ile donatılmalıdır.

5.3.2 Uygun dizayn ve malzeme seçimiyle, fanların mekanik aksamlarında aşırı ısınma ve kıvılcım oluşumundan kaçınılmalıdır. Fan pervanesi ile fan muhafazası arasında kalan emniyet mesafesi, en az iç pervane yatak çapının 1/10'u olmalı, fakat minimum 2 mm. ile sınırlanmalı ve rotorla muhafaza arasında hiç bir temas olmayacak şekilde seçilmelidir. Maksimum aralığın 13 mm. den fazla olması gereksizdir. Bu aynı zamanda taşınabilir fanlar içinde geçerlidir.

5.3.3 Aşağıdaki malzeme ve malzeme bileşimleri pervane/ muhafaza için kullanılabilir:

- Metal olmayan malzeme **(1)** (yeterli elektrik iletkenliği olan plastik malzeme) birbirleri ile veya çelikle (galvanizli ve paslanmaz dahil),
- Isı iletkenliği iyi olan, demir olmayan malzeme (bronz, pirinç, bakır, **alüminyum hariç**) birbirleri ile veya çelikle (galvanizli, paslanmaz dahil),
- Çelik (galvanizli, paslanmaz dahil) fan pervane sahası içine sürtünmeye karşı metal/demir olmayan malzemeden yapılmış yeterli ölçüde koruma bileziği konursa veya pervane / muhafaza arasındaki boşluk en az 13 mm. olursa birbirleri ile,
- Alüminyum veya magnezyum alaşımları, fan pervane sahası içinde ısı iletkenliği iyi olan demir olmayan malzemeden (örneğin; bakır, pirinç) yeterli ölçüde koruma bileziği konduğu takdirde birbirleri ile veya sadece çelikle (galvanizli, paslanmaz dahil).

Fan pervaneleri ve muhafazaları için aşağıda verilen malzemelerin kullanımına kıvılcım üretme riski nedeni ile izin verilmez:

- Uç boşluğuna bakılmaksızın, alüminyum alaşımlı veya magnezyum alaşımlı fan pervaneleri ve demirden muhafazalar,
- Uç boşluğuna bakılmaksızın demir esaslı malzemeden fan pervaneleri ve alüminyum alaşımlı muhafazalar,
- Müsaade edilen östenitik paslanmaz çelikten fan pervanesi ve muhafazası dışında, 13 mm'den az uç boşluğu olan demir esaslı malzemeden fan pervanesi ve muhafaza kombinasyonları.

5.3.4 Fanların tahrik makinaları için, B.1.3'deki kurallar geçerlidir. Elektrik motorları, havalandırma kanallarının dışına yerleştirilmelidir.

5.4 Kargo tanklarının havalandırılması

5.4.1 Kargo tank açıklıkları , parlayıcı gaz

---

(1) *Metal olmayan malzemelerin elektrik direnci, malzeme yüzeyine tehlikeli bir statik yüklemenin olmasını önlemek için, özel tedbirler alınmadıkça, maksimum 10^6 Ohm'u geçemez.*

karışımlarının, ateşleyici kaynakların yer aldığı kapalı bölümler içinde birikmesine veya bunlara güverte üzerinde yakın olmasına, olanak vermeyecek şekilde yerleştirilmeli ve düzenlenmelidir.

5.4.2 Kargo tanklarının havalandırılmasında, yalnız müsaade edilebilen basınç dengeleyici donanım (basınç/ vakum valfleri gibi) kullanılabilir. Bu donanım, aşağıdaki fonksiyonları yerine getirmelidir:

a) Yükleme/boşaltma ve balast çalışmaları esnasında, büyük miktardaki hava ve gaz hacminin geçişlerinde;

b) Seyir esnasında, az miktarda hava veya gaz hacmi geçişlerinde

5.4.3 Havalandırma sistemleri, her tank için, birbirinden bağımsız olarak düzenlenmeli veya ortak bir gaz toplama sistemine veya inert gaz sistemine bağlanmalıdır.

5.4.4 Birden fazla tankın havalandırma düzeni bir havalandırma kollektöründe birleştirilirse, her tank için, bir kapama düzeni öngörülmelidir. Stop valflerin kullanılması durumunda, valflerin kilitleme tertibatı da bulunmalıdır.

5.4.5 5.4.4'e göre kapama düzeni bulunuyorsa, kargo tankındaki termal değişimlerden kaynaklanan akışa 5.4.2.b'ye uygun olarak izin vermeye devam etmelidir. Ayrıca kapama düzenleri kargo yükleme ve ballast alma veya bunların boşaltılması sırasında büyük hacimli buhar, hava veya inert gaz karışımlarının geçmesine 5.4.2.a'ya uygun olarak izin vermeye devam etmelidir.

Not: *Ayrıca C.4.1.2'ye bakınız.*

5.4.6 Havalandırma tertibatları, normal trim ve meyil şartlarında, kargo tankına kendiliğinden dreyn edilebilecek şekilde, tankın en üst seviyesine bağlanmalı ve kendi kendine dreyn mümkün olmadığı takdirde, kargo tankı içine boşaltıcı sabit bir tertibat yerleştirilmelidir.

5.4.7 Parlama noktası 60°C ve daha az olan yanıcı sıvıları taşıyan gemilerin havalandırma sistemlerinde kullanılan giriş ve çıkış ağızları, B.6'ya uygun alev tutucularla donatılmalıdır.

5.4.8 Yükün ve balastın alımı esnasında, büyük hava / gaz hacimlerinin boşaltılması için gerekli havalandırma sistemi, aşağıdaki prensiplere uygun olarak dizayn edilmelidir:

a) Çıkış ağız yüksekliğine bağlı olarak, gaz karışımı çıkışı ya serbest veya hızı minimum 30 m/s olmalı,

b) Gaz karışımları, düşey olarak yukarı doğru tahliye edilmeli,

c) Net kanal kesitleri, gazın oluşma faktörü 1,25 değeri de göz önüne alınarak, maksimum yükleme miktarına göre dizayn edilmelidir.

5.4.9 Kargo tankları, seviye ölçüm sistemlerinden bağımsız olan yüksek seviye alarmları ile donatılmalı veya havalandırma sistemlerindeki sıvı yükselmesinin, kargo tanklarının dizayn basınç yüksekliğinden daha fazla olmasını önleyecek uygun önlemler alınmalıdır.

5.4.10 Seyir esnasında, gazlaşma nedeniyle olan kargo kayıplarından kaçınmak için, basınç/vakum valfleri, yükleme sırasında havalandırma için öngörülmüş ayar seviyesinden, daha yüksek bir seviyede ayarlanabilirler.

5.4.11 Gaz toplama sisteminde düzenlenen basınç / vakum valfleri yükleme boşaltma işlemleri esnasında açılabilen baypas düzenleri ile donatılabilir. Göstergeler, baypas valfinin açık veya kapalı durumunu net olarak göstermelidir.

5.4.12 Kargo tankının tüm basıncını gidermek, basınç / vakum rilif düzenleri kullanmak süretiyle mümkün olmalıdır. Düzenlerin açık veya kapalı olduğu dışardan rahatça görülebilmelidir.

5.4.13 Tank havalandırmalarının dizaynı, yüksekliği ve yerleştirmesi geminin taşıyacağı ve kesin olarak belirlenmiş kargoya bağlı olarak tarif edilir (C'ye ve kimyasal madde taşıyan tanker kurallarına bakınız).

5.4.14 Basınç ve vakum valflerinin dizaynında ve bunların açılma basınçlarının tesbitinde, aşağıdaki hususlar göz önüne alınır:

- Öngörülen maksimum doldurma ve boşaltma miktarları,
- Gaz oluşma faktörü,
- Havalandırma sistemi içindeki akış direnci,
- Müsaade edilebilen tank basınçları

Kimyasal madde taşıyan tankerler için Kısım 8‘e bakınız.

5.4.15 Alev tutucu ve patlama önleyici elemanlar gibi, statik alev geçiş önleyicilerinde, taşınan kargodan dolayı kirlenmeler göz önüne alınmalıdır.

5.4.16 Gaz toplama devreleri, gaz geri dönüş devreleri olarak kullanılabilir. Gaz geri dönüş devre bağlantıları, kapama valfleri ve kör flençlerle donatılmalıdır.

5.4.17 Gaz toplama devrelerinde güvenli dreyn işlemi yapılabilmesi için, gerekli önlemler alınmalıdır.

5.4.18 MARPOL 73/78, Ek VI, Kural 15’e göre buhar dönüşü gerekli ise (uçucu organik bileşikler), IMO MSC / Circ. 585’de yer alan ilave istekler dikkate alınacaktır. Ayrıntılar, her durum için **TL** ile birlikte belirlenecektir.

Not:

US limanlarına uğrayan tankerlerde, uygun şekilde sertifikalandırılmış ve USCG TITLE 46 CFR, PART 39’a uygun buhar kontrol sistemleri bulunacaktır.

5.5 Diğer gemi mahallerinin havalandırılması

Üst yapı ve makina dairelerinin havalandırması için olan giriş ve çıkış ağızları, tank ve pompa dairesi havalandırma yerleri göz önüne alınarak tertiplenmelidir.

6. Alev Geçişini Önleyen Tertibatlar

6.1 Alev geçişini önleyici elemanların, örneğin; alev tutucular, alev perdeleri, patlama önleyicileri ve yüksek hızlı havalandırma başlıklarının, **TL (2)** tarafından onaylanması gerekir.

6.2 Alev geçişini önleyici elemanlar, taşınan kargoya ve deniz suyuna dayanıklı malzemeden yapılmalıdır.

Bu elemanlar, çalışma şartları altında açılmamalı ve çözülmemeli ve ayrıca değiştirilebilir olmalıdır.

6.3 Alev geçişini önleyici elemanlar hasarlara, deniz ve yağmur suyu girişlerine karşı korunmalıdır.

6.4 Alev geçişini önleyici elemanların etkinliği, **TL** tarafından denenmelidir.

6.5 Çıkış hızı 30 m/s'den az olmayan durumlarda, yüksek hızlı havalandırma başlıkları, alev geçişini önleyici eleman olarak kullanılabilir. Bunlar da **TL**'nca denenmelidir.

6.6 Yüksek hızlı havalandırma başlıkları, havalandırma kontrolü için basınç/vakum rilif valfleri yerine kullanılabilir.

7. Tank Seviye Göstergeleri

7.1 Sıvı seviyesi göstergeleri

7.1.1 Kumandalı havalandırma sistemli kargo tankları, **TL** tarafından onaylanmış kapalı tip seviye göstergeleriyle donatılmalıdır.

7.1.2 Ek olarak bu tanklar, 7.2 ve 7.3'de belirtilen şartlara uygun, iskandil sistemi ile donatılmalıdır.

7.2 Üst boşluk ölçme (ullage) ağızları

7.2.1 İskandil ve üst boşluk ölçme ağızları, su geçirmez kapaklarla kapatılabilmelidir.

---

(2) *Alev geçişini önleyici tertibatlar, IMO Standartları MSC/Circular 677'ye, değiştirilmiş haliyle uygun olmalıdır.*

7.2.2 Kapaklar, kendi kendine kapanabilir olmalıdır.

7.2.3 Kargo tanklarının iskandil ve üst boşluk ölçme ağızları ve diğer ağızlar (örneğin; tank temizleme ve havalandırma teçhizatı için ağızlar) kapalı ve yarı kapalı mahaller içine tertiplenmemelidir.

7.2.4 Üst boşluk ölçme açıklıkları, SOLAS Reg.II-2/4.5.3.3 ce belirtilen basınç eşitleme amacıyla kullanılmamalıdır.

7.2.5 Kargo tank açıklıklarını kapsamayan üst boşluk ölçme açıklıkları, elle kumandalı kapatma valflerinin doantıldığı dikey çıkış boruları olarak düzenlenmelidir.

7.3 İskandil boruları

7.3.1 İskandil boruları, iskandil edilen kargonun dökülmesinden sakınmak için, tank güvertesi üzerinde yeterli bir yükseklikte son bulmalıdır.

7.3.2 İskandil boruları, kendi kendine kapanabilen su geçirmez kapaklarla donatılmalıdır.

7.3.3 İskandil borusunun tank dibinden yüksekliğinin 450 mm. den fazla olmasına gerek yoktur.

7.3.4 Kargo tanklarının iskandil ve hava firar boruları balast tanklarından geçmemelidir. İstisnalar madde 4.3.4'e uygun olmalıdır.

7.4 Örnek alma teçhizatı

Basınçlı tanklardan kargo örneğinin alınması için kullanılan cihazlar, **TL**'nun onayına bağlıdır.

8. Tank Temizleme Cihazları

8.1 Sabit tank temizleme cihazları, **TL** tarafından onaylanmalıdır. Tank temizleme cihazları, geminin her türlü çalışma şartlarında rezonans oluşmayacak şekilde yerleştirilmeli ve desteklenmelidir.

8.2 Cihazların temelleri, temizleme sırasında ortaya çıkan tepki kuvvetlerini karşılayabilecek şekilde olmalıdır.

8.3 Tank yıkama teçhizatı çelik malzemeden yapılmalıdır. Diğer malzemeler, **TL**'nun onayı ile kullanılabilir.

8.4 Tank yıkama teçhizatı gemi bünyesiyle topraklanmalıdır.

8.5 Yıkama işlemi ham petrol ile yapılan tankerler, alt bölüm D'ye uygun inert gaz sistemi ile donatılmalıdır.

9. Statik Elektriklenme, Kıvılcım Oluşumu ve Sıcak Yüzeylere Karşı Korunma

9.1 Statik elektriklenmeye karşı korunma

9.1.1 Tüm kargo sistemi ve kargo sahası içinde yer alan sabit cihazlar örneğin; basınçlı hava ile çalışan ırgatlar, hidrolik tahrikli cihazlar ve ejektörler, gemi bünyesiyle topraklanmalıdır.

9.1.2 Kargo tanklarında veya kargo sahası içindeki güvertelerde kullanılan, kargo hortumları, basınçlı hava hortumları, tank yıkama hortumları veya diğer hortumlar, bağlantı kaplinlerinde ve bütün uzunluklarınca elektrostatik yükü atmak için köprüleme tertibatları ile donatılmalıdır.

9.1.3 Portatif fanlar, çalıştırılmadan önce, gemi bünyesiyle topraklanmalıdır.

9.2 Tank kaportası kapakları için malzemeler

Çelik, pirinç veya bronzdan yapılan kaldırılabilir kapaklar kullanılabilir.

Alüminyum ve cam elyafıyla takviye edilmiş plastik (CTP) malzemeler kullanılamaz.

9.3 Makina ve kazanların egzozlarından çıkabilecek kıvılcımlara karşı korunma

Ana / yardımcı makinalarının, kazanların ve diğer yakma donanımlarının egzoz gaz devrelerinin çıkışları, güverteden yeterince yukarıda düzenlenecektir.

Kargo alanına yatay mesafe en az 10 m. olacaktır.

Eğer içten yanmalı makinalarda onaylı kıvılcım tutucular ve kazanlar / diğer yakma donanımı için

kıvılcım trapları olan egzoz devreleri varsa, bu mesafe 5 m. ye indirilebilir.

9.4 Kıvılcıma karşı korunma

Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 28, E.4.2'de belirtilenden (alüminyum boyaların yasaklanması) farklı olarak; balast tanklarında, durgunlaştırılmış (inerted) kargo tanklarında ve mekanik darbelere karşı korunan açık güvertelerde sıcak daldırma alüminyum borular kullanılabilir.

9.5 Sıcak yüzeylere karşı korunma

Petrol tankerlerinde, buhar ve ısıtıcı madde sıcaklığı 220°C'ı geçmeyecektir. Gaz tankerlerinde ve kimyasal tankerlerde, maksimum sıcaklık, kargonun sıcaklık sınıfı dikkate alınarak ayarlanacaktır.

10. Gaz Kontrol Cihazları

Gaz algılayıcıları gemide aşağıdaki şekilde taşınır, (Inert gazı tesisli tankerler için D.4.2'ye de bakınız):

Aşağıdakilerin her birini ölçmek için iki (2) ölçü aleti kullanılır:

- Alev alıcı buharlar,
- Zehirli buharlar (gerektiğinde),
- Oksijen.

Kargo tankları, tank havasını ölçmek için bağlantılarla donatılmalıdır.

11. Testler

Kargo ve ısıtma sistemleri, valfleri ve fitingleri ile birlikte monte edildikten sonra, maksimum çalışma basıncının 1,5 katı ve 5 bar'dan az olmayan hidrolik basınç testine tabi tutulmalıdır.

12. Sadece, Petrol Yükü ve Parlama Noktası 60°C'ın Üzerindeki Sıvı Kargoları Taşıyan Tankerler

Sadece, parlama noktası 60°C'ın üzerindeki yanıcı sıvıları taşıyan petrol tankerleri için B Bölümünün 1.1, 1.3, 2.1.1, 3.4.2, 4.3.1, 4.3.2, 5.2.2, 5.2.3, 5.2.4, 5.2.5, 5.2.7, 5.3, 5.4, 6 ve 7.1 maddelerinin göz önüne alınmasına gerek yoktur.

C. Petrol Yükü ve Parlama Noktası 60°C ve Altında Olan Sıvı Kargoları Taşıyan Tankerler (3)

1. Genel

B'deki genel kurallara ek olarak bu alt bölüm uygulanır.

1.1 Kargo Tanklarının Inertleştirilmesi

1 Temmuz 2002 ya da daha sonra fakat 1 Ocak 2016'dan önce inşa edilen 20000 DWT ve üzeri tankerler ve 1 Ocak 2016 ya da daha sonra inşa edilen 8000 DWT ve üzeri tankerler alt bölüm D'ye uygun sabit bir inert gaz sistemi ile donatılmalıdır.

Madde 1.1 kapsamı dışında kalan tankerler için D.9'a bakınız.

2. Çift Cidarlar Arasındaki Mahallerin Inertleştirilmesi

2.1 Tanklarda; inert gaz sistemi ile donatılması istenilen çift cidarlar arasındaki mahaller için uygun bir inertgaz bağlantısı yapılmalıdır. Gerekiyorsa, bu mahallin yapısal şekli göz önüne alınarak sabit bir temizleme devresi tertiplenir.

Not: *Madde 2.1'de belirtilen, uygun bağlantılarla inert gaz sistemi ile donatılması gereken çift cidar mahalleri; kargo pompa daireleri ve balast pompa daireleri hariç, tüm balast tankları ve çift cidarın boş mahalleri ve kargo tanklarına (baş pik tankı ve perde güvertesinin altında kalan kargo tankları ile bitişik diğer tanklar ve mahaller dahil) bitişik çift dip mahalleridir.*

2.2 Bu mahaller, sabit bir inert gaz dağıtım sistemine bağlanmışsa, çift cidar mahalline kargo buharlarının girmesini önlemek için uygun bir tertibat (su ile ayırma ve çek valf) yapılmalıdır.

(3) *Petrol yükü, kapalı kap içinde parlama noktası 60°C ve daha az olan kapalı kap testi ve buhar basıncı, atmosfer basıncının altında olan yüklerdir.*

2.3 Sabit dağıtım sistemi tertiplenmemişse, ana inert gaz devresinde, bu mahallere bağlantı yapılması için yeterli sayıda cihaz öngörülür.

3. Kargo Sahası İçindeki Mahallerin Havalandırılması

3.1 Kargo ve balast pompa mahallerinin, saatte en az 20 kez hava değişimi yapabilecek şekilde cebri emici fanlarla havalandırılması gerekir.

3.2 Hava giriş ve çıkış ağızları, tehlikeli kargo buharlarının tekrar dolaşımını önlemek için birbirlerinden mümkün olduğu kadar uzağa yerleştirilmelidir.

3.3 Hava giriş ve çıkış ağızları, yaşam ve servis mahallerinin, makina dairesinin, kumanda istasyonlarının ve kargo mahalleri dışındaki diğer mahallerin açıklıklarından yatay uzaklığı en az 3 m. olacak şekilde yerleştirilmelidir.

3.4 Hava giriş ve çıkış ağızlarının, açık güverte üzerinden yüksekliği en az 3 m. olmalıdır.

3.5 Hava çıkış ağzı, kedi köprüsü üzerinden 2 m. yükseğe yerleştirilir. Burada çıkış ağızı ile kedi köprüsü arasındaki uzaklık 3 m. den az olmalıdır.

3.6 Madde B.5.2'de adı geçen tanklar ve mahallerdeki oksijen ve tutuşucu gazları ölçmek üzere taşınabilir uygun ölçü aletleri bulundurulmalıdır. Burada, B.10'da istenilen gaz algılama cihazları kabul edilebilir. Bu cihazların seçiminde, aşağıda adı geçen sabit yerleştirilmiş ölçme devreleri ile birleştirilerek kullanılmasının uygunluğu göz önüne alınmalıdır.

Çift cidarlar arasındaki mahallerde, esnek ölçme hortumları ile güvenli ölçme yapılamıyorsa, bu mahallerin şekline uygun sabit yerleştirilmiş ölçme cihazları tertiplenir. Sabit ölçme devrelerinin boyutları ve malzemeleri, işlevini sınırlamayacak şekilde olmalıdır. Plastik boruların elektrik iletkenliği olmalıdır.

4. Kargo Tanklarının Havalandırılması

4.1 Kargo tankları B.5.4'e göre fazladan havalandırma cihazları ile donatılır. Her iki cihaz B.5.4.2.a'daki istekleri yerine getirmelidir.

4.1.1 Kargo/balast çalışmalarında, kargo tanklarının veya tank gruplarının müşterek bir sistemden ayrılmaları gerekiyorsa, bu tanklar veya tank grupları 4.1'e göre fazladan havalandırma cihazları ile donatılır.

4.1.2 Madde 4.1'deki fazladan cihazlar yerine, her kargo tankına, kargo kontrol dairelerinde veya kargo kontrol istasyonlarında göstergeleri olan alçak/yüksek basınç sensörleri yerleştirilmek koşulu ile her kargo tankı basit bir havalandırma cihazı ile donatılabilir. Basınç alt ve üst limit değerlerine eriştiğinde alarmlar aktif hale gelmelidir.

Havalandırma için alternatif olarak ikincil tedbir olarak her bir tank için basınç sensörleri (4.1 de belirtilen fazladan cihazlar) kullanan gemilerde ayarlar sabitlenecek ve devre dışı bırakılmayacak ya da ayarı değiştirilemeyecek şekilde düzenleme yapılacaktır.

Bu açıdan;

- Kargo homojen olduğunda veya taşınan kargoların buharı birbiriyle uyumlu olduğunda ana IG (Inert Gaz) hattı üzerine yerleştirilen P/V kesicisi (P/V breaker) ikincil araç olarak kabul edilebilir.

- SOLAS Reg. II-2/4.5.3.4.1 ve 11.6.2'deki yükseklik gereklilikleri ve SOLAS Reg. II-2/4.5.3.3'de alev geçişini önleyen tertibatlar için geçen kurallar, yukarıda bahsedilen SOLAS Reg. II-2/11.6.1 gereği donatılan P/V kesicislerine uygulanmayacaktır.

- Havalandırma düzenlemeleri serbest akış tipi ve boşaltma durumunda ana direk izolasyon valfi kapalı tutulduğunda, P/V kesiciler ikincil koruma olarak hizmet veriyorken, IG sistemi ana düşük basınç koruması olarak hizmet edecektir.

- SOLAS Reg. II-2/4.5.3.2.2 ve FSS Kod, Kısım 15, 2.3.2.2 gereği donatılan izolasyon valflerinin yanlışlıkla kapaıltması mekanik hasarı durumunda , kargo homojen olduğunda veya kargo buharlarının uyumlu olması nedeni ile izolasyon gerektirmediği durumlarda çoklu kargolar için, izolasyon valflerinin mekanik arızası ikincil araçların donatımı aşağıdaki durumlar için gerekmez:

i) Valfler, sorumlu gemi süvarisinin kontrolü altında kumanda edilmeli ve düzeltilmiş SOLAS Reg. II-2/4.5.3.2.2 gereği olan valfllerin açık-kapalı durumunun anlaşılacağı gösterge düzenlenmiş olmalıdır, ve

ii) Valflerin mekanik arızalarının olasılığı basitliğinden ötürü uzak olacaktır.

- SOLAS Reg. II-2/4.5.3.2.2 gereği donatılan izolasyon valflerinin yanlışlıkla kapaıltması mekanik hasarı durumunda , ikincil araçlar yüksek basınç veya alçak basıncı önleme niteliğine sahip olmalıdır.

- SOLAS Reg. II-2/11.6.3.2 gereği ikincil koruma araçlarnın alternatifi olarak her bir tanka düzenlenen basınç sensörleri aşırı basınç alarmı ayarı P/V valfin basınç ayarından yüksek olmalı ve düşük basınç alarm ayarı P/V valfinin vakum ayarından düşük olmalıdır. Alarm ayarları, kargo tanklarının tasarım basınçlarının altında olmalıdır. Ayarlar sabitlenmelidir ve işletimde engellenememeli, devre dışı bırakılamamalı veya ayarı değiştirilememelidir.

Not:
Her tip kargo için bir ayar, Farklı tipte kargoları taşıyan ve farklı ayarlarda P/V valfleri kullanan gemiler için bir muafiyet verilebilir. Ayarlar farklı tipte kargolar göz önüne alınarak yapılabilir.

4.2 Havalandırma ağızları, B.6'ya uygun alev tutucular ile donatılmalıdır.

4.3 Yükleme ve boşaltma işlemleri için olan havalandırma ağızları, aşağıda belirtilmiş yerlerden en az 10 m. yatay uzaklıkta olacak şekilde, düzenlenmelidir:

- Tutuşturucu kaynaklar içeren kapalı hacimlere ait hava girişleri veya ağızlarından,

- Tutuşturucu kaynak oluşturabilecek güverte makinaları **(4)** ve teçhizatlarından,

Tank güvertesi ve/veya baş ve kıç kedi köprülerine 4 m. den daha yakın olarak yerleştirildikleri takdirde, kedi köprülerinin üzerinden çıkış ağızlarının minimum yükseklikleri aşağıdaki gibi alınır:

a) Yüksek hızlı havalandırma başlıklarının çıkış ağızları: 2 m.

b) Diğer tiplerdeki havalandırma çıkış ağızları: 6 m.

4.4 Az miktardaki gazların giriş ve çıkışı için gerekli ağızlar, madde 4.3'e uygun olacak şekilde düzenlenmelidir.

4.5 Yükleme ve yolculukta rilif valflerin açma basıncı, Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 5'deki mukavemet hesabında kullanılan "p_v" veya "p_{vmin}" değerlerini aşmayacak şekilde ayarlanmalıdır.

4.6 Slop tankları, kargo tanklarına benzer, havalandırma sistemiyle donatılmalıdır.

5. Baş ve Kıç Kargo Devreleri

5.1 Yükleme ve boşaltma için gerekli baş ve kıç üzerindeki kargo boru devreleri, aşağıdaki koşullara göre onaylanır:

5.2 Baş ve kıç kargo devreleri kargo sahası dışında ve yalnız açık güvertede düzenlenmelidir.

5.3 Kargo sahasının dışında, kargo sahasının baş ve kıç tarafındaki kargo boruları kaynakla birleştirilmelidir. Valflerin, fitinglerin ve kompansatörlerin gerekli olan yerlerde, flençli olarak bağlanmasına müsaade edilebilir. Boru devreleri açık olarak markalanmalı ve kargo sahası içinde, kapama valfleri ile donatılmalıdır. Valfler devre dışı iken, boru devresi üzerine çözülebilir engelleme parçaları ve kör flençler veya kapalı pozisyonda kilitlenebilen, peşpeşe valfler konulmalıdır. Sistemin ara dreyni de olmalıdır.

5.4 Sahil bağlantısı, kapama valfi ve kör flençle donatılmalıdır. Şayet patentli hortum bağlantısı var ise, kör flenç gerekmez.

(4) *IEC 60092-502 ile uyumlu olarak yerleştirilmiş elektrikli ekipmanlar. Hususi özellikler ateşleme veya ateşleme tehlike kaynağı olarak kabul edilmez.*

5.5 Eğer yükleme monifoldu borda üzerinde değil ise, sahil bağlantısı etrafına püskürmeye karşı koruyucu perde düzenlenmelidir. Aktarma manifoldları altına toplayıcı tavalar konulmalıdır.

5.6 Kargo sahası dışındaki boru devrelerinin bir kargo tankına emniyetle boşaltılabilmesi ve inert yapılması için gerekli tertibatlar olmalıdır.

5.7 Kargo kumanda istasyonu ve sahil bağlantısı arasında, haberleşme sistemi öngörülür.

5.8 Baş ve kıç devreleri için, Bölüm 18, D.4'e uygun ve aşağıdaki köpüklü yangın söndürme teçhizatları bulundurulmalıdır:

- Manifold sahasını korumak için ek bir monitör,

- Kargo sahası önü ve arkasındaki kargo boru devrelerinin korunması için bir köpük aplikatörü.

5.9 Kargo sahil bağlantısının 3 m. lik sahası içinde kalan bölgelerdeki elektrik aletleri, Kısım 5, Elektrik Kuralları, Bölüm 15'e uygun olmalıdır.

5.10 Baş ve kıç kargo donanımı, can kurtarma filikalarının indirilmesini engellemeyecek şekilde düzenlenmelidir. Filika indirme teçhizatı, hasar görmüş boru ve hortumlardan akacak kargoya karşı korunmalıdır.

5.11 Petrol yükünün aktarılması için baş kargo donanımı, tek noktadan demirleme durumunda, 5.1-5.10'a kadar olan isteklere ek olarak, aşağıdaki hususlara uygun olmalıdır:

a) Zincir stoperi ve hortum bağlantılarını içine alan sahayı kapsayan, sabit su püskürtme sistemi öngörülmelidir;

b) Baş pik tanklarının hava firar boruları, gaz tehlikesi olan bölgelerden, olanaklar ölçüsünde, uzak düzenlenmelidir;

c) Demirleme sistemi ve yük hortumu için emercensi çabuk ayırma sistemi olmalıdır. Bunların ayrılma noktaları, gemi bünyesi dışına yerleştirilmelidir. (Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 28'e de bakınız);

d) Emercensi çabuk ayırma sisteminin çalışması ve demirleme sisteminde oluşabilecek yüksek gerilime karşı alınacak gerekli güvenlik önlemleri gibi, çeşitli bilgileri içeren işletme el kitabı, gemide bulunmalıdır.

6. Kombine Taşıyıcılar

6.1 Artık petrolün slop tanklarda taşınması dışında, dökme yük ve petrolün aynı anda taşınmasına müsaade edilmez.

6.2 Slop tanklara giden boru devrelerine sürgülü kör flençlerle birlikte, kapama valfleri veya engelleme parçaları ile birlikte 2 tane kör flenç öngörülmelidir. Dökme yük taşınmasında, slop tanklarının boru devreleri diğer tüm devrelerden ayrılmalıdır.

6.3 Slop tankları, bağımsız havalandırma sistemiyle donatılmalıdır.

6.4 Slop tanklarının artıklarının boşaltılması için gerekli boru sistemi, güvertede sabit bir pompa ile donatılmalı, boşaltma devresi direk olarak güverteye uzanmalı ve dökme yük taşınması esnasında, tüm diğer sistemlerden engelleme parçaları ile ayrılabilmelidir.

Hortum bağlantı yerleri, kapama valfleri ve kör flençler ile donatılmalıdır.

6.5 Slop tankları inertleştirme tertibatları ile donatılmalı veya mevcut inert sistemine bağlanmalıdır (D.3.9'a bakınız).

6.6 Slop tanklarına bitişik koferdamların, yük ve balast sistemiyle boru bağlantısı olamaz. Koferdamların su ile doldurulup boşaltılabilmesi için, gerekli donanım yapılmalıdır (Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 28, J.3'e bakınız).

6.7 Güverte altı kargo devreleri ambar mahallerine veya balast tanklarına yerleştirilmeyecektir. Borular, bunlar için öngörülen boru kanallarının içine yerleştirilmelidir.

6.8 Bu kanalların kabul edilen yaralanma bölgesi içinde yer aldığı hallerde, yaralanmayacağı kabul edilen diğer bölmelere aşırı derecede su dolmasını önleyici düzenlemeler yapılacaktır.

6.9 Kargo sahası içinde bulunan tankların balast donanımı, kargo sahası içinde tertiplenmelidir. Bu donanımların, makina daireleriyle bağlantısı olmamalıdır.

6.10 Kargo mahalleri ve bunlara bitişik mahaller, taşınabilir veya sabit mekanik fanlarla havalandırılabilmelidir.

6.11 Slop tanklarına bitişik kargo pompa mahalleri, boru tünelleri ve koferdamlar, ışıklı ve sesli alarma sahip, sabit ve onaylanmış bir gaz algılama sistemi ile donatılmalıdır.

6.12 6.10 ve 6.11'de belirtilemeyen kargo sahası içindeki mahaller ve tanklar için güverteye veya diğer kolay erişilebilir yerlere, yanıcı gazların bulunmadığını belirlemek için, gerekli donanım yapılmalıdır.

7. Kargo Pompa Dairelerinde Emniyet Donanımı

7.1 Kargo, balast ve artık pompalarının muhafazalarına ve bunların gaz geçirmez perde şaft glendlerine ve yataklarına sıcaklık izleme cihazları tertiplenecektir.

Kargo kontrol daireleri ve kargo kontrol istasyonları sesli görsel alarmlarla ikaz edilecektir.

7.2 Pompa dairesindeki ışıklandırma, pompa dairesindeki havalandırma ile bağlantılı olmalıdır. Işıklar yalnız havalandırma çalıştığı zaman açılmalıdır. Havalandırmanın arızalanması halinde ışıklandırma kendi kendine kapanmamalıdır. Emercensi ışıklandırma varsa, bağlantısı olmayacaktır.

7.3 Tutuşucu buharların konsantrasyonunu izlemek üzere devamlı çalışan bir sistem yerleştirilir.

Sadece, pompa odası ölçme noktalarına tahsis edilmişse ve ölçme süresi nispeten kısa ise, sıralı ölçme kabul edilir.

7.3.1 Ölçme noktaları veya algılama başları uygun yerlere tertiplenir. Örneğin; egzoz havalandırma kanallarına ve panyol levhasının üzerinde pompa dairesinin alt kısmına yerleştirilir. Böylece olağan sızıntılar zamanında algılanır.

7.3.2 Gaz ölçüm boru devreleri, kargo kontrol odası, köprü, makina dairesi gibi gaz emniyeti istenen mahallere analizör olarak gidiyorsa aşağıdaki istekler göz önüne alınmalıdır:

7.3.2.1 Gaz ölçüm boru devreleri alev tutucularla donatılmalıdır. Ölçüm gaz çıkışları güvenli bir yerden serbest bırakılmalıdır.

7.3.2.2 Ölçüm boru devrelerinin perde geçişleri onaylı tipte olmalıdır. Elle izolasyon valfleri, perdenin gaz emniyetli tarafındaki her ölçü devresine yerleştirilir.

7.3.2.3 Gaz algılama tertibatı (gaz örnekleme devreleri, ölçüm pompaları, solenoidler, analizörler v.s. dahil) gaz sızıntılarının izlenebileceği kendi örnekleme yeri olan contalı kapaklı, tamamen kapalı çelik bir dolaba yerleştirilir. Dolaptaki gaz konsantrasyonu %30 LEL'e eriştiği zaman analiz biriminin tüm elektrik sistemi kapanmalıdır.

7.3.2.4 7.3.2.3'de belirtilen dolap doğrudan perdede tertiplenemiyorsa, gaz ölçüm devreleri, perde valflerinin ve analiz cihazlarının bağlantıları dışında çelik ve benzeri malzemeden, birleştirmeleri sökülemeyecek şekilde (cıvatasız) yapılmalıdır. Boru devreleri bu mahallere kısa yoldan ulaşmalıdır.

7.3.3 Pompa odasında kargo kontrol odasında, makina kontrol odasında ve köprüde görsel ve sesli alarmlarla, en alt patlama limitinde yanıcı buharların konsantrasyonu %10'u (LEL) geçtiği zaman haber verilmelidir.

7.4 Tüm pompa daireleri, kargo kontrol mahallerinde veya kargo kontrol istasyonlarında ve köprüde görsel ve sesli alarmla haber veren sintine seviye ikaz cihazları ile donatılmalıdır.

8. Gaz Ölçümü ve Algılaması

8.1 Taşınabilir aletler

Oksijen ölçümü ve yanıcı buhar konsantrasyonları ölçümü için en az birer adet taşınabilir araç yeterli yedek parçası ile birlikte, gemide bulundurulmalıdır. Kalibrasyon için gerekli araçlar bulundurulmalıdır.

Yukarıda bahsedilen oksijen ölçümü ve yanıcı buhar

konsantrasyonları ölçümü için birer adet taşınabilir araç, ve ikisi için yedek parça bulundurulması durumunda bu isteğin sağlanmış olduğu kabul edilir. İki alet de tekne üzerinde hem oksijen ölçümü hem de yanıcı buhar konsantrasyonları ölçümünü yapabilir kabiliyette olması durumunda kabul edilebilir. Alternatif olarak, tekne üzerinde oksijen ölçümü ve yanıcı buhar konsantrasyonları ölçümü için ikişer adet taşınabilir araç donatılacaktır.

8.2 Çift cidarlı mahaller ve çift dipli mahallerde gaz ölçümü için düzenlemeler

8.2.1 Çift cidarlı mahaller ve çift dipli mahallerde oksijen ve yanıcı buhar konsantrasyonları ölçümü için uygun taşınabilir araçlar temin edilmelidir. Eğer uygulanabilirse, araçlar 8.2.2 ile kombinasyon halinde kullanılmaya uygun olmalıdır.

8.2.2 Eğer çift cidarlı mahaller ve çift dipli mahallerdeki atmosfer esnek hortumlar kullanılarak güvenilir bir şekilde ölçüme müsait değilse, bu gibi mahallere sabit gaz numunesi alma devreleri donatılmalıdır. Sabit devrelerin yerleşimi, çift cidarlı mahaller ve çift dipli mahallerin yapısına uygun olmalıdır.

8.2.3 Gaz örnek alma devreleri malzeme ve boyutları çeşitli kısıtlamalara neden olmamalıdır. Plastik borular kullanıldığında, elektriksel iletkenliği olmalıdır.

8.3 Petrol tankerlerinin çift cidarlı ve çift dipli mahallerinde sabit hidrokarbon gaz algılama sistemleri için yerleşim

8.3.1 8.1 ve 8.2 maddelerine ek olarak 20000 DWT ve üzeri, 1 Ocak 2012'de ya da daha sonra inşa edilmiş petrol tankerlerinde, FSS Kod ile uyumlu olarak baş pik dahil olmak üzere kargo tanklara bitişik çift dip ve çift cidar olan tüm boş mahaller ve balast tankları ve kargo tanklara bitişik, perde güvertesi altındaki bölmeler hidrokarbon gaz konsantrasyonlarının ölçümü için sabit bir hidrokarbon gaz algılama sistemi ile donatılmalıdır.

Not:

1. "Kargo tanklara bitişik" söz öbeğindeki "kargo tankları", sadece petrol-su karışımının depolanması için olanlar hariç olmak üzere slop tanklarını da kapsar.

2. "Kargo tanklara bitişik, perde güvertesi altındaki bölmeler" söz öbeğindeki "bölmeler" terimi, balast pompa odası ve baş itici odası gibi kuru kompartmanları ve tatlı su tankları gibi mahalleri içerir ancak yakıt tankları bu kapsamın dışındadır.

3. "Kargo tanklara bitişik" söz öbeğindeki "bitişik" terimi, kargo tanklara bitişik, perde güvertesi altında bulunan balast tanklar, boş mahaller, diğer tanklar ya da kompartmanları ve perde güvertesi altında bulunan ve kargo tankları ile çapraz (köşeden köşeye) bağlantı oluşturan tüm mahalleri ya da tankları kapsar.

8.3.2 Sabit işler inertleme sistemleri bulunan petrol tankerlerinde böyle mahaller için sabit hidrokarbon gaz algılama sisteminin konmasına gerek yoktur. (Ayrıca IACS Recommendation 131'e de bakınız.)

8.3.3 Kargo pompa daireleri 7'deki kurallara tabidir ve yukarıdakilerle uyumlu olmasına gerek yoktur.

D. Tankerler için Inert Gaz Sistemleri

1. Genel

1.1 Aşağıda verilen maddelerdeki yükleri taşıyan 8,000 DWT ve üzeri tankerlere, MSC.367(93) ile tadil edilen FSS Code Ch.15 uygulanabilir gereklilikleri ile uyumlu olarak bir inert gaz sistemi yerleştirilmelidir:

- Parlama noktası, onaylı bir parlama noktası aparatı ve atmosfer basıncı altındaki bir Reid buhar basıncı ile tespit edilen ve 60°C (closed cup test)'yi geçmeyen ham petrol ya da petrol ürünleri ya da benzer yangın tehlikesi olan ürünler;

- Ek yangın tehlikeleri içeren ve International Bulk Chemical Code, the Bulk Chemical Code, the International Gas Carrier Code and the Gas Carrier Code (hangisi uygunsa) gerekliliklerine göre ek güvenlik önlemlerinin gerektiği, yukarıdaki maddede belirtilen dışındaki diğer maddeler ya da sıvılaştırılmış gazların taşınması.

1.2 FSS Code Ch.15 gerekliliklerini uygularken "İdare" olarak geçen her sözcük **TL** olarak düşünülmelidir. İnert gaz sistemi, MSC.365(93) ile tadil

edilen SOLAS regulation II-2/16.3.3 ile uyumlu olacak şekilde çalıştırılmalıdır. SOLAS regulation II-2/16.3.3.2 uygulanırken, FSS Code Ch.15 madde 2.2.1.2.4 ile uyumlu olmalıdır.

1.3 Ham petrol yıkama yöntemi (COW) ile kargo tankı temizleme prosedürü kullanan tankerler, Fire Safety Systems Code'a uygun bir inert gaz sistemi ve sabit tank temizleme makineleri ile donatılacaklardır.

1.4 İnert gaz sistemleri konması gereken tankerler Madde C.2'nin hükümlerine uygun olacaklardır.

1.5 İnert gaz sistemi; boş tankların inertlenmesi, gazların çıkarılması ve gazdan arındırılmasına ve kargo tanklarında gerekli oksijen içeriği mevcut olacak şekilde atmosferin sağlanmasına yetecektir.

1.6 Sabit inert gaz sistemleri konulan tankerlere kapalı üst boşluk ölçme (ullage) sistemi konulacaktır.

1.7 Tüm servis koşullarında uygun miktarda inert gaz üretebilecek kapasitede bir otomatik kontrol sistemi yerleştirilmelidir.

1.8 Müteakip sörveyler, TL Klaslama ve Sörveyler Kuralları'nın gerektirdiği periyotlarda gerçekleştirilmelidir.

2. Kimyasal Tankerleri İçeren Azot Üretim Sistemleri İçin Ek Gereklilikler

2.1 Bu maddedeki istekler, SOLAS regulation II-2/4.5.5.1 gereği gemiye yerleştirilen azot üreten sistemlere uygulanır. İnert gaz, basınçlı havanın içi boş lif demeti, yarı - geçirgen membranlar veya emici malzemelerden geçirilmesi suretiyle, havayı bileşen gazlarına ayırarak üretilmelidir.

2.2 MSC.367(93) ile tadil edilen FSS Code Ch.15 uygulanabilir gerekliliklerine ilave olarak, azot üretim sistemi SOLAS regulations II- 2/4.5.3.4.2, 4.5.6.3 ve 11.6.3.4 ile uyumlu olmalıdır.

2.3 Azot üretim sistemi, MSC.367(93) ile tadil edilen FSS Code Ch.15 madde 2.2.1.2.4 ile uyumlu olacak şekilde bir besleme havası işleme sistemi ve herhangi bir sayıda membran veya emici modüllerden meydana gelir.

2.4 Azot üretim sistemi, MSC.367(93) ile tadil edilen FSS Code Ch.15 madde 2.2.1.2.5 ile uyumlu olacak şekilde yüksek saflıkta azotu üretebilecek yeterlilikte olmalıdır. MSC.367(93) ile tadil edilen FSS Code Ch.15 madde 2.2.2.4'e ek olarak sistem, "spek dışı" gazı ilk çalıştırma veya anormal işletim şartlarında atmosfere atabilecek otomatik düzenlerle donatılmalıdır.

2.5 MSC.367(93) ile tadil edilen FSS Code madde 2.2.1.2 gereği sistem, toplam gaz miktarını dağıtmak üzere yeterli pozitif basıncı üretebilecek bir veya daha fazla kompresör ile donatılmalıdır. Sistem iki kompresör ile donatıldığı zaman, sisteme gereken toplam kapasite iki kompresör arasında tercihen eşit bir şekilde bölünmelidir ve bir kompresörün kapasitesi hiçbir durumda gerekli toplam kapasitenin 1/3 nden az olamaz.

2.6 Besleme havası işleme sistemi, MSC.367(93) ile tadil edilen FSS Code Ch.15 madde 2.4.1.2 gereği basınçlı havadan yağdaki serbest suyu, parçacıkları ve kalıntıları uzaklaştırmak, aynı zamanda belirtilen sıcaklığı korumak, için yerleştirilir.

2.7 Azot üreticisinden çıkan oksijeni - arttırılmış hava ve azot tüpünün koruyucu aygıtlarından çıkan azotu - arttırılmış ürün gazı, açık güvertede, güvenli bir yere **(5)** boşaltılacaktır.

2.8 Bakımı sağlamak üzere üretici ve tüp arasında yeterli ayırma sağlanacaktır.

---

(5) *"Güvenli yer" ayrı olarak iki tip disçarc tipini tarifler:*

1. Azot üreticisi ile zenginleştirilmiş oksijenli hava – açık güvertede güvenli yerler:

- *tehlikeli bölgenin dışı;*
- *personelin geçtiği alanların 3 m dışı; ve*
- *makina (makinalar ve kazanlar) hava girişleri ve tüm havalandırma girişlerinin 6 m dışı;*

2. Azot alıcısının koruyucu aygıtlarından azotça zengin gaz – açık güvertede güvenli yerler:

- *personelin geçtiği alanların 3 m dışı; ve*
- *makina (makinalar ve kazanlar) hava girişleri ve tüm havalandırma giriş ve çıkışların 6 m dışı;*

3. SOLAS Reg. II-2/4.5.5.1 ve 4.5.5.2 Gereği İnertleme Haricinde Amaçlar İçin Yerleştirilmiş Azot / İnert Gaz Sistemleri

3.1 Burada yer alan gereklilikler tankerlere, gaz tankerlerine veya kimyasal tankerlere yerleştirilen sistemlere uygulanır, SOLAS regulations II-2/4.5.5.1 ve 4.5.5.2 uygulanmaz.

3.2 MSC.367(93) ile tadil edilen FSS Code Ch.15 madde 2.2.2.2, 2.2.2.4, 2.2.4.2, 2.2.4.3, 2.2.4.5.1.1, 2.2.4.5.1.2, 2.2.4.5.4, 2.4.1.1, 2.4.1.2, 2.4.1.3, 2.4.1.4, 2.4.2.1 ve 2.4.2.2 uygulanabildiği ölçüde sistemlere uygulanır.

3.3 D.2.1, D.2.2, D.2.3 ve D.2.5 maddeleri hariç D.2 gereklilikleri uygulanır.

3.4 İnert gaz sistemlerinde kullanılan malzemeler **TL** Kısım 2, Malzeme Kuralları ile uyumlu olacak şekilde planlanan amaca uygun olmalıdır.

3.5 Tüm ekipmanlar güverte üzerine yerleştirilmeli ve çalışma şartları altında Sörveyörün memnuniyetine bağlı olarak test edilmelidir.

3.6 MSC.367(93) ile tadil edilen FSS Code Ch.15 madde 2.2.3.1.1 gereği, inert gaz hattına iki adet geri döndürmez cihaz yerleştirilmelidir. Geri döndürmez cihazlar, MSC.367(93) ile tadil edilen FSS Code Ch.15 madde 2.2.3.1.2 ve 2.2.3.1.3 ile uyumlu olmalıdır. Bununla birlikte kargo tanklarına, dinlendirme mahallerine veya kargo borulamasına olan bağlantılar sabit olmamalıdır. MSC.367(93) ile tadil edilen FSS Code Ch.15 madde 2.2.3.1.1 gereği geri döndürmez cihazların yerine iki adet geri döndürmez valf kullanılabilir.

4. Inert Gaz Depolama Tesisleri

4.1 Genel

Tank çevresindeki mahallerin inertleştirilmesi ve tanklardaki kargonun örtülmesi için de bir inert gaz depolama tesisi öngörülebilir. Depolanan miktar, yolculuk esnasında doğabilecek inert gaz kayıplarını karşılayabilecek yeterlikte olmalıdır.

4.2 Dizayn

4.2.1 Inert gaz, basınçlı kaplarda veya tüplerde depolanabilir. Basınçlı kaplar, veya tüpler kargo saha sındaki havaya açık güverte üzerinde veya özel yerlerde tertiplenmelidir. Basınçlı kaplar için, Bölüm 14'deki kurallar geçerlidir.

Kapların ve tüplerin kapalı mahallere yerleştirilmesi durumunda ve uygun olması halinde, Bölüm 18, G.2.2 ve G.3 geçerlidir.

4.2.2 Basınçlı kaplar ve tüp grupları, emniyet valflerinin gerisinde tertiplenmiş bir basınç düşürücü valf ile donatılmalıdır.