

**PRZEPISY  
KLASYFIKACJI I BUDOWY  
STATKÓW ŚRÓDLĄDOWYCH**

**CZĘŚĆ VI  
URZĄDZENIA MASZYNOWE  
I INSTALACJE RUROCIĄGÓW**

2019  
lipiec



GDAŃSK

## **PRZEPISY KLASYFIKACJI I BUDOWY STATKÓW ŚRÓDLĄDOWYCH**

opracowane i wydane przez Polski Rejestr Statków S.A., zwany dalej PRS, składają się z następujących części:

- Część I – Zasady klasyfikacji
- Część II – Kadłub
- Część III – Wyposażenie kadłubowe
- Część IV – Stateczność i wolna burta
- Część V – Ochrona przeciwpożarowa
- Część VI – Urządzenia maszynowe i instalacje rurociągów
- Część VII – Urządzenia elektryczne i automatyka

natomiast w odniesieniu do materiałów i spawania obowiązują wymagania *Części IX – Materiały i spawanie, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

*Część VI – Urządzenia maszynowe i instalacje rurociągów – lipiec 2019*, została zatwierdzona przez Zarząd PRS w dniu 14 czerwca 2019 r. i wchodzi w życie z dniem 1 lipca 2019 r.

Z dniem wejścia w życie niniejszej *Części VI* jej wymagania mają zastosowanie, w pełnym zakresie, do statków nowych.

W odniesieniu do statków istniejących, wymagania niniejszej *Części VI* mają zastosowanie w zakresie wynikającym z postanowień *Części I – Zasady klasyfikacji*.

Rozszerzeniem i uzupełnieniem *Części VI – Urządzenia maszynowe i instalacje rurociągów* są następujące publikacje:

- Publikacja Nr 4/P – Nadzór nad masową produkcją silników spalinowych,
- Publikacja Nr 7/P – Naprawy śrub napędowych ze stopów miedzi,
- Publikacja Nr 8/P – Obliczanie wałów korbowych silników wysokoprężnych,
- Publikacja Nr 23/P – Prefabrykacja rurociągów,
- Publikacja Nr 27/P – Zasady przeprowadzania prób manewrowości statków śródlądowych i zestawów pchanych,
- Publikacja Nr 28/P – Próby silników spalinowych,
- Publikacja Nr 33/P – Zamknięcia rurociągów odpowietrzających,
- Publikacja Nr 53/P – Okrętowe rurociągi z tworzyw sztucznych,
- Publikacja Nr 57/P – Uznawanie typu złączy mechanicznych,
- Publikacja Nr 102/P – [EU RO Mutual Recognition of Type Approval](#),
- Publikacja Nr 121/P – Stosowanie LNG jako paliwa na statkach śródlądowych

## SPIS TREŚCI

str.

<b>1 Postanowienia ogólne</b>	9
1.1 Zakres zastosowania	9
1.2 Określenia i objaśnienia	9
1.3 Dokumentacja techniczna	11
1.4 Zakres nadzoru	14
1.5 Warunki pracy	17
1.6 Próby ciśnieniowe	17
1.7 Materiały i spawanie	20
1.8 Obróbka cieplna	21
1.9 Badania nieniszczące	21
1.10 Urządzenia napędu głównego	22
1.11 Przedziały maszynowe	23
1.12 Rozmieszczenie silników, mechanizmów i elementów wyposażenia	23
1.13 Montaż silników, mechanizmów i elementów wyposażenia	24
1.14 Urządzenia sterujące silnika głównego	24
1.15 Sterowanie mechanizmami i stanowiska sterowania	25
1.16 Środki łączności	25
1.17 Przyrządy kontrolno-pomiarowe	26
1.18 Ogólne wymagania techniczne	26
1.19 Automatykacja i zdalne sterowanie	26
1.20 Ograniczenia stosowania paliwa ciekłego	26
<b>2 Silniki spalinowe</b>	27
2.1 Wymagania ogólne	27
2.2 Kadłub silnika	27
2.3 Wał korbowy	28
2.4 Doładowanie	29
2.5 Instalacja paliwowa	29
2.6 Smarowanie	29
2.7 Chłodzenie	30
2.8 Urządzenia rozruchowe	30
2.9 Instalacja wydechowa	30
2.10 Sterowanie i regulacja	30
2.11 Emisja zanieczyszczeń gazowych i pyłowych z silników wysokoprężnych	32
<b>3 Linie wałów i śruby napędowe</b>	33
3.1 Wymagania ogólne	33
3.2 Wał pośredni	33
3.3 Otwory i wycięcia w wałach pośrednich	34
3.4 Wał oporowy	34
3.5 Wał śrubowy	34
3.6 Złącza wałów	36
3.7 Łożyska wału śrubowego	37
3.8 Śruby napędowe	37
3.9 Piasty i elementy mocujące skrzydła śrub napędowych	38
3.10 Śruby napędowe o skoku nastawnym	39
3.11 Wyważanie śrub napędowych	39
<b>4 Drgania skrętne</b>	39
4.1 Wymagania ogólne	39
4.2 Naprężenia dopuszczalne	40
4.3 Pomiary parametrów pochodzących od drgań skrętnych	42
4.4 Zakresy obrotów zabronionych	43

<b>5 Przekładnie, sprzęgła rozłączne i elastyczne .....</b>	<b>43</b>
5.1 Wymagania ogólne .....	43
5.2 Przekładnie zębate .....	44
5.3 Sprzęgła rozłączne i elastyczne.....	61
<b>6 Mechanizmy pomocnicze .....</b>	<b>62</b>
6.1 Sprężarki powietrza z napędem mechanicznym .....	62
6.2 Pompy .....	65
6.3 Wentylatory, dmuchawy i turbodmuchawy .....	66
<b>7 Mechanizmy pokładowe.....</b>	<b>67</b>
7.1 Wymagania ogólne .....	67
7.2 Maszyny sterowe i ich instalowanie na statku .....	68
7.3 Wciągarki kotwiczne .....	71
7.4 Wciągarki holownicze .....	72
<b>8 Hydrauliczne układy napędowe .....</b>	<b>73</b>
8.1 Zakres zastosowania .....	73
8.2 Wymagania ogólne .....	73
8.3 Zbiorniki palnej cieczy hydraulicznej.....	74
8.4 Połączenia rurowe.....	74
8.5 Elementy hydrauliczne.....	74
8.6 Próby.....	75
<b>9 Instalacje sterówek podnoszonych i opuszczanych .....</b>	<b>75</b>
9.1 Wymagania ogólne .....	75
9.2 Sterówki podnoszone i opuszczane mechanicznie.....	76
<b>10 Wciągarki urządzeń szepiających .....</b>	<b>76</b>
10.1 Wymagania ogólne .....	76
<b>11 Urządzenia promów na uwięzi .....</b>	<b>76</b>
11.1 Promy z własnym napędem i bez napędu .....	76
11.2 Promy bez napędu.....	76
<b>12 Urządzenia napędowo-sterowe.....</b>	<b>77</b>
12.1 Zakres zastosowania .....	77
12.2 Wymagania ogólne .....	77
12.3 Napęd.....	78
12.4 Przekładnie i łożyskowanie.....	78
12.5 Wały napędowe.....	78
12.6 Pędniki .....	78
12.7 Układy sterowania.....	78
12.8 Układy kontrolne .....	79
12.9 Nadzór i próby .....	79
<b>13 Zbiorniki ciśnieniowe i wymienniki ciepła .....</b>	<b>79</b>
13.1 Konstrukcja zbiorników ciśnieniowych i wymienników ciepła.....	79
13.2 Osprzęt.....	80
13.3 Wymagania dotyczące poszczególnych rodzajów zbiorników ciśnieniowych i wymienników ciepła..	81
<b>14 Obliczenia wytrzymałościowe zbiorników ciśnieniowych i wymienników ciepła .....</b>	<b>82</b>
14.1 Postanowienia ogólne .....	82
14.2 Obliczenia wytrzymałościowe .....	83
<b>15 Instalacje rurociągów.....</b>	<b>105</b>
15.1 Klasa, materiał, wykonanie i zastosowanie rurociągów.....	105
15.2 Grubość ścianek rur .....	107
15.3 Łączenie rurociągów .....	109

15.4	Promienie gięcia rur.....	115
15.5	Zabezpieczenia nadciśnieniowe rurociągów.....	116
15.6	Zabezpieczenie przed korozją.....	116
15.7	Armatura rurociągów.....	116
15.8	Armatura denna i burtowa oraz otwory w poszyciu zewnętrznym kadłuba.....	117
15.9	Prowadzenie rurociągów.....	118
<b>16</b>	<b>Instalacja zęzowa.....</b>	<b>119</b>
16.1	Pompy.....	119
16.2	Średnice rurociągów.....	120
16.3	Układ i połączenia rurociągów.....	120
16.4	Osuszanie przedziałów wodoszczelnych.....	121
16.5	Osuszanie skrajników.....	122
16.6	Osuszanie innych pomieszczeń.....	122
<b>17</b>	<b>Instalacje gromadzenia i zdawania zaolejonej wody zęzowej i pozostałości olejowych.....</b>	<b>122</b>
17.1	Wymagania ogólne.....	122
17.2	Pojemność i konstrukcja zbiorników.....	123
17.3	Opróżnianie zbiorników.....	123
<b>18</b>	<b>Instalacja balastowa.....</b>	<b>123</b>
18.1	Wymagania ogólne.....	123
18.2	Średnice rurociągów.....	124
18.3	Układ i połączenia rurociągów.....	124
<b>19</b>	<b>Instalacje rurociągów odpowietrzających, przelewowych i pomiarowych.....</b>	<b>124</b>
19.1	Rurociągi odpowietrzające.....	124
19.2	Rurociągi przelewowe.....	125
19.3	Zbiorniki przelewowe.....	126
19.4	Rury i urządzenia pomiarowe.....	126
<b>20</b>	<b>Instalacja spalinowa.....</b>	<b>127</b>
20.1	Rurociągi spalinowe.....	127
<b>21</b>	<b>Instalacja wentylacyjna.....</b>	<b>129</b>
21.1	Kanały wentylacyjne.....	129
21.2	Rozmieszczenie głowic wentylacyjnych.....	129
21.3	Wentylacja przedziałów maszynowych.....	129
21.4	Wentylacja pomieszczeń i skrzyń akumulatorowych.....	129
21.5	Wentylacja stacji gaśniczych na dwutlenek węgla.....	131
<b>22</b>	<b>Instalacja paliwa ciekłego.....</b>	<b>131</b>
22.1	Pompy.....	131
22.2	Rurociągi i armatura.....	131
22.3	Urządzenia do odwadniania zbiorników.....	131
22.4	Urządzenia do zbierania przecieków paliwa.....	131
22.5	Pobieranie paliwa do zbiorników.....	132
22.6	Zbiorniki paliwa.....	132
22.7	Doprowadzenie paliwa do silników spalinowych.....	133
<b>23</b>	<b>Instalacja oleju smarowego.....</b>	<b>133</b>
23.1	Pompy.....	133
23.2	Rurociągi i armatura.....	134
23.3	Zbiorniki oleju smarowego.....	134
23.4	Doprowadzenie oleju smarowego do silników spalinowych i przekładni.....	134
<b>24</b>	<b>Instalacja wody chłodzącej.....</b>	<b>134</b>
24.1	Układ i połączenia rurociągów.....	134
24.2	Chłodzenie silników spalinowych.....	135

<b>25 Instalacja sprężonego powietrza</b> .....	135
25.1 Wymagania ogólne .....	135
<b>26 Instalacja ścieków sanitarnych</b> .....	135
26.1 Wymagania ogólne .....	135
26.2 Pojemność i konstrukcja zbiorników .....	136
26.3 Opróżnianie zbiorników .....	136
26.4 Oczyszczalnie ścieków .....	136
<b>27 Instalacja wody pitnej</b> .....	137
27.1 Wymagania ogólne .....	137
27.2 Zbiorniki wody pitnej .....	137
<b>28 Wymagania dodatkowe dla statków ze wzmocnieniami lodowymi – znak: L1 i L2</b> .....	137
28.1 Urządzenia napędu głównego .....	138
28.2 Skrzynie zaworów dennych, armatura denna i burtowa .....	138
<b>29 Wymagania dodatkowe dla statków pasażerskich – znak: pas</b> .....	138
29.1 Prowadzenie rurociągów .....	138
29.2 Instalacja wentylacyjna .....	139
29.3 Instalacja sterowania drzwiami wodoszczelnymi .....	139
29.4 Instalacja zęzowa .....	139
29.5 Układ napędowy .....	140
29.6 Zwolnienia dla istniejących statków pasażerskich .....	140
29.7 Gromadzenie ścieków i urządzenia do ich usuwania .....	140
<b>30 Wymagania dodatkowe dla lodolamaczy – znak: ld</b> .....	141
30.1 Urządzenia napędu głównego .....	141
30.2 Drgania skrętne układu napędowego .....	141
<b>31 Wymagania dodatkowe dla holowników i pchaczy – znak: hol i pch</b> .....	141
31.1 Drgania skrętne układu napędowego .....	141
31.2 Instalacja spalinowa .....	141
<b>32 Dopuszczalne zwolnienia dla statków uprawiających żeglugę krajową – znak: D</b> .....	141
<b>33 Wymagania dodatkowe dla statków towarowych do przewozu materiałów niebezpiecznych w opakowaniach lub w postaci suchych ładunków masowych – znak: ADN</b> .....	141
33.1 Instalacja zęzowa .....	141
33.2 Instalacje rurociągów odpowietrzających i przelewowych .....	141
33.3 Instalacja spalinowa .....	142
33.4 Instalacja wentylacyjna .....	142
33.5 Instalacja paliwa ciekłego .....	142
<b>34 Wymagania dodatkowe dla zbiornikowców do przewozu materiałów niebezpiecznych – znak: zb ADN-G</b> .....	142
34.1 Przedziały maszynowe .....	142
34.2 Przejścia przez przegrody wodoszczelne, prowadzenie rurociągów .....	143
34.3 Pompownie ładunkowe .....	143
34.4 Instalacja zęzowa i balastowa .....	143
34.5 Instalacje rurociągów odpowietrzających i przelewowych .....	144
34.6 Instalacja spalinowa .....	144
34.7 Instalacja wentylacyjna .....	144
34.8 Instalacja paliwa ciekłego .....	145
34.9 Instalacja ładunkowa .....	145
34.10 Instalacja chłodzenia ładunku .....	147
34.11 Instalacja zraszania wodnego (chłodzenia) pokładu ładunkowego .....	148

<b>35 Wymagania dodatkowe dla zbiornikowców do przewozu materiałów niebezpiecznych</b>	
– znak: zb ADN-C .....	148
35.1 Przedziały maszynowe.....	148
35.2 Przejścia przez przegrody wodoszczelne, prowadzenie rurociągów.....	149
35.3 Pompownie ładunkowe.....	149
35.4 Instalacja zęzowa i balastowa .....	149
35.5 Instalacje rurociągów odpowietrzających i przelewowych.....	150
35.6 Instalacja spalinowa.....	150
35.7 Instalacja wentylacyjna.....	150
35.8 Instalacja paliwa ciekłego .....	152
35.9 Instalacja ładunkowa.....	152
35.10 Instalacja resztkowa.....	153
35.11 Instalacja rurociągów odprowadzających opary ze zbiorników ładunkowych i resztkowych .....	154
35.12 Instalacja podgrzewania ładunku .....	155
35.13 Instalacja mycia zbiorników ładunkowych.....	155
35.14 Instalacja zraszania wodnego (chłodzenia) pokładu ładunkowego.....	155
<b>36 Wymagania dodatkowe dla zbiornikowców do przewozu materiałów niebezpiecznych</b>	
– znak: zb ADN-N .....	156
36.1 Przedziały maszynowe.....	156
36.2 Przejścia przez przegrody wodoszczelne, prowadzenie rurociągów.....	156
36.3 Pompownie ładunkowe.....	157
36.4 Instalacja zęzowa i balastowa .....	157
36.5 Instalacje rurociągów odpowietrzających i przelewowych.....	157
36.6 Instalacja spalinowa.....	158
36.7 Instalacja wentylacyjna.....	158
36.8 Instalacja paliwa ciekłego .....	159
36.9 Instalacja ładunkowa.....	160
36.10 Instalacja resztkowa.....	161
36.11 Instalacja rurociągów odprowadzających opary ze zbiorników ładunkowych i resztkowych .....	162
36.12 Instalacja podgrzewania ładunku .....	164
36.13 Instalacja mycia zbiorników ładunkowych.....	164
36.14 Instalacja zraszania wodnego (chłodzenia) pokładu ładunkowego.....	164
<b>Załącznik.....</b>	<b>165</b>





# 1 POSTANOWIENIA OGÓLNE

## 1.1 Zakres zastosowania

**1.1.1** Niniejsza *Część VI – Urządzenia maszynowe i instalacje rurociągów* ma zastosowanie do przedziałów maszynowych, zainstalowanych w nich urządzeń i wyposażenia, linii wałów, pędników, instalacji rurociągów maszynowych i ogólnookrętowych oraz innych instalacji specjalnych związanych z funkcją statku.

**1.1.2** Wymaganiom dotyczącym urządzeń podlegają:

- .1 silniki spalinowe napędu głównego;
- .2 silniki spalinowe zespołów prądotwórczych;
- .3 przekładnie, sprzęgła rozłączne i elastyczne;
- .4 pompy wchodzące w skład instalacji objętych wymaganiami niniejszej *Części VI* oraz *Części V – Ochrona przeciwpożarowa*;
- .5 sprężarki powietrza;
- .6 turbodmuchawy;
- .7 wentylatory wchodzące w skład instalacji objętych wymaganiami niniejszej *Części VI*;
- .8 maszyny sterowe;
- .9 wciągarki kotwiczne i holownicze;
- .10 hydrauliczne urządzenia napędowe;
- .11 urządzenia napędowo-sterowe;
- .12 zbiorniki ciśnieniowe i wymienniki ciepła wypełnione w stanie roboczym całkowicie lub częściowo gazem lub parą o ciśnieniu roboczym od 0,07 MPa wzwyż, których pojemność wynosi 25 dm<sup>3</sup> lub więcej, zaś iloczyn ciśnienia [MPa] i pojemności [dm<sup>3</sup>] wynosi 30 lub więcej;
- .13 chłodnice, podgrzewacze oleju i wody silników i przekładni.

**1.1.3** Wymagania dotyczące urządzeń grzewczych, kuchennych i chłodniczych oraz instalacji gazu ciekłego do celów gospodarczych zawarte są w rozdziale 7 z *Części V – Ochrona przeciwpożarowa*.

**1.1.4** Niniejsza *Część VI* nie ma zastosowania do kotłów parowych, wytwornic pary, kotłów ogrzewania wodnego i kotłów oleju grzewczego oraz związanych z nimi instalacji.

W przypadku zastosowania kotłów na statkach śródlądowych, ich konstrukcja i rozmieszczenie oraz budowa związanych z nimi instalacji podlega każdorazowo odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**1.1.5** Wymagania rozdziałów 1 do 27 są wymaganiami o charakterze podstawowym dla wszystkich typów statków otrzymujących zasadniczy symbol klasy statku zbudowanego pod nadzorem PRS.

Rozdziały 28 do 36 określają wymagania dodatkowe dla statków otrzymujących określony znak dodatkowy w symbolu klasy, wymieniony w podrozdziale 3.7 z *Części I – Zasady klasyfikacji* oraz określają możliwe złagodzenia wymagań podstawowych, na zasadach określonych w tych rozdziałach.

## 1.2 Określenia i objaśnienia

Określenia dotyczące ogólnej terminologii stosowanej w *Przepisach klasyfikacji i budowy statków śródlądowych* (zwanych dalej *Przepisami*) zawarte są w *Części I – Zasady klasyfikacji*. W przypadku użycia w tekście *Części VI* określeń objaśnionych w innych częściach *Przepisów*, podawane jest odwołanie do tych części.

Dla potrzeb *Części VI* wprowadza się dodatkowo następujące określenia:

**Ciąg wyjściowy** – droga prowadząca od najniższego poziomu przedziału maszynowego do wyjścia z tego przedziału.

**Ciśnienie obliczeniowe** – ciśnienie przyjmowane do obliczeń wytrzymałościowych, nie niższe niż ciśnienie otwarcia zaworów bezpieczeństwa lub innych urządzeń zabezpieczających.

**Ciśnienie robocze** – najwyższe dopuszczalne ciśnienie podczas normalnego przebiegu długotrwałej pracy.

**ES - TRIN – europejska norma określająca wymagania techniczne dla statków śródlądowych zawarte w Załączniku II do Dyrektywy (EU) 2016/1629.**

**Główna maszyna sterowa** – urządzenie służące do przekładania steru lub dyszy obrotowej, niezbędne do sterowania statkiem w normalnych warunkach eksploatacji. Urządzenie to składa się z mechanizmu wykonawczego umożliwiającego przekładanie steru lub dyszy obrotowej, zespołu energetycznego maszyny sterowej (jeżeli jest zastosowany), elementów przenoszących moment obrotowy na trzon sterowy (np. sterownicy lub sektora) i wyposażenia dodatkowego.

**Kontenery IBC** – patrz Przepisy ADN.

**Maszynownia** – przedział maszynowy, w którym znajdują się silniki główne i mechanizmy pomocnicze.

**Materiały niebezpieczne** – materiały i przedmioty, których międzynarodowy przewóz drogami wodnymi dopuszczony jest na określonych warunkach, po spełnieniu wymagań Przepisów ADN.

**Mechanizmy pomocnicze** – mechanizmy niezbędne do pracy silników głównych oraz zapewniające zaopatrzenie statku w energię elektryczną lub w inne rodzaje energii, a także funkcjonowanie poszczególnych instalacji i urządzeń na statku.

**Moc znamionowa** – moc określana przez producenta silnika, osiągnąta w nieograniczonym czasie w warunkach i przy obciążeniu określonym przez producenta silnika, przyjmowana do obliczeń wymaganych w *Przepisach*.

**Pomieszczenia mieszkalne** – patrz *Część V – Ochrona przeciwpożarowa*.

**Pomieszczenia służbowe** – patrz *Część V – Ochrona przeciwpożarowa*.

**Pozostałości olejowe (szlam)** – pozostałości powstające w wyniku wirowania olejów, oczyszczania zaolejonej wody zęzowej oraz przecieki i spusty oleju, odwodnienia zbiorników olejowych, a także wszelkie przepracowane oleje. Określenie to nie dotyczy odpadów pochodzących ze strefy ładunkowej zbiornikowców.

**Przedziały maszynowe** – pomieszczenia, w których znajdują się silniki główne, silniki spalinowe inne niż silniki główne, prądnice i większe urządzenia elektryczne, urządzenia chłodnicze, wentylacyjne i klimatyzacyjne oraz inne podobne pomieszczenia, jak również szyby prowadzące do tych pomieszczeń.

**Przepisy ADN** – postanowienia porozumienia europejskiego dotyczące międzynarodowego przewozu ładunków niebezpiecznych śródlądowymi drogami wodnymi (European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways (ADN)).

**Przestrzeń ładowni** – patrz Przepisy ADN.

**Przestrzeń ładunkowa zbiornikowców** – patrz Przepisy ADN.

**Rezerwowa maszyna sterowa** – urządzenie niezbędne do sterowania statkiem w przypadku awarii głównej maszyny sterowej. W skład rezerwowej maszyny sterowej nie może wchodzić jakakolwiek część głównej maszyny sterowej, z wyjątkiem elementów przenoszących moment obrotowy na trzon sterowy (np. sterownicy lub sektora).

**Silniki główne** – maszyny przeznaczone do napędu statku, takie jak silniki spalinowe, silniki elektryczne itp.

**Ścieki sanitarne** – ciecze odprowadzane z kuchni, jadalni, umywalni, pralni oraz fekalia.

**Stanowiska sterowania:**

centralne – stanowisko wyposażone w urządzenia sterowania silnikami głównymi, mechanizmami pomocniczymi i pędnikami, przyrządy pomiarowe i kontrolne, przyrządy sygnalizacji osiągnięcia dopuszczalnych wartości założonych parametrów, przyrządy sygnalizacji zadziałania automatycznych zabezpieczeń oraz środki łączności.

l o k a l n e – stanowisko wyposażone w urządzenia sterowania, przyrządy pomiarowe i kontrolne oraz, jeśli to konieczne, środki łączności przeznaczone do sterowania i umieszczone w pobliżu mechanizmu lub bezpośrednio na nim.

w s p ó l n e – stanowisko wyposażone w urządzenia do jednoczesnego sterowania dwoma lub więcej silnikami głównymi, przyrządy pomiarowe i kontrolne, przyrządy sygnalizacji ostrzegawczej oraz środki łączności.

z d a l n e – stanowisko umożliwiające odległościową zmianę parametrów pracy oraz ewentualne odległościowe uruchamianie i zatrzymywanie silników i mechanizmów.

S t e r o w a n i e a u t o m a t y c z n e – automatyczne (tj. bez ingerencji obsługującego personelu) dostosowywanie parametrów pracy mechanizmu, zapewniające utrzymanie zadanego programu pracy i/lub wykonywanie zadanych sekwencji.

S t e r ó w k a – pomieszczenie lub miejsce, w którym znajdują się wszystkie urządzenia sterujące i monitorujące przeznaczone do manewrowania statkiem.

S t r e f a c h r o n i o n a – patrz Przepisy ADN.

T ł u m i k p ł o m i e n i a – patrz Przepisy ADN.

W y j ś c i e – otwór komunikacyjny w grodzi lub pokładzie, zaopatrzony w zamknięcie.

Z a o l e j o n a w o d a z ę z o w a – woda zęzowa zanieczyszczona olejem, z wyjątkiem wody pochodzącej ze zbiorników ładunkowych, słopowych oraz pompowni ładunkowych zbiornikowców olejowych.

Z e s p ó ł e n e r g e t y c z n y m a s z y n y s t e r o w e j :

w przypadku napędu elektrycznego – silnik elektryczny wraz z wyposażeniem elektrycznym.

w przypadku napędu elektrohydraulicznego – silnik elektryczny z wyposażeniem elektrycznym i pompą hydrauliczną.

w przypadku innego napędu hydraulicznego – silnik napędowy wraz z pompą hydrauliczną.

Z n a m i o n o w a l i c z b a o b r o t ó w – liczba obrotów na minutę odpowiadająca mocy znamionowej.

### **1.3 Dokumentacja techniczna**

#### **1.3.1 Wymagania ogólne**

Przed rozpoczęciem budowy statku/urządzenia należy dostarczyć do Centrali PRS do rozpatrzenia i zatwierdzenia (gdy jest wymagane) dokumentację techniczną w niżej podanym zakresie. Dokumentację należy dostarczyć w trzech egzemplarzach.

W przypadku statków przebudowywanych rozpatrzeniu i zatwierdzeniu podlega ta część dokumentacji wymienionej w 1.3.2, która dotyczy przebudowy.

#### **1.3.2 Dokumentacja techniczna statku**

##### **1.3.2.1 Dokumentacja urządzeń maszynowych:**

- .1** plan rozmieszczenia mechanizmów i urządzeń w pomieszczeniach maszynowych i pompowniach oraz pomieszczeniach awaryjnych źródeł energii, z uwidocznieniem dróg ewakuacji;
- .2** zestawienie danych charakterystycznych urządzeń maszynowych wraz z danymi niezbędnymi do wymaganych obliczeń;
- .3** schemat i opis zdalnego sterowania mechanizmami głównymi, uzupełniony o informacje o wyposażeniu stanowisk zdalnego sterowania w urządzenia do sterowania, przyrządy kontrolno-pomiarowe i sygnalizacyjne, środki łączności i inne urządzenia;
- .4** rysunki posadowienia silników głównych na fundamencie;
- .5** linia wałów:
  - rysunek zestawieniowy linii wałów,
  - rysunki pochwy wału śrubowego i części przynależnych,

- rysunki wałów (śrubowych, pośrednich, oporowych) wraz ze złączami i sprzęgłami sztywnymi,
  - obliczenia drgań skrętnych układu silnik główny – pędnik dla silników spalinowych o mocy znamionowej ponad 75 kW i układu silnik pomocniczy – odbiornik mocy dla silników spalinowych o mocy znamionowej ponad 110 kW. W przypadku urządzeń z napędem elektrycznym konieczność przedstawienia obliczeń drgań skrętnych podlega każdorazowo uzgodnieniu z PRS;
- .6 śruba napędowa:
- rysunek ogólny,
  - rysunki skrzydeł, piasty i elementów ich mocowania (dla śrub o konstrukcji składanej i śrub o skoku nastawnym),
  - schematy układów sterowania śrubą o skoku nastawnym i ich opis,
  - rysunki podstawowych części w piaście śruby mechanizmu zmiany skoku śrub o skoku nastawnym;
- .7 urządzenia napędowo-sterowe: zakres wymaganej dokumentacji podano w 1.3.3.3.

### 1.3.2.2 Dokumentacja instalacji rurociągów:

- .1 schemat instalacji zęzowej;
- .2 schemat instalacji gromadzenia i zdawania zaolejonej wody zęzowej i pozostałości olejowych;
- .3 schemat instalacji balastowej;
- .4 schemat instalacji rurociągów odpowietrzających, przelewowych i pomiarowych;
- .5 schemat instalacji spalinowej;
- .6 schematy instalacji wentylacyjnych;
- .7 schemat instalacji paliwa ciekłego;
- .8 schemat instalacji oleju smarowego;
- .9 schemat instalacji wody chłodzącej;
- .10 schemat instalacji sprężonego powietrza;
- .11 schemat instalacji ścieków sanitarnych;
- .12 schemat instalacji wody pitnej;
- .13 schemat instalacji rurociągów grawitacyjnych odpływów za burtę (lub ściekowych) (z ukazaniem grodzi wodoszczelnych, pokładu wolnej burty i odległości od wodnicy lub pokładu wolnej burty do poszczególnych otworów wylotowych).

### 1.3.2.3 Dokumentacja urządzenia chłodniczego

Jeżeli na statku znajduje się urządzenie chłodnicze zawierające 150 kg lub więcej czynnika chłodniczego grupy I lub czynnik chłodniczy grupy II lub III (niezależnie od jego ilości), należy przedstawić Centrali PRS do rozpatrzenia i zatwierdzenia następującą dokumentację:

- .1 plan urządzenia chłodniczego na statku;
- .2 schematy zasadnicze instalacji czynnika chłodniczego;
- .3 rysunki rozmieszczenia mechanizmów i urządzeń w maszynowni chłodniczej.

### 1.3.3 Dokumentacja techniczna urządzeń

#### 1.3.3.1 Dokumentacja klasyfikacyjna silników spalinowych:

- .1 Dane do obliczenia wału korbowego według *Publikacji Nr 8/P – Obliczanie wałów korbowych silników wysokoprężnych* W
- .2 Rysunek silnika w przekroju poprzecznym W
- .3 Rysunek silnika w przekroju podłużnym W
- .4 Rysunek podstawy lub skrzyni korbowej W
- .5 Rysunek bloku cylindrów<sup>1), 2)</sup> W
- .6 Rysunki śrub ściągowych W
- .7 Rysunek zestawieniowy głowicy cylindra W
- .8 Rysunek tulei cylindra<sup>2)</sup> W

.9	Rysunek wału korbowego ze szczegółami	Z
.10	Rysunek zestawieniowy wału korbowego (dla każdej liczby cylindrów)	Z
.11	Rysunki przeciwciężarów ze śrubami (jeżeli przeciwciężary nie stanowią integralnej części wału korbowego)	Z
.12	Rysunek korbowodu	W
.13	Rysunek zestawieniowy korbowodu <sup>2)</sup>	W
.14	Rysunek zestawieniowy tłoka	W
.15	Rysunek zestawieniowy napędu wału rozrządu	W
.16	Specyfikacja materiałowa części ważnych ze szczegółami prób nieniszczących i ciśnieniowych	Z
.17	Rysunek rozmieszczenia śrub fundamentowych (tylko dla silników głównych)	Z
.18	Schemat układu sterowania silnikiem i układów bezpieczeństwa	Z
.19	Rysunek zestawieniowy osłon i izolacji rurociągów wydechowych	W
.20	Rysunek osłon wysokociśnieniowych rur paliwowych <sup>3)</sup>	Z
.21	Rysunek urządzeń bezpieczeństwa skrzyni korbowej i ich rozmieszczenie	Z
.22	Instrukcje obsługi i konserwacji silnika <sup>4), 5)</sup>	W
.23	Program prób	Z

#### Odnośniki:

- 1) Tylko dla jednego cylindra.
- 2) Wymaga się w przypadku, gdy rysunki przekrojów silnika nie uwidaczniają wszystkich szczegółów.
- 3) Dla silników zainstalowanych w przedziałach maszynowych nie obsadzonych stałą wachtą.
- 4) Tylko w jednym egzemplarzu.
- 5) Instrukcje obsługi i eksploatacji powinny zawierać wymagania dotyczące utrzymania silnika (obsługi i napraw), szczegółowe informacje o narzędziach specjalnych i przyrządach pomiarowych (ich wyposażeniu i nastawach) oraz próbach, których przeprowadzenie jest wymagane po wykonaniu prac naprawczych i konserwacyjnych.

#### Uwagi:

1. Dokumentacja oznaczona symbolem **Z** podlega zatwierdzeniu przez PRS.
2. Dokumentacja oznaczona symbolem **W** wymagana jest do wglądu, lecz PRS może zgłaszać zastrzeżenia i uwagi dotyczące przedmiotu tej dokumentacji.
3. Dokumentację techniczną silników zatwierdzoną według *Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich* uznaje się za zatwierdzoną.

#### 1.3.3.2 Dokumentacja klasyfikacyjna mechanizmów

Dokumentacja mechanizmów, w tym turbodmuchaw, przekładni, sprzęgieł, mechanizmów pomocniczych i pokładowych powinna zawierać:

.1	Opis techniczny i podstawowe dane techniczne	W
.2	Rysunek zestawieniowy w przekroju, z wymiarami montażowymi	W
.3	Rysunki ram fundamentowych, skrzyń korbowych, stojaków, kadłubów itp. wraz ze szczegółami i technologią spawania	W/Z
.4	Rysunki głowic cylindrów i tulei cylindrowych	W
.5	Rysunki trzonów tłokowych, korbowodów i tłoków	W
.6	Rysunki wirników turbodmuchaw i sprzężarek	W
.7	Rysunki wałów korbowych oraz innych wałów przenoszących moment obrotowy mechanizmu	Z
.8	Rysunki zębników i kół zębatych przekładni (patrz też 5.2.1.2)	Z
.9	Rysunki sprzęgieł rozłącznych i sprzęgieł elastycznych (patrz też 5.3.1.2)	Z
.10	Rysunki łożyska oporowego współpracującego z głównym mechanizmem, jeżeli nie jest wbudowane w ten mechanizm	Z
.11	Rysunki tłumików drgań skrętnych	Z
.12	Schematy układów sterowania, regulacji, sygnalizacji i zabezpieczeń w obrębie mechanizmu	Z
.13	Rysunki rurociągów w obrębie mechanizmu: paliwowych, oleju smarowego, wody chłodzącej i hydraulicznych – z informacją o stosowanych złączach elastycznych	Z
.14	Rysunki izolacji termicznej, w tym rurociągów wylotowych	W
.15	Rysunki posadowienia mechanizmów głównych, przekładni, maszyn sterowych, wciągarek kotwicznych i holowniczych	Z

- |     |                                                                                                                                                  |          |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| .16 | Specyfikacje materiałowe części ważnych uzupełnione o informacje w zakresie prób nieniszczących, ciśnieniowych i specjalnych technologii obróbki | <b>Z</b> |
| .17 | Program prób                                                                                                                                     | <b>Z</b> |

**Uwagi:**

1. Dokumentacja oznaczona symbolem **Z** podlega zatwierdzeniu przez PRS.
2. Dokumentacja oznaczona symbolem **W** wymagana jest do wglądu, lecz PRS może zgłaszać zastrzeżenia i uwagi dotyczące przedmiotu tej dokumentacji.
3. W przypadku dokumentacji oznaczonej symbolem **W/Z** pierwszy znak dotyczy konstrukcji odlewanej, a drugi spawanej.
4. Dokumentację techniczną mechanizmów zatwierdzoną według *Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich* uznaje się za zatwierdzoną.

### 1.3.3.3 Dokumentacja klasyfikacyjna urządzeń napędowo-sterowych

- |     |                                                                                                                                                         |          |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| .1  | Opis techniczny i podstawowe dane techniczne                                                                                                            | <b>Z</b> |
| .2  | Rysunek zestawieniowy w przekroju, z wymiarami montażowymi                                                                                              | <b>Z</b> |
| .3  | Rysunki korpusów, wałów, przekładni                                                                                                                     | <b>Z</b> |
| .4  | Rysunki dyszy i śruby napędowej lub innego zastosowanego pędnika                                                                                        | <b>Z</b> |
| .5  | Rysunki mechanizmu nastawczego skrzydeł śruby lub łopatek pędnika cykloidalnego                                                                         | <b>Z</b> |
| .6  | Rysunki łożysk i uszczelnień ruchowych wału pędnika i obrotowej kolumny pędnika                                                                         | <b>Z</b> |
| .7  | Schematy hydrauliczne, elektryczne i pneumatyczne ze specyfikacją elementów                                                                             | <b>Z</b> |
| .8  | Schematy smarowania i chłodzenia, jeżeli mają zastosowanie                                                                                              | <b>Z</b> |
| .9  | Wykres przebiegu momentu rozruchowego silnika napędzającego obrót kolumny pędnika                                                                       | <b>W</b> |
| .10 | Specyfikacje materiałowe głównych części wymienionych w .3, .4 i .5 ze szczegółami prób nieniszczących, ciśnieniowych i specjalnych technologii obróbki |          |
| .11 | Obliczenia drgań skrętnych                                                                                                                              | <b>Z</b> |
| .12 | Obliczenia przekładni zębatych i trwałości łożysk tocznych                                                                                              | <b>W</b> |
| .13 | Instrukcja obsługi i eksploatacji                                                                                                                       | <b>W</b> |
| .14 | Program prób wyrobu                                                                                                                                     | <b>Z</b> |

**Uwagi:**

1. Dokumentacja oznaczona symbolem **Z** podlega zatwierdzeniu przez PRS.
2. Dokumentacja oznaczona symbolem **W** wymagana jest do wglądu, lecz PRS może zgłaszać zastrzeżenia i uwagi dotyczące przedmiotu tej dokumentacji.
3. Dokumentację techniczną urządzeń napędowo-sterowych zatwierdzoną według *Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich* uznaje się za zatwierdzoną.

### 1.3.3.4 Dokumentacja klasyfikacyjna zbiorników ciśnieniowych i wymienników ciepła

- .1 rysunki konstrukcyjne korpusów wymienników ciepła i zbiorników ciśnieniowych wraz z danymi do sprawdzenia wymiarów określonych w niniejszej części *Przepisów* i rozmieszczeniem zwymiarowanych złączy spawanych;
- .2 rysunki innych podlegających odbiorowi elementów zbiorników ciśnieniowych i wymienników ciepła, z wyjątkiem chłodziń powietrza doładowującego, których wymiary określone są w niniejszej części *Przepisów*;
- .3 rysunki rozmieszczenia armatury i jej charakterystyki;
- .4 rysunki zaworów bezpieczeństwa z ich charakterystyką i danymi do obliczenia ich przelotu;
- .5 specyfikacje materiałowe wraz z danymi o stosowanych materiałach dodatkowych do spawania;
- .6 technologię spawania i obróbki cieplnej;
- .7 program prób.

## 1.4 Zakres nadzoru

**1.4.1** Ogólne zasady dotyczące nadzoru nad produkcją i montażem na statku urządzeń, mechanizmów i instalacji okrętowych objętych wymaganiami *Części VI* podane są w *Części I – Zasady klasyfikacji*.

**1.4.2** Nadzorowi podczas budowy lub przebudowy statku podlegają instalacje, mechanizmy i urządzenia, których dokumentacja jest przedmiotem rozpatrzenia i zatwierdzenia.

**1.4.3** Nadzorowi podczas produkcji podlegają wyroby, których dokumentacja jest przedmiotem rozpatrzenia i zatwierdzenia (patrz 1.1.2), z wyjątkiem mechanizmów z napędem ręcznym oraz wentylatorów, dla których nie wymaga się spełnienia wymagań przeciwwybuchowych.

Nadzorowi podczas produkcji nie podlegają także butle do przechowywania gazów sprężonych, produkowane zgodnie z normami pod nadzorem kompetentnego organu nadzoru technicznego.

Nadzór PRS podczas produkcji chłodziń i podgrzewaczy wymienionych w 1.1.2.12 ogranicza się do przeprowadzenia prób ciśnieniowych.

**1.4.4** Następujące ważne części wyrobów podlegają w czasie produkcji nadzorowi pod względem ich zgodności z zatwierdzoną dokumentacją:

- .1** silniki spalinowe:
  - wały korbowe <sup>M)</sup>;
  - tłoki;
  - korbowody wraz z pokrywami łożysk <sup>M)</sup>;
  - bloki i tuleje cylindrowe <sup>M1)</sup>;
  - głowice cylindrów <sup>M1)</sup>;
  - śruby ściągowe <sup>M)</sup>;
  - stalowe koła zębate napędu wału rozrzędu.
- .2** wały i elementy linii wałów:
  - wały oporowe, pośrednie i śrubowe;
  - kołnierze sprzęgieł wraz ze śrubami;
  - tuleje wałów śrubowych;
  - pochwy wałów śrubowych;
  - kadłuby oddzielnych łożysk oporowych.
- .3** śruby napędowe i ich elementy:
  - śruby napędowe jednolite, skrzydła i piasty śrub składanych i o skoku nastawnym;
  - elementy mocujące skrzydła śrub napędowych, nakrętki wałów.
- .4** przekładnie, sprzęgła rozłączne i elastyczne:
  - kadłuby;
  - wały <sup>M)</sup>;
  - zębniiki, koła zębate, wieńce kół zębatych <sup>M)</sup>;
  - elementy sprzęgieł przenoszące moment obrotowy: elementy sztywne <sup>M)</sup>, elementy elastyczne;
  - śruby połączeniowe.
- .5** sprężarki i pompy tłokowe:
  - wały korbowe <sup>M)</sup>;
  - korbowody;
  - tłoki;
  - bloki i tuleje cylindrowe;
  - głowice cylindrów.
- .6** pompy odśrodkowe, wentylatory, dmuchawy i turbodmuchawy:
  - wały;
  - wirniki robocze;
  - kadłuby.
- .7** maszyny sterowe:
  - sterownice głównego i rezerwowego urządzenia sterowego <sup>M)</sup>;
  - kwadrant sterowy <sup>M)</sup>;
  - jarzmo sterowe <sup>M)</sup>;
  - tłok z trzonem <sup>M)</sup>;
  - cylindry <sup>M)</sup>;
  - wały napędowe <sup>M)</sup>;
  - koła zębate, wieńce kół zębatych <sup>M)</sup>.
- .8** wciągarki kotwiczne i holownicze:
  - wały napędowe, pośrednie i główne <sup>M)</sup>;
  - koła zębate, wieńce kół zębatych;

- koła łańcuchowe;
  - sprzęgła kłowe;
  - taśmy hamulcowe.
- .9** hydrauliczne urządzenia napędowe, pompy śrubowe, zębate i rotacyjne:
- wały, wirniki śrubowe;
  - trzony;
  - tłoki;
  - kadłuby, cylindry, korpusy pomp śrubowych;
  - koła zębate.
- .10** urządzenia napędowo-sterowe:
- korpusy ruchome i nieruchome <sup>M2)</sup>;
  - kolumny <sup>M2)</sup>;
  - wał śrubowy i wały pośrednie <sup>M2)</sup>;
  - pędniki <sup>M2)</sup>;
  - dysze;
  - śruby złączne i wpusty;
  - rurociągi i armatura.
- .11** zbiorniki ciśnieniowe i wymienniki ciepła:
- korpusy, rozdzielacze, dennice, kolektory, pokrywy <sup>M1)</sup>;
  - ściany sitowe <sup>M1)</sup>;
  - rury <sup>M1)</sup>;
  - korpusy armatury na ciśnienie robocze 0,7 MPa i wyższe i o średnicy 50 mm i większej <sup>M1)</sup>;
  - ściągi długie i krótkie, części zamocowań <sup>M1)</sup>.

**Uwagi i objaśnienia indeksowe:**

<sup>M)</sup> – materiał elementów z odbiorem PRS.

<sup>M1)</sup> – materiał elementów zbiorników ciśnieniowych i wymienników ciepła klasy I i II (patrz 14.1) z odbiorem PRS.

<sup>M2)</sup> – materiał z odbiorem PRS. Dla urządzeń napędowo-sterowych pomocniczych o mocy silnika poniżej 200 kW akceptowany jest atest producenta materiału. Wymaga się oględzin materiału przez inspektora PRS i wykonania w jego obecności próby twardości.

**1.4.5** Nadzór nad masową produkcją silników spalinowych i turbodmuchaw prowadzony jest według zasad podanych w *Publikacjach Nr 4/P – Nadzór nad masową produkcją silników i Nr 5/P – Nadzór nad masową produkcją turbodmuchaw*.

**1.4.6** Każdy silnik i mechanizm po zakończeniu montażu, regulacji i docieraniu należy poddać próbom ruchowym u producenta według programu uzgodnionego z PRS.

Próby silników spalinowych należy przeprowadzać z uwzględnieniem wymagań określonych w *Publikacji Nr 28/P – Próby silników spalinowych*.

**1.4.7** Nadzorowi w czasie produkcji podlegają rury i armatura rurociągów klas I i II (patrz 15.1.2) oraz armatura denna, burtowa i montowana na grodzi zderzeniowej, a także armatura zdalnie sterowana.

**1.4.8** Pod nadzorem PRS powinno odbywać się instalowanie mechanicznego wyposażenia przedziałów maszynowych oraz instalowanie i próby działania urządzeń maszynowych. Zakres nadzoru obejmuje:

- .1** silniki główne oraz ich przekładnie i sprzęgła;
- .2** silniki pomocnicze;
- .3** wały i śruby napędowe;
- .4** mechanizmy pomocnicze;
- .5** hydrauliczne urządzenia napędowe;
- .6** urządzenia napędowo-sterowe;
- .7** zbiorniki ciśnieniowe i wymienniki ciepła;
- .8** układy sterowania, kontroli i sygnalizacji urządzeń maszynowych;
- .9** instalacje rurociągów wymienione w 1.3.2.2.



## 1.5 Warunki pracy

**1.5.1** Silniki główne i mechanizmy pomocnicze oraz wymagane w *Przepisach* instalacje służące do zapewnienia ruchu i bezpieczeństwa statku powinny być przystosowane do pracy w następujących warunkach:

- długość przemyłu 10°;
- długość przegłębienia 5°;
- temperatura wody zaburtowej +20 °C;
- temperatura powietrza w maszynowni +40 °C.

Podane wartości temperatur mogą być zmienione w zależności od temperatur otoczenia występujących w rejonie żeglugi statku.

**1.5.2** Urządzenie sterowe powinno być przystosowane do pracy w warunkach długotrwałego przemyłu do 15° i przy temperaturze powietrza zewnętrznego od -20 °C do +50 °C.

## 1.6 Próby ciśnieniowe

### 1.6.1 Części silników spalinowych

Części silników spalinowych należy poddawać próbom ciśnieniowym zgodnie z tabelą 1.6.1.

**Tabela 1.6.1**

Lp.	Nazwa części	Ciśnienie próbne [MPa]	
1	Głowica cylindra, przestrzeń chłodzenia <sup>1)</sup>	0,7 MPa	
2	Tuleja cylindrowa, na całej długości przestrzeni chłodzenia	0,7 MPa	
3	Przestrzeń chłodzenia bloku cylindrowego	1,5 <i>p</i> , lecz nie mniej niż 0,4 MPa	
4	Zawór wydechowy, przestrzeń chłodzenia	1,5 <i>p</i> , lecz nie mniej niż 0,4 MPa	
5	Wysokociśnieniowa instalacja wtryskowa paliwa	Korpus pompy wtryskowej, strona ciśnieniowa	1,5 <i>p</i> lub <i>p</i> +30 w zależności od tego, która z wartości jest mniejsza
		Wtryskiwacz	1,5 <i>p</i> lub <i>p</i> +30 w zależności od tego, która z wartości jest mniejsza
		Rury paliwowe do wtryskiwaczy	1,5 <i>p</i> lub <i>p</i> +30 w zależności od tego, która z wartości jest mniejsza
6	Turbodmuchawa, przestrzeń chłodzenia	1,5 <i>p</i> , lecz nie mniej niż 0,4 MPa	
7	Rurociąg wydechowy, przestrzeń chłodzenia	1,5 <i>p</i> , lecz nie mniej niż 0,4 MPa	
8	Chłodnice, każda strona <sup>2)</sup>	1,5 <i>p</i> , lecz nie mniej niż 0,4 MPa	
9	Pompy napędzane przez silnik (olejowe, wodne, paliwowe i zęzowe)	1,5 <i>p</i> , lecz nie mniej niż 0,4 MPa	

#### Uwagi do tabeli 1.6.1:

<sup>1)</sup> Głowice cylindrów oraz denka tłoków, wykonane jako odkuwki, zamiast próbie ciśnieniowej mogą być poddane innym próbom, np. odpowiednim badaniom nieniszczącym i kontroli wymiarów z dokładnym zapisem wyników badań.

<sup>2)</sup> Chłodnice powietrza doładowującego mogą być, po uzgodnieniu z PRS, poddawane próbie tylko po stronie wodnej.

*p* – maksymalne ciśnienie robocze odpowiednie dla danej części.

### 1.6.2 Elementy linii wałów i śruby napędowe

**1.6.2.1** Po zakończeniu obróbki mechanicznej następujące elementy linii wałów należy poddać próbom ciśnieniowym:

- .1 tuleje wałów śrubowych – ciśnieniem 0,1 MPa;
- .2 pochwy wału – ciśnieniem 0,2 MPa.

**1.6.2.2** Uszczelnienie wału śrubowego, w przypadku smarowania olejowego, należy poddać po zmontowaniu próbie szczelności ciśnieniem równym ciśnieniu hydrostatycznemu w zbiorniku grawitacyjnym oleju smarowego, wypełnionym do poziomu roboczego. W czasie próby należy obracać wałem śrubowym.

**1.6.2.3** Kompletną piastę śruby o skoku nastawnym należy poddać próbie szczelności ciśnieniem podanym od wewnątrz, odpowiadającym ciśnieniu hydrostatycznemu słupa oleju smarowego w zbiorniku grawitacyjnym lub odpowiednim ciśnieniem uzyskiwanym za pomocą pompy.

W czasie próby należy kilkakrotnie dokonać przesterowania płatów do ich położenia krańcowego.

### 1.6.3 Części mechanizmów oraz armatura

**1.6.3.1** Części i armatura mechanizmów, pracujące pod ciśnieniem działającym od wewnątrz lub od zewnątrz, należy po ostatecznej obróbce mechanicznej, lecz przed nałożeniem powłok ochronnych, poddać próbie hydraulicznej ciśnieniem obliczonym wg wzoru:

$$p_{pr} = (1,5 + 0,1K)p, \quad [\text{MPa}] \quad (1.6.3.1)$$

gdzie:

$p$  – ciśnienie robocze, [MPa];

$K$  – współczynnik określany według tabeli 1.6.3.1.

Ciśnienie próbne powinno jednak być w każdym przypadku nie niższe niż:

- ciśnienie występujące przy całkowitym otwarciu zaworu bezpieczeństwa,
- 0,4 MPa dla wszystkich przestrzeni chłodzących i ich uszczelnień oraz
- 0,2 MPa w pozostałych przypadkach.

Jeżeli temperatura lub ciśnienie robocze są wyższe od podanych w tabeli 1.6.3.1, to wysokość ciśnienia próbnego należy każdorazowo uzgodnić z PRS.

**Tabela 1.6.3.1**

Materiał	Temperatura robocza, [°C] do	120	200	250	300	350	400	430	450	475	500	
Stal węglowa i węglowo-manganowa	$p$ , [MPa], do	bez ograniczeń	20	20	20	20	10	10	–	–	–	
	$K$	0	0	1	3	5	8	11	–	–	–	
Stal molibdenowa i molibdenowo-chromowa z zawartością molibdenu od 0,4% wzwyż	$p$ , [MPa], do	bez ograniczeń					20	20	20	20	20	20
	$K$	0	0	0	0	0	1	2	3,5	6	11	
Żeliwo	$p$ , [MPa], do	6	6	6	6	–	–	–	–	–	–	
	$K$	0	2	3	4	–	–	–	–	–	–	
Brąz, mosiądz i miedź	$p$ , [MPa], do	20	3,1	3,1	–	–	–	–	–	–	–	
	$K$	0	3,5	7	–	–	–	–	–	–	–	

**1.6.3.2** Próby ciśnieniowe części mechanizmów można przeprowadzać oddzielnie dla każdej przestrzeni, stosując ciśnienie próbne określone stosownie do ciśnienia roboczego i temperatury w danej przestrzeni.

**1.6.3.3** Części lub zespoły silników i mechanizmów, zapełniane produktami naftowymi lub ich parami (kadłuby przekładni redukcyjnych, wanny olejowe itp.), znajdujące się pod ciśnieniem hydrostatycznym lub atmosferycznym, należy poddać próbie szczelności metodą uzgodnioną z PRS. W konstrukcjach spawanych próbie szczelności wystarczy poddać tylko spoiny.

### 1.6.4 Zbiorniki ciśnieniowe i wymienniki ciepła

**1.6.4.1** Wszystkie części zbiorników ciśnieniowych i wymienników ciepła po ich wykonaniu i zmontowaniu należy poddać próbom ciśnieniowym zgodnie z tabelą 1.6.4.1.

**Tabela 1.6.4.1**

Lp.	Wyszczególnienie	Ciśnienie próbne, [MPa]	
		po wykonaniu lub zmontowaniu elementów wytrzymałościowych, przed zainstalowaniem armatury	po całkowitym zmontowaniu wraz z armaturą
1	Zbiorniki ciśnieniowe, wymienniki ciepła <sup>1)</sup>	1,5 $p_w$ , nie mniej niż $p_w + 0,1$ MPa	–
2	Armatura zbiorników ciśnieniowych i wymienników ciepła	zgodnie z 1.6.3.1	próba szczelności zamknięć ciśnieniem równym 1,25 $p_w$

**Uwagi do tabeli 1.6.4.1:**

<sup>1)</sup> Próbie ciśnieniowej należy poddawać oddzielnie każdą stronę wymiennika ciepła. Próby chłodnic silników wysokoprężnych – patrz tabela 1.6.1.

$p_w$  – ciśnienie robocze, [MPa].

**1.6.4.2** Próby ciśnieniowe należy przeprowadzać przed założeniem izolacji i przykryć ochronnych oraz po zakończeniu wszystkich prac spawalniczych na powierzchniach poddawanych próbie.

**1.6.4.3** Jeżeli po zakończeniu montażu dostęp do dokładnych oględzin powierzchni części i zespołów poddawanych próbie jest utrudniony lub niemożliwy, to takie części i zespoły należy poddać próbie przed ich zmontowaniem.

**1.6.4.4** Zbiorniki sprężonego powietrza po zainstalowaniu na statku (wraz z armaturą) należy poddać próbie powietrzem o ciśnieniu roboczym.

**1.6.5 Armatura i rurociągi**

**1.6.5.1** Armaturę instalowaną na rurociągach klas I i II (patrz 15.1.2) należy poddać próbie hydraulicznej ciśnieniem próbnym zgodnie z 1.6.3.1.

**1.6.5.2** Armaturę przeznaczoną do pracy przy ciśnieniu roboczym 0,1 MPa i niższym oraz przeznaczoną do pracy przy podciśnieniu należy poddać próbie hydraulicznej ciśnieniem co najmniej 0,2 MPa.

**1.6.5.3** Armaturę instalowaną na skrzyniach zaworów dennych i burtowych oraz na poszyciu zewnętrznym kadłuba poniżej wodnicy ładunkowej należy poddać próbie hydraulicznej ciśnieniem nie niższym niż 0,5 MPa.

**1.6.5.4** Armaturę w stanie całkowicie zmontowanym należy poddać próbie szczelności zamknięcia, ciśnieniem równym ciśnieniu obliczeniowemu.

**1.6.5.5** Rurociągi klas I i II (patrz 15.1.2) oraz wszystkie rurociągi zasilające, sprężonego powietrza i paliwowe o ciśnieniu obliczeniowym powyżej 0,35 MPa niezależnie od ich klasy, należy po wykonaniu i ostatecznej obróbce, lecz przed zaizolowaniem, poddać w obecności inspektora PRS próbom hydraulicznym ciśnieniem próbnym określonym wg wzoru:

$$p_{pr} = 1,5p, [\text{MPa}] \quad (1.6.5.5)$$

gdzie:

$p$  – ciśnienie obliczeniowe, [MPa]

Naprężenia powstające podczas próby hydraulicznej nie powinny w żadnym przypadku przekraczać 0,9 granicy plastyczności materiału w temperaturze próby.

**1.6.5.6** Jeżeli z przyczyn technicznych nie można przeprowadzić pełnej próby hydraulicznej rurociągu przed zainstalowaniem go na statku, to należy uzgodnić z PRS program prób poszczególnych odcinków, a zwłaszcza połączeń montażowych.

**1.6.5.7** Za zgodą PRS można nie wykonywać prób ciśnieniowych, jeżeli średnica nominalna rurociągu jest mniejsza niż 15 mm.

**1.6.5.8** Szczelność rurociągów po ich zamontowaniu na statku należy sprawdzić podczas próby działania, w obecności inspektora PRS; nie dotyczy to rurociągów paliwa ciekłego – te należy, w obecności inspektora PRS, poddać próbie hydraulicznej, ciśnieniem próbnym nie niższym niż ciśnienie wynikające ze wzoru 1.6.5.5 i nie niższym niż 0,4 MPa.

**1.6.5.9** Jeżeli ze względów technologicznych rurociągi nie zostaną poddane próbom hydraulicznym w warsztacie, próby takie należy przeprowadzić po zakończeniu montażu rurociągów na statku.

## **1.7 Materiały i spawanie**

**1.7.1** Wały pośrednie, oporowe i śrubowe powinny być wykonywane ze stali kutej o wytrzymałości na rozciąganie od 400 MPa do 800 MPa.

**1.7.2** Śruby napędowe powinny być wykonywane ze stopów miedzi lub ze staliwa stopowego o wytrzymałości na rozciąganie nie mniejszej niż 440 MPa i o potwierdzonej wytrzymałości zmęczeniowej na zmienne naprężenia zginające.

Wytrzymałość zmęczeniową na zmienne naprężenia zginające uważa się za potwierdzoną, jeśli zmierzona wartość tej wytrzymałości podczas  $10^8$  cykli obciążeniowych w 3% roztworze chlorku sodu wynosi nie mniej niż 20% minimalnej wytrzymałości na rozciąganie materiału śruby

Dopuszcza się stosowanie żeliwa szarego do wykonywania śrub napędowych. Technologię wykonania śruby o konstrukcji spawanej należy zatwierdzić w PRS.

**1.7.3** W przypadkach zastosowania na wały stali stopowych i na śruby napędowe staliw stopowych, w tym odpornych na korozję lub o wysokiej wytrzymałości, należy przedłożyć PRS dane dotyczące składu chemicznego, własności mechanicznych, technologicznych itp., potwierdzające możliwość zastosowania takich stali oraz staliw.

**1.7.4** Materiały przeznaczone do wykonania części silników i innych urządzeń objętych wymaganiami *Części VI* powinny odpowiadać mającym zastosowanie wymaganiom *Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich, Część IX – Materiały i spawanie*.

**1.7.5** Połączenia spawane należy wykonywać w zasadzie jako złącza doczołowe. Konstrukcje, w których stosowane są spoiny pachwinowe lub w których spoiny są zginane, podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS. Przykłady stosowanych połączeń spawanych podane są w załączniku do niniejszej części Przepisów.

**1.7.6** Rozmieszczenie wzdłużnych szwów spawanych w konstrukcjach składających się z kilku elementów stykających się wzdłuż jednej prostej podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**1.7.7** Przy stosowaniu stali stopowych (w tym stali żarowytrzymałych, żaroodpornych) o wysokiej wytrzymałości, staliwa lub żeliwa stopowego należy przedłożyć PRS dane dotyczące ich składu chemicznego, własności mechanicznych oraz innych własności materiału, potwierdzające możliwość zastosowania ich do produkcji danej części.

**1.7.8** Na części zbiorników ciśnieniowych i wymienników ciepła pracujące w temperaturach nie przekraczających 400°C może być stosowana stal węglowa i węglowo-manganowa.

Dopuszcza się stosowanie wymienionych stali na części pracujące w wyższych temperaturach, pod warunkiem, że wartości przyjmowane do obliczeń wytrzymałościowych, w tym wytrzymałość na pełzanie  $R_z/100\ 000$ , są gwarantowane przez wytwórcę materiału i zgodne z obowiązującymi normami.

**1.7.9** Do budowy zbiorników ciśnieniowych i wymienników ciepła dla temperatur obliczeniowych niższych od 250 °C można, za zgodą PRS, stosować stale kadłubowe spełniające wymagania *Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich, Część IX – Materiały i spawanie, rozdział 3*.

**1.7.10** Stosowanie stali stopowej do budowy zbiorników ciśnieniowych i wymienników ciepła podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS. Należy przy tym przedstawić dane dotyczące własności mechanicznych i wytrzymałości na pełzanie stali oraz połączeń spawanych przy temperaturze obliczeniowej, własności technologicznych, technologii spawania i obróbki cieplnej.

**1.7.11** Części i armatura zbiorników ciśnieniowych i wymienników ciepła o średnicy do 1000 mm dla ciśnień roboczych do 1,6 MPa mogą być wykonane z żeliwa sferoidalnego o strukturze ferrytycznej zgodnie z wymaganiami określonymi w *Przepisach klasyfikacji i budowy statków morskich, Część IX – Materiały i spawanie*, rozdział 15.

W pozostałych przypadkach możliwość zastosowanie żeliwa podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**1.7.12** Stopy miedzi mogą być stosowane na części i armaturę zbiorników ciśnieniowych i wymienników ciepła dla ciśnień roboczych do 1,6 MPa i temperatur obliczeniowych do 250 °C.

W pozostałych przypadkach możliwość zastosowania stopów miedzi podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**1.7.13** Rury stanowiące części wyrobów objętych wymaganiami niniejszej części *Przepisów* powinny w zasadzie być rurami bez szwu. W przypadku, gdy nie sformułowano specjalnych zastrzeżeń, za zgodą PRS mogą być stosowane rury spawane wzdłużnie lub spiralnie, jeżeli zostanie wykazana ich równoważność z rurami bez szwu.

## **1.8 Obróbka cieplna**

**1.8.1** Części, których struktura materiałowa może ulec zmianie na skutek spawania lub obróbki plastycznej, należy poddać odpowiedniej obróbce cieplnej.

Przy obróbce cieplnej konstrukcji spawanych należy uwzględnić wymagania *Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich, Część IX – Materiały i spawanie*, rozdział 23.

**1.8.2** Wyżarzaniu normalizującemu podlegają:

- .1** części tłoczone na zimno, których wewnętrzny promień gięcia jest mniejszy od ich 9,5-krotnej grubości;
- .2** tłoczone na zimno: dna o grubości powyżej 8 mm i elementy uprzednio spawane;
- .3** części tłoczone na gorąco, jeżeli zakończenie tej operacji odbyło się poniżej dolnej granicy temperatur przewidzianych w odpowiednich normach dotyczących obróbki plastycznej.

**1.8.3** Wyżarzaniu odprężającemu po spawaniu podlegają:

- .1** stalowe konstrukcje spawane o zawartości węgla powyżej 0,25%;
- .2** wymienniki ciepła i zbiorniki ciśnieniowe klasy I (patrz tabela 14.1) ze stali o grubości ścian powyżej 20 mm;
- .3** wymienniki ciepła i zbiorniki ciśnieniowe klasy II (patrz tabela 14.1) ze stali węglowej lub węglowo-manganowej o wytrzymałości ponad 400 MPa i o grubości ścian powyżej 25 mm;
- .4** wymienniki ciepła i zbiorniki ciśnieniowe ze stali stopowych, jeżeli w odpowiednich normach wymagana jest obróbka cieplna;
- .5** ściany sitowe spawane z części, przy czym wyżarzanie zaleca się przeprowadzać przed wierceniem otworów.

## **1.9 Badania nieniszczące**

**1.9.1** Wały śrubowe podczas produkcji powinny być poddane badaniom ultradźwiękowym. Po zakończeniu obróbki mechanicznej następujące części wałów:

- tylny koniec cylindrycznej części wału oraz około 0,3 długości stożka od jego większej średnicy w przypadku, gdy śruba napędowa jest osadzona na stożku, lub
- tylny koniec wału śrubowego i rejon przejścia w kołnierz w przypadku, gdy śruba napędowa jest mocowana do kołnierza wału,

należy poddać badaniom w celu wykrycia wad powierzchniowych metodą defektoskopii magnetycznej lub z zastosowaniem ciekłych penetrantów.

**1.9.2** Badaniom nieniszczącym podczas produkcji powinny być poddawane następujące części silników i innych urządzeń:

- .1** wały korbowe kute w całości;

- .2 korbowody;
- .3 stalowe denka tłoków;
- .4 śruby ściągowe;
- .5 śruby poddawane bezpośrednim obciążeniom zmiennym (śruby łożysk ramowych, korbowodowych i głowic cylindrowych);
- .6 stalowe głowice cylindrów;
- .7 stalowe koła zębate napędu wału rozrządu;
- .8 wały, wirniki i tarcze wirnikowe turbin oraz śruby łączące kadłuby turbin wysokociśnieniowych;
- .9 wały przekładni głównych i sterownice o masie ponad 100 kg;
- .10 koła i wieńce zębate o masie ponad 250 kg.

**1.9.3** Badaniom ultradźwiękowym, potwierdzonym sprawozdaniem podpisanym przez producenta, należy poddać części silników spalinowych wymienione w .1, .3 i .5 punktu 1.9.2.

**1.9.4** Badaniom w celu wykrycia wad powierzchniowych metodą defektoskopii magnetycznej lub z zastosowaniem ciekłych penetrantów, w rejonach uzgodnionych z inspektorem PRS, należy poddać części silników spalinowych wymienione w .1 i .2 punktu 1.9.2.

**1.9.5** PRS może zażądać przeprowadzenia badań nieniszczących również nie określonych wyżej części mechanizmów wraz z ich złączami spawanymi, jeżeli podejrzewa się istnienie w nich wad.

**1.9.6** Badania nieniszczące należy wykonywać zgodnie z wymaganiami *Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich, Część IX – Materiały i spawanie*.

## **1.10 Urządzenia napędu głównego**

**1.10.1** W celu utrzymania wystarczającej manewrowości statku we wszystkich normalnych warunkach eksploatacji, urządzenia napędu głównego powinny być zdolne do zapewnienia statkowi ruchu wstecz.

**1.10.2** Urządzenia napędu głównego statku powinny być zdolne do utrzymywania dla ustalonego biegu statku wstecz co najmniej 70% swojej znamionowej liczby obrotów biegu naprzód przez okres nie krótszy niż 30 minut. Pod pojęciem znamionowej liczby obrotów biegu naprzód należy rozumieć obroty odpowiadające maksymalnej mocy ciągłej silnika głównego, podanej w jego metryce. Charakterystyki biegu wstecz mają być zademonstrowane i pomierzone w trakcie prób statku.

Dla statków pasażerskich i specjalnego przeznaczenia PRS może wymagać zwiększenia mocy biegu wstecz.

**1.10.3** W przypadku układów napędu głównego z przekładnią nawrotną, śrubą nastawną lub silnikiem elektrycznym, bieg wstecz nie powinien prowadzić do przeciążenia urządzeń napędowych. Jeżeli w układzie napędowym zastosowano rozłączalne sprzęgło, to jego załączanie nie może wywoływać przeciążeń w układzie napędowym (chwilowych, uderzeniowych, dynamicznych) mogących prowadzić do uszkodzeń elementów tego układu.

**1.10.4** Silnik główny jednosilnikowego układu napędowego powinien spełniać wymagania rozdziału 2.

**1.10.5** Liczba, rodzaj i rozmieszczenie części zapasowych na statku pozostawione są do decyzji armatora. Należy mieć przy tym na uwadze konstrukcję i wyposażenie maszynowni, zamierzone warunki eksploatacji, zalecenia producenta mechanizmów oraz konieczność spełnienia wymagań administracji państwa bandery.

**1.10.6** Części zapasowe wchodzące w zakres części ważnych podlegają w czasie produkcji kontroli PRS w takim samym zakresie, w jakim podlegają kontroli analogiczne części zainstalowane w silnikach, mechanizmach lub urządzeniach.

## **1.11 Przedziały maszynowe**

**1.11.1** Rozmieszczenie silników i mechanizmów w przedziałach maszynowych powinno być takie, aby zapewniona była możliwość przejścia z miejsc ich sterowania i obsługi do dróg ewakuacji. Szerokość przejść na całej długości nie powinna być mniejsza niż 600 mm.

**1.11.2** Szerokość przejść koło rozdzielnic elektrycznych powinna spełniać wymagania podrozdziału 4.5.7 z Części VII – *Urządzenia elektryczne i automatyka*.

**1.11.3** Dla każdego przedziału maszynowego i tunelu rurociągów należy przewidzieć wyjścia spełniające wymagania podrozdziału 2.2 z Części V – *Ochrona przeciwpożarowa*.

**1.11.4** Wszystkie drzwi oraz pokrywy luków wyjściowych i świetlików, przez które możliwe jest wyjście z przedziałów maszynowych, powinny być otwierane i zamykane z obu stron. Na pokrywach takich luków wyjściowych i świetlików należy umieścić wyraźny napis zakazujący kładzenia na nich jakichkolwiek przedmiotów.

Pokrywy świetlików nie będących wyjściami powinny mieć urządzenia pozwalające na zamykanie ich od zewnątrz.

**1.11.5** Płyty podłogowe w przedziałach maszynowych powinny być metalowe, w wykonaniu przeciwpoślizgowym. Płyty podłogowe powinny być dostatecznie sztywne i pewnie zamocowane. Należy zapewnić łatwy demontaż płyt.

**1.11.6** Izolacja cieplna i akustyczna w przedziałach maszynowych powinna być wykonana z materiałów niepalnych. Zewnętrzna powierzchnia izolacji powinna być nieprzepuszczalna dla olejów, paliw oraz ich oparów. Typ izolacji i sposób jej zamocowania powinny być takie, aby na skutek drgań nie następowało pęknięcie i osuwanie się izolacji ani pogarszanie jej własności izolacyjnych.

Izolację należy zabezpieczyć przed uszkodzeniami mechanicznymi.

**1.11.7** Części ruchome mechanizmów powinny być odpowiednio osłonięte.

**1.11.8** Przedziały maszynowe i inne pomieszczenia, w których mogą rozprzestrzeniać się gazy palne i toksyczne należy wyposażać w wentylację odpowiadającą wymaganiom zawartym w rozdziale 21.

**1.11.9** Maksymalny dopuszczalny poziom hałasu w przedziałach maszynowych wynosi 110 dB (A).

Pomiaru hałasu należy dokonywać przede wszystkim w miejscach, z których odbywa się obsługa urządzeń maszynowych.

Przy wejściach do przedziałów maszynowych, w których poziom hałasu przekracza 90 dB (A) należy umieścić tablice ostrzegawcze.

**1.11.10** Hałas wytwarzany przez poruszający się statek, wywołany głównie pracą układów dolotowych i wylotowych silników spalinowych, powinien być tłumiony.

Poziom hałasu, zmierzony w normalnych warunkach eksploatacyjnych, nie może przekraczać:

- w odległości 25 m od burty statku – 75 dB (A),
- w miejscu pracy sternika, na wysokości jego głowy – 70 dB (A).
- poza operacjami przeładunkowymi hałas wytworzony przez statek stojący w miejscu nie może przekraczać 65dB (A) w odległości 25 m od burty statku.

## **1.12 Rozmieszczenie silników, mechanizmów i elementów wyposażenia**

**1.12.1** Rozmieszczenie silników, mechanizmów, elementów wyposażenia, rurociągów i armatury powinno być takie, aby był możliwy dostęp do nich dla obsługi, wykonywania napraw w przypadku awarii oraz demontażu i transportu poza statek. Silniki i mechanizmy należy instalować i wyposażać tak, aby były odpowiednio dostępne do obsługi i konserwacji i aby nie zagrażały personelowi wyznaczonemu do tych zadań. Powinna być zapewniona możliwość zabezpieczenia ich przed niezamierzonym uruchomieniem.

Należy spełnić również wymagania zawarte w 1.11.1.

**1.12.2** Rozmieszczenie zbiorników paliwa, oleju smarowego oraz oleju używanego w systemach przenoszenia napędu, systemach sterowania i napędu oraz systemach grzewczych, jak również rozmieszczenie rurociągów i armatury powinno być takie, aby uniemożliwione było przypadkowe przedostawanie się paliwa, oleju lub jego oparów do wnętrza statku.

Zbiorników paliwa i oleju nie można umieszczać przed grodzią zderzeniową.

Zbiorników paliwa lub oleju nie należy umieszczać nad schodami, silnikami głównymi, przewodami wydechowymi, urządzeniami elektrycznymi i stanowiskami sterowania silnikami głównymi.

Jeżeli umieszczenie zbiorników paliwa lub oleju w wyżej wymienionych miejscach jest konieczne, to pod całą powierzchnią denną zbiorników nie stanowiących części konstrukcyjnej kadłuba należy przewidzieć tace, zaś zbiorniki stanowiące część konstrukcyjną kadłuba należy wyposażyć w tace na obwodzie. Tace powinny mieć zrębnice o odpowiedniej wysokości.

**1.12.3** Sprężarki powietrza należy ustawiać w takich miejscach, aby zasysane przez nie powietrze było możliwie w jak najmniejszym stopniu zanieczyszczone parami palnych cieczy.

### **1.13 Montaż silników, mechanizmów i elementów wyposażenia**

**1.13.1** Silniki, mechanizmy i elementy wyposażenia wchodzące w skład urządzeń maszynowych należy ustawiać na mocnych i sztywnych fundamentach. Konstrukcja fundamentów powinna odpowiadać wymaganiom podrozdziału 5.2.4 z *Części II – Kadłub*.

Mechanizmy i elementy wyposażenia o małych wymiarach można ustawiać bezpośrednio na pomostach lub poszyciu dna wewnętrznego, na przyspawanych podkładkach.

**1.13.2** Mechanizmy i inne urządzenia mogą być umieszczone na dnie wewnętrznym, grodziach wodoszczelnych lub ścianach zbiorników, pod warunkiem mocowania ich na fundamentach lub wspornikach przyspawanych do usztywnień lub do poszycia w miejscu bezpośrednio usztywnionym.

**1.13.3** Jeżeli istnieje konieczność ustawienia silników lub mechanizmów na podkładkach elastycznych, to należy stosować podkładki o konstrukcji uznanej przez PRS.

Ustawianie silników i mechanizmów na podkładkach z tworzyw sztucznych podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS, przy czym wymaga się, aby były to tworzywa uznane przez PRS.

**1.13.4** Silniki główne i ich przekładnie oraz łożyska oporowe wałów napędowych należy mocować do fundamentów, częściowo lub całkowicie, przy pomocy śrub pasowanych. Zamiast śrub pasowanych, można stosować specjalne stopery.

**1.13.5** Śruby mocujące do fundamentów silniki główne, silniki i mechanizmy pomocnicze oraz łożyska wałów napędowych, a także śruby łączące poszczególne odcinki wałów napędowych powinny być zabezpieczone przed odkręceniem się.

**1.13.6** Silniki i mechanizmy o poziomej osi obrotu wału należy ustawiać równolegle do płaszczyzny symetrii statku. Inny kierunek ustawienia może być akceptowany tylko wówczas, gdy te silniki lub mechanizmy będą konstrukcyjnie przystosowane do pracy, przy takim ustawieniu, w warunkach określonych w 1.5.

Określenie akwenów dróg śródlądowych w Europie odpowiadającym rejonom żeglugi **1, 2, 3** podano w wydanej przez PRS Publikacji Nr 15/I – *Podział europejskich dróg śródlądowych na rejony żeglugi*.

**1.13.7** Silniki do napędu prądnic należy ustawiać na wspólnych fundamentach z prądnicami.

### **1.14 Urządzenia sterujące silnika głównego**

**1.14.1** Konstrukcja i rozmieszczenie urządzeń rozruchowych oraz urządzeń zmieniających liczbę i kierunek obrotów powinny być takie, aby rozruch i przesterowanie każdego silnika mogła wykonać jedna osoba. Powinna istnieć możliwość sterowania i monitorowania pracy silników głównych i urządzeń sterowych ze stanowiska sterowania. W odniesieniu do silników głównych wyposażonych w sprzęgło uruchamiane ze stanowiska sterowania lub napędzających śrubę nastawną, która może być sterowana ze stanowiska sterowania, wystarczające jest zapewnienie możliwości ich uruchomienia i zatrzymania z pomieszczenia maszynowni.



**1.14.2** Kierunek ruchu dźwigni należy oznaczać strzałkami i napisami informacyjnymi.

**1.14.3** Sterowanie każdym silnikiem głównym powinno odbywać się za pomocą pojedynczej dźwigni sterującej silnikiem. Dźwignia powinna poruszać się po łuku koła w płaszczyźnie pionowej, możliwie równoległej do osi wzdłużnej statku. Przesunięcie dźwigni w stronę dziobu statku powinno spowodować ruch statku naprzód, natomiast w stronę rufy – ruch wsteczny statku. Włączanie sprzęgła oraz zmiana kierunku ruchu statku powinny odbywać się mniej więcej w pozycji neutralnej tej dźwigni. W pozycji neutralnej dźwignia powinna zaskoczyć.

**1.14.4** Konstrukcja urządzeń sterujących powinna wykluczać możliwość samoczynnej zmiany nastawy.

**1.14.5** Urządzenia sterujące silników wyposażonych w obracarki wałów z napędem mechanicznym powinny mieć blokadę uniemożliwiającą uruchomienie silnika przy włączonej obracarce.

**1.14.6** Zaleca się, aby telegraf maszynowy był zablokowany z urządzeniami do rozruchu i zmiany kierunku obrotów w sposób uniemożliwiający pracę przy obrotach w kierunku przeciwnym do zadanego.

**1.14.7** Urządzenia sterujące silników spalinowych powinny pozwalać na natychmiastowe zatrzymanie każdego silnika.

## **1.15 Sterowanie mechanizmami i stanowiska sterowania**

**1.15.1** Silniki główne sterowane zdalnie powinny mieć również lokalne stanowiska sterowania.

**1.15.2** Lokalne stanowiska sterowania silnikami głównymi powinny być wyposażone w:

- urządzenia sterujące;
- przyrządy kontrolno-pomiarowe do obserwacji pracy urządzeń napędu głównego w zakresie ustalonym przez wytwórcę;
- obrotomierze i przyrządy wskazujące kierunek obrotu wału śrubowego, jeżeli moc silnika głównego wynosi 110 kW i więcej;
- przyrządy wskazujące położenie skrzydeł śrub o skoku nastawnym;
- środki łączności;
- sygnalizację awaryjną (patrz 2.6.2).

**1.15.3** Na statkach wyposażonych w kilka silników głównych, w przekładnie nawrotne lub w śruby o skoku nastawnym należy przewidzieć wspólne stanowisko sterowania.

**1.15.4** W przypadku zastosowania zdalnego lub zdalnie-automatycznego sterowania urządzeniami napędu głównego powinny być spełnione wymagania podrozdziału 15.5.1 z *Części VII – Urządzenia elektryczne i automatyka*.

## **1.16 Środki łączności**

**1.16.1** Każde stanowisko sterowania silnikami głównymi i pędnikami powinno być wyposażone w co najmniej dwa niezależne środki dla utrzymania dwustronnej łączności ze sterówką. Jednym z tych środków powinien być telegraf maszynowy, zapewniający wizualną identyfikację przekazywanych rozkazów sterowania silnikami i ich potwierdzeń zarówno w przedziale maszynowym, jak i w sterówce, wyposażony w dobrze słyszalny sygnał dźwiękowy, różniący się od innych sygnałów stosowanych w danym pomieszczeniu. Drugi środek łączności powinien być niezależny od telegrafu maszynowego i powinien umożliwiać weryfikację przekazywanych rozkazów sterowania silnikami i ich potwierdzeń.

**1.16.2** W przypadku środków łączności służących do przeprowadzania rozmów należy zastosować środki zapewniające słyszalność podczas pracy silników i mechanizmów.

## **1.17 Przyrządy kontrolno-pomiarowe**

**1.17.1** Przyrządy kontrolno-pomiarowe, z wyjątkiem termometrów cieczowych, powinny być sprawdzone i odebrane przez kompetentne organa administracji zgodnie z wymaganiami obowiązujących przepisów państwowych.

**1.17.2** Dokładność wskazań obrotomierzy powinna zawierać się w przedziale  $\pm 2,5$  % zakresu pomiarowego. W przypadku ustalenia zabronionych zakresów obrotów silnika głównego (patrz 4.4), powinny one być wyraźnie i trwale oznaczone na tarczach wszystkich obrotomierzy.

**1.17.3** Instalacje rurociągów powinny być wyposażone w przyrządy kontrolno-pomiarowe niezbędne do kontroli ich prawidłowej pracy. Przy ustalaniu rodzaju i liczby tych przyrządów należy kierować się wskazaniami producenta mechanizmów i urządzeń wchodzących w skład danej instalacji.

**1.17.4** Przyrządy kontrolno-pomiarowe w instalacjach paliwa, oleju smarowego i innych olejów łatwo zapalnych powinny być wyposażone w zawory lub kurki, służące do odcinania dopływu czynnika do tych przyrządów. Czujki termometrów powinny być umieszczane w szczelnych tulejkach.

**1.17.5** Silniki i mechanizmy należy wyposażyć w przyrządy pomiarowo-kontrolne niezbędne do kontroli prawidłowości ich pracy, w ilości ustalonej przez producenta i spełniające wymagania niniejszego podrozdziału.

Wyposażenie w przyrządy kontrolno-pomiarowe silników przewidzianych do eksploatacji w maszynowni bezwachtowej podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

## **1.18 Ogólne wymagania techniczne**

**1.18.1** Elementy mocujące ruchome części silników i mechanizmów, a także znajdujące się w miejscach trudno dostępnych, powinny mieć konstrukcyjne zabezpieczenie przed poluzowaniem się połączenia.

**1.18.2** Powierzchnie mechanizmów, elementów wyposażenia i rurociągów mogące się nagrzewać do temperatur przekraczających 220 °C powinny być izolowane cieplnie. Izolacja powinna spełniać wymagania 1.11.6.

**1.18.3** Elementy silników i mechanizmów stykające się z czynnikami powodującymi korozję powinny być wykonane z materiałów odpornych na korozję lub powinny mieć zabezpieczenia antykorozyjne.

**1.18.4** Wyposażenie elektryczne silników i mechanizmów powinno spełniać wymagania *Części VII – Urządzenia elektryczne i automatyka*.

## **1.19 Automatykacja i zdalne sterowanie**

**1.19.1** Automatykacja i zdalne sterowanie urządzeń, mechanizmów i instalacji powinny spełniać mające zastosowanie wymagania rozdziału 15 z *Części VII – Urządzenia elektryczne i automatyka*.

**1.19.2** Sterowanie automatyczne urządzeń instalacji nie powinno wykluczać sterowania lokalnego.

## **1.20 Ograniczenia stosowania paliwa ciekłego**

**1.20.1** O ile w innych miejscach *Przepisów* nie postanowiono inaczej, na statkach obowiązują następujące zasady stosowania paliwa ciekłego:

- .1 z wyjątkiem niżej wymienionych przypadków nie wolno stosować paliw o temperaturze zapłonu niższej niż 55 °C;
- .2 do napędu silników wciągarek kotwicznych, statkowych łodzi towarzyszących, przenośnych pomp spalinowych oraz urządzeń wspomagających rozruch dopuszcza się stosowanie paliw o temperaturze zapłonu niższej niż 55 °C.

**1.20.2** Do napędu silników spalinowych instalowanych na statkach należy stosować paliwa o temperaturze zapłonu wyższej niż 55 °C.

## 2 SILNIKI SPALINOWE

### 2.1 Wymagania ogólne

**2.1.1** Wymagania niniejszego rozdziału mają zastosowanie do wszystkich wysokoprężnych silników spalinowych o mocy znamionowej 55 kW i większej.

Zastosowanie tych wymagań w odniesieniu do silników wysokoprężnych o mocy znamionowej poniżej 55 kW podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**2.1.2** Moc znamionowa silników spalinowych powinna być zapewniona w następujących warunkach otoczenia:

- ciśnienie atmosferyczne 100 kPa;
- temperatura powietrza +45 °C;
- wilgotność względna powietrza 60%;
- temperatura wody zaburtowej +20 °C.

**2.1.3** Silniki napędu głównego powinny być zgodne z wymaganiami określonymi w podrozdziale 1.10.

**2.1.4** Minimalna stała liczba obrotów silników głównych stosowanych do bezpośredniego napędu śruby powinna wynosić nie więcej niż 30 % znamionowej liczby obrotów.

**2.1.5** Główne silniki nawrotne powinny podczas ruchu statku wstecz rozwijać moc równą co najmniej 65 % mocy znamionowej.

**2.1.6** Silniki napędowe awaryjnych zespołów prądotwórczych powinny być wyposażone w niezależne instalacje: rozruchową, paliwową, chłodzenia i smarowania.

### 2.2 Kadłub silnika

**2.2.1** Skrzynia korbowa i zdejmowane lub otwierane pokrywy jej otworów powinny mieć dostateczną wytrzymałość, a zamocowanie powinno być takie, aby w przypadku wybuchu uniemożliwione było przemieszczenie się tych pokryw.

**2.2.2** Na kadłubie silnika i stykających się z nim elementach należy przewidzieć urządzenia odwadniające (rowki ściekowe, rurociągi itp.) lub zastosować inne środki w celu wykluczenia możliwości przedostania się paliwa i wody do oleju obiegowego, jak również przedostawania się oleju do wody chłodzącej.

Przestrzenie chłodzące powinny mieć urządzenia spustowe zapewniające całkowite usunięcie z nich wody.

**2.2.3** W zasadzie nie należy przewidywać wentylowania skrzyń korbowych silników ani stosowania urządzeń, które mogłyby spowodować dopływ powietrza z zewnątrz. Jeżeli zastosowano wymuszone usuwanie gazów ze skrzyń korbowych (np. w celu wykrywania dymu w skrzyni korbowej), to podciśnienie w nich nie powinno przekraczać 0,25 kPa.

Nie należy łączyć rur odpowietrzających ani rur ściekowych oleju smarowego z dwóch lub więcej silników.

Dla silników o mocy znamionowej do 750 kW może być wykonane odsysanie powietrza ze skrzyni korbowej przez turbodmuchawy – pod warunkiem zainstalowania sprawnie działających oddzielaczy oleju.

Średnica rur odpowietrzających skrzynię korbową powinna być jak najmniejsza, przy czym ich końce powinny być wyposażone w armaturę odcinającą płomień oraz wykonane tak, aby uniemożliwione było dostanie się wody do silnika. Rury odpowietrzające powinny być wyprowadzone na otwarty pokład do miejsc, z których wykluczone jest zasysanie par do pomieszczeń służbowych i mieszkalnych.

**2.2.4** Skrzynie korbowe silników o średnicy cylindrów powyżej 200 mm oraz silników o objętości skrzyni korbowej przekraczającej 0,6 m<sup>3</sup> powinny być wyposażone w urządzenia bezpieczeństwa (zawory eksplozyjne) w sposób następujący:

- .1 silniki o średnicy cylindrów nie przekraczającej 250 mm należy wyposażyć w co najmniej jeden zawór na każdym końcu, przy czym silniki o ośmiu i więcej cylindrach, dodatkowo w jeden zawór w pobliżu środka silnika;
- .2 silniki o średnicy cylindra od 250 mm do 300 mm należy wyposażyć w takie zawory na co najmniej co drugim układzie tłokowym (minimum 2 zawory na silniku);
- .3 silniki o średnicy cylindra powyżej 300 mm należy wyposażyć w jeden zawór na każdym układzie tłokowym.

Wszystkie inne przestrzenie łączące się ze skrzynią korbową (takie jak przestrzeń przekładni lub łańcucha napędu wału rozrzędu lub podobnych napędów), których całkowita objętość przekracza  $0,6 \text{ m}^3$ , powinny być wyposażone w dodatkowe zawory eksplozyjne.

**2.2.5** Urządzenia bezpieczeństwa (zawory eksplozyjne) powinny spełniać następujące wymagania:

- .1 zawór powinien być typu uznanego przez PRS;
- .2 konstrukcja zaworu powinna zapewniać natychmiastowe jego otwarcie przy nadciśnieniu w skrzyni korbowej nie przekraczającym  $0,02 \text{ MPa}$  oraz szybkie jego zamknięcie uniemożliwiające dopływ powietrza do skrzyni korbowej;
- .3 wyloty należy ekranować tak, aby osoby znajdujące się w pobliżu silnika były zabezpieczone przed wyrzucanym płomieniem.

**2.2.6** Powierzchnia czynna przepływu w zaworze eksplozyjnym nie może być mniejsza niż  $45 \text{ cm}^2$ . Sumaryczna powierzchnia przepływu zaworów eksplozyjnych na jednym silniku powinna wynosić co najmniej  $115 \text{ cm}^2$  na każdy  $1 \text{ m}^3$  całkowitej objętości skrzyni korbowej. Od całkowitej objętości skrzyni korbowej można odliczyć objętość elementów nieruchomych, na stałe zamontowanych w skrzyni korbowej.

**2.2.7** Na pokrywach skrzyni korbowej po obu stronach silnika należy umieścić tabliczki lub napisy ostrzegające, że nie należy otwierać drzwi, pokryw lub wzierników przed upływem określonego czasu, potrzebnego do wystarczającego ostygnięcia części silnika po jego zatrzymaniu. Dopuszcza się umieszczenie tego ostrzeżenia na stanowisku manewrowym.

**2.2.8** W przypadku silników o średnicy cylindra od  $230 \text{ mm}$  wzwyż, należy przewidzieć środki sygnalizujące osiągnięcie dopuszczalnej wartości nadciśnienia w cylindrach.

## **2.3 Wał korbowy**

**2.3.1** Wał korbowy powinien być obliczony dla obciążeń wynikających z wartości mocy znamionowej silnika. Wymiary elementów wału wykonanego jako całość lub półskładanego powinny spełniać wymagania zawarte w *Publikacji Nr 8/P – Obliczanie wałów korbowych silników wysokoprężnych*.

**2.3.2** Konstrukcje wałów korbowych nie objętych zakresem zastosowania *Publikacji Nr 8/P* lub wałów wykonanych z żeliwa sferoidalnego o  $500 \leq R_m \leq 700 \text{ MPa}$  podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS, przy czym wymagane jest przedłożenie pełnych obliczeń wytrzymałościowych lub danych doświadczalnych.

**2.3.3** Promień podtoczenia przejścia wału w kołnierz nie powinien być mniejszy niż  $0,08$  średnicy wału.

**2.3.4** Powierzchniowe utwardzanie cieplne czopów wałów korbowych nie powinno obejmować rejonu przejścia czopa w ramię, z wyjątkiem przypadków, gdy wał został w całości poddany utwardzaniu.

**2.3.5** Na zewnętrznej stronie połączenia ramion wykorbionych z czopami głównymi wałów półskładanych należy nanieść kreski kontrolne.

**2.3.6** Jeżeli w podstawie silnika wbudowane jest łożysko oporowe, to średnica wału oporowego nie powinna być mniejsza od określonej w punkcie 3.4.

## 2.4 Doładowanie

**2.4.1** W przypadku awarii turbodmuchawy silnik główny dla jednosilnikowego układu napędowego powinien rozwijać moc równą co najmniej 20% jego mocy znamionowej.

**2.4.2** Silniki główne, dla których turbodmuchawy nie zapewniają wystarczającego doładowania przy uruchamianiu i przy pracy z niską prędkością obrotową, należy wyposażyć w dodatkowy układ doładowania powietrzem, umożliwiający uzyskanie prędkości obrotowej silnika, przy której turbodmuchawy zapewniają odpowiednie doładowanie.

## 2.5 Instalacja paliwowa

**2.5.1** Rurociągi paliwowe wysokociśnieniowe powinny być wykonywane ze stalowych rur grubościennych bez szwu i nie powinny mieć połączeń spawanych ani lutowanych.

**2.5.2** Wszystkie zewnętrzne wysokociśnieniowe rurociągi paliwowe pomiędzy wysokociśnieniowymi pompami paliwa i wtryskiwaczami powinny być zabezpieczone systemem przewodów osłaniających, zdolnych do zatrzymania paliwa w przypadku uszkodzenia rurociągu wysokociśnieniowego. W systemie przewodów osłaniających należy przewidzieć urządzenia do gromadzenia przecieków oraz alarm informujący o uszkodzeniu rurociągu paliwa. **Alarm taki nie jest wymagany dla silników o liczbie cylindrów nie większej niż dwa. Instalacja osłoniętych rurociągów nie musi być stosowana w przypadku silników na pokładach otwartych obsługujących wciągarki i kabestany.**

Jeżeli jako osłony zastosowano przewody elastyczne, to powinny one być typu uznanego.

Jeżeli w powrotnych przewodach paliwowych pulsacja ciśnienia przekracza 2 MPa, to powinny być one skutecznie osłonięte.

**2.5.3** Wszystkie powierzchnie o temperaturze powyżej 220 °C, na które może wytrysnąć strumień paliwa z uszkodzonego rurociągu, powinny być odpowiednio izolowane.

**2.5.4** Rurociągi paliwowe powinny być, tak dalece jak jest to praktycznie możliwe, osłonięte lub w inny, odpowiedni sposób zabezpieczone przed rozpyleniem lub przeciekiem paliwa na gorące powierzchnie, wloty powietrza do urządzeń maszynowych lub inne źródła zapłonu. Liczba połączeń w takiej instalacji powinna być ograniczona do minimum.

**2.5.5** Jeżeli pompa podająca paliwo jest zawieszona na silniku, to należy przewidzieć ręczną pompę do podania paliwa przed uruchomieniem silnika.

**2.5.6** Konstrukcja filtrów paliwa na rurociągu doprowadzającym paliwo do pomp wtryskowych silników głównych powinna pozwalać na czyszczenie filtrów bez konieczności zatrzymywania silnika. Wymaganie to uważa się za spełnione, w przypadku zastosowania przełączalnego filtra podwójnego lub filtra automatycznego.

Dla silników pomocniczych dopuszcza się stosowanie filtra pojedynczego.

## 2.6 Smarowanie

**2.6.1** Pompy główne oleju smarowego napędzane przez silnik powinny zapewniać odpowiedni przepływ oleju w całym zakresie pracy silnika.

**2.6.2** Silniki główne i silniki pomocnicze o mocy znamionowej ponad 40 kW powinny być wyposażone w urządzenia alarmowe, dające sygnał dźwiękowy i świetlny w przypadku niesprawności układu smarowania.

**2.6.3** Na każdym króćcu doprowadzającym olej do cylindrów silników, jak również na króćcach umieszczonych w górnej części tulei cylindrowej, należy zainstalować zawór zwrotny.

**2.6.4** Konstrukcja filtrów oleju na rurociągu tłocznym pompy olejowej silników głównych powinna pozwalać na czyszczenie filtrów bez konieczności zatrzymywania silnika. Wymaganie to uważa się za spełnione w przypadku zastosowania przełączalnego filtra podwójnego lub filtra automatycznego.

Zabronione jest stosowanie filtrów bocznikowych, tzn. takich, przez które przepływa jedynie część oleju tłoczonego przez pompę.

**2.6.5** Dla silników głównych o mocy znamionowej nie przekraczającej 220 kW, posiadających pompę olejową umieszczoną w misce olejowej, wystarczające jest zastosowanie pojedynczego filtra oleju, pod warunkiem:

- .1 zainstalowania urządzenia alarmowego, sygnalizującego zanieczyszczenie filtra, oraz
- .2 zapewnienia możliwości wymiany filtra bez konieczności zatrzymywania silnika. Dopuszcza się stosowanie do tego celu rurociągu bocznikowego, wyposażonego w zawór zaporowy sterowany ręcznie.

**2.6.6** Dla silników pomocniczych dopuszcza się stosowanie filtra pojedynczego.

## **2.7 Chłodzenie**

**2.7.1** Pompy główne wody chłodzącej napędzane przez silnik powinny zapewniać odpowiedni przepływ wody w całym zakresie pracy silnika.

**2.7.2** Niezależnie od postanowień punktu 15.1.10, dopuszcza się stosowanie na silnikach, w wewnętrznych obiegach chłodzenia wodą słodką, krótkich odcinków węży elastycznych mocowanych na rurociągach opaskami zaciskowymi. Rury, z którymi łączą się odcinki elastyczne, powinny być pewnie zamocowane do silnika, a odcinki elastyczne tak ukształtowane i zamocowane opaskami do rur, aby niemożliwe było ich zsuniecie się wskutek drgań silnika.

**2.7.3** Jeżeli do chłodzenia silnika stosuje się powietrze pobierane z przedziału maszynowego, to temperatura tego powietrza przyjmowana do obliczeń systemu chłodzenia silnika nie może być niższa niż 40 °C (patrz 1.5.1).

Powietrze wylotowe z systemu chłodzenia silnika nie może powodować nadmiernego ogrzewania przestrzeni, w której znajduje się silnik. Zaleca się odprowadzenie powietrza do atmosfery specjalnymi kanałami.

## **2.8 Urządzenia rozruchowe**

**2.8.1** Rurociągi powietrza rozruchowego na silniku wysokoprężnym należy wyposażyć w następujące urządzenia:

- .1 w zawór zaporowo-zwrotny lub urządzenie równoważne:
  - dla każdego silnika – na dolocie sprężonego powietrza do silnika;
- .2 w płytkę bezpiecznikową lub w tłumik płomieni:
  - dla silników nawrotnych posiadających główny kolektor rozruchowy – na każdym króćcu doprowadzającym sprężone powietrze do zaworów rozruchowych;
  - dla silników nienawrotnych – na wlocie do kolektora powietrza rozruchowego.

Urządzeń wymienionych w .2 można nie instalować na silnikach posiadających cylindry o średnicy nie przekraczającej 230 mm.

**2.8.2** Silniki z rozruchem elektrycznym zaleca się wyposażyć w zawieszone prądnice do automatycznego ładowania baterii akumulatorów rozruchowych.

## **2.9 Instalacja wydechowa**

**2.9.1** Dla silników z pulsacyjnym zasilaniem turbodmuchaw należy przewidzieć urządzenie zapobiegające przedostawaniu się do turbodmuchaw odłamków pierścieni tłokowych i zaworów.

## **2.10 Sterowanie i regulacja**

**2.10.1** Silniki główne powinny być wyposażone w ograniczniki momentu obrotowego (dawki paliwa), zapobiegające obciążeniu silnika momentem większym od znamionowego, wynikającym z mocy określonej w warunkach podanych w 2.1.2.

Jeżeli zgodnie z żądaniem armatora powinna istnieć możliwość przeciążania silnika momentem w trakcie eksploatacji, to maksymalny przeciążeniowy moment obrotowy nie powinien być wyższy niż 1,1 znamionowego. W takim przypadku silnik powinien być wyposażony w ogranicznik momentu, odpowiadający jednemu z następujących warunków:

- .1 ogranicznik powinien być dwupołożeniowy, przełączany przez obsługę na moment znamionowy i na maksymalny moment przeciążeniowy, przy czym przełączenie na moment maksymalny powinno być widoczne na stanowisku sterowania silnikiem;
- .2 ogranicznik powinien być ustawiony na maksymalny moment przeciążeniowy i powinno być przewidziane urządzenie sygnalizacyjne świetlne lub dźwiękowe działające nieprzerwanie przy przekroczeniu momentu znamionowego.

**2.10.2** W przypadku silników do napędu prądnic powinna w trakcie eksploatacji istnieć możliwość ich krótkotrwałego okresowego przeciążenia momentem obrotowym równym 1,1 znamionowego, przy znamionowej liczbie obrotów.

Silniki do napędu prądnic powinny być wyposażone w ogranicznik momentu obrotowego (dawki paliwa), zapobiegający obciążeniu silnika momentem większym niż 1,1 znamionowego, wynikającego z mocy określonej dla warunków otoczenia podanych w 2.1.2.

**2.10.3** Urządzenia rozruchowe i nawrotne powinny być tak wykonane, aby wykluczyć możliwość:

- .1 pracy silnika na obrotach o kierunku przeciwnym do zadanego;
- .2 wykonania nawrotu silnika przy włączonym dopływie paliwa;
- .3 rozruchu silnika przed wykonaniem nawrotu;
- .4 rozruchu silnika przy włączonej obracarce wału.

**2.10.4** Każdy silnik główny powinien mieć regulator obrotów zapobiegający przekroczeniu prędkości znamionowej o więcej niż 15%.

Oprócz powyższego regulatora obrotów każdy silnik główny o mocy znamionowej 220 kW i większej, który może być wysprzęglony lub który napędza śrubę o skoku nastawnym, powinien być wyposażony w oddzielne urządzenie zapobiegające przekroczeniu prędkości znamionowej o więcej niż 20%.

Równoważne rozwiązanie może być zaakceptowane po specjalnym rozpatrzeniu.

Urządzenie zapobiegające nadmiernemu wzrostowi prędkości obrotowej, łącznie z jego mechanizmem napędzającym, powinno być niezależne od wymaganego regulatora obrotów.

**2.10.5** Każdy silnik napędzający prądnicę podstawową lub awaryjną powinien mieć regulator obrotów zapewniający spełnienie następujących wymagań:

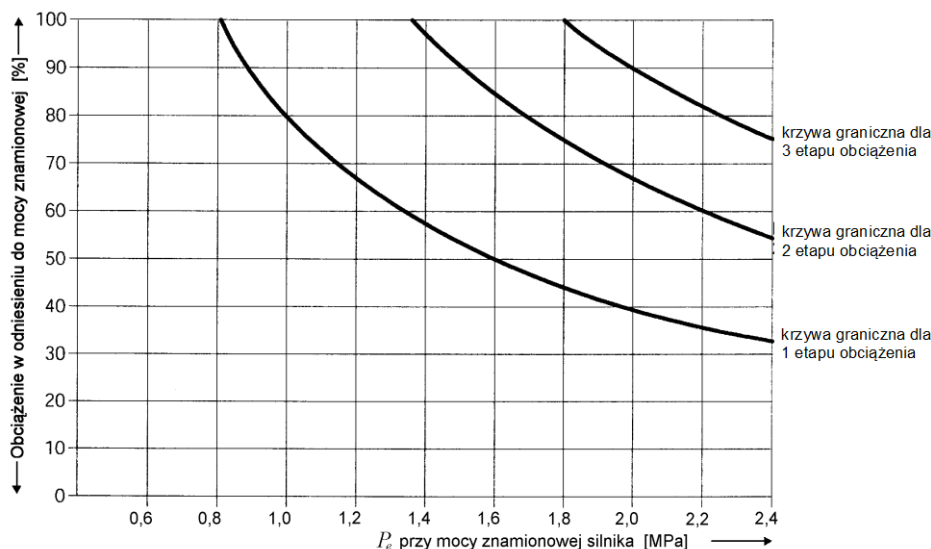
- .1 chwilowa zmiana częstotliwości napięcia w sieci elektrycznej nie powinna przekraczać  $\pm 10$  % częstotliwości znamionowej. Po takiej zmianie, częstotliwość napięcia powinna być przywrócona do wartości znamionowej po upływie nie więcej niż 5 s, przy załączanym lub wyłączanym odbiorniku o maksymalnej mocy.

W przypadku wyłączania odbiornika o maksymalnej mocy znamionowej równej mocy prądnicy, dopuszcza się chwilową zmianę prędkości obrotowej przekraczającą 10 % prędkości znamionowej, o ile nie spowoduje to zadziałania urządzenia zapobiegającego nadmiernemu wzrostowi prędkości obrotowej (patrz 2.10.4);

- .2 w zakresie obciążeń pomiędzy 0 – 100% obciążenia znamionowego ustalona prędkość obrotowa po zmianie obciążenia nie powinna odbiegać od prędkości znamionowej o więcej niż  $\pm 5$  % prędkości znamionowej;
- .3 powinna być zapewniona możliwość obciążania prądnicy w dwóch etapach (patrz też podpunkt .4) – tak, aby prądnica bez obciążenia mogła być nagle obciążona 50% mocy znamionowej, a następnie (po ustaleniu się prędkości obrotowej) pozostałymi 50% mocy. Ustalenie się prędkości obrotowej powinno być osiągnięte po upływie nie więcej niż 5 s. Ustalenie się prędkości obrotowej uznaje się za osiągnięte, jeżeli wahania obrotów nie przekraczają wartości +1% zadeklarowanej prędkości obrotowej przy nowym obciążeniu;

- .4 w szczególnych przypadkach PRS może zaakceptować obciążenie prądnicy w więcej niż w dwóch etapach, zgodnie z rys. 2.10.5.4 (str. 44), jeżeli zostanie to uzasadnione w fazie projektowania i potwierdzone próbami elektrowni okrętowej. Należy przy tym uwzględnić moce wyposażenia elektrycznego włączającego się automatycznie i sekwencyjnie po powrocie napięcia w szynach, a także – dla prądnic pracujących równolegle – przypadek przejścia obciążenia przez jedną z nich po wyłączeniu drugiej;
- .5 dla prądnic awaryjnych mają zastosowanie wymagania określone w .1 i .2 przy nagłym obciążeniu mocą znamionową.

Oprócz regulatora obrotów, każdy silnik o mocy 220 kW i większej, napędzający prądnicę, powinien być wyposażony w oddzielne urządzenie zapobiegające przekroczeniu prędkości znamionowej o więcej niż 15%.



Rys. 2.10.5.4 Krzywe graniczne dla obciążania silnika 4-suwowego etapami od biegu luzem do mocy znamionowej w zależności od średniego ciśnienia użytecznego  $P_e$ , [MPa]

## 2.11 Emisja zanieczyszczeń gazowych i pyłowych z silników wysokoprężnych

**2.11.1** Każdy silnik o mocy znamionowej powyżej 19 kW, zainstalowany na statku lub w urządzeniu znajdującym się na statku, powinien zapewniać skuteczne ograniczenie emisji zanieczyszczeń gazowych i cząstek stałych, zgodnie z wymaganiami zawartymi w [Rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady \(UE\) 2016/1628 określonymi w Artykule 9 normy technicznej ES-TRIN stanowiącej Załącznik II do Dyrektywy \(EU\) 2016/1629](#).

**2.11.2** Dla każdego silnika z homologacją typu, spełniającego [powyższe](#) wymagania, na statku powinny znajdować się następujące dokumenty lub ich kopie:

- .1 [świadectwo uznania typu](#);
- .2 instrukcje producenta silnika dotyczące monitorowania części i parametrów silnika istotnych w zakresie emisji spalin;
- .3 protokół parametrów silnika.

[W punkcie 52 Świadectwa zdolności żegluga statku śródlądowego](#) powinny być wpisane numery identyfikacyjne oraz numery świadectw uznania typu, jeżeli ma zastosowanie, dla wszystkich silników spalinowych zainstalowanych na statku.



### 3 LINIE WAŁÓW I ŚRUBY NAPĘDOWE

#### 3.1 Wymagania ogólne

**3.1.1** Przytoczone w niniejszym rozdziale wzory do obliczania średnic wałów określają minimalne wymiary, bez uwzględnienia nadkładu na późniejsze przetoczenie wałów w okresie eksploatacji.

Średnice wałów obliczone wg wzorów podanych w 3.2, 3.4 i 3.5 są wystarczające, gdy dodatkowe naprężenia od drgań skrętnych nie przekraczają wartości dopuszczalnych, określonych w rozdziale 4.

**3.1.2** W zestawie linii wałów powinno być przewidziane urządzenie hamulcowe. W tym celu mogą być zastosowane: hamulec, obracarka lub inna blokada uniemożliwiająca swobodne obracanie się linii wałów w przypadku awarii silnika głównego.

**3.1.3** Jeżeli przekładnia zębata napędu głównego współpracuje z silnikiem tłokowym, to między nimi należy zamontować odpowiednie sprzęgło elastyczne.

**3.1.4** Technologię bezwzrostowego osadzenia śruby napędowej i sprzęgieł linii wałów należy uzgodnić z PRS.

**3.1.5** Konstrukcja pędników innych niż klasyczne śruby podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**3.1.6** Wytyczne dotyczące napraw śrub napędowych zawarte są w *Publikacji Nr 7/P – Naprawy śrub napędowych ze stopów miedzi*.

#### 3.2 Wał pośredni

**3.2.1** Średnica obliczeniowa wału pośredniego  $d_p$  powinna być nie mniejsza, niż określona wg wzoru:

$$d_p = Fk \sqrt[3]{\frac{PB}{nA}}, \quad [\text{mm}] \quad (3.2.1-1)$$

gdzie:

$P$  – moc znamionowa na wale pośrednim, [kW];

$n$  – znamionowa prędkość obrotowa wału pośredniego, [obr/min];

$A$  – współczynnik korekcyjny otworu współosiowego wierconego w wale, określany wg wzoru:

$$A = 1 - \left( \frac{d_o}{d_a} \right)^4 \quad (3.2.1-2)$$

gdzie:

$d_o$  – średnica otworu współosiowego w wale, [mm];

$d_a$  – rzeczywista zewnętrzna średnica wału, [mm];

w przypadku gdy  $d_o \leq 0,4d_a$  można przyjąć  $A = 1$ ;

$B$  – współczynnik materiałowy, określany wg wzoru:

$$B = \frac{560}{R_m + 160} \quad (3.2.1-3)$$

przy czym dla wałów pośrednich i oporowych  $0,5833 \leq B \leq 1$ ;

$R_m$  – wytrzymałość na rozciąganie materiału wału, [MPa], przy czym dla wałów pośrednich i oporowych  $400 \text{ MPa} \leq R_m \leq 800 \text{ MPa}$ ;

$F$  – współczynnik uwzględniający typ napędu głównego:

$F = 95$  – dla napędu silnikiem wysokoprężnym z zastosowaniem sprzęgła poślizgowego i dla napędu silnikiem elektrycznym,

$F = 100$  – dla innych rodzajów napędu;

$k$  – współczynnik konstrukcji wału:

$k = 1$  – dla wałów odkutych w całości ze sprzęgłami (patrz też 3.6) oraz dla wałów ze sprzęgłami osadzonymi skureczowo;

wartości  $k$  dla wałów ze sprzęgłami osadzonymi na wpustach oraz dla wałów z rowkami wpustowymi, otworami i wycięciami – patrz 3.3.

### 3.3 Otwory i wycięcia w wałach pośrednich

**3.3.1** Jeżeli w wałach pośrednich przewidziano rowki wpustowe, otwory promieniowe lub wycięcia wzdłużne, to we wzorze 3.2.1-1 należy przyjmować następujące wartości współczynnika  $k$ :

- 1**  $k = 1,10$  dla odcinka wału z rowkiem wpustowym:
  - na długości przekraczającej z każdej strony długość rowka o co najmniej  $0,2d_p$ , przy czym dolne krawędzie rowka powinny być zaokrąglone promieniem nie mniejszym niż  $0,0125d_p$  i nie mniejszym niż 1mm, oraz
  - na długości  $0,2d_p$  od podstawy stożka, na którym mocowany jest na wpuscie kołnierz lub tarcza sprzęgła; wymiary wpustu i rowka na wpust w wale i w sprzęgle powinny być zgodne z 3.6.6; zbieżność stożka w przypadku osadzenia sprzęgła przy pomocy wpustu powinna być nie większa niż 1:12;
- 2**  $k = 1,10$  dla odcinka wału z otworem promieniowym lub wierceniem w środku tego odcinka, na długości nie mniejszej od 7 średnic otworu; średnica otworu powinna być nie większa niż  $0,3 d_p$ ; krawędzie otworu powinny być zaokrąglone promieniem nie mniejszym niż  $0,35$  średnicy otworu a powierzchnia wewnętrzna dokładnie oszlifowana;
- 3**  $k = 1,20$  dla odcinka wału z wycięciem wzdłużnym, na długości przekraczającej z każdej strony długość wycięcia o co najmniej  $0,25d_p$ , przy czym długość wycięcia powinna być nie większa niż  $1,4d_p$ , a szerokość nie większa niż  $0,2d_p$  (obliczonego przy  $k = 1$ ); końce wycięcia powinny być zaokrąglone promieniem równym  $0,5$  szerokości wycięcia, krawędzie – promieniem nie mniejszym niż  $0,35$  tej szerokości, a powierzchnia wycięcia powinna być dokładnie oszlifowana.

**3.3.2** Dla otworów i wycięć innych od określonych w 3.3.1, wartość  $k$  podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**3.3.3** Poza obrębem odcinków określonych w 3.3.1 średnica wału może być płynnie zmniejszona do średnicy  $d_p$  obliczonej dla  $k = 1$ .

**3.3.4** Odległość między środkami dwóch sąsiednich łożysk nośnych wałów pośredniego i śrubowego powinna być nie większa niż  $26d$  ( $d$  – rzeczywista średnica wału) dla wałów o średnicy większej niż 90 mm i  $22d$  – dla wałów o średnicy nie przekraczającej 90 mm.

### 3.4 Wał oporowy

**3.4.1** Średnica wału oporowego  $d_{op}$ , nie stanowiącego konstrukcyjnej części silnika napędowego, powinna być nie mniejsza niż określona wg wzoru 3.2.1-1 dla współczynnika  $k = 1,10$ . Dotyczy to:

- odcinka o długości równej co najmniej średnicy  $d_{op}$  z każdej strony kołnierza oporowego dla wału ze ślizgowymi łożyskami nośnymi, oraz
- odcinka wału leżącego w obrębie korpusu łożyska dla wału z łożyskiem tocznym spełniającym funkcję łożyska oporowego.

Poza rejonem wyżej określonych odcinków średnica wału oporowego może być płynnie zmniejszona do średnicy obliczonej wg 3.2.1-1 dla materiału i konstrukcji wału oporowego.

**3.4.2** W wale oporowym dopuszcza się otwory i wycięcia jak dla wału pośredniego przy spełnieniu warunków określonych w 3.3.

### 3.5 Wał śrubowy

**3.5.1** Średnica wału śrubowego  $d_{sr}$  powinna być nie mniejsza, niż obliczona wg wzoru 3.2.1-1, w którym należy przyjąć:

$F = 100$  dla wszystkich rodzajów napędu;

$A = 1$ ; (tzn.  $d_o \leq 0,4 d_a$ );

$0,7368 \leq B \leq 1$  ( $400 \text{ MPa} \leq R_m \leq 600 \text{ MPa}$ ).

Wartość współczynnika  $k$  dla wału śrubowego wynosi:

$k = 1,22$  gdy śruba napędowa jest osadzona na stożku bezwypustowo, uznaną metodą skurczową lub jest mocowana do kołnierza odkutego z wałem, natomiast wał śrubowy ma ciągłą tuleję lub jest smarowany olejem i posiada uszczelnienie uznanego typu;

$k = 1,26$  gdy śruba jest osadzona przy pomocy wpustu, a wał śrubowy ma ciągłą tuleję lub jest smarowany olejem i posiada uszczelnienie uznanego typu;

$k = 1,35$  gdy wał śrubowy wewnątrz pochwy jest smarowany smarem stałym.

Powyższe wartości współczynnika  $k$  należy przyjmować dla odcinka wału śrubowego pomiędzy przednią krawędzią łożyska rurowego i przednią powierzchnią piasty śruby napędowej lub, jeśli ma to zastosowanie, powierzchnią kołnierza wału śrubowego łączącego go ze śrubą napędową, we wszystkich przypadkach na długości nie mniejszej niż  $2,5d_{sr}$ .

$k = 1,15$  dla dziobowego odcinka wału śrubowego do miejsca, w którym wystaje on z pochwy.

Na odcinku od przedniej krawędzi uszczelnienia dziobowego średnica wału śrubowego może być płynnie zmniejszona do rzeczywistej średnicy wału pośredniego. Zmniejszanie średnic, wynikające z różnych współczynników  $k$ , powinno być stopniowe.

Dla innych niż podano wyżej konstrukcji wału śrubowego wartość współczynnika  $k$  podlega każdorazowo odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**3.5.2** W przypadku osadzenia sprzęgła skurczowo lub przy pomocy wpustu na przednim końcu wału śrubowego, współczynnik konstrukcji  $k$  dla tego odcinka wału należy przyjąć odpowiednio tak, jak dla wału pośredniego (patrz 3.2.1 i 3.3.1.1).

**3.5.3** Połączenia wału śrubowego ze śrubą powinny odpowiadać następującym wymaganiom:

- .1** w przypadku bezwypustowego osadzenia śruby napędowej i bezwypustowego osadzenia sprzęgła zbieżność stożka wału powinna być nie większa niż 1:12. Jeżeli zbieżność stożka wału nie przekracza 1:50, to połączenie wału ze sprzęgłem lub śrubą napędową może być wykonane bez końcowej nakrętki zabezpieczającej (lub podobnego zabezpieczenia);
- .2** przy osadzaniu śruby napędowej na wpuscie zbieżność stożka wału śrubowego nie powinna być większa niż 1:12;
- .3** zakończenie rowka na wpust i jego zaokrąglenie na stożku wału śrubowego dla śruby napędowej powinno być oddalone od podstawy stożka co najmniej o 0,2 średnicy wału śrubowego i nie powinno przekraczać przedniej krawędzi piasty śruby osadzonej na wale. Zakończenie to dla wałów o średnicy od 100 mm wzwyż powinno mieć taki kształt, aby dolna płaszczyzna rowka tworzyła stopniowy wznios ku powierzchni stożka, a w przedniej części tworzyła kształt łyżki. Górne krawędzie rowka należy łagodnie zaokrąglić. Dolne krawędzie rowka należy zaokrąglić promieniem nie mniejszym niż 0,0125 średnicy wału śrubowego mierzonej przy podstawie stożka i nie mniejszym niż 1,0 mm;
- .4** wymiary wpustu i rowka na wpust w wale i śrubie powinny być zgodne z 3.6.6;
- .5** jeżeli w obrębie rowka wpustowego przewidziane jest wiercenie w wale otworu dla śruby mocującej wpust, to powinno być ono wykonane albo w połowie długości rowka, albo na odcinku od połowy długości rowka w kierunku większej średnicy stożka wału;
- .6** kołnierze wału śrubowego powinny odpowiadać wymaganiom 3.6.3 do 3.6.5;
- .7** nakrętka mocująca śrubę napędową na stożku powinna być zabezpieczona przed odkręcaniem się przez konstrukcyjne unieruchomienie jej względem wału;
- .8** dla zapobieżenia przedostawaniu się wody na stożek wału śrubowego należy stosować odpowiednie uszczelnienia;
- .9** część wału śrubowego pomiędzy piastą śruby i pochwą wału powinna być skutecznie zabezpieczona przed korozją.

**3.5.4** Tuleje wałów śrubowych należy wykonywać ze stopów miedzi o wysokiej jakości i odpornych na korozyjne działanie wody zaburtowej.

Grubość tulei wału  $s$  powinna spełniać zależność :

$$s \geq 0,03d_{sr} + 4,0, \quad [\text{mm}] \quad (3.5.4)$$

gdzie:

$d_{sr}$  – patrz 3.5.1.

Grubość tulei pomiędzy łożyskami może być zmniejszona do  $0,75s$ .

**3.5.5** Zaleca się stosowanie tulei ciągłych, tj. wykonanych z jednego kawałka materiału. Tuleje składające się z odcinków mogą być uznane jako ciągłe pod warunkiem uzgodnienia z PRS metod łączenia tych odcinków, przy czym połączenia te nie powinny znajdować się w obrębie łożysk.

Jako skuteczne zabezpieczenie wałów śrubowych mogą być również uznane tuleje dzielone, z odcinkami między nimi pokrytymi tworzywami uznanymi przez PRS i metodą uzgodnioną z PRS.

Końce tulei osadzonej na wale skurczowo powinny mieć podcięcia odciążające.

## 3.6 Złącza wałów

**3.6.1** Średnica zewnętrzna śrub pasowanych łączących kołnierze wałów  $d_s$  powinna być nie mniejsza, niż określona wg wzoru:

$$d_s = 0,65 \sqrt{\frac{d_p^3 (R_{mp} + 160)}{iDR_{ms}}}, \quad [\text{mm}] \quad (3.6.1)$$

gdzie:

$d_p$  – średnica obliczeniowa wału pośredniego z uwzględnieniem wzmocnień lodowych, jeżeli są wymagane, [mm]; w przypadku zwiększenia tej średnicy ze względu na drgania skrętne **spowodowane żegluga w warunkach lodowych**, jako  $d_p$  należy przyjąć rzeczywistą średnicę wału pośredniego;

$i$  – liczba śrub pasowanych w złączu;

$D$  – średnica koła podziałowego śrub łączących, [mm];

$R_{mp}$  – wytrzymałość na rozciąganie materiału wału, [MPa];

$R_{ms}$  – wytrzymałość na rozciąganie materiału śrub, [MPa], przy czym:

$$R_{mp} \leq R_{ms} \leq 1,7R_{mp}, \text{ lecz nie większa niż } 1000 \text{ MPa.}$$

W jednym sprzęgle kołnierzowym liczba śrub pasowanych powinna wynosić co najmniej 50 % ogólnej liczby śrub łączących, przy czym liczba śrub pasowanych powinna być nie mniejsza od trzech.

**3.6.2** Po uzgodnieniu z PRS dopuszcza się stosowanie w linii wałów sprzęgieł kołnierzowych przenoszących moment tylko przy pomocy tarcia (ze śrubami o kontrolowanym napięciu).

Minimalna średnica trzonu śruby nie pasowanej takiego złącza powinna być nie mniejsza od 0,9 średnicy rdzenia gwintu obliczonego dla tego połączenia.

**3.6.3** Grubość kołnierzy wałów pośrednich i oporowych, a także przedniego kołnierza wału śrubowego na średnicy koła podziałowego śrub łączących, powinna być nie mniejsza od  $0,2d_p$  obliczonej ze wzoru 3.2.1-1 lub od  $d_s$  obliczonej ze wzoru 3.6.1 – w zależności, która z tych wartości jest większa.

Grubość kołnierza wału śrubowego łączącego go ze śrubą napędową powinna być nie mniejsza od 0,25 rzeczywistej średnicy wału śrubowego przy tym kołnierzu.

Stosowanie kołnierzy z nierównoległymi powierzchniami zewnętrznymi podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS, przy czym ich grubość powinna być nie mniejsza, niż wartość  $d_s$  obliczona ze wzoru 3.6.1.

**3.6.4** Dla kołnierza łączącego wał śrubowy ze śrubą napędową promień przejścia jego podstawy w część cylindryczną wału powinien być nie mniejszy niż 0,125 (a dla pozostałych kołnierzy łączących wały – nie mniejszy niż 0,08) rzeczywistej średnicy wału w obrębie kołnierza.

Powierzchnia przejścia powinna być gładka i nie naruszona podtoczeniami pod łby śrub lub ich nakrętki.

**3.6.5** Jeżeli kołnierze sprzęgieł są nasadzone na wał, to wytrzymałość ich materiałów na rozciąganie powinna być nie mniejsza niż wytrzymałość wału, a konstrukcja zamocowania taka, aby przenosiła siłę naporu śruby napędowej przy ruchu statku naprzód i wstecz. Dla uniknięcia spiętrzenia naprężeń zakończenie tulei sprzęgła w miejscu styku ze stożkiem wału powinno mieć podcięcie odprężające.

**3.6.6** Przy kołnierzach nasadzanych wymiary rowka na wpust i wymiary wpustu powinny być takie, aby nacisk jednostkowy pochodzący od średniego momentu skręcającego przy znamionowej liczbie obrotów i znamionowej mocy silnika, działający na boczną ściankę rowka w wale i w kołnierzu, nie przekraczał 0,5 granicy plastyczności, odpowiednio materiału wału i kołnierza.

### 3.7 Łożyska wału śrubowego

**3.7.1** Długość rufowego łożyska wału śrubowego powinna wynosić:

- .1** dla smarowanych wodą łożysk gwajakowych – nie mniej niż  $4d_{sr}$  ( $d_{sr}$  – patrz 3.5.1);

**Uwaga:**

Nazwa gwajak (*lignum vitae*) jest użyta jako nazwa ogólna różnych gatunków twardego, żywicznego drewna. Oryginalny gwajak jest prawie nieosiągalny i obecnie stosuje się inne gatunki, jak np. Bulnesia Sarmiento lub Paolo Santo, lub Bulnesia Arabia).

- .2** dla smarowanych olejem łożysk z białego metalu – nie mniej niż  $2d_{sr}$ , jednakże jeżeli nominalny nacisk na łożysko nie przekracza 0,8 MPa, to długość łożyska może być zmniejszona do wartości nie mniejszej niż  $1,5 d_{sr}$ ;
- .3** dla smarowanych wodą łożysk z materiałów syntetycznych – nie mniej niż  $4d_{sr}$ , z możliwością zmniejszenia tej długości do  $2d_{sr}$  w przypadku łożysk o konstrukcji sprawdzonej i potwierdzonej zadowalającymi wynikami eksploatacyjnymi;
- .4** dla smarowanych olejem łożysk z gumy syntetycznej, wzmocnionych żywic lub tworzyw sztucznych nie mniej niż  $2d_{sr}$ , jednakże, jeżeli nominalny nacisk na łożysko nie przekracza 0,6 MPa, to długość łożyska może być zmniejszona do wartości nie mniejszej niż  $1,5 d_{sr}$ .

**Uwaga:**

Nominalny nacisk na łożysko rufowe należy określać umownie, dzieląc łączną masę wału śrubowego i śruby napędowej przez powierzchnię poziomego rzutu łożyska.

**3.7.2** W przypadku smarowania wodą łożysk wału śrubowego, należy na rurociągu przy pochwie wału lub przy grodzi skrajnika rufowego zainstalować zawór zaporowo-zwrotny, obsługiwany z maszynowni.

Na rurociągu doprowadzającym wodę do smarowania tego łożyska należy zainstalować filtr siatkowy oraz wskaźnik przepływu, widoczny ze stanowiska sterowania. Czyszczenie filtra nie może powodować konieczności zatrzymania dopływu wody do smarowania łożyska.

Woda może być doprowadzona z układu chłodzenia silnika głównego, z zawieszanej na nim osobnej pompy lub z pompy niezależnej, której zatrzymanie powinno być sygnalizowane na stanowisku sterowania.

Zaleca się stosować urządzenia zapobiegające zamarzaniu wody w pochwie wału.

**3.7.3** W przypadku olejowego smarowania łożysk zbiorniki grawitacyjne powinny być usytuowane ponad linią zanurzenia oraz zaopatrzone w poziomowskazy i sygnalizację niskiego poziomu oleju. Tuleje pochew wałów śrubowych należy wykonać tak, aby zapobiec wydostaniu się na zewnątrz zanieczyszczających wodę olei smarowych.

### 3.8 Śruby napędowe

**3.8.1** Grubość skrzydła powinna być nie mniejsza, niż określona wg wzoru:

$$s = 0,95 \frac{3,65kA}{\sqrt[3]{\left(0,312 + \frac{H}{D}\right)^2}} \sqrt{\frac{P}{nbZM}}, \quad [\text{mm}] \quad (3.8.1)$$

gdzie:

- $s$  – największa grubość rozwiniętego przekroju cylindrycznego skrzydła mierzona prostopadle do powierzchni strony cisnącej lub do cięciwy geometrycznej profilu, odpowiednio na promieniu  $0,2R$  dla śrub odlanych w całości,  $0,25R$  lub  $0,3R$  dla śrub o konstrukcji składanej i  $0,35R$  dla śrub o skoku nastawnym oraz  $0,6R$  dla wszystkich śrub niezależnie od ich konstrukcji, [mm];
- $k$  = 1; dla statków ze wzmocnieniami lodowymi **L1** – patrz 28.1.4;
- $A$  – współczynnik wyznaczony z tabeli 3.8.1 dla promienia odpowiednio:  $0,2R$ ,  $0,25R$ ,  $0,3R$ ,  $0,35R$  i  $0,6R$  oraz zadanego kąta odchylenia skrzydła; gdy kąt odchylenia skrzydła różni się od wartości

wyszczególnionych w tabeli, to współczynnik  $A$  należy przyjąć jak dla najbliższej większej wartości kąta;

$P$  – moc na wale śrubowym przy mocy znamionowej silnika głównego, [kW];

$n$  – znamionowa liczba obrotów wału śrubowego, [obr/min];

$Z$  – liczba skrzydeł;

$b$  – wyprostowana szerokość skrzydła, odpowiednio na promieniu  $0,2R$ ,  $0,25R$ ,  $0,3R$ ,  $0,35R$ , i  $0,6R$ , [m];

$D$  – średnica śruby, [m];

$R$  – promień śruby, [m];

$H/D$  – skok względny na promieniu  $0,7R$ ;

$M = 0,6R_{m(s)} + 175$ , lecz nie więcej niż 570 MPa dla stali i nie więcej niż 610 MPa dla stopów nieżelaznych;

$R_{m(s)}$  – wytrzymałość na rozciąganie materiału skrzydła, [MPa].

**Tabela 3.8.1**  
**Wartości współczynnika  $A$**

Promień skrzydła, [m]	Kąt odchylenia skrzydła, mierzony po stronie cisnącej skrzydła, [stopnie]								
	0	2	4	6	8	10	12	14	16
0,20R	390	391	393	395	397	400	403	407	411
0,25R	378	379	381	383	385	388	391	394	398
0,30R	367	368	369	371	373	376	379	383	387
0,35R	355	356	357	359	361	364	367	370	374
0,60R	236	237	238	240	241	243	245	247	249

**3.8.2** Grubość wierzchołków skrzydeł śruby powinna być nie mniejsza niż  $0,0035D$  (dla statków ze wzmocnieniami lodowymi **L1** – patrz 28.1.5).

**3.8.3** Pośrednie grubości skrzydła powinny być tak dobrane, aby linie łączące punkty maksymalnych grubości przekrojów skrzydła od stopy poprzez grubości pośrednie do wierzchołka miały płynny przebieg.

**3.8.4** W uzasadnionych przypadkach PRS może rozpatrzyć propozycje odmienne od wymagań 3.8.1 i 3.8.2, pod warunkiem przedłożenia dokładnych obliczeń wytrzymałościowych.

### 3.9 Piasty i elementy mocujące skrzydła śrub napędowych

**3.9.1** Promienie zaokrąglenia przejścia skrzydła w piastę powinny wynosić w miejscu największej grubości skrzydła na stronie ssącej co najmniej  $0,04D$ , a na stronie cisnącej co najmniej  $0,03D$  ( $D$  – średnica śruby napędowej).

Jeżeli skrzydła nie są pochylone, to promień przejścia po obu stronach nie powinien być mniejszy niż  $0,03D$ .

Dla uniknięcia spiętrzenia naprężeń zakończenie piasty śruby w miejscu styku ze stożkiem wału powinno mieć podcięcie odprężające.

**3.9.2** W piastce śruby napędowej należy wykonać otwory służące do napełnienia smarem wolnych przestrzeni pomiędzy piastą a stożkiem wału. Należy również wypełnić smarem przestrzeń pod kapturem nakrętki dociskającej śrubę napędową.

Smar stosowany do wypełniania wspomnianych przestrzeni powinien mieć konsystencję stałą i nie powinien powodować korozji.

**3.9.3** Jeżeli skrzydła śruby napędowej są mocowane do piasty śrubami, to średnica rdzenia gwintu tych śrub  $d_s$  powinna być nie mniejsza, niż określona wg wzoru:

$$d_s = ks \sqrt{\frac{bR_{m(s)}}{d_1 R_{e(sm)}}}, \quad [\text{mm}] \quad (3.9.3)$$

gdzie:

$k = 0,205$  w przypadku zastosowania 3 śrub po stronie cisnącej;

- $k$  = 0,186 w przypadku zastosowania 4 śrub po stronie cisnącej;
- $k$  = 0,174 w przypadku zastosowania 5 śrub po stronie cisnącej;
- $s$  – największa grubość skrzydła przy piaście w przekroju obliczeniowym zgodnie z 3.8.1, [mm];
- $b$  – wyprostowana szerokość skrzydła (przekrój obliczeniowy) przy piaście, [m];
- $R_{m(s)}$  – wytrzymałość na rozciąganie materiału skrzydeł, [MPa];
- $R_{e(sm)}$  – granica plastyczności materiału śrub mocujących, [MPa];
- $d_1$  – średnica koła podziałowego śrub mocujących; w przypadku rozmieszczenia śrub nie na kole podziałowym  $d_1 = 0,85l$  (gdzie  $l$  – odległość między najbardziej oddalonymi od siebie śrubami), [m].

Najmniejsza średnica cylindrycznej części śruby mocującej skrzydła powinna być nie mniejsza niż  $0,9d_s$ .

Śruby mocujące skrzydła należy dokręcać kontrolowanym momentem i zabezpieczyć przed samoczynnym odkręcaniem się.

### 3.10 Śruby napędowe o skoku nastawnym

**3.10.1** Hydrauliczny układ wykonawczy urządzenia nastawczego skrzydeł śruby powinien być obsługiwany przez 2 niezależne pompy o jednakowej wydajności – zasadniczą i rezerwową.

Statki wyposażone w 2 śruby o skoku nastawnym mogą mieć jedną niezależną pompę rezerwową dla obu śrub.

Pompa rezerwowa może mieć napęd ręczny, albo – w miejsce pompy rezerwowej – może być przewidziany napęd ręczny do nastawiania skrzydeł śruby.

**3.10.2** Urządzenie nastawcze skrzydeł śruby napędowej powinno być tak wykonane, aby w przypadku awarii hydraulicznego układu wykonawczego istniała możliwość ustawienia skrzydeł w położenie dla ruchu statku naprzód.

**3.10.3** Urządzenie zmiany skoku śruby nastawnej należy wyposażyć we wskaźnik położenia skrzydeł śruby.

**3.10.4** Hydrauliczny układ wykonawczy urządzenia nastawczego skrzydeł śruby powinien być wykonany zgodnie z wymaganiami zawartymi w rozdziale 8, a rurociągi tej instalacji należy poddać próbom zgodnie z wymaganiami zawartymi w podrozdziale 1.6.

**3.10.5** Czas przesterowania skrzydeł śruby nastawnej z położenia „cała naprzód” na położenie „cała wstecz” – przy nie pracującym silniku głównym – nie powinien przekraczać 20 s.

**3.10.6** Należy przewidzieć zabezpieczenie przed przeciążeniem silnika spowodowanym przesterowaniem skrzydeł śruby.

### 3.11 Wyważanie śrub napędowych

**3.11.1** Śruby napędowe po całkowitym zakończeniu obróbki powinny być wyważone zgodnie z wymaganiami odpowiednich norm.

**3.11.2** Różnica masy podstawowych i zapasowych skrzydeł śrub napędowych składanych i nastawnych nie powinna przekraczać 1,5 %.

## 4 DRGANIA SKRĘTNE

### 4.1 Wymagania ogólne

**4.1.1** Zakres i metodyka obliczeń drgań skrętnych układu napędowego powinny umożliwiać pełną analizę obciążeń dynamicznych we wszystkich elementach tego układu dla każdego przewidzianego w normalnej eksploatacji wariantu jego pracy.

PRS należy przedstawić do rozpatrzenia obliczenia wykonane przy założeniu:

- normalnej pracy silnika,

- braku zapłonu w tym cylindrze silnika, którego niesprawność spowoduje najbardziej niekorzystne obciążenia dynamiczne.

Zaleca się przeprowadzenie obliczeniowej analizy sytuacji awaryjnych w pracy układu (np. awaria tłumika, uszkodzenie sprzęgła elastycznego, urwanie skrzydła śruby napędowej itp.), które zdaniem konstruktora są najbardziej prawdopodobne i znaczące. W uzasadnionych przypadkach PRS może wymagać przedstawienia do wglądu wyników takiej analizy.

W przypadku wprowadzenia w eksploatowanym układzie napędowym zmian konstrukcyjnych, które wpływają na jego cechy dynamiczne i zmienne obciążenia powodowane drganiami skrętnymi, obliczenia drgań skrętnych należy przeprowadzić ponownie i przedstawić PRS do rozpatrzenia.

Naprężenia od drgań skrętnych są naprężeniami dodawanymi do naprężeń skręcających pochodzących od średniego momentu obrotowego przy rozpatrywanej liczbie obrotów i mocy.

**Dla statków z klasą lodową L1 należy dodatkowo wykonać obliczenia drgań skrętnych spowodowane żegluga w warunkach lodowych.**

#### 4.1.2 Obliczenia drgań skrętnych powinny zawierać:

- 1 dane do obliczeń:
  - masowe momenty bezwładności i sztywności poszczególnych elementów układu,
  - schemat ideowy wszystkich mających zastosowanie przypadków pracy układu,
  - typ i parametry znamionowe tłumików drgań skrętnych, sprzęgieł elastycznych, przekładni redukcyjnych i prądnic – w przypadku ich zastosowania;
- 2 tablice kolejnych form drgań własnych, mających rezonanse w zakresie od  $0,2n_z$  do  $1,2 n_z$ , z harmonicznymi jak określono w .3;
- 3 kolejność zapłonów w cylindrach silnika oraz wartości geometrycznych sum względnych amplitud wychylenia wykorbień dla wszystkich rozpatrywanych form i harmonicznymi rzędów od 1 do 16 dla silników dwusuwowych i od 0,5 do 12 dla silników czterosuwowych;
- 4 naprężenia w najslabszych przekrojach cylindrycznych części wału, pochodzące od wszystkich mających znaczenie harmonicznymi momentów wymuszających w zakresie obrotów od  $0,2 n_z$  do  $1,05 n_z$  dla silników głównych i od  $0,5 n_z$  do  $1,1 n_z$  dla silników zespołów prądotwórczych;
- 5 momenty dynamiczne w sprzęgłach elastycznych i na kole atakującym przekładni redukcyjnych w zakresie obrotów jak określono w .4;
- 6 dla zespołów prądotwórczych – momenty dynamiczne na wirniku prądnicy;
- 7 amplitudy drgań w założonym punkcie pomiaru (na masie pomiarowej), odpowiadające obliczeniowym wartościom naprężeń sumarycznych i momentów dynamicznych wymaganych w .4, .5 i .6;
- 8 przedstawione w formie graficznej i tabelarycznej wartości obciążeń dynamicznych i parametrów drgań skrętnych wymienionych w .4 do .7. Wykresy i tabele powinny zawierać zarówno wartości sumaryczne, jak i najbardziej znaczące wartości składowych harmonicznymi.

## 4.2 Naprężenia dopuszczalne

### 4.2.1 Wały korbowe

4.2.1.1 Sumaryczne naprężenia od drgań skrętnych podczas długotrwałej pracy silników powinny być nie większe niż określone wg poniższych wzorów:

- 1 w zakresach prędkości obrotowej wału korbowego:
  - $0,7n_z \leq n \leq 1,05n_z$  – dla silników głównych lodołamaczy,
  - $0,85n_z \leq n \leq 1,05n_z$  – dla silników głównych holowników i pchaczy,
  - $0,9n_z \leq n \leq 1,05n_z$  – dla silników głównych pozostałych statków,
  - $0,9n_z \leq n \leq 1,10n_z$  – dla silników napędzających prądnice lub inne mechanizmy pomocnicze,
- w przypadku gdy wartość maksymalnych zmiennych naprężeń od drgań skrętnych  $\tau_{Nmax}$  określono według metody obliczeniowej wałów korbowych podanej w *Publikacji Nr 8/P – Obliczanie wałów korbowych silników wysokoprężnych*:

$$\tau_{1k} \leq \pm \tau_{Nmax} \quad (4.2.1.1.1-1)$$

- a w przypadku gdy wymieniona metoda nie była stosowana:



$$\tau_{2k} \leq \pm 30,36 C_D \quad (4.2.1.1.1-2)$$

- .2** w zakresach prędkości obrotowych wału korbowego niższych od wymienionych w .1, odpowiednio:

$$\tau_{3k} \leq \pm \frac{\tau_k \left[ 3 - 2 \left( \frac{n}{n_z} \right)^2 \right]}{1,38} \quad (4.2.1.1.2-1)$$

lub

$$\tau_{4k} \leq \pm 22 C_D \left[ 3 - 2 \left( \frac{n}{n_z} \right)^2 \right] \quad (4.2.1.1.2-2)$$

gdzie:

$\tau_{1k}, \tau_{2k}, \tau_{3k}, \tau_{4k}$  – naprężenia dopuszczalne, [MPa];

$C_D$  – współczynnik wielkości określony wg wzoru:

$$C_D = 0,35 + 0,93d^{-0,2};$$

$d$  – średnica rozpatrywanego wału w najszerszym przekroju, [mm],  $d = \min [d_{cz ram.}, d_{cz korb.}]$ ;

$n$  – rozpatrywana liczba obrotów, [obr/min];

$n_z$  – znamionowa liczba obrotów, [obr/min].

Dla układów napędowych eksploatowanych długotrwale ze znamionowym momentem obrotowym w mających praktyczne zastosowanie zakresach prędkości obrotowych niższych od znamionowych (np. na holownikach i pchaczach) naprężenia powinny być nie większe niż określone wg wzorów 4.2.1.1.1-1 lub 4.2.1.1.1-2.

**4.2.1.2** Sumaryczne naprężenia od drgań skrętnych dla zabronionych zakresów obrotów, przez które konieczne jest szybkie przejście, powinny być nie większe niż obliczone wg wzorów:

$$\tau_{1kz} = \pm 1,9 \tau_{3k} \quad (4.2.1.2-1)$$

lub

$$\tau_{2kz} = \pm 1,9 \tau_{4k} \quad (4.2.1.2-2)$$

zależnie od przyjętej metody obliczeń, gdzie:

$\tau_{1kz}$  i  $\tau_{2kz}$  – dopuszczalne naprężenia dla szybkiego przejścia, [MPa];

$\tau_{3k}$  i  $\tau_{4k}$  – patrz 4.2.1.1.

## 4.2.2 Wały pośrednie, oporowe, śrubowe i wały prądnic

**4.2.2.1** Sumaryczne naprężenia od drgań skrętnych podczas długotrwałej pracy powinny być, w dowolnej części wału, nie większe niż określone wg wzorów:

- .1** w zakresach prędkości obrotowej wału:

$0,7n_z \leq n \leq 1,05n_z$  – dla lodołamaczy,

$0,85n_z \leq n \leq 1,05n_z$  – dla holowników i pchaczy,

$0,9n_z \leq n \leq 1,05n_z$  – dla pozostałych statków,

$0,9n_z \leq n \leq 1,10n_z$  – dla prądnic

$$\tau_{1w} = \pm 1,38 C_w C_k C_D \quad (4.2.2.1.1)$$

- .2** w zakresach prędkości obrotowych niższych od określonych w .1:

$$\tau_{2w} = C_w C_k C_D \left[ 3 - 2 \left( \frac{n}{n_z} \right)^2 \right] \quad (4.2.2.1.2)$$

gdzie:

$\tau_{1w}, \tau_{2w}$  – naprężenia dopuszczalne, [MPa];

$$C_w - \text{współczynnik materiałowy, } C_w = \frac{R_m + 160}{18} \leq 42,2$$

(wartości  $R_m > 600$  MPa nie uwzględnia się);

$R_m$  – wytrzymałość na rozciąganie materiału wału, [MPa];

$C_k$  – współczynnik konstrukcji wału,

= 1,0 dla wałów pośrednich i wałów prądnic z kołnierzami odkutymi wraz z wałem,

= 0,6 dla wałów pośrednich i wałów prądnic w obrębie rowków wpustowych,

= 0,85 dla wałów oporowych w obrębie określonym w 3.4,

= 0,55 dla wałów śrubowych w obrębie, w którym zgodnie z 3.5.1 przyjmuje się współczynnik 1,22 lub 1,26;

$C_D, n, n_z$  – patrz 4.2.1.1.2.

Dla układów napędowych eksploatowanych długotrwale ze znamionowym momentem obrotowym przy obrotach niższych od znamionowych (np. na holownikach) naprężenia nie powinny być większe niż określone wg wzoru 4.2.2.1.1.

**4.2.2.2** Sumaryczne naprężenia od drgań skrętnych dla zabronionych zakresów obrotów, przez które konieczne jest szybkie przejście, powinny być nie wyższe od określonych wg wzoru:

$$\tau_{wz} = \pm \frac{1,7 \tau_{2w}}{\sqrt{C_k}} \quad (4.2.2.2)$$

gdzie:

$\tau_{wz}$  – naprężenia dopuszczalne dla szybkiego przejścia, [MPa].

Pozostałe oznaczenia – patrz 4.2.2.1.

**4.2.2.3** Wielkości naprężeń określone w 4.2.2.1 i 4.2.2.2 odnoszą się do wałów o średnicach równych wymaganym w 3.2, 3.4 lub 3.5. Jeżeli rzeczywiste średnice wałów są większe od wymaganych, PRS może zaakceptować wyższe sumaryczne naprężenia od drgań skrętnych.

Naprężenia wyższe od określonych w 4.2.2.1 i 4.2.2.2 mogą być zaakceptowane przez PRS w przypadku uzasadnienia takiej możliwości obliczeniami.

### 4.2.3 Dopuszczalne momenty dynamiczne

**4.2.3.1** Momenty dynamiczne w sprzęgłach elastycznych i tłumikach drgań nie powinny przekraczać wartości określonych przez producenta.

**4.2.3.2** Zaleca się, aby momenty dynamiczne występujące w dowolnym stopniu przekładni nie przekraczały 1/3 znamionowego momentu obrotowego w zakresie prędkości obrotowej od  $0,9n_z$  do  $1,05n_z$ .

**4.2.3.3** Momenty dynamiczne występujące w wirniku prądnicy nie powinny przekraczać wartości określonych przez producenta – w zależności od przyjętej konstrukcji połączenia wirnika z wałem prądnicy.

## 4.3 Pomiary parametrów pochodzących od drgań skrętnych

**4.3.1** Wyniki obliczeń naprężeń sumarycznych wywołanych drganiami skrętnymi powinny być potwierdzone pomiarami na statku pierwszym z serii. Przy ocenie tych naprężeń należy wykonać ich analizę harmoniczną.

**4.3.2** Pomierzone częstotliwości drgań własnych nie powinny różnić się od obliczonych o więcej niż 5 %. Jeżeli warunek ten nie jest spełniony, obliczenia należy skorygować.

**4.3.3** Jeżeli z obliczeń nie wynika konieczność wprowadzenia obrotów zabronionych oraz w innych uzasadnionych przypadkach – PRS może nie wymagać przeprowadzenia pomiarów.

## 4.4 Zakresy obrotów zabronionych

**4.4.1** Jeżeli rzeczywiste sumaryczne naprężenia od drgań skrętnych przekraczają wartości dopuszczalne dla pracy długotrwałej, to należy określić zakresy obrotów zabronionych. Obroty zabronione nie powinny występować w zakresach:

- $n \geq 0,7n_z$  – dla układu napędowego lodołamaczy,
- $n \geq 0,8n_z$  – dla układu napędowego innych statków,
- $n \geq 0,85n_z$  – dla zespołów prądotwórczych.

**4.4.2** W przypadku przekroczenia naprężeń dopuszczalnych skutkiem rezonansu, zakres obrotów zabronionych należy określać wg wzoru:

$$\frac{16n_k}{18 - \frac{n_k}{n_z}} \leq n \leq \frac{\left(18 - \frac{n_k}{n_z}\right)n_k}{16} \quad (4.4.2)$$

gdzie:

- $n$  – zakres obrotów zabronionych, [obr/min];
- $n_k$  – liczba obrotów rezonansowych, [obr/min];
- $n_z$  – znamionowa liczba obrotów, [obr/min].

**4.4.3** Obroty zabronione można również określać w ten sposób, że zakres, w którym naprężenia sumaryczne wywołane drganiami skrętnymi albo momenty w sprzęgle elastycznym lub przekładni przekraczają wartości dopuszczalne – powiększa się w obie strony o wartość  $0,03n_z$ .

**4.4.4** Jeżeli przy normalnej pracy silnika występują obliczone i potwierdzone pomiarami zakresy obrotów, przy których naprężenia sumaryczne albo momenty dynamiczne w sprzęgłach lub przekładniach przekraczają wartości dopuszczalne, to zakresy obrotów zabronionych powinny być oznaczone zgodnie z 1.17.2. Na stanowiskach sterowania silnikiem należy umieścić odpowiednie tabliczki ostrzegawcze.

**4.4.5** Jeżeli podczas pracy silnika przy braku zapłonu w jednym z cylindrów (patrz 4.1.1) naprężenia lub momenty określone w 4.4.4 przekraczają wartości dopuszczalne, to:

- .1 silnik powinien być wyposażony w automatyczną sygnalizację, umożliwiającą stwierdzenie braku zapłonu w cylindrze, a na stanowiskach sterowania silnikiem należy umieścić tabliczki informujące o zakresach obrotów zabronionych, określonych zgodnie z 4.4.2 lub 4.4.3 dla takiego stanu silnika;
- .2 przy braku sygnalizacji określonej w .1, zakresy obrotów zabronionych dla silnika pracującego przy braku zapłonu w jednym cylindrze powinny być oznaczone na obrotomierzach i tabliczkach ostrzegawczych.

## 5 PRZEKŁADNIE, SPRZĘGŁA ROZŁĄCZNE I ELASTYCZNE

### 5.1 Wymagania ogólne

**5.1.1** Konstrukcja przekładni powinna zapewniać ich normalną eksploatację w warunkach określonych w punkcie 1.5.1.

**5.1.2** Wirujące części przekładni i sprzęgieł powinny być wyważane przez producenta z dokładnością określaną przez normy i standardy producenta. Fakt wyważania powinien być udokumentowany sprawozdaniem.

- .1 Wyważeniu statycznemu podlegają części wirujące z prędkością obwodową:
  - $v \geq 40$  m/s, jeśli zostały poddane całkowitej obróbce mechanicznej zapewniającej ich centryczność;
  - $v \geq 25$  m/s, jeśli nie zostały poddane takiej obróbce.
- .2 Wyważeniu dynamicznemu podlegają części wirujące z prędkością obwodową:
  - $v \geq 50$  m/s.

## 5.2 Przekładnie zębate

### 5.2.1 Postanowienia ogólne

**5.2.1.1** Wymagania niniejszego podrozdziału dotyczą głównych i pomocniczych przekładni zębatych o kołach walcowych z zazębieniem zewnętrznym i wewnętrznym, z zębami prostymi lub śrubowymi, o zarysie ewolwentowym.

Inne typy przekładni podlegają specjalnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**5.2.1.2** Dokumentacja przekładni (patrz 1.3.3.2) powinna zawierać wszystkie dane niezbędne do wykonania obliczeń sprawdzających, przeprowadzonych wg zasad opisanych w 5.2.3. Obliczenia dotyczą kół zębatych i wałów w ciągu przenoszenia mocy silnika od wejścia do wyjścia z przekładni.

### 5.2.2 Dane do obliczeń naprężeń w zębach kół zębatych

**5.2.2.1** Symbole i określenia użyte w niniejszym podrozdziale oparte są głównie na normie ISO 6336, normie PN-92/M-88509/00 i PN-93/14-88509/01; dotyczą obliczenia zdolności przeniesienia obciążenia przez przekładnię, biorąc pod uwagę naprężenia stykowe (wg metody opisanej w 5.2.4) i naprężenia zginające stopy zębów (wg metody opisanej w 5.2.5).

**5.2.2.2** Dla współpracującej pary kół zębatych, celem uproszczenia zapisów w wymaganiach, przyjęto następujące nazwy:

zębnik – koło zębate z pary współpracującej o mniejszej liczbie zębów (indeks 1 przy wszystkich dotyczących tego koła symbolach),

koło – koło zębate z pary współpracującej o większej liczbie zębów (indeks 2 przy wszystkich dotyczących tego koła symbolach).

We wzorach dotyczących obliczeń sprawdzających przekładni okrętowych (kół zębatych) są używane następujące symbole:

- $a$  – odległość osi współpracujących kół zębatych, [mm];
- $b$  – szerokość zazębienia (wspólna dla współpracującej pary kół zębatych), [mm];
- $b_1$  – szerokość wieńca zębatego – zębника, [mm];
- $b_2$  – szerokość wieńca zębatego – koła, [mm];
- $d$  – średnica walca podziałowego (średnica podziałowa), [mm];
- $d_1$  – średnica walca podziałowego – zębника, [mm];
- $d_2$  – średnica walca podziałowego – koła, [mm];
- $d_{a1}$  – średnica walca wierzchołków zębów – zębника, [mm];
- $d_{a2}$  – średnica walca wierzchołków zębów – koła, [mm];
- $d_{b1}$  – średnica walca zasadniczego – zębника, [mm];
- $d_{b2}$  – średnica walca zasadniczego – koła, [mm];
- $d_{f1}$  – średnica walca stóp zębów – zębника, [mm];
- $d_{f2}$  – średnica walca stóp zębów – koła, [mm];
- $d_{w1}$  – średnica walca tocznego – zębника, [mm];
- $d_{w2}$  – średnica walca tocznego – koła, [mm];
- $F_t$  – nominalna siła styczna na walcu tocznym, [N];
- $F_b$  – nominalna siła styczna na walcu zasadniczym w przekroju czołowym, [N];
- $h$  – wysokość zęba, [mm];
- $m_n$  – moduł normalny, [mm];
- $m_t$  – moduł czołowy, [mm];
- $n_1$  – prędkość obrotowa – zębника, [obr/min];
- $n_2$  – prędkość obrotowa – koła, [obr/min];
- $P$  – maksymalna moc ciągła przenoszona przez przekładnię, [kW];
- $T_1$  – moment obrotowy przenoszony przez zębnik, [Nm];
- $T_2$  – moment obrotowy przenoszony przez koło, [Nm];
- $u$  – przełożenie;
- $v$  – prędkość obwodowa na walcu tocznym, [m/s];
- $x_1$  – współczynnik przesunięcia zarysu odniesienia – zębника;

- $x_2$  – współczynnik przesunięcia zarysu odniesienia – koła;  
 $z_1$  – liczba zębów zębnika;  
 $z_2$  – liczba zębów koła;  
 $z_n$  – zastępcza liczba zębów;  
 $\alpha_n$  – kąt zarysu na walcu podziałowym, w przekroju normalnym, [°];  
 $\alpha_t$  – kąt zarysu na walcu podziałowym w przekroju czołowym, [°];  
 $\alpha_{nw}$  – kąt zarysu na walcu tocznym w przekroju czołowym, [°];  
 $\beta$  – kąt pochylenia linii zęba na walcu podziałowym, [°];  
 $\beta_b$  – kąt pochylenia linii zęba na walcu zasadniczym, [°];  
 $\varepsilon_\alpha$  – wskaźnik zazębienia czołowy, [-];  
 $\varepsilon_\beta$  – wskaźnik zazębienia poskokowy, [-];  
 $\varepsilon_\gamma$  – wskaźnik zazębienia całkowity, [-];  
 $inv \alpha$  – kąt ewolwentowy zarysu zęba towarzyszący rozpatrywanemu kątowi zarysu  $\alpha$ , [rad];  
 $\alpha$  – kąt zarysu (dla określenia kąta ewolwentowego), [°].

**Uwaga:**

1. Dla zazębien wewnętrznych  $z_2$ ,  $a$ ,  $d_2$ ,  $d_{a2}$ ,  $d_{b2}$  oraz  $d_{w2}$  mają wartości ujemne.
2. We wzorze określającym naprężenia stykowe zębów  $b$  jest szerokością zazębienia na walcu tocznym.
3. We wzorze określającym naprężenia zginające w stopach zębów  $b_1$  lub  $b_2$  są szerokościami przy odpowiednich stopach zębów. W żadnym przypadku  $b_1$  i  $b_2$  nie powinny być większe od  $b$  o więcej niż jeden moduł ( $m_n$ ) po każdej stronie.
4. Szerokość zazębienia  $b$  może być użyta we wzorze określającym naprężenia zginające w stopach zębów, jeśli zastosowano baryłkowatość lub odciążenie końca zębów.

### 5.2.2.3 Wybrane wzory dla zazębienia

Przełożenie określa się jak niżej:

$$u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{d_{w2}}{d_{w1}} = \frac{d_2}{d_1} \quad (5.2.2.3)$$

$u$  ma wartość:

1. dodatnią dla zazębien zewnętrznych,
2. ujemną dla zazębien wewnętrznych.

$$\operatorname{tg} \alpha_t = \frac{\operatorname{tg} \alpha_n}{\cos \beta}$$

$$\operatorname{tg} \beta_b = \operatorname{tg} \beta \cdot \cos \alpha_t$$

$$d = \frac{z \cdot m_n}{\cos \beta}$$

$$d_b = d \cdot \cos \alpha_t = d_w \cdot \cos \alpha_{tw}$$

$$a = \frac{d_{w1} + d_{w2}}{2}$$

$$z_n = \frac{z}{\cos^2 \beta_b \cdot \cos \beta}$$

$$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta}$$

$$\operatorname{inv} \alpha = \operatorname{tg} \alpha - \frac{\pi \cdot \alpha}{180}$$

$$\operatorname{inv} \alpha_{tw} = \operatorname{inv} \alpha_t + 2 \operatorname{tg} \alpha_n \cdot \frac{x_1 + x_2}{z_1 + z_2}$$

$$\varepsilon_{\alpha} = \frac{0,5\sqrt{d_{a1}^2 - d_{b1}^2} \pm 0,5\sqrt{d_{a2}^2 - d_{b2}^2} - a \cdot \sin \alpha_{tw}}{\pi \cdot m_n \cdot \frac{\cos \alpha_t}{\cos \beta}}$$

**Uwaga:**

Znak ( $\pm$ ) w powyższym wzorze należy interpretować następująco:

(+) dla zazębnień zewnętrznych,

(-) dla zazębnień wewnętrznych.

$$\varepsilon_{\beta} = \frac{b \cdot \sin \beta}{\pi \cdot m_n}$$

**Uwaga:**

Dla wieńców daszkowych  $b$  należy przyjmować jako szerokość zazębienia jednokierunkowego.

$$\varepsilon_{\gamma} = \varepsilon_{\alpha} + \varepsilon_{\beta}$$

$$v = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60000} = \frac{\pi \cdot d_2 \cdot n_2}{60000}$$

$$d_{w1} = 2a \cdot \frac{z_1}{z_1 + z_2} ; \quad d_{w2} = 2a \cdot \frac{z_2}{z_1 + z_2}, \quad [\text{mm}]$$

#### 5.2.2.4 Nominalna siła statyczna $F_t$

Nominalna siła styczna  $F_t$ , styczna do walca toczonego i leżąca w płaszczyźnie prostopadłej do osi obrotu, jest obliczona na podstawie maksymalnej ciągłej mocy przenoszonej przez przekładnię, według następujących wzorów:

$$T_1 = 9549 \frac{P}{n_1} ; \quad T_2 = 9549 \frac{P}{n_2} \quad (5.2.2.4-1)$$

$$F_t = 2000 \frac{T_1}{d_1} = 2000 \frac{T_2}{d_2}, \quad [\text{N}] \quad (5.2.2.4-2)$$

### 5.2.3 Współczynniki wspólne dla sprawdzanych warunków wytrzymałościowych (naprężeń stykowych i zginających)

W niniejszym podrozdziale określone są współczynniki mające zastosowanie we wzorach sprawdzających wytrzymałość zębów kół zębatych na naprężenia stykowe (wg 5.2.4) oraz na naprężenia zginające stopy zębów (wg 5.2.5). Inne współczynniki specyficzne dla wzorów wytrzymałościowych zawarte są w 5.2.4 oraz 5.2.5.

Wszystkie współczynniki należy obliczać na podstawie odnośnych wzorów lub podanych wytycznych.

#### 5.2.3.1 Współczynnik zastosowania $K_A$

Współczynnik zastosowania uwzględnia przeciążenia dynamiczne wywołane w przekładni na skutek sił zewnętrznych.

$K_A$  dla przekładni konstruowanych dla nieograniczonej żywotności należy określać jako stosunek maksymalnego momentu występującego w przekładni (przyjmuje się, że obciążenie przekładni jest okresowo zmienne) do jej momentu nominalnego.

Moment znamionowy, używany w dalszych obliczeniach, należy przyjmować jako stosunek mocy znamionowej i znamionowej prędkości obrotowej.

Współczynnik  $K_A$  zależy głównie od:

- .1 charakterystyk mechanizmów napędowych i napędzanych,
- .2 stosunku mas,
- .3 typu sprzęgieł,
- .4 warunków eksploatacji (przeciążenie obrotami – tzw. rozbieganie, zmiany warunków obciążenia śruby napędowej itp.).

Dla pracy w pobliżu obrotów krytycznych należy wykonać staranną analizę takich warunków pracy.

Współczynnik  $K_A$  powinien być określony pomiarami lub uznaną przez PRS metodą analizy. Jeżeli współczynnik nie może być określony w ten sposób, to jego wartość liczbową można przyjąć wg tabeli 5.2.3.1.

**Tabela 5.2.3.1**  
**Wartości  $K_A$  w zależności od zastosowania przekładni**

Zespół napędowy współpracujący z przekładnią	Wartości $K_A$	
	Napęd główny	Napęd pomocniczy
Silnik wysokoprężny z hydraulicznym lub elektromagnetycznym sprzęgłem poślizgowym	1	1
Silnik wysokoprężny ze sprzęgłem wysokoelastycznym	1,3	1,2
Silnik wysokoprężny z innym rodzajem sprzęgła	1,5	1,4
Silnik elektryczny	–	1

### 5.2.3.2 Współczynnik rozkładu obciążenia $K_\gamma$

Współczynnik rozkładu obciążenia uwzględnia nierównomierny rozkład obciążenia w przekładniach wielostopniowych – wielodrożnych (podwójny tandem, przekładnia obiegowa, uzębienie daszkowe itp.).

$K_\gamma$  należy określać jako stosunek maksymalnego obciążenia w rzeczywistym zazębieniu do równomiernie rozłożonego obciążenia. Współczynnik ten zależy głównie od dokładności i elastyczności stopni przekładni oraz dróg przepływu obciążenia.

Współczynnik rozkładu obciążenia  $K_\gamma$  powinien być określany pomiarami lub metodą analizy. Jeżeli jest to niemożliwe, to  $K_\gamma$  należy określać następująco:

- .1 dla przekładni obiegowych według wzoru:

$$K_\gamma = 1 + 0,25\sqrt{n_{pl} - 3} \quad (5.2.3.2-1)$$

gdzie:

$n_{pl} \geq 3$  – liczba planet

- .2 dla przekładni podwójny tandem według wzoru:

$$K_\gamma = 1 + \frac{0,2}{\phi} \quad (5.2.3.2-2)$$

gdzie:

$\phi$  – skręcenie tulei odciążającej wału przy pełnym obciążeniu, [°]

- .3 dla przekładni daszkowych według wzoru:

$$K_\gamma = 1 + \frac{F_{ext}}{F_t \cdot \tan \beta} \quad (5.2.3.2-3)$$

gdzie:

$F_{ext}$  – zewnętrzna siła poosiowa (siła pochodząca spoza przekładni), [N].

### 5.2.3.3 Współczynnik dynamiczny $K_v$

Współczynnik dynamiczny  $K_v$  uwzględnia obciążenia dynamiczne powstające wewnątrz przekładni w wyniku drgań zębniaka i koła względem siebie.

$K_v$  należy określać jako stosunek maksymalnego obciążenia dynamicznego na boczną powierzchnię zęba do maksymalnego obciążenia zewnętrznego określonego jako  $(F_t \cdot K_A \cdot K_\gamma)$ .

Współczynnik ten zależy głównie od:

- błędów zazębienia (zależnych od błędów podziałki i profilu),
- mas zębniaka i koła,
- zmiany sztywności zazębienia w cyklu obciążenia zęba,
- prędkości obwodowej na walcu tocznym,
- dynamicznego niewyważenia kół i wału,
- sztywności wału i łożysk,

– charakterystyk tłumienia przekładni.

W przypadkach, w których spełnione są wszystkie poniższe warunki:

- a) koła zębate stalowe lub z ciężkimi wieńcami,
- b)  $\frac{F_t}{b} > 150$  [N/mm],
- c)  $z_1 < 50$ ,
- d) parametr  $\frac{v \cdot z_1}{100}$  jest w zakresie podkrytycznym:

– dla zazębien śrubowych  $\frac{v \cdot z_1}{100} < 14$  ;

– dla zazębien prostych  $\frac{v \cdot z_1}{100} < 10$  ;

– dla pozostałych typów zazębien  $\frac{v \cdot z_1}{100} < 3$

współczynnik dynamiczny  $K_v$  może być obliczany jak podano niżej:

**.1** dla zazębien prostych:

$K_v$  – wg rysunku 5.2.3.3-2,

**.2** dla zazębien śrubowych:

– jeżeli  $\varepsilon\beta > 1$

$K_v$  – wg rysunku 5.2.3.3-1,

– jeżeli  $\varepsilon\beta < 1$

$K_v$  – jako interpolacja liniowa wg zależności:

$$K_v = K_{v2} - \varepsilon\beta \cdot (K_{v2} - K_{v1}),$$

gdzie:

$K_{v1}$  – jest wartością  $K_v$  dla zazębien śrubowych wg rys. 5.2.3.3-1,

$K_{v2}$  – jest wartością  $K_v$  dla zazębien prostych wg rys. 5.2.3.3-2.

**.3** Współczynnik  $K_v$  dla wszystkich typów zazębien może być również obliczony według wzoru:

$$K_v = 1 + K_1 \cdot \frac{v \cdot z_1}{100} \quad (5.2.3.3.3)$$

gdzie:

$K_1$  – wartości podane w tabeli 5.2.3.3.

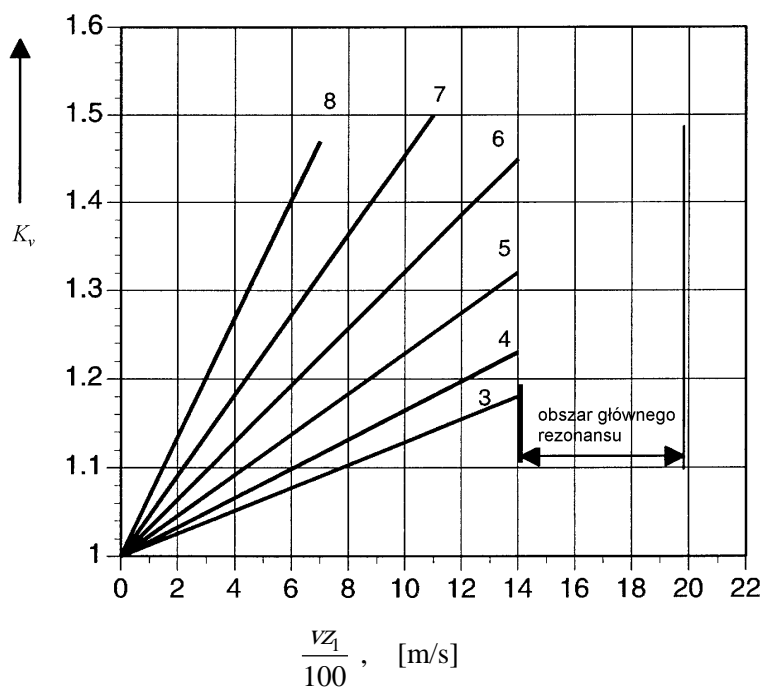
**Tabela 5.2.3.3**  
**Wartości  $K_1$  dla obliczenia współczynnika  $K_v$**

	Wartości $K_1$					
	Klasy dokładności wg ISO 1328					
	3	4	5	6	7	8
Zęby proste	0,022	0,030	0,043	0,062	0,092	0,125
Zęby śrubowe	0,0125	0,0165	0,0230	0,0330	0,0480	0,0700

**Uwaga:**

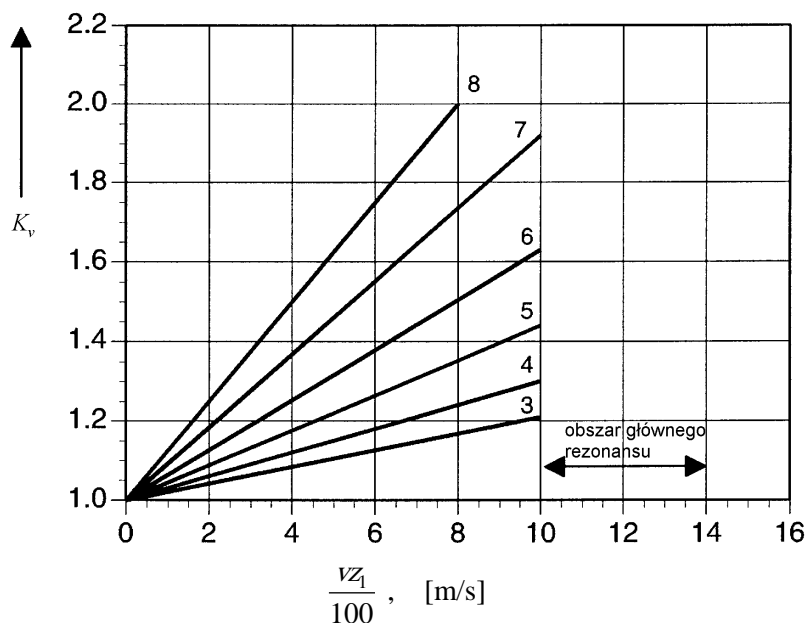
Jeżeli w przekładni zastosowano koła zębate wykonane w różnej klasie dokładności, to do obliczeń należy przyjmować najniższą z nich.





Rys. 5.2.3.3-1

Współczynnik dynamiczny dla zazębien śrubowych. Klasy dokładności 3 – 8 wg ISO 1328



Rys. 5.2.3.3-2

Współczynnik dynamiczny dla zazębien prostych. Klasy dokładności 3 – 8 wg ISO 1328

Dla przekładni innych niż określone wyżej, do wyznaczenia współczynnika  $K_v$  należy stosować wymagania normy ISO 6336 – metoda B.

#### 5.2.3.4 Współczynniki wzdłużnego rozkładu obciążenia $K_{H\beta}$ i $K_{F\beta}$

Współczynnik wzdłużnego rozkładu obciążenia,  $K_{H\beta}$  dla naprężeń stykowych,  $K_{F\beta}$  dla naprężeń zginających w stopie zęba, uwzględniają skutki nierównomiernego rozkładu obciążenia na długości zęba.

$K_{H\beta}$  należy określać następująco:

$$K_{H\beta} = \frac{\text{maksymalne naprężenie stykowe}}{\text{średnie naprężenie stykowe}}$$

$K_{F\beta}$  należy określać następująco:

$$K_{F\beta} = \frac{\text{maksymalne naprężenie zginające w stopie zęba}}{\text{średnie naprężenie zginające w stopie zęba}}$$

Średnie naprężenia zginające w stopie zęba odnoszą się do rozpatrywanej szerokości koła zębatego  $b_1$ , względnie  $b_2$ .

Współczynniki  $K_{H\beta}$  oraz  $K_{F\beta}$  zależą głównie od:

- dokładności wykonania zębów przez producenta;
- błędów montażu w wyniku błędów wytoczenia otworów;
- luzów łożyskowych;
- błędów wzajemnego ułożenia osi zębnika i koła;
- odkształceń wywołanych małą sztywnością elementów przekładni, wałów, łożysk, obudowy i posadowienia części;
- wydłużeń i odkształceń cieplnych w temperaturze roboczej;
- kompensującej konstrukcji części (baryłkowatość, odciążenie końców zębów itp.).

Zależności pomiędzy współczynnikami  $K_{H\beta}$  oraz  $K_{F\beta}$ :

- .1 W przypadku gdy na końcach zębów istnieje silniejszy nacisk, współczynnik  $K_{F\beta}$  należy obliczyć według wzoru:

$$K_{F\beta} = (K_{H\beta})^N \quad (5.2.3.4.1)$$

$$\text{gdzie: } N = \frac{\left(\frac{b}{h}\right)^2}{1 + \frac{b}{h} + \left(\frac{b}{h}\right)^2} \quad \frac{b}{h} = \min\left(\frac{b_1}{h_1}; \frac{b_2}{h_2}\right)$$

**Uwaga:**

Dla kół zębatych daszkowych należy przyjmować szerokość uzębienia jednokierunkowego.

- .2 W przypadku gdy końce zębów poddane są niewielkiemu naciskowi lub są odciążone (baryłkowatość, odciążenie końców):

$$K_{F\beta} = K_{H\beta}$$

Współczynniki rozkładu obciążeń,  $K_{H\beta}$  dla naprężeń stykowych i  $K_{F\beta}$  dla naprężeń zginających w stopie zęba, mogą być określane zgodnie z wymaganiami normy ISO 6336/1 – metoda C2.

### 5.2.3.5 Współczynniki poprzecznego rozkładu obciążenia $K_{H\alpha}$ i $K_{F\alpha}$

Współczynniki poprzecznego rozkładu obciążenia:

$K_{H\alpha}$  – dla naprężeń stykowych,

$K_{F\alpha}$  – dla naprężeń zginających w stopie zęba

uwzględniają wpływ błędów podziałki i profilu na poprzeczny rozdział obciążenia pomiędzy dwoma lub więcej parami zazębienia.

Współczynniki  $K_{H\alpha}$  i  $K_{F\alpha}$  zależą głównie od:

- ogólnej sztywności zazębienia;
- całkowitej siły stycznej ( $F_t \cdot K_A \cdot K_\gamma \cdot K_v \cdot K_{H\beta}$ );
- błędu podziałki na walcu podziałowym;
- przytępienia wierzchołka zęba;
- dopuszczalnej nierównomierności prędkości obrotowej.

Współczynniki poprzecznego rozkładu obciążenia,  $K_{H\alpha}$  dla naprężeń stykowych i  $K_{F\alpha}$  dla naprężeń zginających w stopie zęba, należy określić zgodnie z wymaganiami normy ISO 6336-3 – metoda B.

**5.2.3.6** Inne metody doboru współczynników, aniżeli określone w 5.2.3, mogą być stosowane w obliczeniach pod warunkiem, że metody te będą uznane przez PRS.

## 5.2.4 Naprężenia stykowe zębów kół zębatych

**5.2.4.1** Kryterium wytrzymałości na naprężenie stykowe sformułowane jest przy wykorzystaniu wzorów Hertza do obliczenia nacisków powierzchniowych w czynnym punkcie zazębienia (lub w wewnętrznym punkcie zazębienia) pojedynczej pary zębów. Naprężenie stykowe  $\sigma_H$  powinno być równe lub mniejsze od dopuszczalnego naprężenia stykowego  $\sigma_{HP}$ .

**5.2.4.2** Wzór podstawowy do obliczenia naprężeń stykowych  $\sigma_H$ :

$$\sigma_H = \sigma_{H0} \sqrt{K_A \cdot K_\gamma \cdot K_v \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta}} \leq \sigma_{HP}, \quad [\text{N/mm}^2] \quad (5.2.4.2)$$

gdzie:

$\sigma_{H0}$  – podstawowa wartość naprężeń stykowych dla zębnika i koła obliczona wg wzoru:

$$\sigma_{H0} = Z_B \cdot Z_H \cdot Z_\varepsilon \cdot Z_\beta \cdot Z_E \cdot \sqrt{\frac{F_t}{d_{w1} \cdot b} \cdot \frac{u+1}{u}}, \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{dla zębnika,}$$

$$\sigma_{H0} = Z_D \cdot Z_H \cdot Z_\varepsilon \cdot Z_\beta \cdot Z_E \cdot \sqrt{\frac{F_t}{d_{w2} \cdot b} \cdot \frac{u+1}{u}}, \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{dla koła,}$$

gdzie:

$F_t, b, d, u$  (patrz 5.2.2);

$Z_B$  – współczynnik pojedynczej pary zazębienia dla zębnika (patrz 5.2.4.4);

$Z_D$  – współczynnik pojedynczej pary zazębienia dla koła (patrz 5.2.4.4);

$Z_H$  – współczynnik strefy (patrz 5.2.4.5);

$Z_E$  – współczynnik elastyczności (patrz 5.2.4.6);

$Z_\varepsilon$  – współczynnik wskaźnika zazębienia (patrz 5.2.4.7);

$Z_\beta$  – współczynnik pochylenia linii zębów (patrz 5.2.4.8);

$K_A$  – współczynnik zastosowania (patrz 5.2.3.1);

$K_\gamma$  – współczynnik rozkładu obciążenia (patrz 5.2.3.2);

$K_v$  – współczynnik dynamiczny (patrz 5.2.3.3);

$K_{H\alpha}$  – współczynnik poprzecznego rozkładu obciążenia (patrz 5.2.3.5);

$K_{H\beta}$  – współczynnik wzdłużnego rozkładu obciążenia (patrz 5.2.3.4).

### 5.2.4.3 Wzór do obliczania dopuszczalnych naprężeń stykowych $\sigma_{HP}$

Dopuszczalne naprężenia stykowe  $\sigma_{HP}$  należy określać oddzielnie dla każdej pary (zębnika i koła) według wzoru:

$$\sigma_{HP} = \frac{\sigma_{Hlim}}{S_H} \cdot Z_N \cdot Z_L \cdot Z_v \cdot Z_R \cdot Z_W \cdot Z_X, \quad [\text{N/mm}^2] \quad (5.2.4.3)$$

gdzie:

$\sigma_{Hlim}$  – wytrzymałość zmęczeniowa na naprężenia stykowe dla materiału zęba  $[\text{N/mm}^2]$  (patrz 5.2.4.9);

$S_H$  – współczynnik bezpieczeństwa dla naprężeń stykowych (patrz 5.2.4.14);

$Z_N$  – współczynnik żywotności (patrz 5.2.4.10);

$Z_L$  – współczynnik smarowania (patrz 5.2.4.11);

$Z_v$  – współczynnik prędkości (patrz 5.2.4.11);

$Z_R$  – współczynnik chropowatości (patrz 5.2.4.11);

$Z_W$  – współczynnik stosunku twardości (patrz 5.2.4.12);

$Z_X$  – współczynnik wielkości (patrz 5.2.4.13).

### 5.2.4.4 Współczynniki pojedynczej pary zazębienia $Z_B$ i $Z_D$

Współczynniki pojedynczej pary zazębienia,  $Z_B$  dla zębnika i  $Z_D$  dla koła, uwzględniają wpływ krzywizny powierzchni bocznej zęba na naprężenia stykowe w punkcie (linii) styku pojedynczej pary zębów w stosunku do  $Z_H$ .

Współczynniki przekształcają naprężenia stykowe określone w biegunie zazębienia na naprężenia stykowe, z uwzględnieniem krzywizny powierzchni bocznej zęba w centralnym punkcie styku pojedynczej pary.

Współczynniki  $Z_B$  dla zębniaka i  $Z_D$  dla koła należy określać w następujący sposób:

- dla kół zębatach o zębach prostych ( $\varepsilon_\beta = 0$ ):

$$Z_B = \max(M_1; 1) \quad (5.2.4.4-1)$$

$$Z_D = \max(M_2; 1) \quad (5.2.4.4-2)$$

gdzie:

$$M_1 = \frac{\operatorname{tg} \alpha_{tw}}{\sqrt{\left[ \sqrt{\left( \frac{d_{a1}}{d_{b1}} \right)^2 - 1} - \frac{2\pi}{z_1} \right] \cdot \left[ \sqrt{\left( \frac{d_{a2}}{d_{b2}} \right)^2 - 1} - (\varepsilon_\alpha - 1) \frac{2\pi}{z_2} \right]}}$$

$$M_2 = \frac{\operatorname{tg} \alpha_{tw}}{\sqrt{\left[ \sqrt{\left( \frac{d_{a2}}{d_{b2}} \right)^2 - 1} - \frac{2\pi}{z_2} \right] \cdot \left[ \sqrt{\left( \frac{d_{a1}}{d_{b1}} \right)^2 - 1} - (\varepsilon_\alpha - 1) \frac{2\pi}{z_1} \right]}}$$

- dla kół zębatach o zębach śrubowych,  
jeśli  $\varepsilon_\beta \geq 1$

$$Z_B = Z_D = 1$$

jeśli  $\varepsilon_\beta < 1$ , wartości  $Z_B$  i  $Z_D$  należy określać przez interpolację liniową pomiędzy wartościami  $Z_B$  i  $Z_D$  dla zazębienia prostych a wartościami  $Z_B$  i  $Z_D$  dla zazębienia śrubowych, dla których  $\varepsilon_\beta \geq 1$ .

A zatem:

$$Z_B = \max \left\{ \left[ M_1 - \varepsilon_\beta \cdot (M_1 - 1) \right]; 1 \right\} \quad (5.2.4.4-3)$$

$$Z_D = \max \left\{ \left[ M_2 - \varepsilon_\beta \cdot (M_2 - 1) \right]; 1 \right\} \quad (5.2.4.4-4)$$

### 5.2.4.5 Współczynnik strefy $Z_H$

Współczynnik strefy  $Z_H$  uwzględnia wpływ krzywizny bocznej zęba w biegunie zazębienia na nacisk powierzchniowy określony wzorami Hertza oraz stosunek sił stycznych na walcu podziałowym do sił normalnych na walcu tocznym.

Współczynnik strefy  $Z_H$  należy obliczać według wzoru:

$$Z_H = \sqrt{\frac{2 \cos \beta_b \cdot \cos \alpha_{tw}}{\cos^2 \alpha_t \cdot \sin \alpha_{tw}}} \quad (5.2.4.5)$$

### 5.2.4.6 Współczynnik elastyczności $Z_E$

Współczynnik elastyczności  $Z_E$  uwzględnia wpływ właściwości sprężystych materiału określonych modułem sprężystości Younga oraz liczbą Poissona na naciski powierzchniowe obliczane wzorami Hertza.

Współczynnik elastyczności  $Z_E$  należy obliczać według wzoru:

$$Z_E = \sqrt{\frac{E_1 \cdot E_2}{\pi \left[ (1 - \nu_1^2) \cdot E_1 + (1 - \nu_2^2) \cdot E_2 \right]}}, \quad [\text{N}^{1/2}/\text{mm}] \quad (5.2.4.6)$$

gdzie:

$E_1, E_2$  – moduł sprężystości Younga materiału zęba,  $[\text{N}/\text{mm}^2]$ ;

$\nu_1, \nu_2$  – liczba Poissona materiału zęba,  $[-]$ .

Dla kół zębatych stalowych, gdy  $E_1 = E_2 = 206\ 000\ \text{N/mm}^2$  oraz  $\nu_1 = \nu_2 = 0,3$  współczynnik elastyczności wynosi:

$$Z_E = 189,8 ; \quad [\text{N}^{1/2} / \text{mm}].$$

Dopuszcza się stosowanie wymagań normy ISO 6336 dla określenia współczynnika  $Z_E$ .

#### 5.2.4.7 Współczynnik wskaźnika zazębienia $Z_\varepsilon$

Współczynnik wskaźnika zazębienia  $Z_\varepsilon$  uwzględnia wpływ czołowego wskaźnika zazębienia  $\varepsilon_\alpha$  i poskokowego wskaźnika zazębienia  $\varepsilon_\beta$  na jednostkowe obciążenie stykowe zębów.

Współczynnik wskaźnika zazębienia  $Z_\varepsilon$  należy określać następująco:

- dla kół zębatych o zębach prostych według wzoru:

$$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{4 - \varepsilon_\alpha}{3}} \quad (5.2.4.7-1)$$

- dla kół zębatych o zębach śrubowych według wzoru:

gdy  $\varepsilon_\beta < 1$

$$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{4 - \varepsilon_\alpha \cdot (1 - \varepsilon_\beta) + \frac{\varepsilon_\beta}{\varepsilon_\alpha}}{3}} \quad (5.2.4.7-2)$$

gdy  $\varepsilon_\beta \geq 1$

$$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{\varepsilon_\alpha}} \quad (5.2.4.7-3)$$

#### 5.2.4.8 Współczynnik pochylenia linii zębów $Z_\beta$

Współczynnik pochylenia linii zębów  $Z_\beta$  uwzględnia wpływ kąta pochylenia linii zębów na trwałość powierzchni, dopuszczając takie zmienne, jak rozkład obciążenia wzdłuż linii styku.  $Z_\beta$  zależy tylko od kąta pochylenia linii zębów.

Współczynnik pochylenia linii zębów  $Z_\beta$  należy obliczać według wzoru:

$$Z_\beta = \sqrt{\cos \beta} \quad (5.2.4.8)$$

#### 5.2.4.9 Wytrzymałość zmęczeniowa na naprężenia stykowe $\sigma_{Hlim}$

Dla danego materiału  $\sigma_{Hlim}$  jest wartością dopuszczalnych, powtarzalnych naprężeń stykowych, jakie mogą być przenoszone w sposób ciągły. Ta wartość może być rozpatrywana jako poziom naprężeń stykowych, jakie materiał może wytrzymać bez pittingu przez co najmniej  $5 \cdot 10^7$  cykli obciążeń.

Dla tego celu pitting może być określany:

- dla nieutwardzonych powierzchni zębów, jeżeli obszar pittingu jest większy niż 2% całkowitej powierzchni czynnej,
- dla utwardzonych powierzchni zębów, jeśli obszar pittingu jest większy niż 0,5% całkowitej powierzchni czynnej lub jest większy niż 4% powierzchni pojedynczego zęba.

Wartość  $\sigma_{Hlim}$  odpowiada 1% (lub mniejszemu) prawdopodobieństwu uszkodzenia.

Wytrzymałość zmęczeniowa na naprężenia stykowe zależy głównie od:

- składu materiału, jego jednorodności i wad;
- własności mechanicznych;
- naprężeń szczałkowych;
- procesu utwardzania, głębokości warstwy utwardzonej, gradientu utwardzenia;
- struktury materiału (odkuwka, materiał walcowany, odlew).

Dopuszczalna wartość naprężeń stykowych  $\sigma_{Hlim}$  powinna być określona zgodnie z wynikami prób materiałów zastosowanych w konstrukcji. Jeżeli brak wyników z takich prób, to wartość naprężeń stykowych  $\sigma_{Hlim}$  należy określać zgodnie z wymaganiami normy ISO 6336/5 – klasa jakości MQ.

#### 5.2.4.10 Współczynnik żywotności $Z_N$

Współczynnik żywotności  $Z_N$  uwzględnia wyższe dopuszczalne naprężenia stykowe w przypadku, gdy wymagana jest ograniczona żywotność (liczba cykli obciążeń).

Współczynnik zależy głównie od:

- materiału i utwardzenia;
- liczby cykli;
- współczynników  $Z_R$ ,  $Z_V$ ,  $Z_L$ ,  $Z_W$ ,  $Z_X$ .

Współczynnik żywotności  $Z_N$  należy określać zgodnie z wymaganiami normy ISO 6336/2 – metoda B.

#### 5.2.4.11 Współczynniki smarowania, prędkości i chropowatości $Z_L$ , $Z_V$ i $Z_R$

Współczynnik smarowania  $Z_L$  uwzględnia wpływ rodzaju oleju i jego lepkości, współczynnik prędkości  $Z_V$  uwzględnia wpływ prędkości obwodowej ( $v$ ) na walcu tocznym, a współczynnik chropowatości  $Z_R$  uwzględnia wpływ chropowatości powierzchni na jej trwałość.

Współczynniki te należy obliczać dla bardziej miękkiego z materiałów, jeżeli współpracujące zęby mają różną twardość.

Współczynniki te zależą głównie od:

- lepkości oleju smarowego w obrębie styku zębów;
- sumy prędkości chwilowych na powierzchni zębów;
- obciążenia;
- względnego promienia krzywizny w biegunie zazębienia;
- chropowatości bocznej powierzchni zęba;
- twardości zębownika i koła.

Współczynniki te należy określać następująco:

1. współczynnik smarowania  $Z_L$  należy obliczać według wzoru:

$$Z_L = C_{ZL} + \frac{4(1 - C_{ZL})}{\left(1,2 + \frac{134}{v_{40}}\right)^2} \quad (5.2.4.11.1)$$

gdzie:

$v_{40}$  – nominalna lepkość kinematyczna oleju stosowanego w przekładni w temperaturze 40 °C.

$$C_{ZL} = \left(\frac{\sigma_{H\lim} - 850}{350}\right)0,08 + 0,83 \quad \text{dla } 850 \leq \sigma_{H\lim} \leq 1200 \quad [\text{N/mm}^2]$$

**Uwaga:**

Jeżeli  $\sigma_{H\lim} < 850$  MPa, należy przyjmować  $C_{ZL} = 0,83$ . Jeżeli  $\sigma_{H\lim} > 1200$  MPa, należy przyjmować  $C_{ZL} = 0,91$ .

2. Współczynnik prędkości  $Z_V$  należy obliczać według wzoru:

$$Z_V = C_{ZV} + \frac{2(1 - C_{ZV})}{\sqrt{0,8 + \frac{32}{v}}} \quad (5.2.4.11.2)$$

gdzie:

$$C_{ZV} = \left(\frac{\sigma_{H\lim} - 850}{350}\right)0,08 + 0,85 \quad \text{dla } 850 \leq \sigma_{H\lim} \leq 1200, \quad [\text{N/mm}^2]$$

**Uwaga:**

Jeżeli  $\sigma_{H\lim} < 850$  MPa, należy przyjmować  $C_{ZV} = 0,85$ . Jeżeli  $\sigma_{H\lim} > 1200$  MPa, należy przyjmować  $C_{ZV} = 0,93$ .

3. Współczynnik chropowatości  $Z_R$  należy obliczać według wzoru:

$$Z_R = \left(\frac{3}{R_{Z10}}\right)^{C_{ZR}} \quad (5.2.4.11.3)$$

gdzie:

$$C_{ZR} = 0,32 - 0,0002\sigma_{H\lim} \quad \text{dla } 850 \leq \sigma_{H\lim} \leq 1200, \quad [\text{N/mm}^2]$$

**Uwaga:**

Jeżeli  $\sigma_{Hlim} < 850 \text{ N/mm}^2$ , należy przyjmować  $C_{ZR} = 0,150$ .

Jeżeli  $\sigma_{Hlim} > 1200 \text{ N/mm}^2$ , należy przyjmować  $C_{ZR} = 0,080$ .

$R_{Z10}$  – średnia amplituda chropowatości współpracującej pary kół odniesiona do względnego promienia krzywizny zębów, [ $\mu\text{m}$ ]

$$R_{Z10} = R_{red} \sqrt[3]{\frac{10}{\rho_{red}}}$$

gdzie:

$R_{red}$  – średnia amplituda wysokości nierówności (chropowatości) współpracujących kół zębatych (należy określać zgodnie z normą ISO 6336), [ $\mu\text{m}$ ]

$$R_{red} = \frac{R_{Z1} + R_{Z2}}{2}, \text{ gdzie}$$

jeżeli chropowatość podana jest jako średnia –  $R_a$

$$R_{Z1} = 6R_{a1}$$

$$R_{Z2} = 6R_{a2}$$

gdzie:

$R_{Z1}$  – wysokość nierówności (chropowatości) zębnika, [ $\mu\text{m}$ ];

$R_{Z2}$  – wysokość nierówności (chropowatości) koła, [ $\mu\text{m}$ ];

$R_{a1}$  – średnie arytmetyczne odchylenie zarysu od linii średniej zębnika, [ $\mu\text{m}$ ];

$R_{a2}$  – średnie arytmetyczne odchylenie zarysu od linii średniej koła, [ $\mu\text{m}$ ].

**Uwaga:**

Pomiarów chropowatości należy dokonywać na kilku powierzchniach bocznych zębów.

$\rho_{red}$  – względny promień krzywizny zębów współpracujących kół zębatych

$$\rho_{red} = \frac{\rho_1 \rho_2}{\rho_1 + \rho_2}$$

gdzie:

$$\rho_{1,2} = 0,5 d_{bl,2} \text{ tg } \alpha_{tw}$$

**Uwaga:**

Dla zazębnień wewnętrznych  $d_{b2}$  ma znak ujemny.

**5.2.4.12 Współczynnik stosunku twardości  $Z_W$** 

Współczynnik stosunku twardości  $Z_W$  uwzględnia wpływ trwałości zębów z miękkiej stali współpracujących z zębami znacznie twardszymi, o gładkiej powierzchni.

Współczynnik  $Z_W$  ma zastosowanie tylko do bardziej miękkich zębów i zależy głównie od:

- twardości bardziej miękkich zębów;
- stopowych składników bardziej miękkich zębów;
- chropowatości powierzchni bocznych twardszych zębów.

Współczynnik  $Z_W$  należy obliczać według wzoru:

$$Z_W = 1,2 - \frac{HB - 130}{1700} \quad (5.2.4.12)$$

gdzie:

$HB$  – jest twardością bardziej miękkiego materiału, w stopniach Brinella,

- dla  $HB < 130$  należy przyjmować  $Z_W = 1,2$ ;
- dla  $HB > 470$  należy przyjmować  $Z_W = 1$ .

### 5.2.4.13 Współczynnik wielkości $Z_X$

Współczynnik wielkości  $Z_X$  uwzględnia wpływ wymiarów zęba na dopuszczalne naprężenia stykowe i niejednorodność właściwości materiałów.

Współczynnik ten zależy głównie od:

- materiału i obróbki cieplnej;
- wymiarów zębów i przekładni;
- stosunku głębokości utwardzenia do wymiarów zęba;
- stosunku głębokości utwardzenia do zastępczego promienia krzywizny.

Dla zębów hartowanych na wskroś i hartowanych powierzchniowo z głębokością utwardzenia odpowiadającą do wymiarów zęba i do względnego promienia krzywizny  $Z_X = 1$ . Jeżeli głębokość utwardzenia jest względnie mała, wówczas należy przyjąć mniejszą wartość  $Z_X$ .

### 5.2.4.14 Współczynnik bezpieczeństwa dla naprężeń stykowych $S_H$

Wartość liczbową współczynnika bezpieczeństwa dla naprężeń stykowych  $S_H$  uzależniona jest od przeznaczenia przekładni oraz od tego, czy zastosowana jest ona w pojedynczym zespole, czy w dwu i większej liczbie zespołów.

Współczynnik bezpieczeństwa należy określać według tabeli 5.2.4.14.

**Tabela 5.2.4.14**

Rodzaj napędu	$S_H$	
	Dwa i więcej zespołów	Zespół pojedynczy
Główny	1,2	1,4
Pomocniczy	1,15	1,2

Dla przekładni niezależnych zdwojonych głównych układów napędowych oraz dla przekładni mechanizmów pomocniczych zainstalowanych na statku w ilości większej niż określona wymaganiami *Przepisów*, po uzgodnieniu z PRS wartość  $S_H$  może być obniżona.

## 5.2.5 Naprężenia zginające stopy zębów kół zębatych

**5.2.5.1** Kryterium wytrzymałości stopy zęba na zginanie określa dopuszczalny poziom miejscowych naprężeń rozrywających w stopie zęba. Naprężenia zginające w stopie  $\sigma_F$  i dopuszczalne naprężenia zginające w stopie  $\sigma_{FP}$  powinny być obliczane odrębnie dla zębniaka i koła. Wartość  $\sigma_F$  nie może przekraczać wartości  $\sigma_{FP}$ . Poniższe określenia mają zastosowanie do kół zębatych z wieńcami o grubości większej niż  $3,5 m_n$  oraz dla  $\alpha_n \leq 25^\circ$  i dla  $\beta \leq 30^\circ$ . Dla większych wartości  $\alpha_n$  i  $\beta$  wyniki obliczeń należy potwierdzić doświadczalnie lub zweryfikować zgodnie z postanowieniami normy ISO 6336 – metoda A.

**5.2.5.2** Wzór podstawowy do obliczania naprężeń zginających:

$$\sigma_F = \frac{F_t}{b \cdot m_n} \cdot Y_F \cdot Y_S \cdot Y_\beta \cdot K_A \cdot K_\gamma \cdot K_v \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \leq \sigma_{FP}, \quad [\text{N/mm}^2] \quad (5.2.5.2)$$

gdzie:

$F_t, b, m_n$  (patrz 5.2.2.2);

$Y_F$  – współczynnik kształtu zęba (patrz 5.2.5.4);

$Y_S$  – współczynnik korekcji naprężeń (patrz 5.2.5.5);

$Y_\beta$  – współczynnik pochylenia linii zębów (patrz 5.2.5.6);

$K_A$  – współczynnik zastosowania (patrz 5.2.3.1);

$K_\gamma$  – współczynnik rozkładu obciążenia (patrz 5.2.3.2);

$K_v$  – współczynnik dynamiczny (patrz 5.2.3.3);

$K_{F\alpha}$  – współczynnik poprzecznego rozkładu obciążenia (patrz 5.2.3.5);

$K_{F\beta}$  – współczynnik wzdłużnego rozkładu obciążenia (patrz 5.2.3.4).



### 5.2.5.3 Wzór podstawowy do obliczania dopuszczalnych naprężeń zginających $\sigma_{FP}$ :

$$\sigma_{FP} = \frac{\sigma_{FE}}{S_F} \cdot Y_d \cdot Y_N \cdot Y_{\delta relT} \cdot Y_{RrelT} \cdot Y_X, \quad [\text{N/mm}^2] \quad (5.2.5.3)$$

gdzie:

- $\sigma_{FE}$  – wytrzymałość zmęczeniowa na zginanie,  $[\text{N/mm}^2]$  ( patrz 5.2.5.7);
- $S_F$  – współczynnik bezpieczeństwa dla naprężeń zginających w stopie zęba (patrz 5.2.5.13);
- $Y_d$  – współczynnik konstrukcji (patrz 5.2.5.8);
- $Y_N$  – współczynnik żywotności (patrz 5.2.5.9);
- $Y_{\delta relT}$  – współczynnik względnej czułości na działanie karbu (patrz 5.2.5.10);
- $Y_{RrelT}$  – współczynnik względny powierzchni (patrz 5.2.5.11);
- $Y_X$  – współczynnik wielkości (patrz 5.2.5.12).

### 5.2.5.4 Współczynnik kształtu zęba $Y_F$

Współczynnik kształtu zęba  $Y_F$  uwzględnia wpływ kształtu zęba na nominalne naprężenia zginające z siłą działającą w zewnętrznym punkcie styku pojedynczej pary zębów. Współczynnik  $Y_F$  należy określić odrębnie dla zębnika i koła. W przypadku zębów śrubowych współczynnik kształtu należy określić dla przekroju normalnego, tj. dla „zastępczego” koła z zębami prostymi o zastępczej liczbie zębów ( $z_n$ ).

Współczynnik kształtu zęba  $Y_F$  należy obliczać według wzoru:

$$Y_F = \frac{6 \cdot \frac{h_F}{m_n} \cdot \cos \alpha_{Fen}}{\left(\frac{S_{Fn}}{m_n}\right)^2 \cdot \cos \alpha_n} \quad \text{dla } \alpha \leq 25^\circ \text{ oraz } \beta \leq 30^\circ, \quad (5.2.5.4)$$

gdzie:

- $h_F$  – ramię momentu zginającego dla naprężeń zginających w stopie zęba wywołanych siłą przyłożoną w zewnętrznym punkcie styku pojedynczej pary zębów,  $[\text{mm}]$ ;
- $S_{Fn}$  – cięciwa stopy zęba w przekroju krytycznym,  $[\text{mm}]$ ;
- $\alpha_{Fen}$  – kąt zarysu w zewnętrznym punkcie styku pojedynczej pary zębów o przekroju normalnym,  $[\circ]$ .

#### Uwaga:

Wielkości używane do wyznaczenia  $Y_F$  zobrazowane są na rys. 5.2.5.5.

W celu określenia  $h_F$ ,  $S_{Fn}$ ,  $\alpha_{Fen}$  można zastosować wytyczne podane w normie ISO 6336.

### 5.2.5.5 Współczynnik korekcji naprężeń $Y_S$

Współczynnik korekcji naprężeń  $Y_S$  jest stosowany do zmiany nominalnych naprężeń zginających na miejscowe naprężenia w stopie zęba, przy założeniu, że w stopie występują nie tylko naprężenia zginające.

Współczynnik  $Y_S$  odnosi się do siły przyłożonej w zewnętrznym punkcie styku pojedynczej pary zębów i powinien być określany odrębnie dla zębnika i koła.

Współczynnik korekcji naprężeń  $Y_S$  należy określać według wzoru:

$$Y_S = (1,2 + 0,13 \cdot L) \cdot q_S \left( \frac{1}{1,12 + \frac{2,3}{L}} \right) \quad \text{dla } 1 \leq q_S < 8, \quad (5.2.5.5)$$

gdzie:

$q_S$  – parametr karbu określony według wzoru:

$$q_S = \frac{S_{Fn}}{2\rho_F}$$

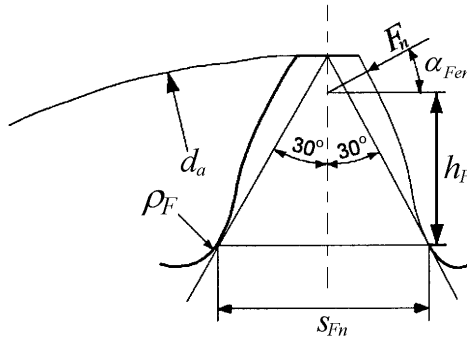
gdzie:

- $\rho_F$  – promień zaokrąglenia stopy zęba,  $[\text{mm}]$ ;
- $L$  – współczynnik zginania zęba określony według wzoru:

$$L = \frac{s_{Fn}}{h_F}$$

$h_F, s_{Fn}$  – patrz 5.2.5.4.

W celu określenia  $\rho_F$  można zastosować wytyczne podane w normie ISO 6336.



Rys. 5.2.5.5

### 5.2.5.6 Współczynnik pochylenia linii zębów $Y_\beta$

Współczynnik pochylenia linii zębów  $Y_\beta$  uwzględnia różnicę pomiędzy uzębieniem śrubowym i zastępczym uzębieniem prostym w przekroju normalnym, dla którego w pierwszym kroku wykonywane są obliczenia. W ten sposób uwzględniane są korzystniejsze warunki dla naprężeń w stopie zęba w wyniku tego, że linie styku są nachylone wzdłuż powierzchni bocznej zęba.

Współczynnik pochylenia linii zębów zależy od  $\varepsilon_\beta$  oraz  $\beta$  i należy go obliczać według wzoru:

$$Y_\beta = 1 - \varepsilon_\beta \frac{\beta}{120} \quad (5.2.5.6)$$

Przyjmuje się:

$\varepsilon_\beta = 1$ , jeżeli  $\varepsilon_\beta > 1$  oraz

$\beta = 30^\circ$ , jeżeli  $\beta > 30^\circ$ .

### 5.2.5.7 Wytrzymałość zmęczeniowa na zginanie $\sigma_{FE}$

Wytrzymałość zmęczeniowa na zginanie  $\sigma_{FE}$  dla danego materiału jest wartością miejscowych naprężeń w stopie zęba, jaka może być przenoszona w nieograniczonym czasie.

Zgodnie z normą ISO 6336 jako najniższą granicę wytrzymałości zmęczeniowej uznaje się wytrzymałość określoną dla liczby  $3 \times 10^6$  cykli obciążeń.

Wartość  $\sigma_{FE}$  jest określona jako bezkierunkowe naprężenie pulsacyjne o wartości minimalnej równej zero (pomijane są naprężenia resztkowe w wyniku obróbki cieplnej). Inne warunki, takie jak naprężenia przemiennie lub przeciążenie itp. są uwzględnione przez współczynnik konstrukcji  $Y_d$ .

Wartość  $\sigma_{FE}$  odpowiada 1% lub mniejszemu prawdopodobieństwu uszkodzenia.

Wytrzymałość zmęczeniowa zależy głównie od:

- składu materiału, jego czystości i wad;
- własności mechanicznych;
- naprężeń resztkowych;
- procesu utwardzania, głębokości strefy utwardzonej, gradientu twardości;
- struktury materiału (odkuvka, materiał walcowany, odlew).

Wytrzymałość zmęczeniowa na zginanie  $\sigma_{FE}$  powinna być określona zgodnie z wynikami prób materiałów zastosowanych w konstrukcji. Jeżeli brak wyników z takich prób, to wartość wytrzymałości zmęczeniowej na zginanie  $\sigma_{FE}$  należy określać zgodnie z wymaganiami normy ISO 6336/5 – klasa jakości MQ.

### 5.2.5.8 Współczynnik konstrukcji $Y_d$

Współczynnik konstrukcji  $Y_d$  uwzględnia wpływ obciążenia przy biegu wstecz i przeciążenia od połączeń skurczowych na wytrzymałość stopy zęba, w stosunku do wytrzymałości stopy zęba obciążonej bezkierunkowo, jak określono dla  $\sigma_{FE}$ .

Współczynnik konstrukcji  $Y_d$  dla obciążeń przy biegu wstecz należy określać według tabeli 5.2.5.8:

**Tabela 5.2.5.8**

	$Y_d$
Ogólnie	1
Dla kół zębatych sporadycznie obciążanych niepełną mocą na biegu wstecz, takich jak koła główne w przekładniach nawrotnych	0,9
Dla kół zębatych biegu jałowego	0,7

### 5.2.5.9 Współczynnik żywotności $Y_N$

Współczynnik żywotności  $Y_N$  uwzględnia możliwość wyższych dopuszczalnych naprężeń zginających w przypadku, gdy dopuszczalna jest ograniczona żywotność (liczba cykli obciążeń) przekładni.

Współczynnik ten zależy głównie od:

- materiału i utwardzenia;
- liczby cykli obciążeń;
- współczynników  $Y_{\delta relT}$ ,  $Y_{RelT}$ ,  $Y_X$ .

Współczynnik żywotności należy określać zgodnie z wymaganiami normy ISO 6336/5 – metoda B.

### 5.2.5.10 Współczynnik względnej czułości na działanie karbu $Y_{\delta relT}$

Współczynnik względnej czułości na działanie karbu  $Y_{\delta relT}$  pokazuje zakres, do jakiego teoretyczne spiętrzenie naprężeń jest większe od wytrzymałości zmęczeniowej.

Współczynnik zależy głównie od materiału i względnego gradientu naprężeń.

Współczynnik ten należy przyjmować:

- dla parametrów karbu (patrz 5.2.5.5) w zakresie  $1,5 \leq q_S < 4$ ,  $Y_{\delta relT} = 1$ ;
- dla parametrów karbu poza tym zakresem zgodnie z wymaganiami normy ISO 6336.

### 5.2.5.11 Współczynnik względny powierzchni $Y_{RelT}$

Współczynnik względny powierzchni  $Y_{RelT}$  uwzględnia zależność wytrzymałości stopy zęba od stanu powierzchni łuku przejścia, głównie od amplitudy chropowatości.

Współczynnik względny powierzchni  $Y_{RelT}$  należy określać według tabeli 5.2.5.11:

**Tabela 5.2.5.11**

	$R_z < 1$	$1 \leq R_z \leq 40$	Materiał
$Y_{RelT}$	1,120	$1,675 - 0,53 \cdot (R_z + 1)^{0,1}$	stale nawęglane, stale hartowane na wskroś ( $\sigma_B \geq 800 \text{ N/mm}^2$ )
	1,070	$5,3 - 4,2 \cdot (R_z + 1)^{0,01}$	stale normalizowane ( $\sigma_B < 800 \text{ N/mm}^2$ )
	1,025	$4,3 - 3,26 \cdot (R_z + 1)^{0,005}$	stale azotowane

#### Uwaga:

1.  $R_z$  – wysokość nierówności (chropowatości) powierzchni łuku przejścia w stopę zęba.
2. Jeżeli chropowatość określona jest jako średnie arytmetyczne odchylenie zarysu od linii średniej ( $R_a$ ), to zachodzi związek:

$$R_z = 6R_a.$$

Metoda ta może być stosowana tylko w tym przypadku, gdy rysy i podobne wady powierzchniowe nie są większe niż  $2R_z$ .

### 5.2.5.12 Współczynnik wielkości $Y_X$

Współczynnik wielkości  $Y_X$  uwzględnia obniżanie się wytrzymałości wraz ze wzrostem wymiarów zęba.

Współczynnik ten zależy głównie od:

- materiału i obróbki cieplnej;
- wymiarów zęba i kół zębatych;

- stosunku wielkości nawęglania do wymiarów zęba.  
Współczynnik wielkości  $Y_X$  należy określać według tabeli 5.2.5.12.

**Tabela 5.2.5.12**  
**Współczynnik wielkości  $Y_X$**

$Y_X = 1,00$	dla $m_n \leq 5$	ogólnie
$Y_X = 1,03 - 0,006 m_n$	dla $5 < m_n < 30$	stale normalizowane i hartowane na wskroś
$Y_X = 0,85$	dla $m_n \geq 30$	
$Y_X = 1,05 - 0,010 m_n$	dla $5 < m_n < 25$	stale hartowane powierzchniowo
$Y_X = 0,80$	dla $m_n \geq 25$	

### 5.2.5.13 Współczynnik bezpieczeństwa dla naprężeń zginających w stopach zębów $S_F$

Wartość liczbowa współczynnika bezpieczeństwa dla naprężeń zginających w stopach zębów  $S_F$  uzależniona jest od przeznaczenia przekładni, oraz od tego, czy zastosowana jest ona w pojedynczym zespole, czy w dwu i większej liczbie zespołów.

Współczynnik bezpieczeństwa  $S_F$  należy określać według tabeli 5.2.5.13.

**Tabela 5.2.5.13**

Rodzaj napędu	$S_F$	
	Dwa i więcej zespołów	Zespół pojedynczy
Główny	1,55	2
Pomocniczy	1,4	1,45

Dla przekładni niezależnych zdwojonych głównych układów napędowych oraz dla przekładni mechanizmów pomocniczych zainstalowanych na statku w ilości większej niż określona wymaganiami *Przepisów*, po uzgodnieniu z PRS wartość  $S_H$  może być obniżona.

### 5.2.6 Wały

Wały nie poddawane znaczniejszym zmiennym obciążeniom zginającym powinny odpowiadać, w zakresie mającym zastosowanie, wymaganiom podrozdziałów 3.2, 3.3, 3.4, 3.6.

### 5.2.7 Wykonanie kół zębatych – uwagi ogólne

**5.2.7.1** Koła zębate o konstrukcji spawanej powinny być odprężone.

**5.2.7.2** Wieńce kół zębatych osadzone skurczowo powinny być projektowane na przeniesienie co najmniej dwukrotnego maksymalnego momentu dynamicznego.

Do obliczeń osadzenia skurczowego należy przyjmować współczynniki tarcia określone w tabeli 5.2.7.2.

**Tabela 5.2.7.2**

Metoda osadzenia	stal/stal	stal/żeliwo, również sferoidalne
Wieniec nagrzewany w oleju	0,13	0,10
Wieniec nagrzewany w piecu gazowym (niezabezpieczony przed penetracją oleju na powierzchnię styku koła z wieńcem)	0,15	0,12
Powierzchnie styku odtłuszczone i zabezpieczone przed penetracją oleju	0,18	0,14

Zamiast obliczeń osadzenia skurczowego może być zaakceptowane sprawdzenie osadzenia próbą pod obciążeniem (w pełnym zakresie); metoda prób i dobór obciążenia podlega uzgodnieniu z PRS.

### 5.2.8 Łożyskowanie wałów przekładni zębatych

**5.2.8.1** Łożysko oporowe i jego zamocowanie do fundamentu powinno mieć sztywność skutecznie zapobiegającą szkodliwym odkształceniom i drganiom wzdłużnym wału.

**5.2.8.2** Łożyska toczne przekładni napędu głównego powinny być w zasadzie obliczone na trwałość  $L_{10}$  wynoszącą:

- 40 000 godz. dla łożysk oporowych śruby napędowej;
- 30 000 godz. dla innych łożysk.

Krótsza żywotność łożysk może być rozważana, jeśli przewiduje się urządzenia monitorujące stan łożysk lub w instrukcji obsługi wymagane jest przeprowadzanie z odpowiednią częstotliwością przeglądu łożysk.

Dla napędu wstecz wymaganą żywotność łożysk określa się jako 5% podanych wyżej wartości.

## **5.2.9 Kadłuby przekładni zębatych**

**5.2.9.1** Kadłub przekładni i jego zamocowanie powinno być zaprojektowane tak, aby nie występowały żadne przemieszczenia i odkształcenia we wszelkich warunkach eksploatacji.

Zaleca się wykonanie otworów inspekcyjnych w kadłubie w celu umożliwienia przeglądu zębów zębownika i kół zębatych.

**5.2.9.2** Kadłuby przekładni, zarówno konstrukcji spawanej jak i odlewanej, powinny być w zasadzie poddane wyżarzaniu odprężającemu.

## **5.2.10 Smarowanie**

**5.2.10.1** Układ smarowania powinien zapewniać odpowiednie doprowadzenie oleju do wszystkich łożysk, ząbów i innych części wymagających smarowania.

**5.2.10.2** W przekładniach średnio obciążonych i średnioobrotowych z łożyskami tocznymi może być stosowane smarowanie rozbryzgowe.

**5.2.10.3** W ciśnieniowych układach smarowania należy przewidzieć skuteczne urządzenia filtrujące.

W układach smarowania pojedynczych przekładni głównych należy stosować filtry umożliwiające ich czyszczenie bez konieczności zatrzymywania napędu.

**5.2.10.4** Dla układu smarowania pod ciśnieniem należy przewidzieć urządzenie do pomiaru ciśnienia i temperatury na dolocie i odlocie oraz sygnalizację alarmową niskiego ciśnienia oleju.

Dla układu smarowania rozbryzgowego należy przewidzieć urządzenia do pomiaru poziomu oleju w karterze przekładni.

## **5.3 Sprzęgła rozłączne i elastyczne**

### **5.3.1 Wymagania ogólne**

**5.3.1.1** Wymagania niniejszego podrozdziału dotyczą sprzęgieł rozłącznych oraz elastycznych.

**5.3.1.2** Dokumentacja sprzęgieł elastycznych (patrz 1.3.3.2.9) powinna zawierać następujące parametry charakterystyczne:

$T_{KN}$  – znamionowy moment obrotowy dla pracy ciągłej;

$T_{Kmax}$  – maksymalny moment obrotowy dla pracy przejściowej;

$T_{KW}$  – dopuszczalny zmienny moment obrotowy dla całego zakresu obciążeń momentem obrotowym od 0 do  $T_{KN}$ ;

$C_{T DYN}$  – sztywność dynamiczna dla całego obszaru zmienności momentów  $T_{KN}$  i  $T_{KW}$ ;

Ponadto – jako wielkości informacyjne – należy podać:

- dopuszczalna prędkość obrotowa;
- dopuszczalny moment przenoszony przez ogranicznik kąta skręcania (jeżeli jest przewidziany);
- współczynnik tłumienia dla całego obszaru zmienności momentów  $T_{KN}$  i  $T_{KW}$ ;
- dopuszczalną moc traconą w sprzęgle PKV;
- dopuszczalne przesunięcie osiowe, promieniowe i załamanie osi;
- dopuszczalny czas pracy elementów elastycznych do obowiązkowej wymiany.

**5.3.1.3** Sztywne elementy sprzęgieł przenoszące moment obrotowy (z wyjątkiem śrub) powinny być wykonane z materiału o wytrzymałości  $400 < R_m \leq 800$  MPa.

**5.3.1.4** Połączenia kołnierzone i śruby łączące powinny odpowiadać wymaganiom podrozdziału 3.6. Technologię bezwypustowego osadzania sprzęgieł należy uzgodnić z PRS.

### **5.3.2 Sprzęgła elastyczne**

**5.3.2.1** Sprzęgła dla linii wałów statków z jednym silnikiem głównym powinny być wyposażone w urządzenia umożliwiające utrzymanie prędkości statku zapewniającej jego sterowność przy uszkodzonych elementach elastycznych.

**5.3.2.2** Jeżeli wymaganie 5.3.2.1 nie jest spełnione, to moment statyczny niszczący elementy elastyczne wykonane z gumy lub materiałów syntetycznych nie powinien być mniejszy od 8-krotnej wartości momentu znamionowego sprzęgła.

**5.3.2.3** Moment statyczny niszczący elementy elastyczne sprzęgieł w zespołach prądotwórczych nie powinien być mniejszy od momentu wynikającego z prądu zwarcia.

W przypadku braku danych, moment niszczący nie powinien być mniejszy od 4,5-krotnej wartości momentu znamionowego sprzęgła.

**5.3.2.4** Sprzęgła elastyczne powinny być zdadne do długotrwałego ciągłego obciążenia momentem znamionowym przy temperaturach w zakresie od 5 °C do 60 °C.

### **5.3.3 Sprzęgła rozłączne**

**5.3.3.1** Sprzęgła rozłączne silników głównych powinny być sterowane z miejsc sterowania silnikami, a ponadto mieć urządzenie do ich sterowania lokalnego. Urządzenia sterujące powinny zapewniać łagodne włączanie sprzęgła, tak aby chwilowe dynamiczne obciążenie nie przekraczało określonego przez wytwórcę maksymalnego momentu sprzęgła lub dwukrotnego momentu znamionowego silnika.

**5.3.3.2** Jeżeli jeden wał śrubowy napędzany jest przez dwa lub więcej silniki główne nawrotne za pośrednictwem sprzęgieł rozłącznych – urządzenia sterujące tymi sprzęgłami powinny być tak zaprojektowane, aby niemożliwe było ich jednoczesne włączenie, jeżeli kierunki obrotów silników nie zapewniają tego samego kierunku ruchu statku.

### **5.3.4 Złącza awaryjne**

Jeżeli napęd śruby napędowej odbywa się za pośrednictwem:

- przekładni hydraulicznej lub elektromagnetycznej,
- sprzęgła hydraulicznego lub elektromagnetycznego,

to w przypadku ich awarii powinno być możliwe utrzymanie prędkości niezbędnej do sterowania statkiem.

## **6 MECHANIZMY POMOCNICZE**

### **6.1 Sprężarki powietrza z napędem mechanicznym**

#### **6.1.1 Wymagania ogólne**

**6.1.1.1** Sprężarki powinny być tak skonstruowane, aby temperatura powietrza na wylocie z chłodnicy powietrza nie przekraczała 90 °C.

**6.1.1.2** Na każdym stopniu sprężarki lub bezpośrednio za nim należy zainstalować zawór bezpieczeństwa nie dopuszczający do wzrostu ciśnienia w danym stopniu powyżej 1,1 ciśnienia znamionowego przy zamkniętym zaworze zaporowym na rurociągu tłoczącym.

Konstrukcja zaworu bezpieczeństwa powinna być taka, aby po zainstalowaniu go na sprężarce nie było możliwe jego regulowanie lub odcięcie.

**6.1.1.3** Skrzynie korbowe sprężarek o objętości przekraczającej 0,5 m<sup>3</sup> należy wyposażyć w urządzenia bezpieczeństwa odpowiadające wymaganiom 2.2.6.

**6.1.1.4** Na króćcu tłocznym lub bezpośrednio za sprężarką należy zainstalować bezpiecznik topikowy lub urządzenie sygnałowe. Temperatura stopienia lub zadziałania urządzenia sygnałowego nie powinna przekraczać 120 °C.

**6.1.1.5** Korpusy chłodnic należy wyposażyć w zabezpieczenia zapewniające swobodne ujście powietrza w przypadku rozerwania rurek.

## 6.1.2 Wał korbowy

**6.1.2.1** Podany w 6.1.2.3 i 6.1.2.4 sposób obliczania kontrolnego ma zastosowanie do stalowych wałów korbowych okrętowych sprężarek powietrza o szeregowym i widlastym układzie cylindrów ze sprężaniem jedno- i wielostopniowym.

**6.1.2.2** Wały korbowe należy wykonywać ze stali o wytrzymałości na rozciąganie  $R_m$  od 410 do 780 MPa.

Stosowanie stali o wytrzymałości na rozciąganie większej niż 780 MPa podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

Wały korbowe mogą być wykonane z żeliwa sferoidalnego o wytrzymałości na rozciąganie  $500 \leq R_m \leq 700$  MPa zgodnie z wymaganiami rozdziału 15 z Części IX – *Materiały i spawanie Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

Wały korbowe o wymiarach innych niż określone wzorami podanymi niżej, mogą być stosowane – po uzgodnieniu z PRS – pod warunkiem przedstawienia pełnych obliczeń wytrzymałościowych.

**6.1.2.3** Średnica czopów wału korbowego sprężarki ( $d_k$ ) powinna być nie mniejsza, niż określona wg wzoru:

$$d_k = 0,25 K^3 \sqrt{D^2 p \sqrt{0,3 L^2 f + (S\varphi)^2}}, \quad [\text{mm}] \quad (6.1.2.3-1)$$

$D$  – obliczeniowa średnica cylindra, [mm], przy czym w przypadkach:

– jednostopniowego sprężania

$$D = D_C \quad (D_C - \text{średnica cylindra}),$$

– dwu- i wielostopniowego sprężania w poszczególnych cylindrach

$$D = D_W \quad (D_W - \text{średnica cylindra wysokiego ciśnienia}),$$

– dwustopniowego sprężania jednym tłokiem stopniowanym

$$D = 1,4 D_W,$$

– dwustopniowego sprężania jednym tłokiem różnicowym

$$D = \sqrt{D_n^2 - D_W^2} \quad (D_n - \text{średnica cylindra niskiego ciśnienia});$$

$p$  – ciśnienie sprężania w cylindrze wysokiego ciśnienia, [MPa];

$L$  – obliczeniowa odległość między łożyskami głównymi, [mm], przy czym w przypadkach:

– jednego wykorbienia między dwoma łożyskami głównymi  $L = L'$

( $L'$  – rzeczywista odległość między środkami łożysk głównych);

– dwóch wykorbień przestawionych o 180° między dwoma łożyskami głównymi  $L = 1,1 L'$  ;

$S$  – skok tłoka, [mm];

$K, f, \varphi$  – współczynniki z tabel 6.1.2.3-1, 6.1.2.3-2 i 6.1.2.3-3.

**Tabela 6.1.2.3-1**  
**Wartość współczynnika  $K$**

Wytrzymałość na rozciąganie, [MPa]	390	490	590	690	780	880
$K$	1,43	1,35	1,28	1,23	1,2	1,18

**Tabela 6.1.2.3-2**  
**Wartość współczynnika  $f$**

Kąt między osiami cylindrów	0° (szeregowy)	45°	60°	90°
$f$	1,0	2,9	1,96	1,21

**Tabela 6.1.2.3-3**  
**Wartość współczynnika  $\varphi$**

Liczba cylindrów	1	2	4	6	8
$\varphi$	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4

Jeżeli czopy wału korbowego mają współosiowe wiercenia o średnicy większej niż 0,4  $d_k$ , to ich średnica powinna być określona wg wzoru:

$$d_{k0} \geq d_k \sqrt[3]{\frac{1}{1 - \left(\frac{d_0}{d_a}\right)^4}}, \quad [\text{mm}] \quad (6.1.2.3-2)$$

$d_k$  – patrz wzór 6.1.2.3-1;

$d_0$  – średnica otworu współosiowego, [mm];

$d_a$  – rzeczywista średnica wału [mm].

Krawędzie otworów olejowych w czopie należy zaokrąglić promieniem nie mniejszym niż 0,25 średnicy otworu i dokładnie wygładzić.

**6.1.2.4** Grubość korby wału  $h_k$  powinna być nie mniejsza, niż określona wg wzoru:

$$h_k = 0,105 K_1 D \sqrt{\frac{(\psi_1 \psi_2 + 0,4) P C_1 f_1}{b}}, \quad [\text{mm}] \quad (6.1.2.4-1)$$

$K_1$  – współczynnik uwzględniający wpływ materiału wału określany wg wzoru:

$$K_1 = a \sqrt[3]{\frac{R_m}{2R_m - 430}} \quad (6.1.2.4-2)$$

$a = 0,9$  dla wałów z azotowaniem całej powierzchni lub poddanych innemu rodzajowi obróbki cieplnej uzgodnionemu z PRS,

$a = 0,95$  dla wałów kutek w matrycach z zachowaniem ciągłości włókien,

$a = 1$  dla wałów nieulepszanych cieplnie;

$\psi_1$  i  $\psi_2$  – współczynniki określone z tabel 6.1.2.4-1 i 6.1.2.4-2;

$P$  – ciśnienie sprężania, które należy przyjmować zgodnie z odpowiednimi postanowieniami 6.1.2.3;

$C_1$  – odległość od środka łożyska głównego do środkowej płaszczyzny ramienia wykorbienia, [mm]; w przypadku przestawionych wykorbień umieszczonych między dwoma łożyskami głównymi należy przyjmować odległość od środkowej płaszczyzny ramienia wykorbienia bardziej oddalonego od rozpatrywanego punktu podparcia;

$b$  – szerokość ramienia wykorbienia, [mm];

$f_1$  – współczynnik z tabeli 6.1.2.4-3;

$R_m$  – wytrzymałość na rozciąganie, [MPa].



**Tabela 6.1.2.4-1**  
**Wartości współczynnika  $\psi_1$**

$\frac{r}{h_k} \backslash \frac{\varepsilon}{h_k}$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
0,07	4,5	4,5	4,28	4,1	3,7	3,3	2,75
0,10	3,5	3,5	3,34	3,18	2,85	2,57	2,18
0,15	2,9	2,9	2,82	2,65	2,4	2,07	1,83
0,20	2,5	2,5	2,41	2,32	2,06	1,79	1,61
0,25	2,3	2,3	2,2	2,1	1,9	1,7	1,4

**Objaśnienie:**

$r$  – promień przejścia ramienia korbowego w czop, [mm];

$\varepsilon$  – wielkość przekrycia, [mm].

Dla wałów korbowych bez przekrycia czopów współczynnik  $\psi_1$  należy przyjmować jak dla  $\varepsilon/h_k = 0$ .

**Tabela 6.1.2.4-2**  
**Wartości współczynnika  $\psi_2$**

$b/d_k$	1,2	1,4	1,5	1,8	2,0	2,2
$\psi_2$	0,92	0,95	1,0	1,08	1,15	1,27

$d_k$  – patrz wzór 6.1.2.3-1.

Pośrednie wartości współczynników podanych w tabelach 6.1.2.4-1 i 6.1.2.4-2 należy określać przez interpolację liniową.

**Tabela 6.1.2.4-3**  
**Wartości współczynnika  $f_1$**

Kąt między osiami cylindrów	0° (szeregowy)	45°	60°	90°
$f_1$	1,0	1,7	1,4	1,1

**6.1.2.5** Promień przejścia między czopem i ramieniem wykorbienia nie powinien być mniejszy niż 0,05 średnicy czopa.

Promień przejścia między czopem i kołnierzem sprzęgła nie powinien być mniejszy niż 0,08 średnicy czopa.

Powierzchniowe utwardzanie cieplne czopów wałów korbowych nie powinno obejmować przejścia czopa w ramię, z wyjątkiem przypadków, gdy wał w całości został poddany utwardzeniu.

## 6.2 Pompy

### 6.2.1 Wymagania ogólne

**6.2.1.1** Jeżeli nie jest przewidziane smarowanie łożysk pompowaną cieczą, to należy przewidzieć środki zapobiegające przedostawaniu się tej cieczy do łożysk.

**6.2.1.2** Uszczelnienia pomp umieszczone po stronie ssącej zaleca się wyposażyć w zamknięcia hydrauliczne.

**6.2.1.3** Jeżeli konstrukcja pompy pozwala na wytworzenie ciśnienia wyższego od ciśnienia znamionowego, to należy przewidzieć zawór bezpieczeństwa na kadłubie pompy lub na rurociągu tłocznym, przed pierwszym zaworem zaporowym.

**6.2.1.4** Należy przewidzieć środki zapobiegające występowaniu uderzeń hydraulicznych. Nie zaleca się stosowania do tego celu zaworów przepustowych.

### 6.2.1.5 Sprawdzanie wytrzymałości

Obroty krytyczne wirnika pompy powinny wynosić co najmniej 1,3 znamionowej liczby obrotów.

### **6.2.1.6 Pompy samozasysające**

Pompy samozasysające powinny być przystosowane do pracy w warunkach „suchego zasysania” i zaleca się, by miały urządzenia uniemożliwiające uszkodzenie stopnia samozasysającego przy pompowaniu zanieczyszczonej cieczy.

## **6.2.2 Wymagania dodatkowe dla pomp do pompowania cieczy palnych**

**6.2.2.1** Zawór bezpieczeństwa (patrz 6.2.1.3) powinien przepuszczać ciecz do ssawnej przestrzeni pompy.

**6.2.2.2** Uszczelnienia pomp powinny być takiej konstrukcji i wykonane z takich materiałów, aby pojawiające się przecieki nie mogły spowodować niebezpieczeństwa wytwarzania się mieszanki wybuchowej par i powietrza.

**6.2.2.3** Konstrukcja uszczelnień ruchomych powinna wykluczać możliwość nadmiernego nagrzewania się i samozapłonu uszczelnień pod wpływem energii tarcia części ruchomych.

**6.2.2.4** Konstrukcja pomp, w których zastosowano materiały o małej przewodności elektrycznej (tworzywa sztuczne, guma itp.) powinna uniemożliwiać gromadzenie się ładunków elektrostatycznych albo należy zastosować odpowiednie środki neutralizujące ładunki elektrostatyczne.

## **6.3 Wentylatory, dmuchawy i turbodmuchawy**

### **6.3.1 Wymagania ogólne**

**6.3.1.1** Wymagania niniejszego podrozdziału mają zastosowanie do wentylatorów przeznaczonych do instalacji objętych wymaganiami *Części VI* oraz do turbodmuchaw silników spalinowych.

**6.3.1.2** Wirniki wentylatorów i dmuchaw wraz ze sprzęgłami, a także zmontowane wirniki turbodmuchaw należy wyważyć dynamicznie zgodnie z 5.1.2.

**6.3.1.3** Króćce ssące należy zabezpieczyć przed przedostawaniem się do nich ciał obcych.

**6.3.1.4** Urządzenia smarujące łożyska turbodmuchaw powinny uniemożliwiać przedostawanie się oleju do powietrza doładowującego.

### **6.3.1.5 Sprawdzenie wytrzymałości**

Części wirnika roboczego powinny być tak dobrane, aby przy prędkości obrotowej wynoszącej 1,3 prędkości znamionowej naprężenia zredukowane występujące w dowolnym przekroju nie były większe niż 0,95 granicy plastyczności materiału tych części.

W przypadku turbodmuchaw mogą być dopuszczone po uzgodnieniu z PRS inne współczynniki bezpieczeństwa, jeżeli zastosowano metody obliczeń określające maksymalne naprężenia lokalne lub metody elastoplastyczne.

### **6.3.2 Wymagania dodatkowe dla wentylatorów pompowni**

**6.3.2.1** Szczelina powietrza pomiędzy korpusem wentylatora i wirnikiem nie powinna być mniejsza niż 0,1 średnicy czopa łożyskowego wału wirnika oraz nie mniejsza niż 2 mm, lecz nie wymaga się, aby szczelina ta była większa niż 13 mm.

**6.3.2.2** Końce przewodów wentylacyjnych powinny być zabezpieczone przed przedostawaniem się ciał obcych do korpusów wentylatorów osłonami z siatki o oczkach kwadratowych o długości boków nie większej niż 13 mm.

**6.3.2.3** Do wentylacji pompowni należy stosować wentylatory nieiskrzące. Wentylator uważa się za nieiskrzący, jeżeli ani w warunkach normalnych, ani w warunkach nienormalnych, nie występuje prawdopodobieństwo powstania iskry. Korpus wentylatora i części wirujące powinny być wykonane z materiałów nie wywołujących gromadzenia się ładunków elektrostatycznych, a instalowane wentylatory powinny być właściwie uziemione do kadłuba statku, zgodnie z wymaganiami *Części VII – Urządzenia elektryczne i automatyka*.

**6.3.2.4** Z wyjątkiem przypadków określonych w 6.3.2.5 wirniki i obudowy wentylatorów w obrębie wirnika powinny być wykonane z materiałów nieiskrzących, których nieiskrzenie zostało potwierdzone odpowiednimi próbami.

**6.3.2.5** Próby, o których mowa w 6.3.2.4, mogą być zaniechane dla wentylatorów wykonanych z następujących kombinacji materiałów:

- .1** wirnik i/lub obudowa z materiałów niemetalicznych, nie powodujących gromadzenia się ładunków elektrostatycznych,
- .2** wirnik i obudowa ze stopów metali nieżelaznych,
- .3** wirnik ze stopów aluminium lub magnezu i obudowa stalowa (również z nierdzewnej stali austenitycznej), wewnątrz której znajduje się, w obrębie wirnika, odpowiedniej grubości pierścien z materiału nieżelaznego,
- .4** dowolna kombinacja wirnika i obudowy ze stali (również z nierdzewnej stali austenitycznej) pod warunkiem, że luz promieniowy (tj. luz między wirnikiem a obudową) nie będzie mniejszy niż 13 mm.

**6.3.2.6** Wirniki i obudowy wentylatorów wykonane z poniższych materiałów uważa się za iskrzące i stosowanie ich nie jest dozwolone:

- .1** wirnik ze stopów aluminium lub magnezu i obudowa stalowa, niezależnie od luzu promieniowego,
  - .2** obudowa ze stopów aluminium lub magnezu i wirnik stalowy, niezależnie od luzu promieniowego,
- dowolna kombinacja wirnika i obudowy ze stali z projektowym luzem promieniowym mniejszym niż 13 mm.

## **7 MECHANIZMY POKŁADOWE**

### **7.1 Wymagania ogólne**

**7.1.1** Mechanizmy pokładowe powinny być przystosowane do pracy w warunkach określonych w podrozdziale 1.5.

**7.1.2** Nakładki hamulcowe i elementy je mocujące powinny być odporne na działanie wody morskiej i przetworów ropy naftowej, a także odporne na działanie temperatury do 250 °C.

Odporność termiczna połączenia nakładki hamulcowej z konstrukcją hamulca powinna być wyższa od temperatury, jaka może wystąpić w połączeniu przy wszystkich możliwych rodzajach pracy mechanizmu.

**7.1.3** Mechanizmy mające zarówno napęd mechaniczny, jak i ręczny należy wyposażać w urządzenia blokujące, wykluczające możliwość jednoczesnego włączenia tych napędów.

**7.1.4** Zaleca się takie wykonanie organów sterowania mechanizmami pokładowymi, aby podnoszenie odbywało się za pomocą obrotu pokrętkła w prawo lub ruchu dźwigni do siebie, a opuszczanie za pomocą obrotu pokrętkła w lewo lub ruchu dźwigni od siebie. Hamowanie powinno się odbywać przez obrót pokrętkła w prawo, a luzowanie – przez obrót w lewo.

**7.1.5** Przyrządy kontrolno-pomiarowe powinny być tak usytuowane, aby zapewniona była możliwość ich obserwacji ze stanowiska sterowania.

**7.1.6** Mechanizmy z hydraulicznym napędem lub sterowaniem powinny dodatkowo spełniać wymagania rozdziału 8.

**7.1.7** Bębny wciągarek, na których liny są układane i poddawane obciążeniu w kilku warstwach, powinny mieć kołnierze wystające poza górną warstwę liny na nie mniej niż 2,5 jej średnicy.

## 7.2 Maszyny sterowe i ich instalowanie na statku

### 7.2.1 Wymagania ogólne

**7.2.1.1** Statek powinien być wyposażony w dwie niezawodne maszyny sterowe – główną i rezerwową, zapewniające osiągnięcie właściwości manewrowych podanych w *Publikacji Nr 27/P – Zasady przeprowadzania prób manewrowości statków śródlądowych i zestawów pchanych*.

Maszyny sterowe główna i rezerwowa powinny działać niezależnie od siebie, jednak mogą one mieć wspólne niektóre części (np. sterownicę, sektor, prowadnicę lub blok cylindrowy).

Maszyny sterowe powinny mieć konstrukcję uniemożliwiającą przypadkowe przestawienie płetwy steru.

**7.2.1.2** Główna maszyna sterowa powinna zapewniać przełożenie steru przy średniej prędkości kątowej co najmniej  $3,5^\circ$  na sekundę, aż do wychylenia o kąt  $35^\circ$  na każdą z burt, gdy ster jest całkowicie zanurzony, a statek porusza się naprzód z maksymalną prędkością eksploatacyjną.

W uzasadnionych przypadkach, ze względu na warunki żeglugowe na określonych trasach, PRS może dopuścić mniejszą prędkość przełożenia steru, ale nie może ona być mniejsza niż  $2,5^\circ$  na sekundę. Oprócz tego, główne mechaniczne urządzenie napędowe steru powinno zapewniać przełożenie steru z burty na burtę przy pełnym wstecznym biegu statku.

Główna maszyna sterowa powinna mieć napęd mechaniczny.

**7.2.1.3** Główna maszyna sterowa może mieć napęd ręczny, jeżeli średnica trzonu sterowego nie przekracza 150 mm.

Główna maszyna sterowa z napędem ręcznym powinna zapewniać przełożenie steru wymagane w 7.2.1.2 przy działaniu siłą przyłożoną do rękojeści koła sterowego nie przekraczającą 160 N i liczbie obrotów nie większej niż 30.

Maszyna ta, jako zabezpieczenie przed przeciążeniami od sił naporu na płetwę steru, może mieć w układzie napędu ręcznego sprężyny amortyzujące.

Ręczne koło sterowe nie może być obracane przy użyciu napędu mechanicznego. W żadnej pozycji steru nie może dojść do wstecznego odbicia koła sterowego przy samoistnym zasprzęgleniu napędu ręcznego.

**7.2.1.4** Urządzenie sterowe przy napędzie rezerwową maszyną sterową powinno zapewniać ciągłe utrzymanie sterowności statku przy zmniejszonej prędkości biegu naprzód i sterze całkowicie zanurzonym.

Dopuszcza się stosowanie rezerwowej maszyny sterowej z napędem ręcznym, jeżeli pozwala na to wielkość momentu znamionowego na trzonie sterowym.

**7.2.1.5** Konstrukcja głównej i rezerwowej maszyny sterowej powinna odpowiadać następującym wymaganiom:

- .1 awaria jednej z maszyn nie może powodować unieruchomienia drugiej;
- .2 w przypadku maszyn sterowych z napędem mechanicznym należy zapewnić drugi niezależny napęd lub dodatkowy napęd ręczny. W razie awarii lub zakłóceń w działaniu napędu maszyny sterowej drugi niezależny napęd lub napęd ręczny powinny zadziałać w czasie 5 s.

Jeżeli uruchamianie rezerwowego systemu napędu lub napędu ręcznego nie następuje automatycznie, to powinna być zapewniona możliwość szybkiego przekazania funkcji sterowania poprzez szybkie i proste działanie wykonane przez sternika;

- .3 należy wykluczyć możliwość oddziaływania głównej maszyny sterowej z napędem mechanicznym na koło sterowe rezerwowej maszyny z napędem ręcznym.

**7.2.1.6** Jeżeli hydrauliczne maszyny sterowe: główna i rezerwowa posiadają napęd mechaniczny, to powinny być spełnione następujące wymagania:

- .1 pompy przewidziane dla tych maszyn powinny być napędzane niezależnie od siebie, np. jeżeli pompa maszyny głównej jest napędzana przez silnik główny, to pompa maszyny rezerwowej musi mieć napęd elektryczny;

- .2 jeżeli pompa maszyny rezerwowej napędzana jest przez silnik pomocniczy, który nie pozostaje w ruchu ciągłym, to należy przewidzieć urządzenie zastępcze, mogące napędzać pompę do chwili otrzymania napędu z takiego silnika pomocniczego;
- .3 instalacje, przewidziane do obsługi tych maszyn, powinny być wyposażone we własne zbiorniki oleju.

**7.2.1.7** Jeżeli główna hydrauliczna maszyna sterowa ma napęd mechaniczny, a rezerwowa hydrauliczna – ręczny, to każda z nich powinna pracować niezależnie.

**7.2.1.8** Jeżeli główna maszyna sterowa wyposażona jest w co najmniej dwa jednakowe zespoły energetyczne, to rezerwowa maszyna sterowa może nie być instalowana pod warunkiem spełnienia następujących wymagań:

- .1 w przypadku pojedynczego uszkodzenia w układzie rurociągów lub w jednym z zespołów energetycznych może nastąpić odcięcie tego uszkodzenia w taki sposób, że zdolność do sterowania zostanie utrzymana albo szybko odzyskana;
- .2 w przypadku utraty oleju hydraulicznego w jednym z układów powinna istnieć możliwość odcięcia tego uszkodzenia w taki sposób, że drugi układ pozostanie w pełni sprawny.

**7.2.1.9** Maszyny sterowe z napędem mechanicznym powinny mieć urządzenia alarmowe, dające sygnał dźwiękowy i świetlny na stanowisku sterowania w przypadku ich awarii lub przypadkowego wyłączenia.

#### **7.2.1.10 Zabezpieczenie przed przeciążeniem**

Maszyna sterowa z napędem mechanicznym powinna być zabezpieczona przed przeciążeniem momentem większym od 1,5 momentu znamionowego.

Hydrauliczne maszyny sterowe powinny być wyposażone w zawory przelewowe z nastawą nie mniejszą od 1,5 ciśnienia znamionowego instalacji. Zdolność przepustowa zaworów powinna być nie mniejsza niż 1,1 całkowitej wydajności połączonych z nimi pomp. W żadnym przypadku wzrost ciśnienia nie powinien przekraczać 1,1 wartości nastawy zaworu. Zawory przelewowe powinny być przystosowane do plombowania.

Maszyna sterowa z napędem ręcznym może mieć jako zabezpieczenie przed przeciążeniem sprężyny amortyzujące w zestawie napędu.

#### **7.2.1.11 Hamulce**

Maszynę sterową z napędem mechanicznym należy wyposażyć w hamulec lub inny środek zapewniający unieruchomienie steru w dowolnym położeniu przy działaniu na ster momentu znamionowego.

W przypadku hydraulicznych maszyn sterowych, których zespół może być unieruchomiony przez zamknięcie zaworów na przewodach hydraulicznych, można nie przewidywać specjalnego urządzenia hamulcowego.

#### **7.2.1.12 Wskaźniki położenia steru**

Na elementach maszyny sterowej sztywno połączonych z trzonem sterowym (sektor, prowadnica itp.) należy umieścić skalę do określenia rzeczywistego położenia steru w stosunku do osi symetrii statku z dokładnością odczytu nie mniejszą niż  $1^\circ$ .

#### **7.2.1.13 Wyłączniki krańcowe**

Każda maszyna sterowa powinna mieć urządzenia przerywające jej działanie przed dojściem steru do ograniczników wychylenia przy zachowaniu zdolności maszyny do natychmiastowego wychylenia steru w przeciwnym kierunku.

Ograniczniki kąta wychylenia steru należy montować na maszynie sterowej tylko w przypadku, kiedy nie są one instalowane na kadłubie statku.

#### **7.2.1.14 Źródło zasilania**

Systemy sterowania wyposażone w dwa mechaniczne zespoły napędowe powinny posiadać co najmniej dwa źródła zasilania: główne i rezerwowe.

Jeżeli rezerwowe źródło zasilania aparatury sterującej nie jest w trybie stałej gotowości eksploatacyjnej w czasie żeglugi statku, to powinno być zastosowane odpowiedniej wydajności urządzenie buforowe umożliwiające rozruch.

W przypadku elektrycznych źródeł zasilania, główne źródło zasilania nie może zasilać żadnych innych odbiorników energii.

#### **7.2.2 Wykonanie instalacji hydraulicznych**

**7.2.2.1** Do hydraulicznego systemu napędowego maszyny sterowej nie mogą być podłączone żadne inne odbiorniki energii.

**7.2.2.2** Instalacje hydrauliczne maszyn sterowych powinny być wyposażone w:

- .1 urządzenia do utrzymywania czystości oleju hydraulicznego;
- .2 alarm niskiego poziomu cieczy w każdym zbiorniku oleju;
- .3 alarm spadku roboczego ciśnienia oleju hydraulicznego.

**7.2.2.3** Rurociągi hydrauliczne powinny odpowiadać mającym zastosowanie wymaganiom dla klasy I rurociągów i złączy elastycznych, zawartym w podrozdziale 15.1. Dopuszcza się zastosowanie złączy elastycznych tylko wówczas, gdy ich użycie jest nieodzowne dla tłumienia drgań lub zapewnienia swobody ruchu elementów konstrukcyjnych. Muszą być one przystosowane do ciśnienia równego przynajmniej maksymalnemu dopuszczalnemu ciśnieniu roboczemu oraz powinny być wymieniane przynajmniej co 8 lat.

**7.2.2.4** Rurociągi hydrauliczne powinny być tak wykonane, aby załączanie i odłączanie poszczególnych siłowników i zespołów mogło być realizowane w łatwy sposób, a ponadto spełniać wymagania rozdziału 8.

Należy również zapewnić możliwość usunięcia powietrza z rurociągów, jeżeli okaże się to konieczne.

**7.2.2.5** Pompy hydraulicznych maszyn sterowych powinny mieć urządzenia zapobiegające obracaniu się wyłączonej pompy w odwrotnym kierunku lub samoczynnie działające urządzenia zamykające przepływ cieczy przez wyłączoną pompę.

#### **7.2.3 Połączenie z trzonem sterowym**

Połączenie maszyny sterowej z częściami trwale zamocowanymi na trzonie sterowym powinno być takie, aby nie mogło nastąpić uszkodzenie maszyny sterowej przy poosiowym przesunięciu trzonu sterowego.

#### **7.2.4 Próby na statku**

Urządzenie sterowe należy poddać próbom szczelności i próbom ruchowym po zainstalowaniu na statku.

**7.2.4.1** Urządzenie sterowe należy poddawać przeglądom w następujących przypadkach:

- a) przed przekazaniem do eksploatacji;
- b) po każdej awarii;
- c) po każdej modyfikacji lub naprawie;
- d) regularnie co najmniej co trzy lata.

**7.2.4.2** Zakres prób przeprowadzanych w obecności inspektora PRS powinien obejmować:

- a) oględziny zgodnie z zatwierdzonymi rysunkami; oględziny podczas przeglądów okresowych sprawdzające czy nie dokonano jakichś modyfikacji urządzenia sterowego;

- b) próby funkcjonalne urządzenia sterowego dla wszystkich możliwości ruchowych; sprawdzenie zgodności głównego i rezerwowego urządzenia sterowego z wymaganiami określonymi w punktach 7.2.1.2 i 7.2.1.3 dotyczące ugięcia steru.
- c) próby zespołów energetycznych urządzenia sterowego oraz ich włączania i wyłączania, jeżeli mają zastosowanie;
- d) wyłączenie i odcięcie zasilania pracującego zespołu energetycznego, sprawdzenie czasu odzyskania zdolności sterowania, jeżeli mają zastosowanie;
- e) oględziny i próbę hydrauliczną elementów hydrauliki, jeżeli mają zastosowanie;
- f) oględziny elementów elektrycznych, jeżeli mają zastosowanie;
- g) działanie instalacji alarmowej i sygnalizatorów zgodnie z wymaganiami punktu 7.2.2.2 oraz podrozdziałów 5.2 i 8.4 Części VII – Urządzenia elektryczne i automatyka;
- h) sprawdzenie środków łączności między sterówką, siłownią i pomieszczeniem maszyny sterowej.

### 7.3 Wciągarki kotwiczne

#### 7.3.1 Napęd

**7.3.1.1** Silnik napędowy wciągarki kotwicznej powinien zapewniać nieprzerwane wybieranie przez co najmniej 30 minut łańcucha z kotwicą o normalnej sile trzymania, ze średnią prędkością co najmniej 9 m/min. (0,15 m/s) i siłą uciągu  $P_1$  w łańcuchu na kole łańcuchowym nie mniejszą, niż określona wg wzoru:

$$P_1 = ad^2, \quad [\text{N}] \quad (7.3.1.1)$$

$a$  – współczynnik równy:

27,5 – dla łańcucha ze stali kategorii 1,

31,4 – dla łańcucha ze stali kategorii 2,

(kategorie stali na łańcuchy – patrz rozdział 11 z Części IX – Materiały i spawanie);

$d$  – kaliber łańcucha kotwicznego, [mm].

Przy dociąganiu kotwicy do kluzy zaleca się, aby prędkość łańcucha była nie większa niż 6 m/min (0,1 m/s).

**7.3.1.2** Układ napędowy wciągarki kotwicznej w znamionowym cyklu pracy powinien dla wyrwania kotwicy z dna zapewniać uzyskanie w łańcuchu na jednym kole łańcuchowym nieprzerwanej siły uciągu nie mniejszej niż  $2P_1$  przez czas nie krótszy niż 2 min, przy czym nie ma zastosowania wymaganie 7.3.1.1 dotyczące prędkości wybierania.

#### 7.3.2 Sprzęgła rozłączne i hamulce

**7.3.2.1** Wciągarka kotwiczna powinna mieć sprzęgła rozłączne zainstalowane pomiędzy kołem łańcuchowym a jego wałem napędowym.

Wciągarka kotwiczna z przekładnią niesamohamowną powinna mieć samoczynne urządzenie hamujące, unieruchamiające wał wciągarki przy zaniku energii napędowej i przy awarii napędu.

Samoczynne urządzenie hamujące powinno zapewniać utrzymanie w łańcuchu na kole łańcuchowym obciążenia nie mniejszego niż  $1,3P_1$ .

**7.3.2.2** Każde koło łańcuchowe powinno mieć hamulec umożliwiający skuteczne i bezpieczne zatrzymanie łańcucha przy jego wydawaniu. Hamulec ten powinien zapewniać utrzymanie, bez poślizgu, łańcucha kotwicznego obciążonego siłą równą 0,8 obciążenia zrywającego łańcuch, przy kole łańcuchowym odłączonym od napędu.

Siła na rękojeści urządzenia hamulcowego niezbędna dla uzyskania tego skutku powinna być nie większa niż 750 N.

Hamulec koła łańcuchowego, niezależnie od zastosowanego rodzaju sterowania, powinien mieć również sterowanie ręczne.

### 7.3.3 Koła łańcuchowe

Koła łańcuchowe powinny mieć co najmniej pięć gniazd. Kąt opasania kół łańcuchowych o poziomym położeniu osi nie powinien być mniejszy niż  $117^\circ$ , a kół o pionowym położeniu osi – nie mniejszy niż  $150^\circ$ .

### 7.3.4 Zabezpieczenie przed przeciążeniem

Jeżeli maksymalny moment silnika wciągarki kotwicznej może wywołać w częściach wciągarki naprężenia (zredukowane) przekraczające  $0,95$  granicy plastyczności materiału tych części lub może wywołać na kole łańcuchowym siłę większą niż  $0,5$  obciążenia próbnego łańcucha, to między silnikiem i wciągarką należy zainstalować niezawodnie działające sprzęgło bezpieczeństwa, niedopuszczające do przekroczenia takiego obciążenia.

### 7.3.5 Sprawdzenie wytrzymałości

Naprężenia w częściach wciągarki kotwicznej znajdujących się w strumieniu linii sił nie powinny przekraczać:

- $0,4 R_e$  – przy obciążeniu nominalną mocą silnika napędowego,
- $0,95 R_e$  – przy obciążeniu maksymalnym momentem obrotowym silnika napędowego,
- $0,95 R_e$  – przy maksymalnym możliwym obciążeniu łańcuchem kotwicznym utrzymywanym hamulcem – zgodnie z 7.3.2.2; powyższe dotyczy elementów wciągarki podlegających temu obciążeniu; ( $R_e$  – granica plastyczności materiału rozpatrywanych części).

Przy konstruowaniu wciągarek należy zwrócić uwagę na:

- koncentrację naprężeń w miejscach karbu,
- obciążenie dynamiczne wywołane gwałtownym rozruchem i zatrzymaniem silnika napędowego,
- metody obliczeń i stosowane przybliżenia przy określaniu wartości i przebiegu naprężeń,
- skuteczne posadowienie wciągarki na fundamencie.

### 7.3.6 Wciągarki kotwiczne z napędem ręcznym

Wciągarka kotwiczna z napędem ręcznym powinna zapewniać wybieranie łańcucha ze średnią prędkością co najmniej  $2,0$  m/min ( $0,033$  m/s) i z siłą uciągu  $P_1$  (patrz 7.3.1.1) w łańcuchu na kole łańcuchowym – przy działaniu siłą przyłożoną do rękojści napędu nie przekraczającą  $160$  N na jednego człowieka.

Wciągarka kotwiczna z napędem ręcznym powinna być wyposażona w urządzenie zabezpieczające przed wstecznym odbiciem korby.

Wciągarka kotwiczna z dodatkowym napędem ręcznym powinna zapewniać wybieranie łańcucha z siłą uciągu nie mniejszą niż  $0,6P_1$  w łańcuchu na kole łańcuchowym – przy działaniu siłą przyłożoną do rękojści napędu nie przekraczającą  $160$  N na jednego człowieka.

7.3.7 Wciągarki z napędem mechanicznym i ręcznym powinny być tak skonstruowane, aby użycie napędu mechanicznego wykluczało możliwość uruchomienia napędu ręcznego.

## 7.4 Wciągarki holownicze

7.4.1 Wciągarki z automatyczną regulacją siły uciągu w linie powinny być wyposażone we wskaźniki wielkości siły uciągu oraz długości wypuszczonej liny holowniczej; odczyt powinien być możliwy przy wciągance i w sterówce statku.

7.4.2 Należy przewidzieć sygnalizację alarmową działającą przy wypuszczeniu liny holowniczej na maksymalną dopuszczalną długość.

7.4.3 Zamocowanie liny do bębna powinno być takie, aby w przypadku całkowitego wydania liny odłączała się ona od bębna przy obciążeniu równym lub nieznacznie większym od znamionowego uciągu wciągarki.



**7.4.4** Bębny wciągarek holowniczych powinny spełniać wymagania 7.1.7 i być wyposażone w układy lin. Przy dwóch i większej liczbie bębnow należy stosować układy niezależne. Bęben linowy powinien mieć sprzęgło pozwalające na odłączanie go od mechanizmu napędowego.

Geometryczne wymiary głowic wciągarki holowniczej powinny zapewniać możliwość wybierania liny holowniczej.

#### **7.4.5 Hamulce**

Hamulce wciągarki holowniczej powinny odpowiadać następującym wymaganiom:

- .1 wciągarka holownicza powinna być wyposażona w samoczynne urządzenie hamulcowe zatrzymujące linę przy uciążu równym co najmniej 1,5 uciążu znamionowego podczas zaniku lub odłączenia energii napędowej wciągarki;
- .2 bęben linowy powinien mieć hamulec działający bez poślizgu i przy odłączonym od napędu bębnie, przy działaniu na niego siły nie mniejszej niż obciążenie zrywające linę. Hamulec bębna sterowany dowolnym rodzajem energii powinien mieć również sterowanie ręczne. Konstrukcja hamulca powinna umożliwiać szybkie odhamowanie w celu swobodnego wybierania liny.

#### **7.4.6 Sprawdzenie wytrzymałości**

**7.4.6.1** Należy obliczeniowo sprawdzić wytrzymałość części przy działaniu na bęben sił odpowiadających maksymalnemu momentowi obrotowemu silnika napędowego oraz przy działaniu na bęben obciążenia równego obciążeniu zrywającemu linę holowniczą. Naprężenia zredukowane występujące w częściach, które mogą być narażone na działanie sił wynikających z powyższych obciążeń, nie powinny przekraczać 0,95 granicy plastyczności materiału tych części.

**7.4.6.2** Dane dotyczące wytrzymałości liny przeznaczonej do pracy z mechanizmem holowniczym powinny być umieszczone na tym mechanizmie.

## **8 HYDRAULICZNE UKŁADY NAPĘDOWE**

### **8.1 Zakres zastosowania**

**8.1.1** Wymagania niniejszego rozdziału mają zastosowanie do wszystkich urządzeń i instalacji hydraulicznych na statku, z wyjątkiem urządzeń, o których mowa w punkcie 8.1.2.

**8.1.2** Odpowiadające uznanym normom niezależne i mieszczące się we własnej obudowie urządzenia nie związane z napędem, sterowaniem i manewrowaniem statku, nie muszą spełniać wymagań niniejszego rozdziału.

### **8.2 Wymagania ogólne**

**8.2.1** Ciecz hydrauliczna nie powinna powodować korozji elementów instalacji. Temperatura zapłonu nie powinna być niższa niż 150 °C. Ciecz hydrauliczna powinna być odpowiednia dla całego zakresu temperatur pracy urządzenia lub instalacji. Dotyczy to szczególnie zakresu zmiany lepkości.

**8.2.2** Urządzenia hydrauliczne należy zabezpieczyć zaworami przelewowymi. Jeżeli w innych miejscach *Przepisów* nie postanowiono inaczej, to ciśnienie otwarcia zaworu przelewowego nie powinno przekraczać 1,1 maksymalnego ciśnienia roboczego.

Nominalne natężenie przepływu zaworów przelewowych należy dobierać tak, aby przy pełnej wydajności pompy ciśnienie cieczy nie przekroczyło 1,1 nastawionego ciśnienia otwarcia.

**8.2.3** W przypadku układów hydraulicznych i urządzeń pracujących nieprzerwanie, takich jak hydrauliczne napędy główne, maszyny sterowe i sprzęgła hydrokinetyczne, należy zapewnić możliwość czyszczenia filtrów oleju bez unieruchamiania instalacji.

**8.2.4** Uszkodzenie układu hydraulicznego nie powinno powodować uszkodzenia związanego z nim mechanizmu lub urządzenia.

**8.2.5** Wymiary, konstrukcja i układ rurociągów hydraulicznych powinny w miarę możliwości wykluczać uszkodzenia mechaniczne lub uszkodzenia spowodowane ogniem.

**8.2.6** Cylindry hydrauliczne, pompy hydrauliczne oraz silniki hydrauliczne, a także silniki elektryczne powinny być nie rzadziej niż co osiem lat poddane przeglądowi przez wyspecjalizowaną firmę i naprawione, jeśli będzie to konieczne.

### **8.3 Zbiorniki palnej cieczy hydraulicznej**

Zbiorniki palnej cieczy hydraulicznej powinny odpowiadać wymaganiom dla zbiorników paliwa, z następującymi wyjątkami:

- .1** w przypadku zbiorników nie przylegających do poszycia statku, usytuowanych poza pomieszczeniami maszynowymi, w pomieszczeniach położonych powyżej wodnicy ładunkowej, w których nie ma źródeł zapłonu takich jak silniki spalinowe czy kotły, dopuszcza się stosowanie cylindrycznych szkieł płynowskazowych.
- .2** w przypadku zbiorników o pojemności poniżej 100 dm<sup>3</sup>, usytuowanych w pomieszczeniach maszynowych, PRS może rozważyć dopuszczenie cylindrycznych szkieł płynowskazowych.

### **8.4 Połączenia rurowe**

Połączenia rurowe powinny spełniać wymagania podrozdziału 15.1, a ponadto:

- .1** rury zamontowane na statku powinny mieć powierzchnię wewnętrzną o odpowiedniej czystości wymaganej dla elementów hydraulicznych;
- .2** dla rurociągów o średnicy mniejszej niż 50 mm mogą być stosowane łączniki rurowe gwintowane typu uznanego przez PRS, z tym że łączniki z uszczelnieniem pierścieniem gumowym mogą być stosowane tylko do przyłączania elementów hydrauliki, a nie do łączenia odcinków rur;
- .3** za zgodą PRS mogą być zastosowane łączniki nie mające uznania PRS, wyłącznie jeżeli odpowiadają odpowiedniej normie państwowej i posiadają właściwe świadectwo odbioru;
- .4** rurociągi nie powinny mieć połączeń lutowanych;
- .5** przewody elastyczne z końcówkami do połączenia powinny spełniać wymagania punktu 15.1.10 i być typu uznanego przez PRS. Za zgodą PRS mogą być zastosowane, poza instalacjami maszyn sterowych oraz instalacjami napędu drzwi wodoszczelnych, ramp i furt w poszyciu kadłuba, ognioodporne przewody elastyczne nie mające uznania PRS, jeżeli odpowiadają one odpowiedniej normie państwowej i posiadają właściwe świadectwo odbioru.

### **8.5 Elementy hydrauliczne**

**8.5.1** Akumulatory hydrauliczne powinny spełniać wymagania wytrzymałościowe dla zbiorników ciśnieniowych odpowiedniej klasy. Każdy akumulator, który może być odcięty od instalacji hydraulicznej, powinien być wyposażony we własny zawór przelewowy. Po stronie gazowej powinien być zastosowany zawór bezpieczeństwa lub inne urządzenie zapobiegające nadmiernemu wzrostowi ciśnienia.

#### **8.5.2 Siłowniki**

**8.5.2.1** Siłowniki (cylindry hydrauliczne) powinny spełniać wymagania wytrzymałościowe dla zbiorników ciśnieniowych odpowiedniej klasy.

**8.5.2.2** Siłowniki powinny być typu uznanego przez PRS.

**8.5.2.3** Za zgodą PRS mogą być zastosowane siłowniki nie mające uznania PRS, jeżeli odpowiadają odpowiedniej normie państwowej i posiadają właściwe świadectwo odbioru.

**8.5.3** Zawory, pompy, silniki hydrauliczne oraz filtry wysokociśnieniowe powinny być typu uznanego przez PRS.

**8.5.4** Siłowniki hydrauliczne nie spełniające wymagań 8.5.2.2 i 8.5.2.3 oraz elementy hydrauliczne nie spełniające wymagania 8.5.3 mogą być zastosowane, jeśli zostały wykonane pod nadzorem PRS na podstawie zatwierdzonej dokumentacji i odebrane przez inspektora PRS u producenta zgodnie z zatwierdzonym programem prób.

## 8.6 Próby

**8.6.1** Próby należy przeprowadzić zgodnie z programem prób zatwierdzonym przez PRS.

**8.6.2** Program prób powinien określać rodzaj i zakres prób, kryteria akceptacji, miejsce przeprowadzenia oraz, w razie potrzeby, sposób przeprowadzenia prób.

**8.6.3** W zakres prób powinny wchodzić:

- .1 próby ciśnieniowe rurociągów zgodnie z wymaganiami podrozdziału 1.6.5;
- .2 sprawdzenie czystości rurociągów po ich płukaniu;
- .3 próby ruchowe;
- .4 sprawdzenie cieczy hydraulicznej na zawartość zanieczyszczeń przed i po wykonaniu prób ruchowych.

## 9 INSTALACJE STERÓWEK PODNOSZONYCH I OPUSZCZANYCH

### 9.1 Wymagania ogólne

**9.1.1** Wymagania niniejszego rozdziału mają zastosowanie do:

- sterówek podnoszonych,
- sterówek opuszczanych, tj. dzielonych w płaszczyźnie poziomej na stałą część dolną i opuszczaną pionowo część górną.

**9.1.2** Sterówki podnoszone i opuszczane powinny umożliwiać skuteczną nawigację statkiem.

**9.1.3** Sterówki podnoszone i opuszczane oraz ich urządzenia blokujące powinny być skonstruowane w taki sposób, żeby było zagwarantowane bezpieczeństwo osób znajdujących się na pokładzie statku podczas blokowania sterówki we wszystkich możliwych jej położeniach.

We wszystkich położeniach eksploatacyjnych, włączając również całkowitą przerwę w dopływie energii elektrycznej, powinna być możliwość niezwłocznego rozłączenia urządzeń blokujących.

**9.1.4** Podnoszenie i opuszczanie sterówki nie powinno prowadzić do przerwania operacji wykonywanych ze sterówki.

**9.1.5** Mechanizm podnoszenia sterówki powinien być zaprojektowany do podnoszenia co najmniej 1,5 łącznej masy sterówki w pełni wyposażonej i obsady sterówki.

**9.1.6** Mechanizm podnoszenia i opuszczania sterówki powinien być sprawny we wszystkich przewidzianych warunkach eksploatacji statku.

**9.1.7** Instalacje sterówek podnoszonych i opuszczanych powinny mieć urządzenia alarmowe, dające sygnał dźwiękowy i świetlny w sterówce i w jej pobliżu podczas operacji podnoszenia i opuszczania.

**9.1.8** Sterówki o regulowanej wysokości powinny być wyposażone w system opuszczania awaryjnego niezależny od normalnego mechanizmu podnoszenia, który może być użyty w przypadku zaniku zasilania. Taki system awaryjny powinien być uruchamiany z pomieszczenia sterówki. Prędkość opuszczania sterówki przez system awaryjny powinna być nie mniejsza niż prędkość opuszczania w normalnych warunkach.

Należy zapewnić możliwość uniknięcia niekontrolowanego opuszczenia sterówki. Należy zainstalować właściwe środki ochronne zapobiegające odniesieniu obrażeń z powodu opuszczenia sterówki.

**9.1.9** Mechanizm podnoszenia powinien zapewnić możliwość zatrzymania sterówki w każdym położeniu. Jeżeli będzie możliwość blokowania sterówki w danym położeniu, to mechanizm podnoszenia powinien automatycznie wyłączać się w chwili zablokowania sterówki. Należy zapewnić możliwość zwolnienia blokady w każdym warunkach nawigacyjnych.

**9.1.10** Dla położenia końcowych sterówki należy przewidzieć automatyczne wyłączanie mechanizmu podnoszenia.

**9.1.11** Zastosowanie układów samohamujących mechanizm podnoszenia jest niedozwolone.

**9.1.12** Należy zapewnić możliwość uruchomienia mechanizmu podnoszenia z pomieszczenia sterówki. Na stanowisku sterowania należy przewidzieć następujące wskaźniki:

- .1 aktualnego napięcia,
- .2 najniższego położenia sterówki,
- .3 najwyższego położenia sterówki,
- .4 zablokowania sterówki w ustalonym położeniu (jeżeli ma zastosowanie).

## **9.2 Sterówki podnoszone i opuszczane mechanicznie**

**9.2.1** Mechanizmy mające zarówno napęd mechaniczny, jak i ręczny należy wyposażyć w urządzenia blokujące, wykluczające możliwość jednoczesnego włączenia tych napędów.

**9.2.2** Pomiędzy rurociągami lub przewodami elastycznymi instalacji hydraulicznej a przewodami instalacji elektrycznej powinna być zachowana odległość nie mniejsza niż 100 mm.

**9.2.3** Przewody hydrauliczne:

- .1 są dopuszczalne wyłącznie, jeśli ich zastosowanie jest nieuniknione w celu zamortyzowania wibracji lub ze względu na swobodę ruchu elementów konstrukcyjnych;
- .2 muszą być zaprojektowane przynajmniej na maksymalne dopuszczalne ciśnienie robocze;
- .3 muszą być wymieniane co najmniej co osiem lat.

**9.2.4** Możliwość łączenia rurociągów instalacji hydraulicznej podnoszenia sterówki z innymi instalacjami hydraulicznymi statku podlega w każdym przypadku odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

Mechanizmy z hydraulicznym napędem lub sterowaniem powinny dodatkowo spełniać wymagania rozdziału 8.

## **10 WCIĄGARKI URZĄDZEŃ SCZEPIAJĄCYCH**

### **10.1 Wymagania ogólne**

**10.1.1** Wciągarki szepiające powinny umożliwiać łatwe szepianie i rozłączanie zestawów pchanych.

**10.1.2** Naprężenia w obciążonych częściach wciągarki należy określić zgodnie z zasadami podanymi w 7.3.5.

**10.1.3** Siły działające w urządzeniach szepiających należy określić zgodnie z zasadami podanymi w *Części III – Wyposażenie kadłubowe*.

Wciągarka szepiająca z napędem ręcznym powinna zapewniać uzyskanie uciążu szepiania przy działaniu siłą przyłożoną do rękojeści koła napędzającego bęben wciągarki nie przekraczającą 0,6 kN.

## **11 URZĄDZENIA PROMÓW NA UWIEŻI**

### **11.1 Promy z własnym napędem i bez napędu**

Silniki, urządzenia maszynowe, instalacje rurociągów, układy zapewnienia ruchu i bezpieczeństwa powinny spełniać wymagania niniejszej części *Przepisów* albo w pełnym zakresie, albo w zakresie każdorazowo uzgodnionym z PRS.

### **11.2 Promy bez napędu**

Urządzenia maszynowe i instalacje rurociągów powinny spełniać mające zastosowanie wymagania niniejszej części *Przepisów*.

## 12 URZĄDZENIA NAPĘDOWO-STEROWE

### 12.1 Zakres zastosowania

**12.1.1** Wymagania rozdziału 12 mają zastosowanie do urządzeń służących do napędu i sterowania statkiem bądź do manewrowania statkiem, zwanych również w niniejszym rozdziale „urządzeniami”. W szczególności wymagania obejmują:

- urządzenia z pędnikiem na obrotowej kolumnie (azimuthing thrusters),
- urządzenia z pędnikiem cykloidalnym,
- urządzenia wysuwane i wychylane z kadłuba statku,
- urządzenia do dynamicznego pozycjonowania statku,
- napęd strugowodny,
- stery strumieniowe.

**12.1.2** Za główne urządzenia napędowo-sterowe, zwane zamiennie „urządzeniami głównymi”, uważa się urządzenia przeznaczone do głównego napędu i sterowania oraz do dynamicznego pozycjonowania statku.

Wszystkie inne urządzenia napędowo-sterowe uważane są za pomocnicze.

### 12.2 Wymagania ogólne

**12.2.1** Jeżeli do napędu statku przewidziane jest zastosowanie wyłącznie urządzeń napędowo-sterowych, to należy zastosować co najmniej dwa oddzielne urządzenia z niezależnym zasilaniem. Wymagania to nie dotyczą napędu strugowodnego.

Możliwość zastosowania pojedynczego urządzenia lub urządzeń ze wspólnym zasilaniem podlega każdorazowo odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**12.2.2** Urządzenia powinny wytrzymywać obciążenia powstające we wszystkich stałych i przejściowych stanach pracy.

**12.2.3** Elementy urządzeń z obrotową kolumną, przenoszące moment lub siłę związaną z obrotem, powinny być obliczone na maksymalny moment wywierany przez silnik hydrauliczny obrotu kolumny przy maksymalnej różnicy ciśnień cieczy hydraulicznej lub na moment rozruchowy silnika elektrycznego obrotu kolumny. Elementy, o których mowa, powinny wytrzymać zablokowanie ruchu obrotowego kolumny.

**12.2.4** Należy zastosować środki skutecznie zabezpieczające przed przedostaniem się wody zaburtowej do części wewnętrznych urządzenia i do kadłuba statku.

**12.2.5** Uszczelnienia ruchowe, zapobiegające przedostaniu się wody zaburtowej do wnętrza urządzenia lub do wnętrza kadłuba statku, powinny być typu uznanego przez PRS.

**12.2.6** Należy przewidzieć otwory inspekcyjne umożliwiające niezbędne oględziny okresowe głównych części urządzeń napędowo-sterowych.

**12.2.7** Urządzenia napędowo-sterowe, które zamontowane są w kadłubie statku w sposób umożliwiający ich wysunięcie lub obrót, powinny być umieszczone w oddzielnym wodoszczelnym pomieszczeniu, chyba że przewidziano podwójne uszczelnienie wg 12.2.5, zabezpieczające przed dostaniem się wody do kadłuba. Należy zapewnić sygnalizację przedostania się wody do przestrzeni pomiędzy uszczelnieniami oraz możliwość wykonania przeglądu uszczelnień podczas dokowania.

**12.2.8** Konstrukcja dysz powinna spełniać mające zastosowanie wymagania z *Części III – Wyposażenie kadłubowe*.

**12.2.9** W przypadku urządzeń z pędnikiem na obrotowej kolumnie, w których manewr „wstecz” dokonuje się przez obrót kolumny o 180°, czas wykonania takiego obrotu nie powinien przekraczać 30 sekund.

**12.2.10** Główne urządzenia napędowo-sterowe powinny zapewniać możliwość sterowania wektorem naporu ze wszystkich stanowisk zdalnego sterowania napędem głównym oraz z pomieszczenia, w którym znajdują się urządzenia. W każdym z wymienionych miejsc należy zapewnić możliwość odczytu skoku śruby napędowej i kierunku naporu, środki do natychmiastowego zatrzymania pędnika oraz środki łączności z pozostałymi stanowiskami. Środki do natychmiastowego zatrzymania pędnika powinny być niezależne od zdalnego sterowania urządzenia.

### **12.3 Napęd**

**12.3.1** Silniki spalinowe bezpośrednio napędzające urządzenia napędowo-sterowe powinny spełniać wymagania rozdziału 2. Instalacje obsługujące silnik powinny spełniać wymagania rozdziału 15, z wyjątkiem obowiązku stosowania rezerwowych i zapasowych pomp oraz innych podobnych urządzeń.

**12.3.2** Silniki hydrauliczne, pompy i inne elementy hydrauliczne powinny być typu uznanego przez PRS.

**12.3.3** Dla głównych urządzeń napędowo-sterowych należy przewidzieć stały zbiornik zapasowy cieczy hydraulicznej, o pojemności wystarczającej na pełną wymianę oleju w co najmniej jednym urządzeniu, podłączony stałymi przewodami.

**12.3.4** Silniki elektryczne użyte w głównych urządzeniach napędowo-sterowych podlegają nadzorowi PRS w czasie produkcji, bez względu na ich moc.

### **12.4 Przekładnie i łożyskowanie**

**12.4.1** Przekładnie zębate w urządzeniach głównych powinny spełniać wymagania rozdziału 5.

**12.4.2** Przekładnie urządzeń pomocniczych przeznaczonych do pracy krótkotrwałej mogą być przewidziane na ograniczoną ilość godzin pracy. Obliczenia tych przekładni, wykonane zgodnie z obowiązującymi normami, podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**12.4.3** Trwałość umowna L10 łożysk tocznych w urządzeniach głównych nie powinna być krótsza niż 20 000 godzin.

**12.4.4** Trwałość umowna L10 łożysk tocznych w urządzeniach pomocniczych nie powinna być krótsza niż 5 000 godzin.

**12.4.5** Ułożyskowanie kolumny obrotowej powinno zapewniać przenoszenie sił poosiowych w obu kierunkach.

### **12.5 Wały napędowe**

**12.5.1** Wały napędowe powinny spełniać wymagania rozdziału 3, w tym wymagania dla wzmocnień lodowych, jeżeli mają zastosowanie.

**12.5.2** W odniesieniu do drgań skrętnych wałów napędowych obowiązują wymagania rozdziału 4.

### **12.6 Pędniki**

Śruby napędowe o skoku stałym i skoku nastawnym powinny spełniać wymagania rozdziału 3.

### **12.7 Układy sterowania**

Jeżeli sterowanie zdalne głównymi urządzeniami napędowo-sterowymi jest elektryczne, hydrauliczne lub pneumatyczne, to powinny być dwa niezależne układy sterowania łączące sterówkę z tymi urządzeniami. Jeżeli istnieją dwa niezależne urządzenia napędowo-sterowe – to drugi niezależny układ sterowania nie jest wymagany, jeżeli uszkodzenie jednego z urządzeń nie spowoduje utraty dostatecznej sterowności jednostki.

## 12.8 Układy kontrolne

Układ wskazujący powinien zapewniać na stanowiskach zdalnego sterowania co najmniej:

- wskazanie kierunku i wartości obrotów dla urządzeń z pędnikiem o stałej geometrii;
- wskazanie skoku i obrotów dla urządzeń ze śrubą o skoku nastawnym;
- wskazanie kierunku naporu.

## 12.9 Nadzór i próby

**12.9.1** Zakres nadzoru nad urządzeniami pomocniczymi o mocy zainstalowanych silników poniżej 200 kW podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**12.9.2** Nadzór PRS nad produkcją i próbami urządzenia obejmuje:

- sprawdzenie zgodności zastosowanych materiałów i technologii z zatwierdzoną dokumentacją,
- sprawdzenie zgodności wykonania z zatwierdzoną dokumentacją,
- próby wyrobu, w tym próby ciśnieniowe korpusów, rurociągów i armatury oraz próby ruchowe u producenta.

**12.9.3** Próby ruchowe u producenta powinny być przeprowadzone na stanowisku umożliwiającym sprawdzenie urządzenia przy obrotach znamionowych i przy obciążeniu wału napędowego i kolumny, jeżeli występuje, pełnym momentem obrotowym. PRS może rozważyć wykonanie określonej części lub całości prób ruchowych na statku.

Próby ruchowe obejmują:

- .1 próby rozruchów i zatrzymań napędu, próby nawrotu;
- .2 próby pracy urządzenia jako steru;
- .3 próby działania układów kontrolnych.

Próby urządzenia należy przeprowadzić zgodnie z zatwierdzonym programem prób, w obecności inspektora PRS.

**12.9.4** Po zakończeniu prób ruchowych należy dokonać oględzin zewnętrznych całego zespołu i – w uzasadnionych przypadkach – przeprowadzić oględziny wewnętrzne, w szczególności oględziny przekładni zębatych

**12.9.5** Próby każdego urządzenia napędowo-sterowego na statku powinny się odbywać zgodnie z zatwierdzonym programem prób.

W próbach należy zademonstrować zdolność urządzenia do zapewnienia napędu i sterowania statku we wszystkich przewidzianych wariantach pływania i przy manewrach.

Należy wykonać próby przy różnych możliwych w eksploatacji prędkościach statku, różnych ustawieniach i różnej mocy urządzenia napędowo-sterowego oraz podczas szybkich manewrów rozpoczynanych przy najbardziej niekorzystnych możliwych kombinacjach prędkości statku i ustawienia urządzenia.

Po zakończeniu prób ruchowych u producenta i prób na statku należy sprawdzić próbkę oleju smarowego na zawartość stałych zanieczyszczeń metalicznych i niemetalicznych.

## 13 ZBIORNIKI CIŚNIENIOWE I WYMIENNIKI CIEPŁA

### 13.1 Konstrukcja zbiorników ciśnieniowych i wymienników ciepła

**13.1.1** Części zbiorników ciśnieniowych i wymienników ciepła, stykające się z wodą zaburtową lub innymi czynnikami mogącymi powodować korozję, należy wykonywać z materiałów odpornych na ich działanie. W przypadku zastosowania innych materiałów, sposób ich ochrony przed korozją podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**13.1.2** Konstrukcja zbiorników ciśnieniowych i wymienników ciepła powinna zapewnić niezawodność ich działania w warunkach określonych w podrozdziale 1.5.

**13.1.3** Ulegająca zmniejszeniu podczas gięcia grubość ścianek rur nie powinna być mniejsza od obliczeniowej.

**13.1.4** Jeżeli jest to konieczne, konstrukcja powinna zapewniać kompensację wydłużeń cieplnych korpusu i poszczególnych elementów wymienników ciepła oraz zbiorników ciśnieniowych.

**13.1.5** Do zamocowania korpusów wymienników ciepła i zbiorników ciśnieniowych do fundamentów należy stosować podpory. Jeżeli to konieczne, należy przewidzieć górne zamocowania (patrz również 1.13.1).

## **13.2 Osprzęt**

**13.2.1** Każdy zbiornik ciśnieniowy i wymiennik ciepła lub ich nierozłączny zestaw należy wyposażać w nieodłączny zawór bezpieczeństwa. W przypadku istnienia kilku nie połączonych ze sobą komór, zawory bezpieczeństwa należy umieścić na każdej takiej komorze. Zbiorniki hydroforowe należy wyposażać w zawory bezpieczeństwa zainstalowane na części wodnej.

W uzasadnionych przypadkach PRS może odstąpić od powyższych wymagań.

**13.2.2** Zawory bezpieczeństwa powinny być w zasadzie sprężynowe. W podgrzewaczach paliwa i oleju można stosować płytki bezpieczeństwa typu uznanego przez PRS, umieszczone na przestrzeni paliwowej i olejowej.

**13.2.3** Zawory bezpieczeństwa powinny mieć taką przepustowość, aby w każdych warunkach ciśnienie robocze nie mogło być przekroczone o więcej niż 10%.

**13.2.4** Konstrukcja zaworów bezpieczeństwa powinna umożliwiać ich plombowanie lub równorzędne zabezpieczenie przed wykonywaniem regulacji przez osoby nieupoważnione. Sprężyny oraz powierzchnie uszczelniające zaworów powinny być wykonane z materiałów odpornych na korozyjne działanie danego czynnika.

**13.2.5** Poziomowskazy i przezierniki można instalować na zbiornikach ciśnieniowych i wymiennikach ciepła tylko wówczas, gdy wymagają tego warunki kontroli i nadzoru. Poziomowskazy i przezierniki powinny mieć niezawodną konstrukcję i powinny być odpowiednio chronione. W poziomowskazach, w których znajduje się paliwo lub olej, należy stosować wkładki ze szkła płaskiego. Dla paliwa i oleju należy stosować płynowskazy z płaskimi szklami.

**13.2.6** W konstrukcji wymienników ciepła i zbiorników ciśnieniowych należy przewidzieć kołnierze nakładane lub króćce z kołnierzami do zamocowania armatury.

W konstrukcjach zbiorników hydroforowych można stosować również króćce gwintowane.

**13.2.7** Króćce instalowane na zbiornikach ciśnieniowych i wymiennikach ciepła powinny być sztywne i jak najkrótsze (o długości wystarczającej do zamocowania i zdjęcia armatury bez usuwania izolacji). Króćce nie powinny być narażone na działanie nadmiernych sił zginających, a w niezbędnych przypadkach należy je wzmocnić odpowiednimi usztywnieniami.

**13.2.8** Kołnierze przeznaczone do mocowania armatury i rurociągów oraz króćce i tuleje przechodzące na wylot przez ściany zbiorników ciśnieniowych i wymienników ciepła należy spawać, przy czym zaleca się spawanie obustronne. Króćce można spawać jednostronnie przy zastosowaniu podkładki lub w inny sposób zapewniający przetop na całej grubości ściany.

**13.2.9** Zbiorniki ciśnieniowe i wymienniki ciepła należy wyposażać w odpowiednie urządzenia do przedmuchiwania i w urządzenia spustowe.

**13.2.10** Zbiorniki ciśnieniowe i wymienniki ciepła powinny mieć włazy umożliwiające oględziny ich wewnętrznych powierzchni. Włazy powinny mieć co najmniej następujące wymiary:

- 300 x 400 mm – w przypadku włazów owalnych,
- 400 mm – w przypadku włazów okrągłych.

W szczególnych przypadkach PRS może rozpatrzyć możliwość zmniejszenia wymiarów do 280 x 380 mm dla włazów owalnych i do 380 mm dla włazów okrągłych.



Włazy owalne w ściankach cylindrycznych należy tak sytuować, aby krótsza oś włazu była równoległa do osi cylindra.

**13.2.11** Jeżeli wykonanie włązów, o których mowa w 13.2.10, jest niemożliwe, to w odpowiednich miejscach należy wykonać kontrolne otwory wziernikowe. Zbiorniki ciśnieniowe i wymienniki ciepła o długości powyżej 2,5 m powinny mieć kontrolne otwory wziernikowe na obu końcach.

Jeżeli zbiornik ciśnieniowy lub wymiennik ciepła ma konstrukcję rozbieralną, albo jeżeli całkowicie wykluczona jest możliwość skorodowania lub zanieczyszczenia ścian od wewnątrz, włazy i wzierniki nie są wymagane.

Jeżeli konstrukcja zbiornika ciśnieniowego lub wymiennika ciepła uniemożliwia oględziny przez włazy lub otwory wziernikowe, wykonanie ich nie jest wymagane.

**13.2.12** W przypadku stosowania uszczelek niemetalowych konstrukcja pokryw włązów i innych otworów powinna uniemożliwić wyciskanie tych uszczelek.

**13.2.13** Każdy zbiornik ciśnieniowy i wymiennik ciepła oraz każdą nierozłączną ich grupę należy wyposażyć w manometr lub manowakuometr. W wymiennikach ciepła podzielonych na kilka komór należy każdą komorę wyposażyć w manometr lub manowakuometr (patrz również podrozdział 1.17).

### **13.3 Wymagania dotyczące poszczególnych rodzajów zbiorników ciśnieniowych i wymienników ciepła**

#### **13.3.1 Zbiorniki sprężonego powietrza**

**13.3.1.1** Zawory bezpieczeństwa zbiorników powietrza rozruchowego silników głównych i pomocniczych oraz instalacji przeciwpożarowych powinny po zadziałaniu zamknąć się całkowicie, zanim ciśnienie w zbiorniku spadnie poniżej 85% ciśnienia roboczego.

**13.3.1.2** Jeżeli sprężarki, zawory redukcyjne lub rurociągi, z których powietrze podawane jest do zbiorników, są wyposażone w zawory bezpieczeństwa tak wyregulowane, że niemożliwe jest podawanie do zbiorników powietrza o ciśnieniu wyższym od roboczego, to na tych zbiornikach można nie instalować zaworów bezpieczeństwa. W takim przypadku zamiast zaworów bezpieczeństwa należy instalować na zbiornikach płytki topikowe.

**13.3.1.3** Płytki topikowe powinny ulegać stopieniu w temperaturze 100 – 130 °C. Na płytce topikowej powinna być wybita temperatura stopienia. Na zbiornikach sprężonego powietrza o pojemności powyżej 700 litrów należy instalować płytki topikowe o średnicy co najmniej 10 mm.

**13.3.1.4** Każdy zbiornik sprężonego powietrza należy wyposażyć w urządzenia odwadniające. Zbiorniki zainstalowane w położeniu poziomym powinny mieć urządzenia odwadniające na obu końcach.

#### **13.3.2 Butle na gazy sprężone i czynniki gaśnicze**

**13.3.2.1** Butlami na gazy sprężone lub czynniki gaśnicze nazywa się przenośne zbiorniki ciśnieniowe, które przechowywane są na statku dla potrzeb jego eksploatacji. Butle te nie mogą być napełniane przy pomocy znajdujących się na statku urządzeń.

**13.3.2.2** Obliczenia wytrzymałościowe należy wykonywać z uwzględnieniem wymagań zawartych w 14.2.8 przy czym:

- ciśnienie obliczeniowe nie powinno być mniejsze od ciśnienia, które może powstać w temperaturze 45°C przy przewidzianym stopniu napełnienia butli;
- naprężenia dopuszczalne  $\sigma$  należy określać według 14.2.4, a współczynnik bezpieczeństwa według 14.2.5.1;
- naddatek  $c$  dla butli narażonych na korozję należy przyjmować nie mniejszy niż 0,5 mm.

Stosowanie do produkcji butli stali o granicy plastyczności większej niż 750 MPa, lecz nie przekraczającej 850 MPa, jest możliwe tylko za zgodą PRS.

**13.3.2.3** Celem niedopuszczenia do niebezpiecznego wzrostu ciśnienia w butli przy podwyższeniu temperatury należy przewidzieć nieodłączalne urządzenia zabezpieczające o uznanej konstrukcji. Można stosować zawory bezpieczeństwa i płytki zabezpieczające, działające przy ciśnieniu przekraczającym 1,1 ciśnienia roboczego, lecz nie wyższym niż 0,9 ciśnienia próbnego.

**13.3.2.4** Butle powinny mieć trwałe odczewanie, zawierające następujące informacje:

- .1 nazwę wytwórcy,
- .2 numer fabryczny,
- .3 rok wykonania,
- .4 rodzaj gazu,
- .5 pojemność,
- .6 ciśnienie próbne,
- .7 masę własną butli (tare),
- .8 napełnienie maksymalne (ciśnienie/masa),
- .9 stempel i datę badania.

**13.3.2.5** Butle należy poddawać próbie hydraulicznej ciśnieniem równym 1,5 ciśnienia roboczego.

**13.3.2.6** Butle wykonane specjalnie w celu magazynowania gazów sprężonych lub czynnika gaśniczego powinny mieć uznanie PRS albo być wykonane zgodnie z obowiązującymi normami pod nadzorem kompetentnego organu nadzoru technicznego uznanego przez PRS.

### 13.3.3 Filtry i chłodnice

**13.3.3.1** Filtry i chłodnice silników głównych i pomocniczych powinny spełniać wymagania dotyczące materiałów i konstrukcji, obowiązujące dla wymienników ciepła i zbiorników ciśnieniowych.

**13.3.3.2** Filtry paliwa ciekłego instalowane równolegle w celu umożliwienia ich czyszczenia bez konieczności zatrzymania silnika (filtry podwójne) powinny być wyposażone w zabezpieczenia przed omyłkowym otwarciem filtra będącego pod ciśnieniem.

**13.3.3.3** Filtry paliwa ciekłego lub ich komory powinny mieć odpowiednie środki do:

- ich odpowietrzania przy włączaniu do pracy,
- zniwelowania nadciśnienia przed ich otwarciem.

Do tego celu powinny być stosowane zawory lub kurki wraz z rurkami ściekowymi prowadzącymi do miejsc bezpiecznych.

## 14 OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE ZBIORNIKÓW CIŚNIENIOWYCH I WYMIENNIKÓW CIEPŁA

### 14.1 Postanowienia ogólne

Zbiorniki ciśnieniowe i wymienniki ciepła dzielą się w zależności od parametrów i rodzaju konstrukcji na klasy określone w tabeli 14.1.

**Tabela 14.1**

Rodzaj urządzenia	Klasa I	Klasa II	Klasa III
Zbiorniki ciśnieniowe i wymienniki ciepła	$p > 4,0$ lub $t > 350$ lub $s > 35$	$1,6 < p \leq 4,0$ lub $120 < t \leq 350$ lub $16 < s \leq 35$	$p \leq 1,6$ i $t \leq 120$ i $s \leq 16$
Zbiorniki ciśnieniowe i wymienniki ciepła z zawartością czynników toksycznych, palnych lub wybuchowych	niezależnie od parametrów	–	–

- $p$  – ciśnienie obliczeniowe tj. ciśnienie przyjmowane do obliczeń wytrzymałościowych, nie niższe niż ciśnienie otwarcia zaworów bezpieczeństwa lub innych urządzeń zabezpieczających, [MPa];  
 $t$  – temperatura obliczeniowa ścianki, [°C];  
 $s$  – grubość ścianki, [mm].

## 14.2 Obliczenia wytrzymałościowe

### 14.2.1 Wymagania ogólne

**14.2.1.1** Określone w wyniku obliczeń grubości ścian są minimalnymi grubościami dopuszczalnymi w normalnych warunkach eksploatacji. Wzory i metody obliczeń nie uwzględniają technologicznych tolerancji grubości wykonania obliczanych części; tolerancje te należy uwzględnić przez odpowiednie dodatki do grubości obliczeniowych.

Na żądanie PRS należy uwzględnić dodatkowe naprężenia powodowane obciążeniami zewnętrznymi (siłami osiowymi oraz momentami zginającymi i skręcającymi) działającymi na obliczany element (w szczególności obciążeniami masą własną, masą dołączonych części itp.).

**14.2.1.2** Wymiary elementów konstrukcyjnych zbiorników ciśnieniowych i wymienników ciepła, dla których w niniejszej części *Przepisów* nie podano metody obliczeń wytrzymałościowych, należy określić na podstawie danych doświadczalnych i uznanych obliczeń teoretycznych, przy czym podlegają one odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

### 14.2.2 Ciśnienie obliczeniowe

**14.2.2.1** W przypadku, gdy wielkość ciśnienia hydrostatycznego przekracza 0,05 MPa, należy o jego wartość zwiększyć wielkość ciśnienia obliczeniowego.

**14.2.2.2** Dla ścian płaskich poddanych ciśnieniu z obu stron jako ciśnienie obliczeniowe należy przyjmować najwyższe z działających ciśnień. Ścianki o kształcie powierzchni zakrzywionych, podlegające ciśnieniu z obu stron, należy obliczać na najwyższe ciśnienie wewnętrzne i na najwyższe ciśnienie zewnętrzne. Jeżeli z jednej strony ścianki płaskiej lub ścianki o kształcie powierzchni zakrzywionej panuje ciśnienie niższe od atmosferycznego, to jako ciśnienie obliczeniowe należy przyjmować najwyższe ciśnienie działające z drugiej strony ścianki, powiększone o 0,1 MPa.

### 14.2.3 Temperatura obliczeniowa

**14.2.3.1** Dla określenia dopuszczalnych naprężeń w zależności od temperatury czynnika należy przyjmować obliczeniową temperaturę ściany nie niższą niż podaną w tabeli 14.2.3.1.

**Tabela 14.2.3.1**

Lp.	Elementy wymienników ciepła i zbiorników ciśnieniowych oraz warunki ich pracy	Temperatura obliczeniowa ściany
1	Elementy ogrzewane	$T_v$
2	Elementy nieogrzewane <sup>1)</sup>	$T_m$

#### Uwagi do tabeli 14.2.3.1:

$T_m$  – najwyższa temperatura czynnika ogrzewanego, [°C];

$T_v$  – najwyższa temperatura czynnika grzewczego, [°C].

<sup>1)</sup> element uznaje się za nieogrzewany, jeżeli jest oddzielony od źródła ciepła lub czynnika grzewczego ogniotrwałą izolacją oddaloną od tego elementu o co najmniej 300 mm, lub jest osłonięty izolacją ogniotrwałą nie narażoną na oddziaływanie promieniowania ciepłego.

**14.2.3.2** Jako temperaturę obliczeniową ścian zbiorników i wymienników ciepła, pracujących pod ciśnieniem czynnika chłodniczego, należy przyjmować 20 °C, jeżeli nie ma możliwości powstawania wyższych temperatur.

## 14.2.4 Własności wytrzymałościowe i naprężenia dopuszczalne

**14.2.4.1** Dla stali, dla których stosunek  $(R_e/R_m) \leq 0,6$ , jako własności wytrzymałościowe należy przyjmować wartości wyraźnej lub umownej granicy plastyczności  $R'_e$  lub  $R'_{0,2}$  oraz średnią wytrzymałość na pełzanie  $R_{z/100\ 000/t}$  po czasie  $10^5$  h, przy temperaturze obliczeniowej  $t$ .

Dla stali, dla których stosunek  $(R_e/R_m) > 0,6$ , należy dodatkowo uwzględnić wytrzymałość na rozciąganie  $R'_m$  przy temperaturze obliczeniowej  $t$ .

Do obliczeń należy przyjmować minimalne wartości  $R'_e$ ,  $R'_{0,2}$  i  $R'_m$  oraz średnie wartości  $R_{z/100\ 000/t}$  i  $R_{1/100\ 000/t}$ .

**14.2.4.2** Dla materiałów bez wyraźnie określonej granicy plastyczności należy przyjmować do obliczeń wartość wytrzymałości na rozciąganie w temperaturze obliczeniowej.

**14.2.4.3** Dla żeliwa oraz stopów metali nieżelaznych należy przyjmować najmniejszą wartość wytrzymałości na rozciąganie w normalnej temperaturze.

**14.2.4.4** Przy stosowaniu metali nieżelaznych i ich stopów należy uwzględnić fakt, że ich ogrzewanie podczas obróbki i spawania zmniejsza wytrzymałość uzyskaną przez nie przy obróbce na zimno. W obliczeniach wytrzymałości wykonanych z nich części i zespołów należy więc bezwzględnie przyjmować własności wytrzymałościowe tych materiałów i ich stopów w stanie wyżarzonym.

**14.2.4.5** Dopuszczalne naprężenia  $\sigma$  w obliczeniach wytrzymałościowych należy określać jako najmniejszą z otrzymanych wartości dla materiału rozpatrywanego elementu:

$$\sigma = \frac{R'_m}{\eta_m}, \quad \sigma = \frac{R'_e}{\eta_e} \quad \text{lub} \quad \sigma = \frac{R'_{0,2}}{\eta_e}$$
$$\sigma = \frac{R_{z/100000/t}}{\eta_z}, \quad \sigma = \frac{R_{1/100000/t}}{\eta_p}$$

gdzie:

$\eta_m$  – współczynnik bezpieczeństwa dla wytrzymałości na rozciąganie  $R'_m$

$\eta_z$  – współczynnik bezpieczeństwa dla wytrzymałości na pełzanie  $R_{z/100\ 000/t}$

$\eta_e$  – współczynnik bezpieczeństwa dla granicy plastyczności  $R'_e$  i  $R'_{0,2}$

$\eta_p$  – współczynnik bezpieczeństwa dla granicy pełzania  $R_{1/100\ 000/t}$ .

Wartości współczynników – patrz 14.2.5.

## 14.2.5 Współczynniki bezpieczeństwa

**14.2.5.1** Dla części wykonanych z odkuwek stalowych lub stali walcowanych, poddanych ciśnieniu od wewnątrz, współczynniki bezpieczeństwa nie powinny być mniejsze niż:

$$\eta_e = \eta_z = 1,6; \quad \eta_m = 2,7 \quad \text{i} \quad \eta_p = 1,0$$

Dla części poddanych ciśnieniu z zewnątrz współczynniki bezpieczeństwa  $\eta_e$ ,  $\eta_z$  i  $\eta_m$  należy zwiększyć o 20%.

**14.2.5.2** Dla części wymienników ciepła i zbiorników ciśnieniowych klasy II i III wykonanych ze stali, dla których stosunek  $(R_e/R_m) \leq 0,6$ , współczynniki bezpieczeństwa mogą być zmniejszone, lecz nie mogą być mniejsze niż:

$$\eta_e = \eta_z = 1,5; \quad \eta_m = 2,6$$

**14.2.5.3** Dla części wymienników ciepła i zbiorników ciśnieniowych wykonanych ze staliwa i poddanych ciśnieniu od wewnątrz współczynniki bezpieczeństwa nie powinny być mniejsze niż:

$$\eta_e = \eta_z = 2,2; \quad \eta_m = 3,0 \quad \text{i} \quad \eta_p = 1,0$$

Dla części poddanych ciśnieniu z zewnątrz współczynniki bezpieczeństwa należy zwiększyć o 20% (z wyjątkiem  $\eta_z$ , którego wartość nie ulega zmianie).

**14.2.5.4** Współczynnik bezpieczeństwa  $\eta_m$  dla części wykonanych z żeliwa należy przyjmować – dla ciśnienia zewnętrznego i wewnętrznego – nie mniejszy niż 4,8.

Współczynnik bezpieczeństwa  $\eta_m$  dla części wykonanych z metali nieżelaznych należy przyjmować nie mniejszy niż 4,6 dla ciśnienia wewnętrznego i 5,5 dla ciśnienia zewnętrznego. Dla powłok stożkowych, w ostatnim przypadku, należy przyjmować  $\eta_m$  nie mniejszy niż 6,0.

## 14.2.6 Współczynniki wytrzymałości

**14.2.6.1** Współczynnik wytrzymałości złączy spawanych  $\varphi$  należy określać z tabeli 14.2.6.1-1 w zależności od typu złącza i sposobu spawania. Dla poszczególnych klas zbiorników ciśnieniowych i wymienników ciepła (patrz tabela 14.1) należy stosować złącza spawane o współczynniku  $\varphi$  nie mniejszym niż podany w tabeli 14.2.6.1-2.

**Tabela 14.2.6.1-1**

Sposób spawania	Typ złącza	Rodzaj spoiny	$\varphi$
Automatyczne	doczołowe	dwustronna	1,0
		jednostronna na podkładce	0,9
		jednostronna bez podkładki	0,8
	zakładkowe	dwustronna	0,8
		jednostronna	0,7
Półautomatyczne i ręczne	doczołowe	dwustronna	0,9
		jednostronna na podkładce	0,8
		jednostronna bez podkładki	0,7
	zakładkowe	dwustronna	0,7
		jednostronna	0,6

### Uwagi do tabeli 14.2.6.1-1:

1. W każdym przypadku wymagany jest pełny przetop.
2. Dla połączeń wykonanych metodą elektrodużlową należy przyjmować  $\varphi = 1$ .

**Tabela 14.2.6.1-2**

Rodzaj urządzenia	Współczynnik $\varphi$		
	Klasa I	Klasa II	Klasa III
Zbiorniki ciśnieniowe i wymienniki ciepła	0,9	0,7	0,6

**14.2.6.2** Współczynnik wytrzymałości ścian cylindrycznych osłabionych otworami o jednakowych średnicach należy przyjmować jako równy najmniejszemu z niżej podanych:

1. współczynniki wytrzymałości ścian cylindrycznych osłabionych jednym wzdłużnym rzędem lub kilkoma rzędami otworów o jednakowej podziałce (rys. 14.2.6.2-1), obliczonemu wg wzoru:

$$\varphi = \frac{a - d}{a} \quad (14.2.6.2.1)$$

2. sprowadzonemu na kierunek wzdłużny współczynniki wytrzymałości ścian cylindrycznych osłabionych jednym poprzecznym rzędem lub kilkoma rzędami otworów o jednakowej podziałce (rys. 14.2.6.2-1), obliczonemu wg wzoru:

$$\varphi = 2 \frac{a_1 - d}{a_1} \quad (14.2.6.2.2)$$

3. sprowadzonemu na kierunek wzdłużny współczynniki wytrzymałości ścian cylindrycznych osłabionych kilkoma rzędami otworów rozmieszczonych w zakosy, o jednakowej podziałce (rys. 14.2.6.2-2 i rys. 14.2.6.2-3), obliczonemu wg wzoru:

$$\varphi = k \frac{a_2 - d}{a_2} \quad (14.2.6.2.3-1)$$

gdzie:

- $\varphi$  – współczynnik wytrzymałości ścian osłabionych otworami;
- $d$  – średnica otworów na rury rozwalcowane lub średnica wewnętrzna przyspawanych rur i wytłaczanych króćców, [mm];
- $a$  – odległość osi dwóch sąsiednich otworów rozmieszczonych wzdłuż ściany, [mm];
- $a_1$  – odległość osi dwóch sąsiednich otworów rozmieszczonych w kierunku poprzecznym (lub na okręgu), przyjmowana jako długość łuku w środku grubości blachy, [mm];
- $a_2$  – odległość osi dwóch sąsiednich otworów rozmieszczonych w zakosy, [mm], określona wg wzoru:

$$a_2 = \sqrt{l^2 + l_1^2}, \quad [\text{mm}] \quad (14.2.6.2.3-2)$$

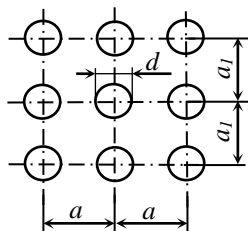
- $l$  – odległość osi dwóch sąsiednich otworów mierzona w kierunku wzdłużnym (rys. 14.2.6.2-2 i 14.2.6.2-3), [mm];
- $l_1$  – odległość osi dwóch sąsiednich otworów mierzona w kierunku poprzecznym lub na obwodzie (rys. 14.2.6.2-2 i 14.2.6.2-3), [mm];
- $k$  – współczynnik zależny od wielkości  $\frac{l_1}{l}$ , podany w tabeli 14.2.6.2.3.

**Tabela 14.2.6.2.3**

$\frac{l_1}{l}$	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5
$k$	1,76	1,73	1,70	1,65	1,60	1,51	1,41	1,27	1,13	1,00

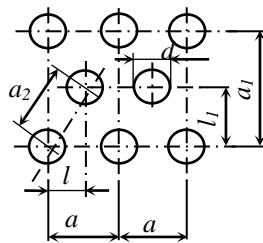
**Uwaga:**

Pośrednie wielkości  $k$  należy określić drogą interpolacji liniowej.



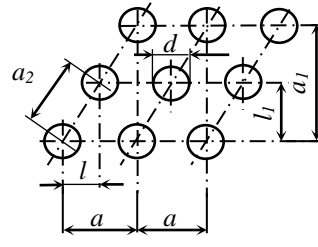
← Oś wzdłużna →

Rys. 14.2.6.2-1



← Oś wzdłużna →

Rys. 14.2.6.2-2



← Oś wzdłużna →

Rys. 14.2.6.2-3

**14.2.6.3** Jeżeli w jedno- lub kilkurzędowych układach otworów o jednakowej podziałce otwory różnią się średnicami, to we wzorach na obliczenie współczynnika wytrzymałości (14.2.6.2.1, 14.2.6.2.2, 14.2.6.2.3-1, 14.2.6.2.3-2) należy przyjmować wartość  $d$  jako średnią arytmetyczną średnic dwóch największych sąsiednich otworów. Jeżeli przy jednakowych średnicach otworów podziałka jest nierównomierna, to we wzorach na obliczenie współczynnika wytrzymałości należy przyjmować odpowiednio najmniejsze wielkości  $a$ ,  $a_1$ ,  $a_2$ .

**14.2.6.4** Jeżeli w szwach spawanych wykonane są otwory, to należy przyjmować współczynnik wytrzymałości jako równy iloczynowi współczynników wytrzymałości szwu spawanego i ściany osłabionej otworami.

**14.2.6.5** Dla ścian elementów cylindrycznych nie osłabionych szwem spawanym i jednym lub kilkoma rzędami otworów należy przyjmować współczynnik wytrzymałości równy 1. Współczynnik wytrzymałości  $\varphi$  nie może być w żadnym wypadku przyjmowany jako większy od 1.

**14.2.6.6** Współczynniki wytrzymałości ścian osłabionych otworami dla rozwalcowanych rur, określone wzorami 14.2.6.2.1, 14.2.6.2.2, 14.2.6.2.3, nie mogą być mniejsze niż 0,3. Obliczenia, w których wartość tego współczynnika jest mniejsza, podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**14.2.6.7** Jeżeli ściany elementów cylindrycznych mają być wykonane z arkuszy blach o różnej grubości, połączonych wzdłużnym szwem spawanym, to należy wykonać obliczenia grubości dla każdej z blach, z uwzględnieniem istniejących w nich osłabień.

**14.2.6.8** Wartości współczynnika wytrzymałości rur ze wzdłużnym szwem spawanym podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**14.2.6.9** Sposoby określania współczynnika wytrzymałości ścian osłabionych wycięciami, które wymagają częściowego lub pełnego wzmocnienia, podano w podrozdziale 14.2.17.

**14.2.6.10** Współczynniki wytrzymałości płaskich ścian sitowych należy obliczać wg wzoru 14.2.6.2.1, odpowiednio dla podziałek rur w prostopadłych do siebie rzędach. Do obliczenia grubości ściany sitowej należy przyjmować mniejszą z otrzymanych wartości współczynnika.

### **14.2.7 Zwiększenie grubości obliczeniowych**

**14.2.7.1** We wszystkich przypadkach, w których nie określono odrębnie nadatku  $c$  do grubości obliczeniowej, nadatek ten powinien wynosić co najmniej 1 mm. Dla ścian stalowych o grubości większej niż 30 mm, dla ścian z metali nieżelaznych lub z wysokostopowych materiałów odpornych na działanie korozji, a także dla materiałów zabezpieczonych przed korozją, np. przez platerowanie lub pokrycie masą plastyczną – nadatek  $c$  do grubości obliczeniowej, po uzgodnieniu z PRS, może nie być stosowany.

**14.2.7.2** Dla zbiorników ciśnieniowych i wymienników ciepła niedostępnych dla przeglądu wewnętrznego oraz tych, których ściany poddane są silnemu działaniu korozyjnemu lub zużyciu – PRS może zażądać zwiększenia wielkości nadatku  $c$  do grubości obliczeniowej.

### **14.2.8 Elementy cylindryczne, kuliste i rury poddane ciśnieniu od wewnątrz**

**14.2.8.1** Niniejsze wymagania mogą być stosowane, jeżeli spełnione są następujące warunki:

$$\frac{D_a}{D} \leq 1,6 \text{ – dla elementów cylindrycznych,}$$

$$\frac{D_a}{D} \leq 1,7 \text{ – dla rur,}$$

$$\frac{D_a}{D} \leq 1,2 \text{ – dla elementów kulistych.}$$

Elementy cylindryczne o średnicy  $D_a \leq 200$  mm należy uważać za rury.

$D_a, D$  – patrz 14.2.8.2.

**14.2.8.2** Grubość ścian elementów cylindrycznych i rur nie powinna być mniejsza niż określana wg wzorów:

$$s = \frac{D_a p}{2\sigma\varphi + p} + c, \quad [\text{mm}] \quad (14.2.8.2-1)$$

lub

$$s = \frac{D p}{2\sigma\varphi - p} + c, \quad [\text{mm}] \quad (14.2.8.2-2)$$

$s$  – grubość ściany, [mm];

$p$  – ciśnienie obliczeniowe, [MPa];

$D_a$  – średnica zewnętrzna, [mm];

$D$  – średnica wewnętrzna, [mm];

$\varphi$  – współczynnik wytrzymałości (patrz 14.2.6);

- $\sigma$  – naprężenie dopuszczalne (patrz 14.2.4.5), [MPa];  
 $c$  – nadatek do grubości obliczeniowej (patrz 14.2.7), [mm].

**14.2.8.3** Grubość ścian elementów kulistych nie powinna być mniejsza niż określana wg wzorów:

$$s = \frac{D_a p}{4\sigma\varphi + p} + c, \quad [\text{mm}] \quad (14.2.8.3-1)$$

lub

$$s = \frac{Dp}{4\sigma\varphi - p} + c, \quad [\text{mm}] \quad (14.2.8.3-2)$$

Określenia symboli we wzorach patrz 14.2.8.2.

**14.2.8.4** Grubości ścian elementów cylindrycznych i kulistych oraz rur, niezależnie od wielkości otrzymanych wg wzorów 14.2.8.2-1, 14.2.8.2-2, 14.2.8.3-1 i 14.2.8.3-2, nie powinny być mniejsze niż:

- .1 5 mm – dla elementów ciągnionych i spawanych;
- .2 12 mm – dla ścian sitowych z rurami rozwalcowanymi w rzędach promieniowych;
- .3 6 mm – dla ścian sitowych z rurami przyspawanymi lub przylutowanymi;
- .4 wielkości podane w tabeli 14.2.8.4 – dla rur.

**Tabela 14.2.8.4**

Zewnętrzna średnica rury, [mm]	≤ 20	>20 ≤30	>30 ≤38	>38 ≤51	>51 ≤70	>70 ≤95	>95 ≤102	>102 ≤121	>121 ≤152	>152 ≤191	>191
Najmniejsza grubość ścianki, [mm]	1,75	2,0	2,2	2,4	2,6	3,0	3,25	3,5	4,0	5,0	5,4

**Uwaga:**

Zmniejszenie grubości ścianek wskutek ich wyginania lub rozwalcowania należy kompensować nadatkami.

**14.2.8.5** Minimalne grubości ścianek rur ze stopów metali żelaznych i ze stali nierdzewnych można za zgodą PRS przyjmować mniejsze od określonych w 14.2.8.4, lecz nie mniejsze niż określone wg wzorów w 14.2.8.2 i 14.2.8.3.

**14.2.9 Elementy poddane ciśnieniu od zewnątrz**

**14.2.9.1** Niniejsze wymagania mają zastosowanie do ścian elementów cylindrycznych, dla których:

$$\frac{D_a}{D} \leq 1,2.$$

Grubość rur o średnicy  $D_a \leq 200$  mm należy obliczać zgodnie z 14.2.8.2.

**14.2.9.2** Grubość gładkich ścian elementów cylindrycznych z usztywnieniami lub bez nich, nie powinna być mniejsza niż określona wg wzoru:

$$s = \frac{50 \left( B + \sqrt{B^2 + 0,04 AC} \right)}{A} + c, \quad [\text{mm}] \quad (14.2.9.2-1)$$

gdzie:

$$A = 200 \frac{\sigma}{D_m} \left( 1 + \frac{D_m}{10l} \right) \left( 1 + \frac{5D_m}{l} \right) \quad (14.2.9.2-2)$$

$$B = p \left( 1 + \frac{5D_m}{l} \right) \quad (14.2.9.2-3)$$

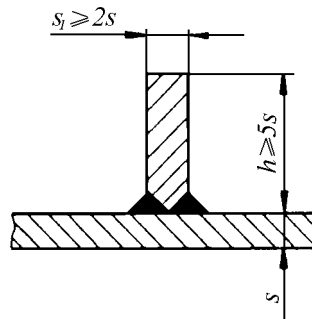
$$C = 0,045 \cdot p \cdot D_m \quad (14.2.9.2-4)$$

- $s$  – grubość ściany, [mm];  
 $p$  – ciśnienie obliczeniowe (patrz 14.2.2), [MPa];  
 $D_m$  – średnia średnica, [mm];



- $\sigma$  – naprężenie dopuszczalne (patrz 14.2.4.5), [MPa];
- $c$  – naddatek do grubości obliczeniowej (patrz 14.2.7), [mm];
- $l$  – obliczeniowa długość części cylindrycznej między usztywnieniami, [mm].

Za usztywnienia mogą być uważane denka czołowe, a także pierścienie usztywniające (rys. 14.2.9.2) lub podobne konstrukcje.



Rys. 14.2.9.2

**14.2.9.3** Rejon otworów i wycięć w ścianach elementów cylindrycznych i kulistych należy wzmocnić zgodnie z wymaganiami 14.2.17.

#### 14.2.10 Elementy stożkowe

**14.2.10.1** Grubość ścian elementów stożkowych poddanych ciśnieniu od wewnątrz nie powinna być mniejsza:

- .1 dla  $\alpha \leq 70^\circ$  – od większej wartości określonej wg wzorów:

$$s = \frac{D_a p y}{4\sigma\varphi} + c, \quad [\text{mm}] \quad (14.2.10.1.1-1)$$

oraz

$$s = \frac{D_c p y}{(4\sigma\varphi - p)\cos\alpha} + c, \quad [\text{mm}] \quad (14.2.10.1.1-2)$$

- .2 dla  $\alpha > 70^\circ$  – od wartości określonej wg wzoru:

$$s = 0,3[D_a - (r + s)] \sqrt{\frac{p}{\sigma\varphi} \cdot \frac{\alpha}{90^\circ}} + c, \quad [\text{mm}] \quad (14.2.10.1.2)$$

- $s$  – grubość ściany, [mm];
- $D_c$  – średnica obliczeniowa (rys. 14.2.10.1.2-1 do 14.2.10.1.2-4), [mm];
- $D_a$  – średnica zewnętrzna (rys. 14.2.10.1.2-1 do 14.2.10.1.2-4), [mm];
- $p$  – ciśnienie obliczeniowe (patrz 14.2.2), [MPa];
- $y$  – współczynnik kształtu (patrz tabela 14.2.10.1);
- $\alpha, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  – kąty (rys. 14.2.10.1.2-1 ÷ 14.2.10.1.2-4), [°];
- $\sigma$  – naprężenie dopuszczalne (patrz 14.2.4.5), [MPa];
- $\varphi$  – współczynnik wytrzymałości (patrz 14.2.6); przy stosowaniu wzorów 14.2.10.1.1-1 i 14.2.10.1.2 należy przyjmować wielkość tego współczynnika dla szwu obwodowego, a przy stosowaniu wzoru 14.2.10.1.1-2 dla szwu wzdłużnego; dla segmentów pierścieniowych bez szwu oraz w przypadkach, gdy szew obwodowy jest oddalony od krawędzi o więcej niż:

$$0,5 \sqrt{\frac{D_a s}{\cos\alpha}} \quad \text{należy przyjmować } \varphi = 1;$$

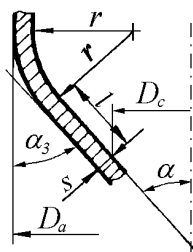
- $r$  – promień zaokrąglenia krawędzi (rys. 14.2.10.1.2-1, 14.2.10.1.2-2 i 14.2.10.1.2-4), [mm];  
 $c$  – naddatek do grubości obliczeniowej (patrz 14.2.7), [mm].

**Tabela 14.2.10.1**

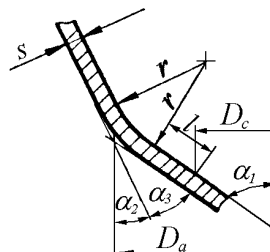
$\alpha$ , stopnie	Wartość współczynnika kształtu $y$ przy wartości $r/D_a$											
	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50
10	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
20	2,0	1,8	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
30	2,7	2,4	2,2	2,0	1,8	1,7	1,6	1,4	1,3	1,1	1,1	1,1
45	4,1	3,7	3,3	3,0	2,6	2,4	2,2	1,9	1,8	1,4	1,1	1,1
60	6,4	5,7	5,1	4,7	4,0	3,5	3,2	2,8	2,5	2,0	1,4	1,1
75	13,6	11,7	10,7	9,5	7,7	7,0	6,3	5,4	4,8	3,1	2,0	1,1

**Uwaga:**

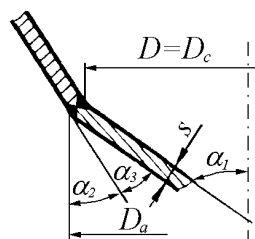
Dla złączy spawanych, w których spoina tworzy krawędź dwóch elementów (patrz rys. 14.2.10.1.2-3), współczynnik kształtu  $y$  należy określać przyjmując  $r/D_a = 0,01$ .



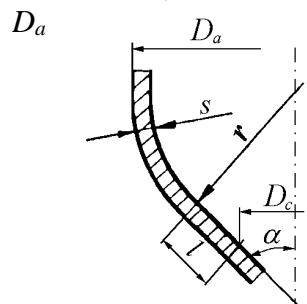
Rys. 14.2.10.1.2-1



Rys. 14.2.10.1.2-2



Rys. 14.2.10.1.2-3



Rys. 14.2.10.1.2-4

- $l$  – odległość wzdłuż tworzącej od krawędzi dużej średnicy części stożkowej, przyjmowana jako dziesięciokrotność grubości ściany, lecz nie większa niż połowa długości tworzącej element stożkowy (rys. 14.2.10.1.2-1, 14.2.10.1.2-2 i 14.2.10.1.2-4), [mm].

**14.2.10.2** Grubość ścian elementów stożkowych poddanych ciśnieniu zewnętrznemu należy określać według 14.2.10.1 pod warunkiem spełnienia następujących wymagań:

- 1 współczynnik wytrzymałości złącza spawanego  $\varphi$  należy przyjmować jako równy 1;
- 2 naddatek  $c$  należy przyjmować równy 2 mm;
- 3 średnicę obliczeniową  $D_c$  należy obliczać wg wzoru:

$$D_c = \frac{d_1 + d_2}{2 \cos \alpha}, \quad [\text{mm}] \quad (14.2.10.2.3)$$

$d_1, d_2$  – odpowiednio największa i najmniejsza wewnętrzna średnica stożka, [mm];

- 4 w przypadku gdy  $\alpha < 45$ , należy wykazać, że ściany nie ulegają odkształceniom trwałym; ciśnienie  $p_1$ , przy którym powstaje odkształcenie trwałe, należy obliczać wg wzoru:

$$p_1 = 26E10^{-6} \frac{D_c}{l_1} \left[ \frac{100(s-c)}{D_c} \right]^2 \sqrt{\frac{100(s-c)}{D_c}}, \quad [\text{MPa}] \quad (14.2.10.2.4)$$

$E$  – moduł sprężystości, [MPa];

$l_1$  – największa długość stożka lub odstęp między jego utwierdzeniami, [mm].

Warunkiem niewystępowania odkształceń trwałych ścian stożka jest spełnienie zależności  $p_1 > p$  ( $p$  – ciśnienie obliczeniowe, [MPa]).

**14.2.10.3** Złącza spawane, takie jak na rys. 14.2.10.1.2-3, mogą być stosowane tylko przy wielkości kąta  $\alpha_3 \leq 30^\circ$  i grubości ściany  $s \leq 20$  mm. Połączenie powinno być wykonane przy zastosowaniu spawania obustronnego. W przypadku stożkowych segmentów pierścieniowych, dla których kąt  $\alpha \geq 70^\circ$ , złącza spawane mogą być wykonywane bez ukosowania krawędzi, pod warunkiem spełnienia wymagań 14.2.10.2.

**14.2.10.4** Rejon otworów i wycięć w ścianach stożkowych należy wzmocnić zgodnie z wymaganiami podrozdziału 14.2.17.

### 14.2.11 Płaskie dna i pokrywy

**14.2.11.1** Grubość niewzmocnionych ściągami płaskich den i pokryw przyspawanych lub mocowanych śrubami (rys. 14.2.11.1-1 do 14.2.11.1-8 oraz rys. 1.2 z Załącznika) nie powinna być mniejsza od określonej wg wzoru:

$$s = KD_c \sqrt{\frac{p}{\sigma}} + c, \quad [\text{mm}] \quad (14.2.11.1-1)$$

$s$  – grubość ściany, [mm];

$K$  – współczynnik obliczeniowy dla konstrukcji przedstawionych na rysunkach 14.2.11.1-1 do 14.2.11.1-8 i lp. 1.1 do 1.6 z Załącznika;

$D_c$  – średnica obliczeniowa (rys. 14.2.11.1-2 do 14.2.11.1-7 oraz rys. lp. 1.2 z Załącznika), [mm]; dla den przedstawionych na rys. 14.2.11.1-1 i na rys. lp. 1.1 z Załącznika średnicę obliczeniową należy określać wg wzoru:

$$D_c = D - r, \quad [\text{mm}] \quad (14.2.11.1-2)$$

dla pokryw prostokątnych lub owalnych średnicę obliczeniową należy określać wg wzoru:

$$D_c = m \sqrt{\frac{2}{1 + \left(\frac{m}{n}\right)^2}}, \quad [\text{mm}] \quad (14.2.11.1-3)$$

$D_b$  – średnica okręgu, na którym rozmieszczone są śruby (rys. 14.2.11.1-6), [mm];

$D$  – średnica wewnętrzna, [mm];

$n$  i  $m$  – odpowiednio największa i najmniejsza długość osi lub boków otworu, mierzona od osi podziałowej uszczelnienia, [mm] (rys. 14.2.11.1-8);

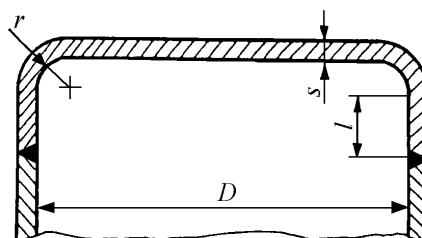
$r$  – wewnętrzny promień zaoblęcia obrzeża dna przy dnach wytłaczanych, [mm];

$p$  – ciśnienie obliczeniowe (patrz 14.2.2), [MPa];

$\sigma$  – naprężenie dopuszczalne (patrz 14.2.4.5), [MPa];

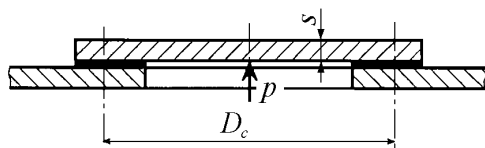
$c$  – naddatek do grubości obliczeniowej (patrz 14.2.7), [mm];

$l$  – długość części cylindrycznej dna (rys. 14.2.11.1-1 oraz lp. 1.1 z Załącznika), [mm].



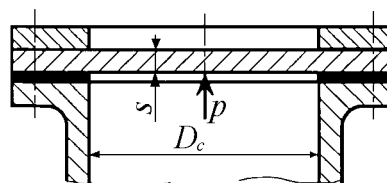
$$K = 0,30$$

Rys. 14.2.11.1-1



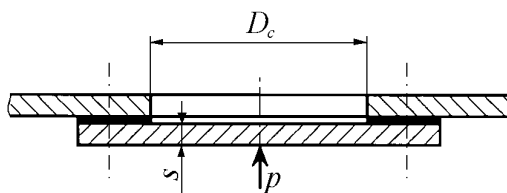
$$K = 0,41$$

Rys. 14.2.11.1-2



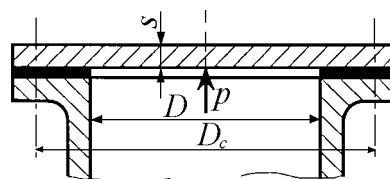
$$K = 0,41$$

Rys. 14.2.11.1-4



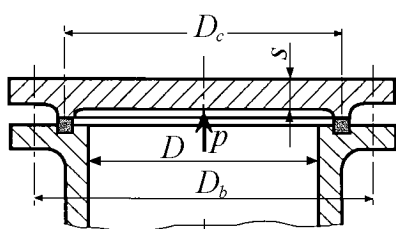
$$K = 0,45$$

Rys. 14.2.11.1-3



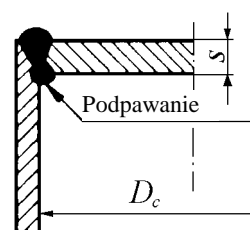
$$K = 0,35$$

Rys. 14.2.11.1-5



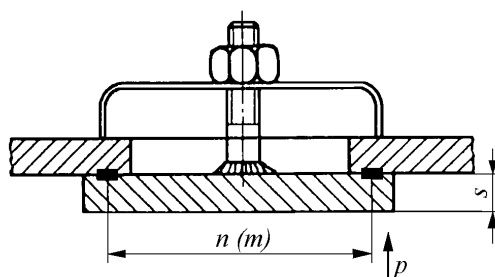
$D_b/D$	$K$
1,25	0,6
1,50	0,7
1,75	0,8

Rys. 14.2.11.1-6



$$K = 0,50$$

Rys. 14.2.11.1-7



$$K = 0,53$$

Rys. 14.2.11.1-8

**14.2.11.2** Grubość den przedstawionych w Załączniku na rys. lp. 1.2 nie powinna być mniejsza od określonej wg wzoru 14.2.11.1-1. Ponadto powinny być spełnione następujące warunki:

.1 dla den okrągłych

$$0,77s_1 \geq s_2 \geq \frac{1,3p}{\sigma} \left( \frac{D_c}{2} - r \right) \quad (14.2.11.2.1)$$

.2 dla den prostokątnych

$$0,55s_1 \geq s_2 \geq \frac{1,3p}{\sigma} \cdot \frac{nm}{(n+m)} \quad (14.2.11.2.2)$$

- $s$  – grubość dna, [mm];
- $s_1$  – grubość płaszcza, [mm];
- $s_2$  – grubość dna w obrębie rowka odciążającego, [mm].

Określenie pozostałych symboli – patrz 14.2.11.1.

Grubość  $s_2$  w każdym przypadku powinna być nie mniejsza niż 5 mm.

Powyższe warunki odnoszą się do den o średnicy lub długości boków nie większej niż 200 mm. Wymiary rowków odciążających dla den o średnicy lub długości boków większej od 200 mm będą odrębnie rozpatrywane przez PRS.

#### 14.2.12 Płaskie ściany i dna z zaoblonymi obrzeżami

**14.2.12.1** Przy obliczaniu grubości ścian płaskich i den zaoblenie obrzeża może być uwzględnione tylko wówczas, gdy wewnętrzny promień zaoblęcia nie jest mniejszy niż podany w tabeli 14.2.12.1.

**Tabela 14.2.12.1**

Zewnętrzna średnica dna, [mm]	Wewnętrzny promień zaoblęcia, [mm]
do 350	25
ponad 350 do 500	30
ponad 500 do 950	35

Wewnętrzny promień zaoblęcia obrzeża nie powinien być mniejszy niż 1,3 grubości ściany.

**14.2.12.2** Długość części cylindrycznej obrzeża płaskiego dna zaoblonego nie powinna być mniejsza niż długość wynikająca ze wzoru:

$$l = 0,5\sqrt{Ds}$$

gdzie:  $l$ ,  $D$ ,  $s$  – patrz rys. 14.2.11.1-1.

#### 14.2.13 Wzmocnienie otworów w płaskich ścianach

**14.2.13.1** W płaskich ścianach, dnach i pokrywach otwory o średnicy większej od czterech grubości ściany powinny być wzmocnione przyspawanymi elementami rurowymi lub nakładkami, względnie przez zwiększenie obliczeniowej grubości ściany. Brzegi otworów powinny być odległe od obrysu średnicy obliczeniowej o co najmniej 0,125 tej średnicy.

**14.2.13.2** Jeżeli rzeczywista grubość ściany jest większa od obliczonej wg wzoru 14.2.11.1-1, to największą średnicę otworu nie wymagającego wzmocnienia należy określić wg wzoru:

$$d = 8s_r \left( 1,5 \frac{s_r^2}{s^2} - 1 \right), \quad [\text{mm}] \quad (14.2.13.2)$$

$d$  – średnica otworu nie wymagającego wzmocnienia, [mm];

$s_r$  – rzeczywista grubość ściany, [mm];

$s$  – obliczeniowa grubość ściany określona wg wzoru 14.2.11.1-1, [mm].

**14.2.13.3** Dla otworów o średnicach większych od określonych w 14.2.13.1 i 14.2.13.2 należy przewidzieć wzmocnienie krawędzi otworu, tak aby spełniony był warunek:

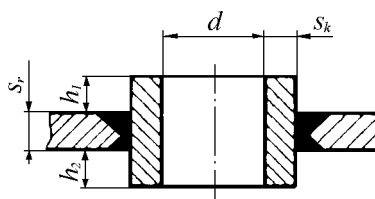
$$s_k \left( \frac{h^2}{s_r^2} - 0,65 \right) \geq 0,65 d - 1,4 s_r \quad (14.2.13.3)$$

$s_k$  – grubość ściany króćca, [mm], (rys. 14.2.13.3);

$d$  – średnica wewnętrzna króćca, [mm];

$s_r$  – patrz 14.2.13.2, [mm];

$h = h_1 + h_2$ , [mm], (rys. 14.2.13.3).



Rys. 14.2.13.3

## 14.2.14 Ściany sitowe

**14.2.14.1** Grubość  $s_1$  płaskich ścian sitowych wymienników ciepła nie powinna być mniejsza od określonej wg wzoru:

$$s_1 = 0,9 K D_w \sqrt{\frac{P}{\sigma \varphi}} + c, \quad [\text{mm}] \quad (14.2.14.1)$$

$K$  – współczynnik zależny od stosunku grubości ściany korpusu  $s$  do grubości ściany sitowej  $s_1$ ; dla ścian sitowych przyspawanych do korpusu  $K$  należy wyznaczyć z wykresu 14.2.14.1 przy wstępnym założeniu grubości  $s_1$ , a jeżeli różnica między założoną i obliczoną wg wzoru 14.2.14.1 wartością  $s_1$  przekracza 5%, obliczenia należy skorygować;

dla ściany sitowej umocowanej między kołnierzami korpusu i pokrywy śrubami jedno- lub dwustronnymi  $K = 0,5$ ;

$D_w$  – wewnętrzna średnica korpusu, [mm];

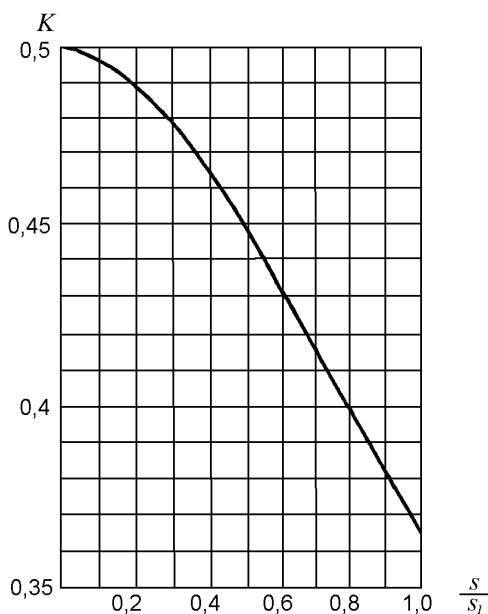
$P$  – ciśnienie obliczeniowe (patrz 14.2.2), [MPa];

$\sigma$  – naprężenie dopuszczalne (patrz 14.2.4.5), [MPa];

dla wymienników ciepła o sztywnej konstrukcji, w których materiały korpusu i rur mają różne współczynniki wydłużenia cieplnego, wartość  $\sigma$  należy zmniejszyć o 10%;

$\varphi$  – współczynnik wytrzymałości ściany sitowej osłabionej otworami na rury (patrz 14.2.14.2);

$c$  – naddatek do grubości obliczeniowej, [mm] (patrz 14.2.7).



Rys. 14.2.14.1

**14.2.14.2** Współczynnik wytrzymałości ściany sitowej przy  $0,75 > \frac{d}{a} > 0,4$  i  $\frac{D_w}{s_1} \geq 40$  należy obli-

czyć wg wzorów:

– przy rozmieszczeniu otworów według trójkąta równobocznego:

$$\varphi = 0,935 - 0,65 \frac{d}{a} \quad (14.2.14.2-1)$$

– przy rzędowym lub przestawnym rozmieszczeniu otworów:

$$\varphi = 0,975 - 0,68 \frac{d}{a_2} \quad (14.2.14.2-2)$$

$d$  – średnica otworów w ścianie sitowej, [mm];

$a$  – rozstaw osi otworów rozmieszczonych trójkątnie, [mm];

$a_2$  – mniejszy z rozstawów osi otworów rozmieszczonych rzędowo lub przestawnie (a także współśrodkowo na okręgach), [mm].

**14.2.14.3** Dla wartości ilorazu  $\frac{d}{a} = 0,75 \div 0,80$  grubość ściany sitowej wg wzoru 14.2.14.1 powinna spełniać warunek:

$$f_{\min} \geq 5d$$

$f_{\min}$  – minimalny dopuszczalny przekrój mostka w ścianie sitowej, [mm<sup>2</sup>].

Dla innych wartości  $\frac{d}{a}$  i  $\frac{D_w}{s_1}$  oraz dla wymienników ciepła o sztywnej konstrukcji i o różnicy śred-

nich temperatur przekraczającej 50°C grubość ścian sitowych podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**14.2.14.4** Grubość ścian sitowych z rurami rozwalcowanymi, oprócz spełnienia wymagań 14.2.14.1, powinna spełniać warunek:

$$s \geq 10 + 0,125d, \quad [\text{mm}] \quad (14.2.14.4)$$

Rozwalcowane połączenia rur ze ścianami sitowymi powinny odpowiadać również wymaganiom 14.2.18.1, 14.2.18.2 i 14.2.18.3.

### 14.2.15 Dna wypukłe

**14.2.15.1** Grubość den wypukłych pełnych i z otworami, poddanych ciśnieniu od wewnątrz lub z zewnątrz (rys. 14.2.15.1), nie powinna być mniejsza od określonej wg wzoru:

$$s = \frac{D_a p y}{4 \sigma \varphi} + c, \quad [\text{mm}] \quad (14.2.15.1)$$

$s$  – grubość ściany dna, [mm];

$p$  – ciśnienie obliczeniowe, [MPa];

$D_a$  – średnica zewnętrzna dna, [mm].

Zaoblenie dna należy przyjmować w obrębie nie mniejszym niż 0,1  $D_a$  od zewnętrznej krawędzi cylindrycznej części dna (rys. 14.2.15.1);

$\varphi$  – współczynnik wytrzymałości (patrz 14.2.6);

$\sigma$  – naprężenie dopuszczalne (patrz 14.2.4.5), [MPa];

$y$  – współczynnik kształtu, zależny od stosunku wysokości dna do jego średnicy zewnętrznej i od wartości osłabienia otworami, przyjmowany według tabeli 14.2.15.1; przy pośrednich wartościach

$\frac{h_a}{D}$  i  $\frac{d}{\sqrt{D_a s}}$  wartość  $y$  można określić przez interpolację liniową.

Dla określenia  $y$  z tabeli 14.2.15.1 wartość  $s$  należy przyjąć wstępnie z szeregu grubości znormalizowanych. Ostatecznie przyjęta wartość  $s$  nie powinna być mniejsza od określonej wg wzoru 14.2.15.1.

Dla den eliptycznych i skrzynkowych  $R_w$  jest największym promieniem krzywizny.





**Tabela 14.2.15.3**

Temperatura obliczeniowa $T$ , [°C]	20	250	300	400	500
Moduł sprężystości dla stali $E_r$ , [MPa]	206 000	186 000	181 000	172 000	162 000

**14.2.15.4** Minimalna grubość ścianek stalowych den wypukłych nie powinna być mniejsza niż 5 mm. Dla den wykonanych ze stopów metali nieżelaznych i ze stali nierdzewnych grubość ta może być zmniejszona po uzgodnieniu z PRS.

**14.2.15.5** Możliwość zastosowania den wypukłych spawanych z części podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

#### 14.2.16 Dna talerzowe

Grubość ściany dna talerzowego bez otworów (rys. 14.2.16), poddanego ciśnieniu od wewnątrz, nie powinna być mniejsza od określonej wg wzoru:

$$s = \frac{3Dp}{\sigma} + c, \quad [\text{mm}] \quad (14.2.16)$$

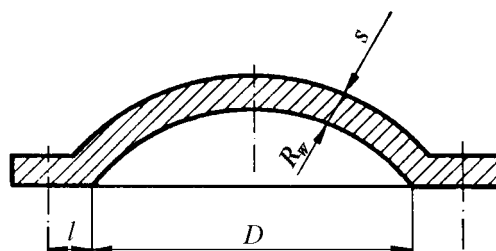
$s$  – grubość ściany, [mm];

$p$  – ciśnienie obliczeniowe (patrz 14.2.2), [MPa];

$D$  – średnica wewnętrzna dna talerzowego, przyjmowana jako równa średnicy wewnętrznej płaszczki, [mm];

$\sigma$  – naprężenie dopuszczalne (patrz 14.2.4.5), [MPa];

$c$  – naddatek do grubości obliczeniowej (patrz 14.2.7), [mm].



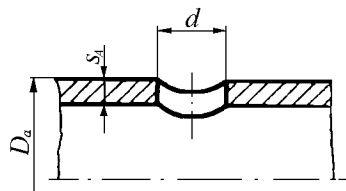
Rys. 14.2.16

Można stosować dna talerzowe o średnicy wewnętrznej  $D$  do 500 mm i dla ciśnień obliczeniowych nie większych niż 1,5 MPa. Promień krzywizny dna  $R_w$  powinien być nie większy niż  $1,2D$ , a odległość  $l$  nie większa niż  $2s$ .

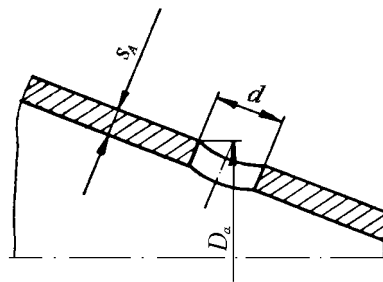
#### 14.2.17 Otwory w ścianach cylindrycznych, kulistych i stożkowych oraz w dnach wypukłych

**14.2.17.1** Rejonny otworów powinny być wzmocnione. Dopuszcza się następujące sposoby wzmocnienia:

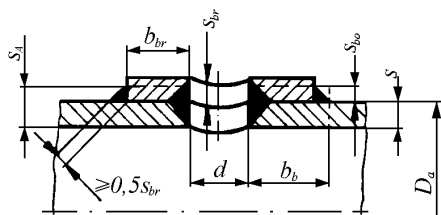
- .1 zwiększenie grubości ściany w stosunku do grubości obliczeniowej (rys. 14.2.17.1-1 i 14.2.17.1-2);
- .2 zastosowanie okrągłych nakładek, połączonych ze wzmocnianą ścianą za pomocą spawania (rys. 14.2.17.1-3 i 14.2.17.1-4);
- .3 zastosowanie przyspawanych elementów rurowych: króćców, tulei itp. (rys. 14.2.17.1-5 do 14.2.17.1-7).



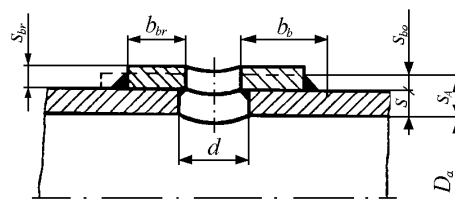
Rys. 14.2.17.1-1



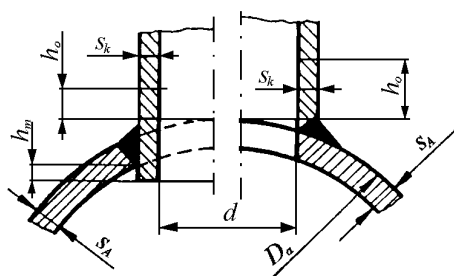
Rys. 14.2.17.1-2



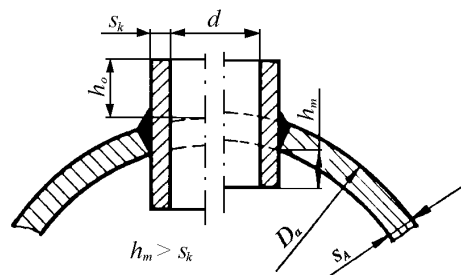
Rys. 14.2.17.1-3



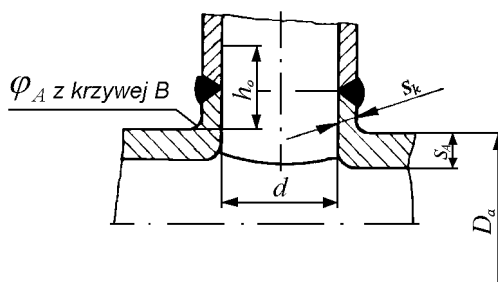
Rys. 14.2.17.1-4



Rys. 14.2.17.1-5



Rys. 14.2.17.1-6



Rys. 14.2.17.1-7

Spawanie wzmocnień otworów pokazane na rys. 14.2.17.1-5 do 14.2.17.1-7 zaleca się wykonywać przy zastosowaniu usuwanej podkładki lub innych sposobów zapewniających uzyskanie odpowiedniego przetopu w złączu spawanym.

**14.2.17.2** Grubości ścian, w których przewidziano otwory, powinny spełniać wymagania 14.2.8 i 14.2.9 dla ścian cylindrycznych, 14.2.10 – dla ścian stożkowych i 14.2.15 – dla den wypukłych.

**14.2.17.3** Materiały wzmocniającej ściany i wzmocnień powinny w miarę możliwości mieć jednakowe własności wytrzymałościowe. Jeżeli własności elementów wzmocniających są niższe od własności wytrzymałościowych wzmocniającej ściany, to powierzchnia przekroju elementów wzmocniających powinna być odpowiednio zwiększona.

Należy zapewnić właściwe połączenie wzmocnień ze wzmocnianą ścianą.

**14.2.17.4** Otwory w ścianach powinny być oddalone od złączy spawanych o co najmniej 3 grubości ściany, lecz nie mniej niż o 50 mm. Rozmieszczenie otworów w odległości od złączy mniejszej niż 50 mm podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**14.2.17.5** Średnica otworu (lub największy wymiar w przypadku otworów innych niż okrągłe) nie powinna przekraczać 500 mm. Zastosowanie otworów o większych wymiarach podlega każdorazowo odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**14.2.17.6** Grubość ścian elementów rurowych (króćców, tulei) przyspawanych do ścian zbiorników ciśnieniowych i wymienników ciepła nie powinna być w zasadzie mniejsza niż 5 mm. Stosowanie takich elementów ze ścianami cieńszymi niż 5 mm podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**14.2.17.7** Wzmocnienie rejonu otworu może być osiągnięte przez zwiększenie grubości ściany ponad grubość obliczeniową. W takim przypadku zwiększona grubość ściany  $s_A$  nie powinna być mniejsza od określonej wg wzorów:

dla ścian cylindrycznych

$$s_A = \frac{pD_a}{2\sigma\varphi_A + p} + c, \quad [\text{mm}] \quad (14.2.17.7-1)$$

dla ścian kulistych

$$s_A = \frac{pD_a}{4\sigma\varphi_A + p} + c, \quad [\text{mm}] \quad (14.2.17.7-2)$$

dla ścian stożkowych

$$s_A = \frac{pD_a}{(2\sigma\varphi_A - p)\cos\alpha} + c, \quad [\text{mm}] \quad (14.2.17.7-3)$$

$s_A$  – wymagana grubość ściany niewzmocnionej usztywnieniami, [mm];

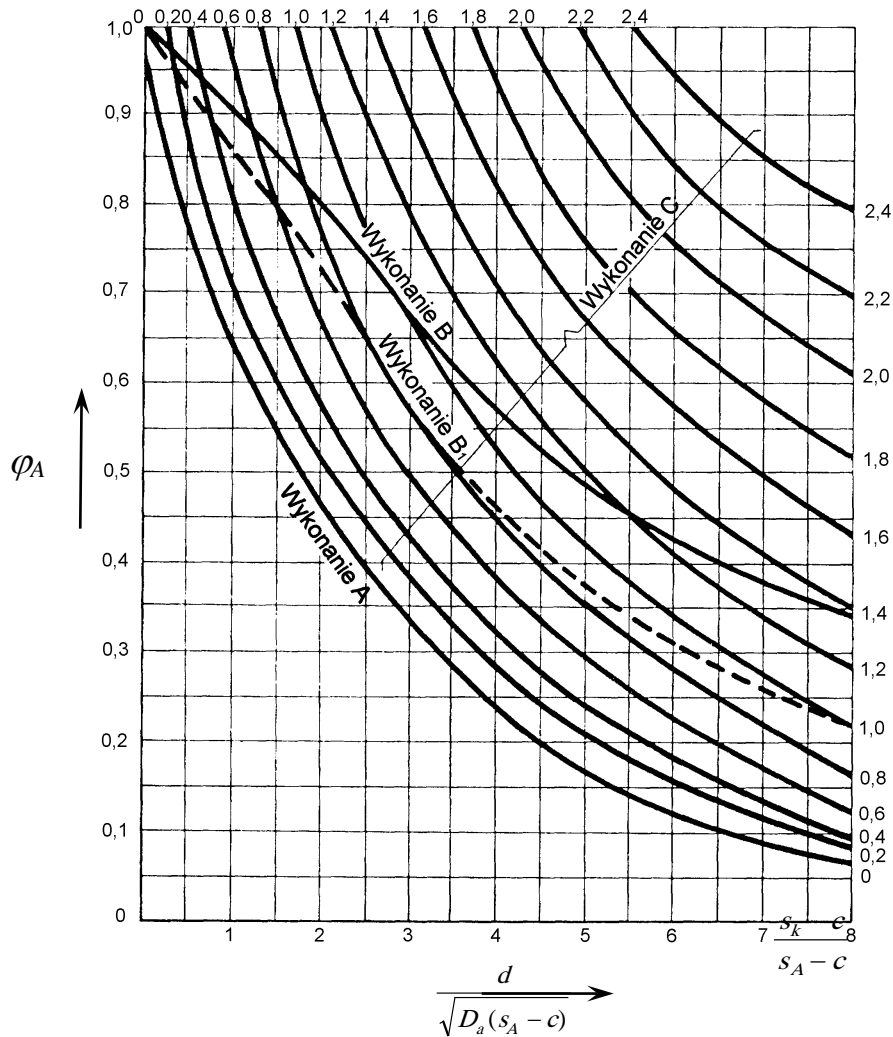
$\varphi_A$  – współczynnik wytrzymałości wzmocnionej ściany osłabionej otworem, określany w zależności od wielkości bezwymiarowego parametru  $\frac{d}{\sqrt{D_a(s_A - c)}}$  z krzywej wykonania A (wykres 14.2.17.7);

należy przy tym do określenia tego parametru przyjmować wielkość  $s_A$  obliczoną wg wzorów 14.2.17.7-1 do 14.2.17.7-3;

$d$  – średnica otworu (wewnętrzna średnica króćca, tulei) lub wymiar w kierunku wzdłużnym osi otworu owalnego lub eliptycznego, [mm].

Określenia pozostałych symboli – patrz 14.2.8.2 i 14.2.10.1.

$$\frac{s_k - c}{s_A - c}$$



Wykres 14.2.17.7

**14.2.17.8** W przypadku wzmacniania rejonu otworów w ścianach cylindrycznych, kulistych i stożkowych okrągłymi nakładkami, wymiary ich należy określać wg wzorów:

$$b_b = \sqrt{D_a(s_A - c)}, \quad [\text{mm}] \quad (14.2.17.8-1)$$

$$s_{bo} \geq s_A - s_r, \quad [\text{mm}] \quad (14.2.17.8-2)$$

$b_b$  – największa efektywna szerokość nakładki (rys. 14.2.17.1-3 i 14.2.17.1-4), [mm];

$s_{bo}$  – wysokość (grubość) nakładki (rys. 14.2.17.1-3 i 14.2.17.1-4), [mm];

$s_A$  – łączna grubość wzmacnianej ściany i nakładki, określana zgodnie z 14.2.17.7, [mm];

$s_r$  – rzeczywista grubość wzmacnianej ściany, [mm].

Określenia pozostałych symboli – patrz 14.2.17.7.

W przypadku zastosowania nakładki o rzeczywistej szerokości mniejszej od wynikającej z 14.2.17.8-1, grubość nakładki powinna być odpowiednio zwiększona zgodnie ze wzorem:

$$s_{br} \geq s_{bo} \frac{1 + \frac{b_b}{b_{br}}}{2}, \quad [\text{mm}] \quad (14.2.17.8-3)$$

$s_{br}$  – rzeczywista wysokość (grubość) nakładki, [mm];

$b_{br}$  – rzeczywista szerokość nakładki, [mm].

Wysokość spoiny mocującej nakładkę na ścianie nie powinna być mniejsza niż  $0,5 s_{br}$  (rys. 14.2.17.1-3).

**14.2.17.9** Przyspawane elementy rurowe, stosowane do wzmocnienia rejonu otworów w ścianach cylindrycznych, kulistych i stożkowych, powinny mieć wymiary nie mniejsze niż określone poniżej:

- .1 Grubość ściany  $s_k$  wzmocnienia rurowego (króćca, tulei itp.), [mm], należy określać w zależności od bezwymiarowego parametru:

$$\frac{d}{\sqrt{D_a(s_A - c)}}$$

i współczynnika wytrzymałości  $\varphi_A$ , z krzywej wykonania  $C$  na wykresie 14.2.17.7. Zamiast wielkości  $\varphi_A$  i  $s_A$  na wykresie 14.2.17.7 należy przyjąć wielkości  $\varphi_r$  i  $s_r$ , które w tym przypadku oznaczają:

$s_r$  – rzeczywista grubość ściany, [mm];

$\varphi_r$  – rzeczywisty współczynnik wytrzymałości ściany o grubości  $s_r$ , określany przy pomocy wzorów 14.2.8.2-1, 14.2.8.2-2, 14.2.8.3-1, 14.2.8.3-2 i 14.2.10.1.2 przez ich przekształcenie dla obliczenia wielkości  $\varphi$ .

Przy pomocy odczytanego z wykresu 14.2.17.7 stosunku:

$$\frac{s_k - c}{s_A - c}$$

należy określić najmniejszą grubość króćca lub tulei  $s_k$ , [mm]. W stosunku tym jako  $s_A$  należy przyjmować rzeczywistą grubość  $s_r$ .

- .2 Minimalną obliczeniową wysokość  $h_0$  wzmocnienia rurowego (króćca, tulei, rury), [mm], należy określać wg wzoru:

$$h_0 = \sqrt{d(s_k - c)} \quad (14.2.17.9.2-1)$$

W przypadku zastosowania wzmocnienia rurowego o rzeczywistej wysokości  $h_r$  mniejszej od wynikającej z 14.2.17.9.2-1, grubość  $s_k$  powinna być odpowiednio zwiększona zgodnie ze wzorem:

$$s_{kr} = s_k \frac{h_0}{h_r}, \quad [\text{mm}] \quad (14.2.17.9.2-2)$$

**14.2.17.10** Wymiary wzmocnień rejonów otworów w dnach wypukłych powinny być określone w następujący sposób:

- .1 W przypadku wzmocnienia przez zwiększenie grubości ściany należy we wzorze 14.2.15.1 zamiast współczynnika  $y$  przyjąć współczynnik  $y_A$ , określony w tabeli 14.2.15.1.
- .2 W przypadku zastosowania okrągłych nakładek wymiary tych nakładek powinny być określone zgodnie z 14.2.17.8, przy czym łączną grubość wzmacnianej ściany  $s_A$  należy określać wg wzoru:

$$s_A = \frac{P(R_W + s)y_0}{2\sigma\varphi_A} + c, \quad [\text{mm}] \quad (14.2.17.10.2)$$

$R_W$  – promień krzywizny wewnętrznej dna w rejonie otworu, [mm];

$y_0$  – współczynnik kształtu, określany z tabeli 14.2.15.1.

Pozostałe symbole – patrz 14.2.15.1 i 14.2.17.7.

- .3 W przypadku otworów ze wzmocnieniami rurowymi wymiary tych wzmocnień należy określać zgodnie z 14.2.17.9, z tym, że w bezwymiarowym parametrze

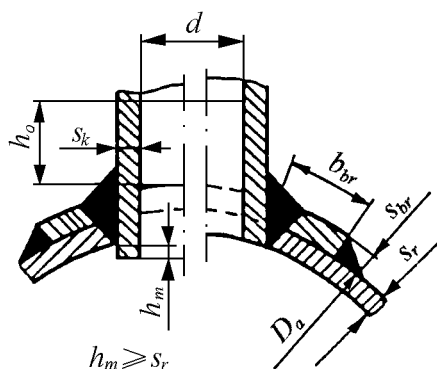
$$\frac{d}{\sqrt{D_a(s - c)}}$$

należy zamiast  $D_a$  podstawić wartość  $2(0,5D_a + s)$ , a rzeczywisty współczynnik wytrzymałości  $\varphi$  ściany dna o grubości  $s$  należy obliczać wg wzoru 14.2.15.1 dla  $\varphi$ , przyjmując  $\varphi = \varphi_A$ ,  $y = y_0$  i  $s = s_A$  (patrz 14.2.15.1).

**14.2.17.11** Dla przelotowych wzmocnień rurowych, których wewnętrzna wystająca część  $h_m \geq s_r$  (rys. 14.2.17.1-5 i 14.2.17.1-6), grubość ściany elementu rurowego może być zmniejszona o 20%, lecz nie może być mniejsza od grubości wymaganej dla ciśnienia obliczeniowego.

**14.2.17.12** Stosunek grubości ściany rurowego elementu wmacniającego  $s_k$  do grubości ściany wmacnianej  $s$  nie powinien być większy niż 2,4. Jeżeli ze względów konstrukcyjnych stosunek ten będzie większy od 2,4, to należy przyjąć w obliczeniach grubość elementu rurowego  $s_k$  nie większą niż 2,4 grubości ściany wmacniającej.

**14.2.17.13** Okrągłe nakładki i rurowe elementy wmacniające mogą być także stosowane razem jako wzmocnienia (rys. 14.2.17.13). W takim przypadku wymiary elementów wmacniających powinny być określone z równoczesnym uwzględnieniem wymagań odnoszących się do wzmocnień nakładkami i wzmocnień elementami rurowymi.



Rys. 14.2.17.13

**14.2.17.14** Dla króćców wytłaczanych ze ściany wmacnianej (rys. 14.2.17.1-7) grubość ściany  $s_A$  nie powinna być mniejsza od określonej wg wzorów 14.2.17.7-1 do 14.2.17.10.2.

Występujący w tych wzorach  $\varphi_A$  – współczynnik wytrzymałości ściany osłabionej króćcem wytłaczanym – należy określać na podstawie wykresu 14.2.17.7 w następujący sposób:

dla  $\frac{d}{D_a} \leq 0,4$  – z krzywej wykonania  $B$ ,

dla  $\frac{d}{D_a} = 1,0$  – z krzywej wykonania  $B_1$ ,

dla  $0,4 < \frac{d}{D_a} < 1,0$  – przez interpolację krzywych  $B$  i  $B_1$ .

Grubość ściany  $s_k$  w wyobleniu wytłaczanego króćca nie powinna być mniejsza od określonej wg wzoru:

$$s_k \geq s_A \frac{d}{D_a}, \quad [\text{mm}] \quad (14.2.17.14)$$

lecz nie mniejsza niż grubość ściany wymagana dla ciśnienia obliczeniowego.

**14.2.17.15** Wpływu otworów sąsiednich można nie uwzględniać, jeżeli spełniony będzie warunek:

$$(I + s_{kr1} + s_{kr2}) \geq 2\sqrt{D_a(s_r - c)} \quad (14.2.17.15-1)$$

$(I + s_{kr1} + s_{kr2})$  – odległość między dwoma otworami sąsiednimi (rys. 14.2.17.15-1 i 14.2.17.15-2), [mm];

$D_a$  – średnica zewnętrzna wmacnianej ściany, [mm];

$s_r$  – rzeczywista grubość wmacnianej ściany, [mm];

$c$  – naddatek do grubości obliczeniowej (patrz 14.2.7), [mm].

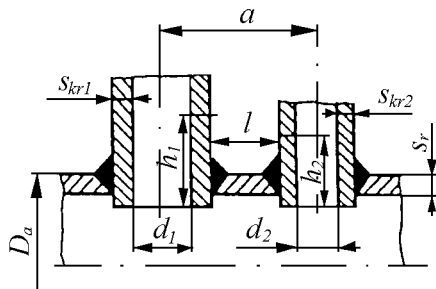
Jeżeli odległość  $(l + s_{kr1} + s_{kr2}) < \sqrt{D_a(s_r - c)}$ , to należy sprawdzić wielkość naprężenia powstającego na skutek działania ciśnienia obliczeniowego w przekroju ściany między otworami. Wzdłużne i poprzeczne naprężenia w tym przekroju nie powinny być większe od wielkości określonej z zależności:

$$\frac{F}{f_c} \leq \sigma \quad (14.2.17.15-2)$$

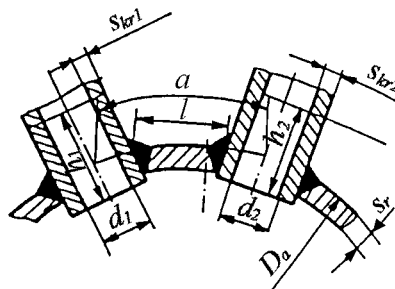
$\sigma$  – naprężenie dopuszczalne (patrz 14.2.4.5), [MPa];

$F$  – siła spowodowana ciśnieniem obliczeniowym, działająca na powierzchnię przekroju między otworami (patrz 14.2.17.16), [N];

$f_c$  – pole przekroju między otworami (patrz 14.2.17.17), [mm<sup>2</sup>].



Rys. 14.2.17.15-1



Rys. 14.2.17.15-2

**14.2.17.16** Siłę spowodowaną ciśnieniem obliczeniowym, działającą na powierzchnię przekroju między dwoma otworami, należy określać stosując wzory:

.1 dla otworów rozmieszczonych wzdłuż ścian cylindrycznych:

$$F_a = \frac{Dpa}{2}, \quad [\text{N}] \quad (14.2.17.16.1)$$

.2 dla otworów rozmieszczonych na okręgu ścian cylindrycznych lub stożkowych oraz w ścianach kulistych:

$$F_b = \frac{Dpa}{4}, \quad [\text{N}] \quad (14.2.17.16.2)$$

.3 dla otworów w dnach wypukłych:

$$F_b = \frac{R_B p a y}{2}, \quad [\text{N}] \quad (14.2.17.16.3-1)$$

$a$  – odległość między dwoma sąsiednimi otworami na okręgu (podziałka), mierzona po zewnętrznej stronie, jak pokazano na rys. 14.2.17.15-2, [mm];

$D$  – średnica wewnętrzna (dla ścian stożkowych mierzona w środku otworu), [mm];

$p$  – ciśnienie obliczeniowe, [MPa];

$R_B$  – wewnętrzny promień krzywizny (patrz 14.2.17.10), [mm];

$y$  – współczynnik kształtu (patrz 14.2.15.1).

Przy rozmieszczeniu otworów w ścianie cylindrycznej w rzędach skośnych, działającą siłę  $F$  należy obliczać wg wzoru, a otrzymany wynik mnożyć przez współczynnik:

$$K = 1 + \cos^2 \alpha \quad (14.2.17.16.3-2)$$

$\alpha$  – kąt nachylania rzędu otworów do kierunku wzdłużnego, w stopniach.

**14.2.17.17** Powierzchnię przekroju ściany między dwoma sąsiednimi otworami dla wzmocnień elementami rurowymi należy określać wg wzoru:

$$f_c = l(s - c) + 0,5[h_1(s_{kr1} - c) + h_2(s_{kr2} - c)], \quad [\text{mm}^2] \quad (14.2.17.17-1)$$

$h_1$  i  $h_2$  – wysokość wzmocnień, [mm], obliczona wg wzorów:

dla wzmocnień nieprzelotowych;

$$h_{1,2} = h_0 + s \quad (14.2.17.17-2)$$

dla wzmocnień przelotowych;

$$h_{1,2} = h_0 + s + h_m; \quad (14.2.17.17-3)$$

$l$  – szerokość mostka między dwoma sąsiednimi otworami (rys. 14.2.17.15-1 i 14.2.17.15-2), [mm];

$s$  – grubość wzmocnianej ściany, [mm];

$s_{kr1}$  i  $s_{kr2}$  – grubość ścianek rurowych elementów wzmocniających (rys. 14.2.17.15-1 i 14.2.17.15-2), [mm];

$c$  – naddatek do grubości obliczeniowej (patrz 14.2.7);

$h_0$  – wysokość obliczeniowa wzmocnienia rurowego (wzór 14.2.17.9.2-1), [mm];

$h_m$  – wysokość wzmocnienia rurowego wystająca do wnętrza (patrz rys. 14.2.17.1-5, 14.2.17.1-6 i 14.2.17.13), [mm].

Dla otworów wzmocnianych odmiennie (wzmocnienia kombinowane, wzmocnienia nakładkami itp.)  $f_c$  należy obliczać w taki sam sposób.

**14.2.17.18** Dla króćców wytłaczanych rozmieszczonych w jednym rzędzie należy sprawdzić, czy współczynnik wytrzymałości  $\varphi$  ścian osłabionych otworami, obliczony dla danego rzędu ze wzoru 14.2.6.2.1, nie jest mniejszy od współczynnika wytrzymałości  $\varphi_A$ , określonego z krzywych wykonania  $B$  i  $B_1$  na wykresie 14.2.17.7. W przypadku  $\varphi < \varphi_A$  dla określenia grubości ściany zgodnie z 14.2.17.14 należy przyjąć wartość współczynnika  $\varphi$ .

Wymaganie to odnosi się również do króćców przyspawanych rozmieszczonych w jednym rzędzie, których grubość ścian określona jest tylko dla ciśnienia działającego od wewnątrz.

## 14.2.18 Połączenia rozwalcowane rur w ścianach sitowych

**14.2.18.1** Należy sprawdzić połączenia rozwalcowane rur w ścianie sitowej na działanie siły poosiowej. Połączenie to uważa się za wystarczające, jeżeli wartość określona wg wzoru:

$$\frac{pf_s}{20sl} \quad (14.2.18.1)$$

wynosi nie więcej niż:

15 – dla połączeń gładkich,

30 – dla połączeń z rowkami uszczelniającymi,

40 – dla połączeń z wywiniętą krawędzią;

$p$  – ciśnienie obliczeniowe (patrz 14.2.2), [MPa];

$f_s$  – największy wycinek powierzchni ściany sitowej przypadający na jedną rurę, [mm<sup>2</sup>]. Wycinek ten jest ograniczony prostymi poprowadzonymi pod kątem prostym przez środki odcinków łączących oś rozpatrywanej rury z sąsiednimi rurami;

$s$  – grubość ścianki rury, [mm];

$l$  – długość rozwalcowania, [mm].

We wszystkich przypadkach należy przyjmować długość rozwalcowania  $l$  nie większą niż 40 mm.

**14.2.18.2** Długość rozwalcowania rur gładkich powinna być nie mniejsza od określonej wg wzoru:

$$l = \frac{pf_s K_r}{q}, \quad [\text{mm}] \quad (14.2.18.2-1)$$

gdzie:

$K_r = 5,0$  – współczynnik bezpieczeństwa złącza rozwalcowanego;

$p, f_s$  – patrz 14.2.18.1.

$q$  – wytrzymałość połączenia rury na 1 mm długości rozwalcowania, [N/mm], określona doświadczalnie z zależności:

$$q = \frac{F}{l_l}, \quad [\text{N/mm}] \quad (14.2.18.2-2)$$



gdzie:

$F$  – siła poosiowa niezbędna do wyciągnięcia zawalcowanej rury ze ściany sitowej, [N];

$l_l$  – długość rozwalcowania rury użytej do doświadczalnego określenia wartości  $q$ .

Dla rur rozwalcowanych długość rozwalcowania na ścianie sitowej nie powinna być mniejsza niż 12 mm. Przy rozwalcowanych połączeniach dla ciśnień roboczych przekraczających 1,6 MPa należy przewidzieć rowki uszczelniające.

## 15 INSTALACJE RUROCIĄGÓW

### 15.1 Klasa, materiał, wykonanie i zastosowanie rurociągów

**15.1.1** Wymagania zawarte w niniejszym podrozdziale dotyczą instalacji rurociągów powszechnie stosowanych na statkach i wykonanych ze stali węglowych, węglowo-manganowych, stopowych lub z metali nieżelaznych, wymienionych w zakresie rozpatrywanej dokumentacji (patrz też 15.1.9).

Nie dotyczą one otwartych rurociągów spalinowych z silników.

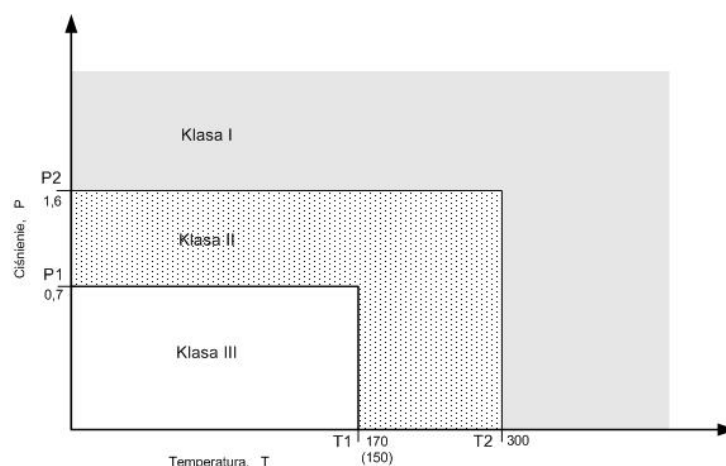
**15.1.2** W celu określenia zakresu prób, typu połączeń, rodzaju obróbki cieplnej i technologii spawania, rurociągi – w zależności od ich przeznaczenia i parametrów przepływającego czynnika – dzielą się na klasy zgodnie z tabelą 15.1.2.

**Tabela 15.1.2**  
**Klasy rurociągów**

Instalacja rurociągów przewodzących	Klasa I	Klasa II	Klasa III
Czynniki toksyczne <sup>2)</sup> i silnie korozyjne	Bez stosowania szczególnych środków zabezpieczających <sup>1)</sup>	Z zastosowaniem szczególnych środków zabezpieczających <sup>1)</sup>	
Czynniki palne o temperaturze roboczej wyższej niż temperatura zapłonu lub temperaturze zapłonu niższej niż 60°C; gazy skroplone	Bez stosowania szczególnych środków zabezpieczających <sup>1)</sup>	Z zastosowaniem szczególnych środków zabezpieczających <sup>1)</sup>	
Para <sup>4)</sup>	$p > 1,6$ lub $t > 300$	Każda kombinacja ciśnienia $p$ i temperatury $t$ nie należąca do zakresu klasy I lub III – patrz rys. 15.1.2	$p \leq 0,7$ i $t \leq 170$
Oleje grzewcze <sup>4)</sup>	$p > 1,6$ lub $t > 300$		$p \leq 0,7$ i $t \leq 150$
Paliwo, olej smarowy, palny olej hydrauliczny, ładunki ropy naftowej i jej produktów <sup>4)</sup>	$p > 1,6$ lub $t > 150$		$p \leq 0,7$ i $t \leq 60$
Inne czynniki <sup>4), 5), 6)</sup>	$p > 4,0$ lub $t > 300$		$p \leq 1,6$ i $t \leq 200$

#### Uwagi do tabeli 15.1.2

- <sup>1)</sup> Szczególne środki zabezpieczające mają na celu zmniejszenie możliwości wycieku i niedopuszczenie do spowodowania szkód w najbliższym otoczeniu lub osiągnięcia potencjalnych źródeł zapłonu; zalicza się do nich np.: kanały, osłony, ekrany itp.
- <sup>2)</sup> Rurociągi przewodzące czynniki toksyczne zalicza się do klasy I.
- <sup>3)</sup> Z wyjątkiem instalacji ładunkowych ropy naftowej i jej produktów.
- <sup>4)</sup>  $p$  – ciśnienie obliczeniowe, [MPa], (patrz 15.2.1).  
 $t$  – temperatura obliczeniowa, [°C], (patrz. 15.2.1).
- <sup>5)</sup> Łącznie z wodą, powietrzem, gazami i niepalnymi olejami hydraulicznymi.
- <sup>6)</sup> Rurociągi o otwartych końcach (spustowe, przelewowe, odpowietrzające, spalinowe i odprowadzające parę z zaworów bezpieczeństwa) zalicza się do klasy III.



Rys. 15.1.2

**15.1.3** Materiały na rury i armaturę oraz ich badania powinny spełniać wymagania *Części IX – Materiały i spawanie*.

Materiały na rury i armaturę przeznaczone dla czynników silnie korodujących podlegają w każdym przypadku odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

Prefabrykacja rurociągów powinna odpowiadać wymaganiom zawartym w *Publikacji Nr 23/P – Prefabrykacja rurociągów*.

**15.1.4** Rury stalowe rurociągów klas I i II powinny być rurami bez szwu, wykonanymi na gorąco lub zimno. Można również stosować rury spawane, uznane przez PRS za równorzędne z rurami bez szwu.

**15.1.5** Z żeliwa sferoidalnego o strukturze ferrytycznej (o wartości względnego wydłużenia próbki  $A_5$  nie mniejszej niż 12 %) można wykonywać rury i armaturę dla czynników o temperaturze nie wyższej niż 350 °C, w tym:

- rurociągi żęzowe, balastowe i ładunkowe instalowane w obrębie zbiorników dna podwójnego lub zbiorników ładunkowych, [GL/10-2pkt.2.3]
- armaturę burtową, armaturę instalowaną na grodzi zderzeniowej i na zbiornikach paliwa i oleju.

Zastosowanie tego żeliwa na inną armaturę i rury oraz na rurociągi klasy II i III podlega każdorazowo odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**15.1.6** Z żeliwa szarego można wykonywać rurociągi klasy III oraz rurociągi ładunkowe i resztkowe prowadzone wewnątrz zbiorników ładunkowych na zbiornikowcach olejowych.

Zastosowanie rur i armatury z żeliwa szarego na rurociągi o innym przeznaczeniu podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

Z żeliwa szarego nie powinny być wykonywane:

- rury i armatura dla czynników o temperaturze wyższej niż 220 °C,
- rury i armatura podlegające uderzeniom hydraulicznym lub większym odkształceniom i wibracjom,
- armatura i rurociągi w instalacjach gaśniczych,
- rury połączone bezpośrednio z poszyciem zewnętrznym kadłuba,
- armatura instalowana na poszyciu zewnętrznym kadłuba i na grodzi zderzeniowej,
- armatura instalowana bezpośrednio na zbiornikach paliwa, oleju smarowego i innych olejów łatwo zapalnych znajdujących się pod ciśnieniem hydrostatycznym, o ile nie zastosowano skutecznego zabezpieczenia przed jej uszkodzeniem.

**15.1.7** Rury z miedzi i jej stopów powinny być bez szwu lub innego typu, zatwierdzonego przez PRS. Dla rurociągów klas I i II rury te powinny być bez szwu.

Rury i armatura z miedzi i jej stopów nie powinny być stosowane dla czynników, których temperatura przekracza:

- 200 °C – dla miedzi i jej stopów z aluminium,
- 260 °C – dla brązów,
- 300 °C – dla stopów miedzi z niklem.

**15.1.8** Zastosowanie rur i armatury z aluminium i jego stopów podlega każdorazowo odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

Z aluminium i jego stopów nie powinny być wykonywane:

- rury i armatura dla czynników o temperaturze wyższej niż 200 °C,
- armatura i rurociągi w instalacjach gaśniczych.

**15.1.9** Wymagania dotyczące rur z tworzyw sztucznych oraz warunki ich stosowania na statkach zawarte są w *Publikacji Nr 53/P – Okrętowe rurociągi z tworzyw sztucznych*.

**15.1.10** Typ i konstrukcja niemetalowych złączy elastycznych, stosowanych w instalacjach rozpatrywanych przez PRS, podlegają zatwierdzeniu przez PRS.

Złącza elastyczne powinny być wykonywane jako gotowe wstawki rurociągów w komplecie z przyłączami kołnierzowymi lub gwintowanymi; łączenie złączy elastycznych z rurociągami za pomocą opasek zaciskowych jest niedopuszczalne. Złącza należy umieszczać w miejscach dobrze widocznych i łatwo dostępnych. Należy przewidzieć takie rozmieszczenie zaworów odcinających, aby wymiana złącza elastycznego mogła być dokonywana bez zatrzymywania mechanizmów innych niż obsługiwany przez to złącze.

Złącza elastyczne powinny być ognioodporne w przypadku ich zastosowania w rurociągach:

- przewodzących paliwo lub olej smarowy,
- napędów drzwi wodoszczelnych,
- prowadzących do otworów w poszyciu zewnętrznym (łącznie z instalacją zęzową),
- przewodzących inne palne produkty ropopochodne, jeżeli uszkodzenie złącza spowodowałoby zagrożenie dla statku lub załogi i pasażerów.

Za ognioodporne należy uważać takie złącze elastyczne, które z przepływającą przez nie wodą pod maksymalnym ciśnieniem roboczym wytrzymuje działanie ognia o temperaturze 800 °C w ciągu 30 minut. Temperatura na odlocie ze złącza nie powinna być niższa niż 80 °C i powinna być rejestrowana w czasie całej próby\*.

\* Alternatywą jest próba ogniowa złącza elastycznego z przepływającą wodą o ciśnieniu co najmniej 0,5 MPa i, po jej zakończeniu, próba hydrauliczna ciśnieniem równym podwójnemu ciśnieniu obliczeniowemu.

Materiał węży powinien być dobrany z uwzględnieniem ich przeznaczenia dla określonego rodzaju cieczy, jej ciśnienia, temperatury i warunków zewnętrznych.

Ciśnienie rozrywające węże powinno być co najmniej 4-krotnie większe od ciśnienia obliczeniowego.

Długość węży powinna być taka, by zapewniona była elastyczność złączy i normalna praca mechanizmów.

## 15.2 Grubość ścianek rur

**15.2.1** Podane niżej wzory mają zastosowanie w przypadkach, gdy stosunek średnicy zewnętrznej rury do jej średnicy wewnętrznej nie przekracza wartości 1,7.

Grubość ścianki  $s$  rury metalowej prostej lub giętej, pracującej pod ciśnieniem wewnętrznym (z uwzględnieniem wymagań 15.2.2), powinna być nie mniejsza, niż obliczona wg wzoru:

$$s = s_o + b + c, \quad [\text{mm}] \quad (15.2.1-1)$$

$$s_o = \frac{dp}{2\sigma_d\varphi + p}, \quad [\text{mm}] \quad (15.2.1-2)$$

gdzie:

$d$  – średnica zewnętrzna rury, [mm];

$p$  – ciśnienie obliczeniowe, [MPa] – maksymalne ciśnienie robocze, nie mniejsze niż najwyższe ciśnienie otwarcia dowolnego zaworu bezpieczeństwa lub przelewowego, przy czym:

- dla rurociągów paliwa podgrzanego do temperatury powyżej 60 °C ciśnienie obliczeniowe nie może być niższe niż 1,4 MPa,
- dla rurociągów instalacji gaśniczych na dwutlenek węgla ciśnienie obliczeniowe należy przyjmować zgodnie z objaśnieniami do tabeli 3.6.1 z *Części V – Ochrona przeciwpożarowa*;

$\varphi$  – współczynnik wytrzymałości wynoszący 1,0 dla rur bez szwu i rur spawanych uznanych za równorzędne z rurami bez szwu; dla innych rur spawanych wartość współczynnika podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS;

- $b$  – naddatek uwzględniający faktyczne ścienienie rury przy gięciu; wartość  $b$  należy wyznaczyć w taki sposób, aby naprężenia w zgiętej części rury nie przekraczały dopuszczalnych; jeżeli nie są znane faktyczne wartości ścienienia przy gięciu, to wartość  $b$  można określić wg wzoru:

$$b = 0,4(d/R)s_o, \quad [\text{mm}] \quad (15.2.1-3)$$

$R$  – wewnętrzny średni promień gięcia rury, [mm];

$c$  – naddatek na korozję, przyjmowany:

- dla rur stalowych – według tabeli 15.2.1-1,
- dla rur z innych stopów – według tabeli 15.2.1-2;

$\sigma_d$  – dopuszczalne naprężenie, [MPa], przyjmowane wg poniższych zasad:

- dla rur stalowych przy temperaturze czynnika (wewnątrz rury) do 200 °C – wg wzoru:

$$\sigma_d = \frac{R_m}{2,7} \quad (15.2.1-4)$$

gdzie:

- $R_m$  – minimalna wytrzymałość na rozciąganie przy 20 °C, [MPa]; w przypadku stosowania rur wykonanych ze stali, dla której wytrzymałość na rozciąganie nie podlega sprawdzeniu (dla ciśnień obliczeniowych równych i mniejszych niż 1 MPa) należy przyjmować  $R_m = 300$  MPa;
- dla rur stalowych przy temperaturze czynnika wewnątrz rury powyżej 200 °C,  $\sigma_d$  podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS;
- dla rur z miedzi i jej stopów  $\sigma_d$  określa się według tabeli 15.2.1-3:

**Tabela 15.2.1-1**  
**Naddatek  $c$  na korozję dla rur stalowych**

Przeznaczenie rur	$c$ [mm]
Instalacje sprężonego powietrza	1,0
Instalacje oleju hydraulicznego	0,3
Instalacje oleju smarowego	0,3
Instalacje paliwowe	1,0
Instalacje ładunkowe oleju	2,0
Instalacje wody słodkiej	0,8
Instalacje wody morskiej	3,0

**Uwagi do tabeli 15.2.1-1:**

- 1) Jeżeli rury są odpowiednio zabezpieczone przed korozją, to – po uzgodnieniu z PRS – naddatek na korozję może być zmniejszony, lecz nie więcej niż o 50%.
- 2) W przypadku zastosowania rur ze specjalnych stali stopowych, dostatecznie odpornych na korozję, naddatek  $c$  może być zmniejszony do zera.
- 3) Dla rur przechodzących przez zbiorniki, wartości podane w tabeli dla czynnika wewnętrznego należy zwiększyć o naddatek na korozję pod wpływem środowiska zewnętrznego; wartość tę należy przyjmować według niniejszej tabeli.

**Tabela 15.2.1-2**  
**Naddatek  $c$  na korozję dla rur z miedzi i ze stopów miedzi**

Materiał rur	$c$ [mm]
Miedź i stopy miedzi, z wyjątkiem zawierających ołów	0,8
Stopy miedziowo-niklowe (z zawartością niklu od 10% wzwyż)	0,5

**Uwaga do tabeli 15.2.1-2:**

W przypadku zastosowania rur ze stopów specjalnych, dostatecznie odpornych na korozję, naddatek  $c$  może być zmniejszony do zera.

**Tabela 15.2.1-3**

**Naprężenia dopuszczalne  $\sigma_d$  dla miedzi i jej stopów w zależności od temperatury czynnika**

Materiał rur	Stan	$R_m$ [MPa]	Temperatura czynnika, [°C]										
			50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300
Miedź	po wyżarzeniu	215	41	41	40	40	34	27,5	18,5	–	–	–	–
Mosiądz aluminiowy	po wyżarzeniu	325	78	78	78	78	78	51	24,5	–	–	–	–
Stop miedziowo-niklowy 95/5 i 90/10	po wyżarzeniu	275	68	68	67	65,5	64	62	59	56	52	48	44
Stop miedziowo-niklowy 70/30	po wyżarzeniu	365	81	79	77	75	73	71	69	67	65,5	64	62

**Uwagi do tabeli 15.2.1-3:**

- 1) Wartości pośrednie należy określać przez interpolację.
- 2) Dla materiałów nie ujętych w tabeli dopuszczalne naprężenia podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**15.2.2** W przypadku stosowania rur wykonanych z ujemną tolerancją grubości, grubość ścianki rury należy określać wg wzoru:

$$s_1 = \frac{s}{1 - 0,01a} \quad (15.2.2)$$

gdzie:

- $s$  – grubość ścianki rury obliczona wg wzoru 15.2.1-1, [mm];
- $a$  – ujemna tolerancja grubości rury, [%].

**15.3 Łączenie rurociągów**

Odcinki rurociągów można łączyć ze sobą poprzez zastosowanie:

- połączeń spawanych nierozłącznych,
- złączy kołnierzowych,
- złączy gwintowanych,
- złączy mechanicznych.

Każde z ww. połączeń/złączy powinno być zgodne z uznanymi normami lub być sprawdzonej konstrukcji dla przewidywanego zastosowania i być zatwierdzone przez PRS.

**15.3.1 Połączenia spawane nierozłączne**

**15.3.1.1** Spawanie i kontrola nieniszcząca spoin powinny być wykonywane zgodnie z wymaganiami zawartymi w *Publikacji Nr 23/P – Prefabrykacja rurociągów* oraz *Części IX – Materiały i spawanie*.

**15.3.1.2** Połączenia spawane doczołowe powinny być wykonywane z całkowitym przetopem. Połączenia takie wykonane ze specjalnym zabezpieczeniem jakości grani spoiny\* mogą być stosowane do rurociągów wszystkich klas i każdej średnicy zewnętrznej. Połączenia wykonane bez specjalnego zabezpieczenia jakości grani mogą być stosowane do rurociągów klasy II i III, niezależnie od ich średnicy zewnętrznej.

\* Pod pojęciem „połączenie wykonane ze specjalnym zabezpieczeniem jakości grani spoiny” należy rozumieć spoinę wykonaną jako obustronną, bądź wykonaną przy użyciu podkładki pierścieniowej lub też przy zastosowaniu podkładki z gazu obojętnego podczas wykonywania pierwszej warstwy spoiny. Za zgodą PRS dopuszczalne są inne metody zapewniające specjalne zabezpieczenie jakości grani.

**15.3.1.3** Połączenia spawane nakładkowe należy wykonywać przy użyciu zewnętrznych tulei (nakładek), natomiast połączenia spawane zakładkowe – poprzez zastosowanie rur posiadających na końcu kielichowe rozszerzenie. Wymiary tulei, kielichowych rozszerzeń oraz spoin powinny odpowiadać wymaganiom uznanych norm. Akceptowane zastosowania takich połączeń, w zależności od klasy rurociągu i jego średnicy zewnętrznej, przedstawiono w tabeli 15.3.1.3.

**Tabela 15.3.1.3**  
**Akceptowane zastosowania połączeń spawanych nakładkowych i zakładkowych**

Klasa rurociągu	Średnica zewnętrzna rury [mm]	Rodzaj połączenia	
		Nakładkowe	Zakładkowe
<b>I</b>	≤ 88,9	Można stosować oba rodzaje połączeń z wyłączeniem stosowania w instalacjach rurociągów: – przewodzących czynniki toksyczne, – poddawanych obciążeniom zmęczeniowym, – w których możliwa jest poważna erozja bądź korozja szczelinowa	
<b>II</b>			
<b>III</b>	Niezależnie od średnicy	Można stosować oba rodzaje połączeń bez ograniczeń	

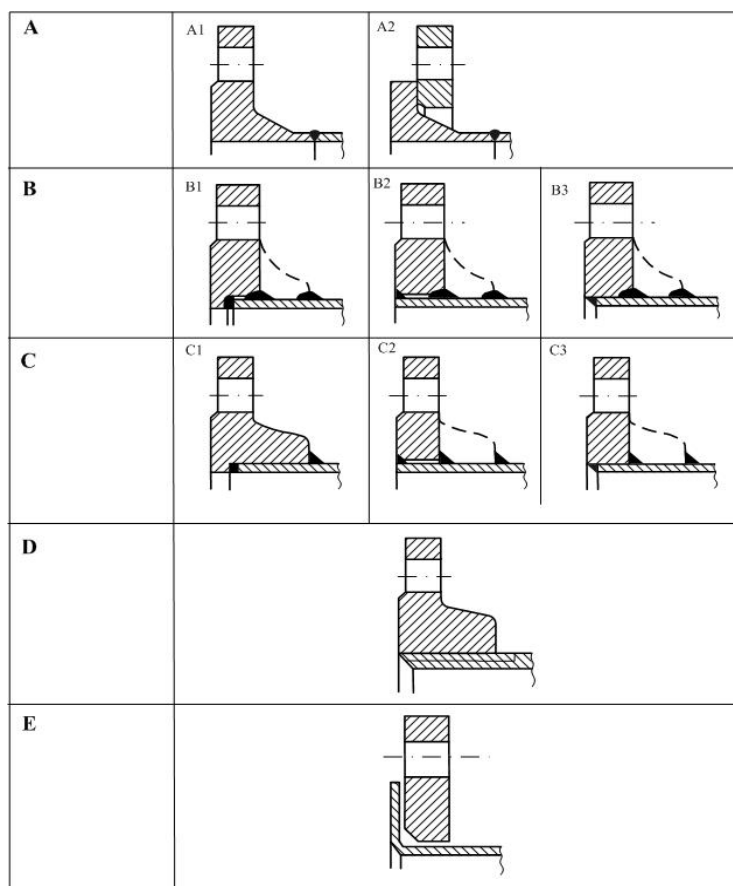
### 15.3.2 Złącza kołnierzowe

**15.3.2.1** Wymiary i typ łączonych ze sobą kołnierzy oraz śruby stosowane do ich łączenia powinny odpowiadać uznanym normom. W przypadku kołnierzy niestandardowych wymiary takich kołnierzy oraz łączących je śrub podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**15.3.2.2** Uszczelki stosowane w złączach kołnierzowych powinny być odporne na działanie przewodzonego czynnika i otaczającego środowiska oraz być odpowiednie do projektowego ciśnienia i temperatury, a ich wymiary i kształt powinny odpowiadać uznanym normom. Uszczelki w połączeniach rurociągów paliwowych powinny zapewniać szczelność przy temperaturze czynnika nie niższej niż 120 °C.

**15.3.2.3** Akceptowane typy kołnierzy, które można stosować do łączenia rurociągów, przedstawiono w tabeli 15.3.2.3. Podział kołnierzy na typy pokazane w tej tabeli wynika z ich konstrukcji oraz sposobu łączenia z rurociągami. Zastosowanie innych typów kołnierzy do łączenia rurociągów podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**Tabela 15.3.2.3**  
**Akceptowane typy kołnierzy do łączenia rurociągów**



#### Uwaga do tabeli 15.3.2.3:

W kołnierzach typu D należy stosować gwint rurowy stożkowy. Zewnętrzna średnica gwintu na rurze nie powinna być istotnie mniejsza od zewnętrznej średnicy rury. Dla określonych rodzajów gwintu po nakręceniu kołnierza na rurę do oporu, rurę należy rozszerzyć w kołnierzu.

**15.3.2.4** W zależności od klasy rurociągu i rodzaju przewodzonego czynnika, do łączenia rurociągów można stosować typy kołnierzy podane w tabeli 15.3.2.4.

**Tabela 15.3.2.4**  
**Akceptowane typy kołnierzy dla poszczególnych klas rurociągów i rodzajów czynników**

Klasa rurociągu	Dla czynników toksycznych, silnie korozyjnych, palnych <sup>4)</sup> i gazów skroplonych	Dla oleju smarowego i paliw	Dla pary <sup>3)</sup> i olejów grzewczych	Dla innych czynników <sup>1), 2), 3), 4), 5)</sup>
<b>I</b>	A, B <sup>6)</sup>	A, B	A, B <sup>6)</sup>	A, B
<b>II</b>	A, B, C	A, B, C	A, B, C, D <sup>5)</sup>	
<b>III</b>	Nie dotyczy	A, B, C, E	A, B, C, D, E	A, B, C, D, E

#### Uwagi do tabeli 15.3.2.4:

- 1) Dotyczy również rurociągów wody, powietrza, gazów i oleju hydraulicznego.
- 2) Kołnierze typu E można stosować wyłącznie do rurociągów wodnych i beciśnieniowych.
- 3) Jeżeli temperatura obliczeniowa przekracza 400 °C należy stosować wyłącznie kołnierze typu A.
- 4) Jeżeli ciśnienie obliczeniowe przekracza 1,0 MPa należy stosować wyłącznie kołnierze typu A.
- 5) Jeżeli temperatura obliczeniowa przekracza 250 °C nie należy stosować kołnierzy typu D i E.
- 6) Kołnierze typu B można stosować tylko do rurociągów o średnicy zewnętrznej do 150 mm.

Wybierając typ kołnierzy do łączenia rurociągów należy również uwzględnić obciążenia zewnętrzne lub cykliczne oddziaływujące na rurociąg oraz ich usytuowanie na statku.

### 15.3.3 Złącza gwintowane

**15.3.3.1** Złącza gwintowane, w których uszczelnienie następuje na gwincie rurowym stożkowym lub walcowym, powinny odpowiadać uznanym normom.

**15.3.3.2** Złącza gwintowane mogą być stosowane w instalacjach gaśniczych na dwutlenek węgla wyłącznie w obrębie pomieszczeń bronionych oraz stacji gaśniczych.

**15.3.3.3** Złącza gwintowane nie mogą być stosowane w instalacjach rurociągów przewodzących czynniki palne lub toksyczne ani w instalacjach, w których można się spodziewać korozji szczelinowej, znacznej erozji bądź obciążeń zmęczeniowych.

**15.3.3.4** Akceptowane zastosowania złączy gwintowanych, w zależności od średnicy zewnętrznej rury oraz rodzaju gwintu, podano w tabeli 15.3.3.4. Złącza gwintowane odpowiadające uznanym normom mogą być stosowane do większych średnic rurociągów niż podano w tabeli 15.3.3.4, pod warunkiem uzyskania akceptacji PRS.

**Tabela 15.3.3.4**  
**Akceptowane zastosowania złączy gwintowanych**

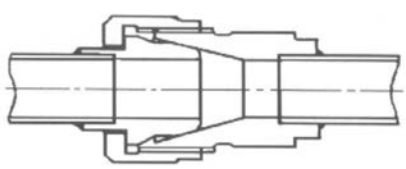
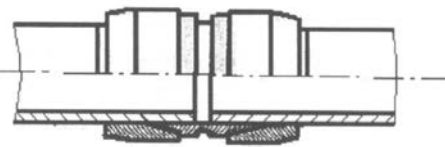

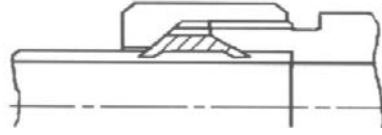
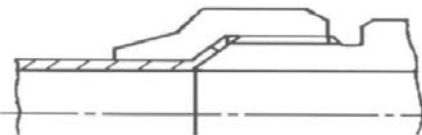
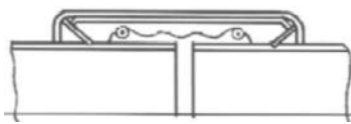
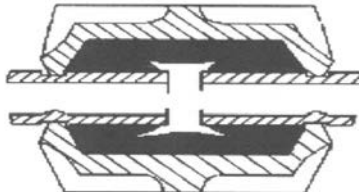
Klasa rurociągu	Średnica zewnętrzna rury [mm]	Rodzaj gwintu	
		Rurowy walcowy	Rurowy stożkowy
<b>I</b>	≤ 33,7	Nie	Tak
<b>II</b>	≤ 33,7	Nie	Tak
<b>III</b>	≤ 60,3	Tak	Tak

### 15.3.4 Złącza mechaniczne

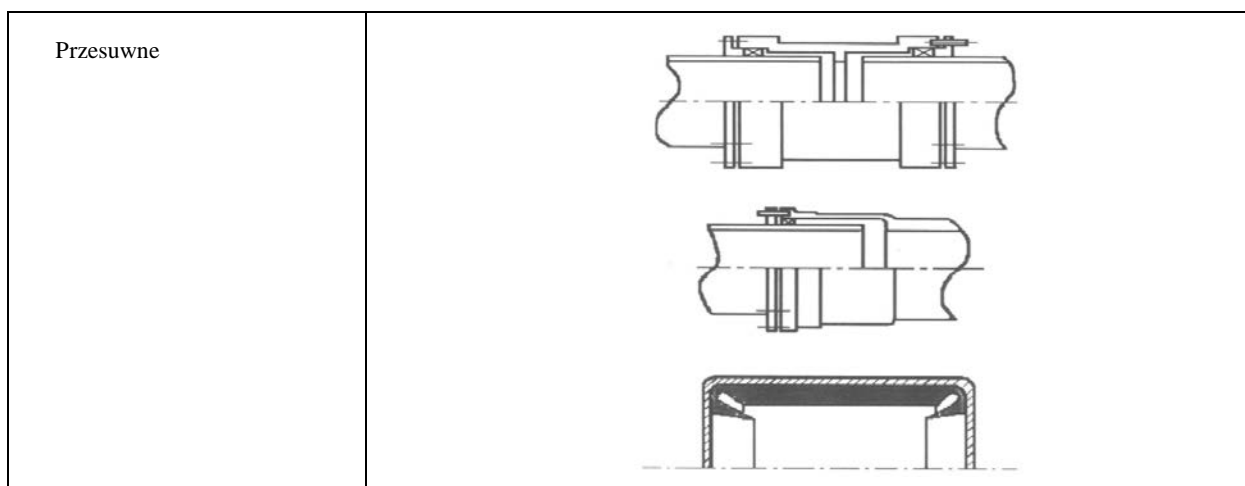
**15.3.4.1** Ze względu na dużą różnorodność istniejących konstrukcji złączy mechanicznych, w niniejszym podrozdziale nie podaje się zaleceń dotyczących teoretycznych obliczeń wytrzymałościowych takich złączy. Złącza mechaniczne dopuszcza się do stosowania w oparciu o wyniki przeprowadzonych prób. Próby, jakim należy poddawać złącza, opisano w *Publikacji Nr 57/P – Uznawanie typu złączy mechanicznych*.

**15.3.4.2** Wymagania podane w niniejszym podrozdziale mają zastosowanie do złączy mechanicznych śrubunkowych, zaciskowych i nasuwkowych pokazanych w tabeli 15.3.4.2. Złącza o podobnej konstrukcji spełniające wymagania niniejszego podrozdziału mogą być zaakceptowane przez PRS.

**Tabela 15.3.4.2**  
**Rodzaje i typy złączy mechanicznych**

<b>ZŁĄCZA ŚRUBUNKOWE</b>	
Spawane lub lutowane lutem twardym	
<b>ZŁĄCZA ZACISKOWE</b>	
Zakuwane	
Zaciskane	
Z pierścieniem zacinającym	
Roztłaczane	
<b>ZŁĄCZA NASUWKOWE</b>	
Utwardzone	
Rowkowe	





**15.3.4.3** Złącza mechaniczne powinny być typu uznanego przez PRS do przewidywanego zastosowania i warunków pracy.

**15.3.4.4** Jeżeli zastosowanie złącza mechanicznego powoduje zmniejszenie grubości ścianki łączonych rur (np. złącza z pierścieniem zacinającym), to fakt ten należy uwzględnić w obliczeniach minimalnej grubości ścianek takich rur (patrz 15.2).

**15.3.4.5** Materiały używane do wykonania złączy powinny być odpowiednio dobrane do materiału łączonych rurociągów oraz przewodzonego czynnika i otaczającego środowiska.

**15.3.4.6** Złącza mechaniczne, które w przypadku uszkodzenia mogą utracić szczelność, nie mogą być stosowane na odcinkach rurociągów łączących się bezpośrednio z poszyciem zewnętrznym statku ani ze zbiornikami zawierającymi palne ciecze.

**15.3.4.7** Złącza mechaniczne, stosownie do przewidywanego zastosowania, powinny wytrzymać działanie ciśnienia zewnętrznego oraz wewnętrznego ciśnienia lub podciśnienia.

**15.3.4.8** Stosowanie złączy mechanicznych w instalacjach **plynów palnych** należy ograniczyć do minimum. Ogólnie należy stosować złącza kołnierzowe.

**15.3.4.9** Ustawienie względem siebie odcinków rurociągu, łączonych przy użyciu złączy mechanicznych, powinno być zgodne z wytycznymi producenta złączy. Uchwyty lub podpory montowane w miejscu łączenia rurociągu nie mogą być wykorzystywane do wymuszenia wymaganego ustawienia względem siebie łączonych odcinków.

**15.3.4.10** Złącza nasuwkowe nie powinny być stosowane wewnątrz ładowni, zbiorników i innych przestrzeni, które są trudno dostępne, chyba że za zgodą PRS. Stosowanie złączy nasuwkowych wewnątrz zbiorników może być dopuszczone tylko wówczas, jeżeli wewnątrz rurociągu znajduje się taka sama ciecz jak w zbiorniku. **Stosowanie złączy nasuwkowo-przesuwnych jako główny sposób łączenia rurociągów nie jest dozwolone, z wyjątkiem przypadków wymagających zastosowania kompensacji odkształceń wzdłużnych rurociągów.**

**15.3.4.11** Złącza nasuwkowe nieutwierdzone poosiowo mogą być stosowane tylko tam, gdzie wymagana jest kompensacja poosiowych zmian długości rurociągu. Stosowanie takich złączy jako głównych elementów łączących rurociąg jest niedopuszczalne.

**15.3.4.12** Akceptowane zastosowania poszczególnych rodzajów i typów złączy mechanicznych, w zależności od klasy rurociągu i jego średnicy zewnętrznej  $d_z$ , podano w tabeli 15.3.4.13.

**Tabela 15.3.4.13**  
**Akceptowane zastosowania złączy mechanicznych**

Typ złącza	Klasa rurociągu		
	I	II	III
<b>ZŁĄCZA ŚRUBUNKOWE</b>			
Spawane, lutowane	Tak (dla $d_z \leq 60,3$ mm)	Tak (dla $d_z \leq 60,3$ mm)	Tak
<b>ZŁĄCZA ZACISKOWE</b>			
Zakuwane	Tak	Tak	Tak
Zaciskane	Nie	Nie	Tak
Z pierścieniem zacinającym	Tak (dla $d_z \leq 60,3$ mm)	Tak (dla $d_z \leq 60,3$ mm)	Tak
Roztłaczane	Tak (dla $d_z \leq 60,3$ mm)	Tak (dla $d_z \leq 60,3$ mm)	Tak
<b>ZŁĄCZA NASUWKOWE</b>			
Utwierdzone	Nie	Tak	Tak
Rowkowe	Tak	Tak	Tak
Przesuwne	Nie	Tak	Tak

**15.3.4.13** Akceptowane zastosowania poszczególnych rodzajów złączy do poszczególnych instalacji rurociągów podano w tabeli 15.3.4.14.

**Tabela 15.3.4.14**  
**Akceptowane zastosowania złączy mechanicznych**

Instalacje		Rodzaje złączy		
		Śrubunkowe	Zaciskowe <sup>6)</sup>	Nasuwkowe
<b>Czynniki palne o temperaturze zapłonu nie wyższej niż 60 °C</b>				
1	Ładunkowe oleju	Tak	Tak	Tak <sup>5)</sup>
2	Mycia surową ropą naftową	Tak	Tak	Tak <sup>5)</sup>
3	Rurociągów odpowietrzających	Tak	Tak	Tak <sup>3)</sup>
<b>Gaz obojętny</b>				
4	Rurociągów odpływowych z uszczelnienia wodnego	Tak	Tak	Tak
5	Rurociągów odpływowych z oczyszczacza (skrubera)	Tak	Tak	Tak
6	Rurociągów głównych	Tak	Tak	Tak <sup>2), 5)</sup>
7	Rurociągów rozprowadzających	Tak	Tak	Tak <sup>5)</sup>
<b>Czynniki palne o temperaturze zapłonu wyższej niż 60 °C</b>				
8	Ładunkowe oleju	Tak	Tak	Tak <sup>5)</sup>
9	Paliwa ciekłego	Tak	Tak	Tak <sup>2), 3)</sup>
10	Oleju smarowego	Tak	Tak	Tak <sup>2), 3)</sup>
11	Oleju hydraulicznego	Tak	Tak	Tak <sup>2), 3)</sup>
12	Oleju grzewczego	Tak	Tak	Tak <sup>2), 3)</sup>
<b>Woda morska</b>				
13	Zęzowe	Tak	Tak	Tak <sup>1)</sup>
14	Wypełnione wodą instalacje gaśnicze, np. instalacje pianowe, zraszające	Tak	Tak	Tak <sup>3)</sup>

15	Niewypełnione wodą instalacje gaśnicze, np. instalacje pianowe, zraszające	Tak	Tak	Tak <sup>3)</sup>
16	Magistrala pożarowa (niebędąca stale wypełniona wodą)	Tak	Tak	Tak <sup>3)</sup>
17	Balastowe	Tak	Tak	Tak <sup>1)</sup>
18	Wody chłodzącej	Tak	Tak	Tak <sup>1)</sup>
19	Mycia zbiorników	Tak	Tak	Tak
20	Pomocnicze	Tak	Tak	Tak
<b>Woda słodka</b>				
21	Wody chłodzącej	Tak	Tak	Tak <sup>1)</sup>
22	Kondensatu	Tak	Tak	Tak <sup>1)</sup>
23	Wody sanitarnej i pitnej	Tak	Tak	Tak
<b>Pozostałe czynniki</b>				
24	Grawitacyjnych odpływów pomiędzy przedziałami wewnątrz statku	Tak	Tak	Tak <sup>4)</sup>
25	Ścieków sanitarnych	Tak	Tak	Tak
26	Grawitacyjnych odpływów za burtę	Tak	Tak	Nie
27	Rurociągów odpowietrzających i pomiarowych dla zbiorników wody i przestrzeni pustych	Tak	Tak	Tak
28	Rurociągów odpowietrzających i pomiarowych dla zbiorników cieczy palnych o temperaturze zapłonu wyższej niż 60°C	Tak	Tak	Tak <sup>2), 3)</sup>
29	Sprężonego powietrza rozruchowego i sterującego <sup>1)</sup>	Tak	Tak	Nie
30	Sprężonego powietrza (inne niż podano w 29)	Tak	Tak	Tak
32	Dwutlenku węgla (CO <sub>2</sub> ) <sup>1)</sup>	Tak	Tak	Nie
33	Parowe <sup>7)</sup>	Tak	Tak	Nie

#### Uwagi do tabeli 15.3.4.14:

- <sup>1)</sup> Wewnątrz przedziałów maszynowych kategorii A można stosować wyłącznie złącza ognioodporne uznanego typu.
- <sup>2)</sup> Nie można stosować wewnątrz przedziałów maszynowych kategorii A oraz pomieszczeń mieszkalnych. Można stosować w innych przedziałach maszynowych, pod warunkiem umieszczenia w dobrze widocznym i łatwo dostępnym miejscu.
- <sup>3)</sup> Można stosować wyłącznie złącza ognioodporne uznanego typu.
- <sup>4)</sup> Można stosować wyłącznie powyżej pokładu wolnej burty.
- <sup>5)</sup> **Tylko w** pompowniach i na pokładach otwartych można stosować wyłącznie złącza ognioodporne uznanego typu.
- <sup>6)</sup> Jeżeli złącza zaciskowe zawierają jakiegokolwiek elementy, których własności w przypadku pożaru mogłyby łatwo ulec pogorszeniu, to złącza takie powinny być ognioodporne uznanego typu w przypadku zastosowania tam, gdzie od złączy nasuwkowych wymaga się ognioodporności.

#### Uwaga ogólna:

- <sup>7)</sup> Złącza nasuwkowo-przesuwne pokazane w Tabeli 15.3.4.14 można stosować w pokładowych rurociągach o ciśnieniu projektowym nieprzekraczającym 1 Mpa (10 bar).

**15.3.4.14** Złącza mechaniczne powinny być montowane zgodnie z instrukcją montażu podaną przez producenta. Jeżeli do prawidłowego montażu złączy potrzebne są specjalne narzędzia lub przyrządy pomiarowe, to powinien je dostarczyć producent złączy.

## 15.4 Promienie gięcia rur

Średni promień gięcia rur stalowych i miedzianych przeznaczonych do pracy pod ciśnieniem wyższym niż 0,5 MPa lub z czynnikiem o temperaturze wyższej niż 60 °C oraz promień wygięć rur kompensacyjnych nie powinien być mniejszy niż 2,5*d*.

Jeżeli w procesie gięcia rury nie następuje ścienienie ścianki, to – po uzgodnieniu z PRS technologii gięcia – określone wyżej promienie gięcia mogą być zmniejszone.

## **15.5 Zabezpieczenia nadciśnieniowe rurociągów**

**15.5.1** Rurociągi, w których mogłoby powstać ciśnienie wyższe od roboczego, należy wyposażać w urządzenia zabezpieczające przed przekroczeniem tej wartości.

Odprowadzenie paliwa i oleju smarowego oraz innych olejów łatwo zapalnych z zaworów bezpieczeństwa na zewnątrz rurociągu jest niedopuszczalne.

**15.5.2** Jeżeli na rurociągu jest przewidziany zawór redukcyjny, to należy za nim zainstalować manometr i zawór bezpieczeństwa. Zaleca się wykonanie bocznika dla każdego zaworu redukcyjnego.

## **15.6 Zabezpieczenie przed korozją**

**15.6.1** Stalowe rury rurociągów zęzowych, balastowych i wody zaburtowej, rury odpowietrzające, pomiarowe i przelewowe zbiorników wodnych i wodno-paliwowych oraz rury odgazowujące i rury odpowietrzające przedziałów ładunkowych i ochronnych na zbiornikowcach należy, po zakończeniu gięcia i spawania, zabezpieczyć przed korozją metodą uzgodnioną z PRS.

**15.6.2** Jeżeli armatura denna i burtowa lub jej części wykonane są ze stopów miedzi, to należy przewidzieć zabezpieczenie przed korozją elektrolityczną kadłuba statku w jej obrębie, a także wszystkich elementów stykających się z tą armaturą.

## **15.7 Armatura rurociągów**

**15.7.1** Zawory o średnicy przelotu większej niż 32 mm, w przypadku zastosowania wrzecion o ruchu obrotowym, powinny mieć pokrywy przymocowane do korpusów śrubami.

Pokrywy zaworów wkręcane na gwint powinny mieć skuteczne zabezpieczenie przed odkręcaniem się.

Nakrętka stożka kurka powinna być zabezpieczona przed odkręcaniem się względem stożka.

**15.7.2** Przy doborze armatury należy uwzględnić warunek, aby ciśnienie próbne próby hydraulicznej armatury było nie niższe od ciśnienia próbnego rurociągu, na którym armatura ta jest instalowana (patrz 1.6.5).

**15.7.3** Armatura sterowana zdalnie za pomocą energii pomocniczej, z wyjątkiem wymienionej w 15.7.5, powinna mieć lokalne sterowanie ręczne, niezależne od sterowania zdalnego. Ręczne sterowanie nie powinno powodować uszkodzenia sterowania zdalnego.

Konstrukcja zaworów zdalnie sterowanych powinna zapewniać, w przypadku uszkodzenia układu sterowania, pozostawanie zaworów w położeniu nie powodującym stanów niebezpiecznych dla statku lub samoczynny powrót tych zaworów do takiego położenia.

**15.7.4** Zawory instalowane wewnątrz zbiorników ładunkowych nie powinny być sterowane sprężonym powietrzem.

**15.7.5** Zawory sterowane hydraulicznie, instalowane wewnątrz zbiorników ładunkowych, powinny mieć konstrukcję umożliwiającą sterowanie awaryjne przy zastosowaniu pompy ręcznej, przyłączonej oddzielnym przewodem w odpowiednim miejscu do instalacji hydraulicznej sterowania każdym zaworem lub bezpośrednio do siłownika zaworu.

**15.7.6** Zbiornik cieczy roboczej układu sterowania hydraulicznego zaworami zamontowanymi wewnątrz zbiorników ładunkowych powinien być umieszczony powyżej górnego poziomu zbiorników ładunkowych tak wysoko, jak to jest praktycznie możliwe, a wszystkie rurociągi instalacji hydraulicznej powinny być wprowadzone do zbiorników ładunkowych w górnej ich części. Ponadto zbiornik należy wyposażać w odpowietrzenie zakończone armaturą zatrzymującą płomień i wyprowadzone w bezpieczne miejsce na pokładzie otwartym.

Należy przewidzieć sygnalizację dźwiękową i świetlną dolnego poziomu cieczy w zbiorniku.

**15.7.7** Armaturę zaporową należy zaopatrzyć w przymocowane do niej tabliczki z napisem wyraźnie określającym jej przeznaczenie.

**15.7.8** Dla armatury zdalnie sterowanej należy przewidzieć w miejscu sterowania tabliczki określające przeznaczenie armatury i zainstalować wskaźniki położenia (otwarte/zamknięte). W przypadku zastosowania armatury wyłącznie zdalnie zamykanej instalowanie takiego wskaźnika nie jest wymagane.

**15.7.9** Armaturę umieszczaną na grodziach wodoszczelnych należy mocować za pomocą śrub dwustronnych, wkręcanych w kołnierze grodziowe lub należy mocować ją do przejść grodziowych.

Otwory na śruby mocujące nie powinny przechodzić przez poszycie grodzi, lecz kończyć się w kołnierzu.

**15.7.10** Skrzynie zaworowe i zawory sterowane ręcznie powinny być usytuowane w miejscach zawsze dostępnych w warunkach normalnej eksploatacji.

## **15.8 Armatura denna i burtowa oraz otwory w poszyciu zewnętrznym kadłuba**

**15.8.1** Otwory ssące i wylotowe w poszyciu zewnętrznym należy tak rozmieszczać, aby wykluczona była możliwość zasysania ścieków i innych nieczystości przez pompy wody zaburtowej.

**15.8.2** W otworach ssących należy zainstalować kraty lub sita ochronne. Szerokość szczelin między prętami krat powinna być nie większa niż 12 mm, natomiast wymiary oczek sit powinny być nie większe niż 12x12 mm. Łączna powierzchnia szczelin lub oczek powinna być nie mniejsza niż 2,5-krotne łączne pole przekroju zainstalowanej armatury poboru wody zaburtowej.

Jeżeli zastosowano przedmuchiwanie skrzyń zaworów dennych sprężonym powietrzem, to na rurociągach do przedmuchiwania należy zainstalować zawory zaporowo-zwrotne. Ciśnienie sprężonego powietrza w tej instalacji nie powinno przekraczać 0,2 MPa.

**15.8.3** Liczbę otworów wylotowych w poszyciu zewnętrznym należy ograniczyć do niezbędnego minimum. W tym celu rurociągi o podobnym przeznaczeniu należy, w miarę możliwości, przyłączyć do wspólnych wylotów.

**15.8.4** Burtowe otwory ssące i wylotowe, położone w przedziałach maszynowych, należy zaopatrzyć w łatwo dostępne zawory ze sterowaniem miejscowym. Urządzenia sterujące zaworami należy wyposażać we wskaźnik położenia (otwarte/zamknięte).

Wylotowe zawory burtowe instalacji rurociągów silników głównych i mechanizmów pomocniczych powinny być typu zaporowo-zwrotnego, obciążone sprężyną. Dolna krawędź otworu wylotowego powinna być umieszczona nad linią maksymalnego zanurzenia tak wysoko, jak to jest praktycznie możliwe.

Jeżeli dolna krawędź otworu leży wyżej niż 200 mm nad linią maksymalnego zanurzenia, to zawór burtowy może być typu zaporowo-zwrotnego bez obciążenia sprężyną.

Jeżeli dolna krawędź otworu leży wyżej niż 300 mm nad linią maksymalnego zanurzenia, to zawór burtowy może być typu zaporowego.

**15.8.5** Urządzenia sterujące wlotową armaturą denną należy umieścić w łatwo dostępnych miejscach i wyposażać we wskaźniki położenia (otwarte/zamknięte). Zaleca się umieszczenie tych urządzeń ponad poziomem podłogi przedziału maszynowego.

**15.8.6** Armaturę denną i burtową należy instalować na przyspawanych kołnierzach wzmacniających. Otwory dla śrub mocujących nie powinny przechodzić przez poszycie i powinny kończyć się w przyspawanym kołnierzu wzmacniającym. Nie należy stosować uszczelek wykonanych z materiałów łatwo ulegających zniszczeniu podczas pożaru.

Armaturę można instalować na przyspawanych do kołnierzy króćcach, pod warunkiem, że będą one dostatecznie sztywne i możliwie najkrótsze. Grubość ścianki króćca powinna być nie mniejsza niż minimalna grubość poszycia zewnętrznego kadłuba w rejonie skrajników, lecz nie wymaga się, aby była większa niż 8 mm.

**15.8.7** Wrzeciona i części zamykające armatury dennej i burtowej powinny być wykonane z materiałów odpornych na korozyjne działanie wody zaburtowej.

## **15.9 Prowadzenie rurociągów**

### **15.9.1 Prowadzenie rurociągów przez konstrukcje wodoszczelne**

**15.9.1.1** Liczba przejść rurociągów przez grodzie wodoszczelne powinna być jak najmniejsza.

**15.9.1.2** Przez gródz zderzeniową poniżej pokładu górnego może przechodzić tylko jeden rurociąg do transportu cieczy znajdującej się w skrajniku dziobowym. Jeżeli skrajnik dziobowy podzielony jest grózią wzdłużną na dwa przedziały wodoszczelne, to dopuszcza się dwa rurociągi – po jednym dla każdego z tych przedziałów.

Na każdym z tych rurociągów należy przewidzieć zawór zaporowy, instalowany od strony skrajnika na przyspawanym do grodzi kołnierzu wzmacniającym. Urządzenia sterujące tymi zaworami należy umieścić w łatwo dostępnych miejscach na pokładzie i wyposażać we wskaźniki położenia (otwarte/zamknięte).

**15.9.1.3** Przejścia rurociągów przez grodzie wodoszczelne, pokłady i inne konstrukcje wodoszczelne powinny być wykonane przy użyciu przejść grodziowych, kołnierzy grodziowych lub innych połączeń zapewniających szczelność konstrukcji.

Otwory na śruby mocujące nie powinny przechodzić przez konstrukcje wodoszczelne, lecz kończyć się w kołnierzu. Nie należy stosować uszczelek wykonanych z materiałów łatwo ulegających zniszczeniu podczas pożaru.

Grubość ścianki rury kołnierzowego przejścia grodziowego, spawanego do wodoszczelnego pokładu lub grodzi, powinna być o 1,5 do 3 mm większa od grubości ścianki rury łączonej z tym przejściem, w zależności od jej średnicy.

**15.9.1.4** Przejścia rurociągów przez przegrody pożarowe powinny być tak wykonane, aby ognioodporność przegrody nie uległa pogorszeniu.

### **15.9.2 Prowadzenie rurociągów w zbiornikach**

**15.9.2.1** Rurociągi wody pitnej mogą być prowadzone przez zbiorniki paliwa lub oleju, a rurociągi paliwa lub oleju – przez zbiorniki wody pitnej tylko wówczas, gdy prowadzone są w szczelnych tunelach stanowiących część konstrukcyjną zbiornika.

Rurociągi wody zaburtowej i oleju oraz rurociągi odpowietrzające, przelewowe i pomiarowe mogą być prowadzone przez zbiorniki paliwa bez zastosowania tuneli, pod warunkiem użycia rur bez szwu o grubości ścianki nie mniejszej niż 3 mm, nie mających rozbiernych złączy wewnątrz tych zbiorników. Jeżeli zastosowanie nierozbiernych złączy jest niemożliwe, to należy stosować złącza kołnierzowe z podkładkami odpornymi na działanie produktów naftowych.

**15.9.2.2** Na rurociągach przechodzących przez zbiorniki bez zastosowania tunelu, kompensacja odkształceń powinna być zapewniona poprzez wykonanie wygięć rur w obrębie zbiorników.

W przypadku prowadzenia rurociągów w tunelach, wygięcia kompensacyjne zaleca się wykonywać poza tunelem.

### **15.9.3 Prowadzenie rurociągów w ładowniach i innych pomieszczeniach**

**15.9.3.1** Zamocowanie rurociągów należy tak wykonać, aby nie powodowało powstawania w nich naprężeń na skutek wydłużeń cieplnych, odkształceń kadłuba i drgań.

**15.9.3.2** Rurociągi przechodzące przez ładownie, komory łańcuchowe i inne pomieszczenia, w których mogą one ulec uszkodzeniom mechanicznym, należy odpowiednio zabezpieczyć.

**15.9.3.3** Przez ładownie nie należy prowadzić rurociągów paliwa, rurociągów hydraulicznych i rurociągów wodnych z wyjątkiem rurociągów zęzowych.

W wyjątkowych przypadkach, które podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS, rurociągi takie można prowadzić przez ładownie, ale tylko w tunelach lub stosując rury ze zgrubionymi ściankami oraz zabezpieczając je stalowymi osłonami o mocnej konstrukcji.

**15.9.3.4** Przejścia rurociągów silnie nagrzewających się przez przegrody wykonane z materiałów palnych powinny mieć odpowiednie zabezpieczenia konstrukcyjne, zapobiegające nadmiernemu nagrzewaniu przegrody.

**15.9.3.5** Przez pomieszczenia mieszkalne i służbowe nie należy prowadzić rurociągów paliwa, z wyjątkiem prowadzonych przez pomieszczenia sanitarne rurociągów do pobierania paliwa wykonanych z rur o grubości ścianki nie mniejszej niż 3 mm i bez rozbiernych złączy.

**15.9.3.6** Przez pomieszczenia służące do przewożenia materiałów niebezpiecznych nie należy prowadzić rurociągów przewodzących czynniki agresywne chemicznie.

**15.9.3.7** Rurociągi przeznaczone do transportu gorących czynników i długie rurociągi prowadzone wzdłuż statku powinny mieć kompensatory lub dostateczną liczbę wygięć zapewniających swobodne wydłużanie się.

## **15.9.4 Prowadzenie rurociągów obok urządzeń elektrycznych**

**15.9.4.1** Ponad lub za głównymi i awaryjnymi rozdzielnicami oraz pulpitemi sterowania ważnymi urządzeniami i mechanizmami nie należy w żadnym przypadku prowadzić rurociągów znajdujących się pod ciśnieniem.

Z przodu i z boku tych urządzeń rurociągi można prowadzić, ale w odległości nie mniejszej niż 500 mm i pod warunkiem niestosowania w tym rejonie rozbiernych złączy lub zastosowania specjalnych osłon.

**15.9.4.2** Przez pomieszczenia zamknięte ruchu elektrycznego (patrz określenia w podrozdziale 1.2 z Części VII – *Urządzenia elektryczne i automatyka*) oraz przez pomieszczenia akumulatorów nie należy prowadzić rurociągów, z wyjątkiem rurociągów instalacji gaśniczej na dwutlenek węgla i rurociągów związanych z zainstalowanymi urządzeniami elektrycznymi.

## **16 INSTALACJA ŻĘZOWA**

### **16.1 Pompy**

**16.1.1** Każdy statek wymagający obsady załogą należy wyposażać w dwie niezależne pompy żęzowe, których nie należy instalować w tym samym pomieszczeniu i z których przynajmniej jedna powinna być napędzana mechanicznie. Jeżeli moc silników głównych statku jest mniejsza niż 225 kW lub gdy nośność statku jest mniejsza niż 350 t, lub gdy statek nie jest przeznaczony do przewozu towarów, a jego wyporność jest mniejsza niż 250 t, to wystarczy jedna pompa, która może być pompą ręczną lub pompą z napędem mechanicznym.

Każda z wymaganych pomp powinna umożliwiać osuszanie każdego przedziału wodoszczelnego.

Dodatkowe wymagania dla statków pasażerskich zawarte są w punkcie 29.4.1.

**16.1.2** Minimalną wydajność pierwszej pompy żęzowej,  $Q_1$ , należy obliczać według wzoru:

$$Q_1 = 0,1D^2 \quad [l/min] \quad (16.1.2-1)$$

gdzie:

$D$  – średnica wewnętrzna magistrali żęzowej, obliczona według punktu 16.2.1, [mm].

Minimalną wydajność drugiej pompy żęzowej,  $Q_2$ , należy obliczać według wzoru:

$$Q_2 = 0,1d^2 \quad [l/min] \quad (16.1.2-2)$$

gdzie:

$d$  – średnica wewnętrzna odgałęzień ssących, obliczona według punktu 16.2.2, [mm], przy czym za  $l$  przyjmuje się długość najdłuższego przedziału wodoszczelnego, [m].

**16.1.3** Dopuszcza się stosowanie napędzanych przez silnik główny pomp zęzowych o wydajności mniejszej niż obliczona wg 16.1.2, pod warunkiem, że wydajność niezależnych pomp zęzowych zostanie odpowiednio zwiększona.

**16.1.4** Jako niezależne pompy zęzowe można stosować pompy balastowe, pożarowe lub ogólnego przeznaczenia o wystarczającej wydajności, jeżeli układ rurociągów spełnia wymagania podrozdziału 16.3.

**16.1.5** Odśrodkowe pompy zęzowe powinny być samozasysające albo powinny być wyposażone w urządzenia odsysające powietrze.

**16.1.6** Jeżeli statek posiada więcej niż jedną pompę zęzową, pomp zęzowych nie należy umieszczać w tym samym przedziale wodoszczelnym.

**16.1.7** Wydajność pompy ręcznej przeznaczonej do osuszania tylko jednego przedziału wodoszczelnego nie powinna być mniejsza niż  $0,1d^2$  [l/min], gdzie  $d$  [mm] wyznaczona jest ze wzoru 16.2.2.

**16.1.8** Na statkach z własnym napędem o mocy mniejszej niż 225 kW, nie mających w maszynowni silników pomocniczych, oprócz pompy zęzowej napędzanej przez silnik główny można zastosować ręczną pompę zęzową o wydajności nie mniejszej niż wynika to ze wzoru 16.1.7.

**16.1.9** Do osuszania zęz statków bez napędu mechanicznego należy zastosować co najmniej dwie pompy ręczne o łącznej wydajności nie mniejszej od określonej wg wzoru 16.1.7.

## 16.2 Średnice rurociągów

**16.2.1** Średnica wewnętrzna  $D$  magistrali zęzowej i odgałęzień ssących prowadzących bezpośrednio do pomp powinna być nie mniejsza, niż obliczona wg wzoru:

$$D = 1,5\sqrt{L(B+H)} + 25, \quad [\text{mm}] \quad (16.2.1)$$

gdzie:

$L, B, H$  – patrz podrozdział 1.2.1 z Części II – Kadłub.

**16.2.2** Średnica wewnętrzna  $d$  odgałęzień ssących przyłączonych do magistrali zęzowej powinna być nie mniejsza, niż obliczona wg wzoru:

$$d = 2,0\sqrt{l(B+H)} + 25, \quad [\text{mm}] \quad (16.2.2)$$

gdzie:

$l$  – długość osuszanego przedziału, mierzona na jego dnie, [m];

$B, H$  – patrz podrozdział 1.2.1 z Części II – Kadłub.

**16.2.3** Wewnętrzna średnica magistrali zęzowej i odgałęzień ssących połączonych bezpośrednio z pompą w żadnym przypadku nie może być mniejsza niż wewnętrzna średnica króćca ssącego pompy.

**16.2.4** Pole przekroju rurociągu łączącego ssącą skrzynię rozdzielczą z magistralą zęzową powinno być nie mniejsze od sumy pól przekrojów dwóch największych odgałęzień połączonych z tą skrzynią i nie większe niż pole przekroju magistrali zęzowej.

**16.2.5** Na statkach o długości  $L$  nie przekraczającej 25 m, średnice wewnętrzne magistrali zęzowej i odgałęzień ssących mogą zostać zmniejszone do 35 mm.

## 16.3 Układ i połączenia rurociągów

**16.3.1** Układ rurociągów zęzowych oraz ich odgałęzień ssących powinien zapewniać możliwość osuszania każdego przedziału wodoszczelnego za pomocą każdej z wymaganych pomp zęzowych.

Wymaganie to nie dotyczy zbiorników przeznaczonych do przewozu ciecży, skrajników oraz przedziałów, które są hermetycznie zamknięte podczas ruchu statku.



Z każdego pomieszczenia lub grupy pomieszczeń, które nie są osuszane rurociągami instalacji zęzowej, należy przewidzieć możliwość usuwania wody w inny sposób.

**16.3.2** Układ rurociągów zęzowych powinien wykluczać możliwość przedostawania się tymi rurociągami wody zaburtowej do wnętrza statku i wody z jednego przedziału wodoszczelnego do drugiego. W tym celu zawory ssące skrzyń rozdzielczych rurociągów zęzowych i zawory na odgałęzieniach ssących doprowadzonych bezpośrednio do magistrali zęzowej powinny być typu zaporowo-zwrotnymi.

Nie należy stosować zaworów zwrotnych płytkowych.

Przedziały lub inne przestrzenie przeznaczone na balast wodny powinny być podłączone do instalacji zęzowej poprzez proste urządzenie odcinające.

Wymaganie to nie dotyczy ładowni, przystosowanych do przewożenia balastu wodnego. Ładownie takie należy napełniać wodą balastową za pomocą niezależnej instalacji balastowej lub za pomocą odgałęzień rurowych podłączonych do magistrali zęzowej poprzez elastyczne złącza rurowe lub przewody elastyczne. Nie dopuszcza się możliwości napełniania ładowni wodą balastową przy użyciu zaworów poboru wody zaburtowej umieszczonych w dnie ładowni.

**16.3.3** Jeżeli pompa zęzowa może ssąć również wodę zza burty i ze zbiorników balastowych (patrz 16.1.4), to ssania należy rozdzielić zaworem trójdrożnym z przelotem „L” lub zamontować dodatkowo – do wymaganego w 16.3.2 – zawór zaporowo-zwrotny na ssaniu z magistrali zęzowej.

**16.3.4** Jeżeli jako pompę zęzową stosuje się pompę pożarową, to należy uniemożliwić podanie wody zęzowej do rurociągu pożarniczego przy jednoczesnym spełnieniu wymaganiami 16.3.3.

**16.3.5** Układ rurociągów powinien zapewniać możliwość osuszania zęz maszynowni przez odgałęzienie połączone bezpośrednio z niezależną pompą zęzową, przy równoczesnym osuszaniu innymi pompami zęz pozostałych przedziałów.

**16.3.6** Układ rurociągów zęzowych powinien być taki, aby w przypadku użycia instalacji gaśniczej wodnej w danym przedziale możliwe było równoczesne osuszanie tego przedziału.

**16.3.7** Układ rurociągów zęzowych powinien być taki, aby możliwa była praca jednej pompy w czasie, gdy pozostałe pompy są remontowane lub używane do innych celów.

**16.3.8** Rurociągi zęzowe należy w zasadzie prowadzić poza zbiornikami dennymi. W przypadku konieczności prowadzenia rurociągów zęzowych przez zbiorniki paliwa, oleju lub wody do picia, rurociągi te powinny odpowiadać wymaganiom zawartym w 15.9.2.1.

W przypadku prowadzenia rurociągów przez zbiorniki denne na otwartych końcach odgałęzień ssących należy instalować zawory zwrotne.

**16.3.9** Układ rurociągów zęzowych powinien odpowiadać również wymaganiom rozdziału 17.

## **16.4 Osuszanie przedziałów wodoszczelnych**

**16.4.1** Dla każdego przedziału wodoszczelnego z płaskim dnem, przy szerokości dna przekraczającej 5 m, należy przewidzieć co najmniej po jednym odgałęzieniu ssącym na każdej burcie.

W uzasadnionych przypadkach PRS może rozważyć możliwość zmniejszenia liczby odgałęzień ssących.

Odgałęzienia ssące należy zaopatrzyć w kosze zęzowe. Kosze powinny być tak skonstruowane, aby można je było oczyścić bez rozłączania jakiegokolwiek połączenia odgałęzienia ssącego.

**16.4.2** Dla każdej maszynowni z płaskim dnem, której długość przekracza 5 m, należy przewidzieć co najmniej dwie końcówki ssące na każdej burcie. Jedno z odgałęzień ssących maszynowni powinno być podłączone bezpośrednio do niezależnej pompy zęzowej o największej wydajności.

Na odgałęzieniach ssących rurociągów osuszania maszynowni należy zainstalować łatwo dostępne osadniki. Rury od osadników do zęz powinny być możliwie proste. Na dolnych końcach tych rur nie należy instalować koszy ssących.

Osadniki należy zaopatrzyć w łatwo otwieralne pokrywy.

**16.4.3** Rozmieszczenie odgałęzień ssących powinno umożliwiać dostęp do zęz i studzienek zęzowych dla ich oczyszczenia.

**16.4.4** Zęzy ładowni należy wyposażyć w urządzenia do pomiaru poziomu wody zęzowej.

**16.4.5** Odgałęzienia ssące rurociągów instalacji zęzowej, o których mowa w punkcie 16.3.1, **przeznaczone do usuwania wody zaolejonej z przedziałów wodoszczelnych powinny być wyposażone w zaplombowane urządzenia odcinające. Liczba i lokalizacja tych urządzeń odcinających powinna być wpisana w Świadectwie zdolności żeglugowej statku śródlądowego.**

Jako rozwiązanie równoważne dopuszcza się zamykanie zaworów na kłódki, do których klucze, odpowiednio oznakowane, powinny znajdować się w oznaczonym, łatwo dostępnym miejscu w maszynowni.

## **16.5 Osuszanie skrajników**

**16.5.1** Skrajniki, które nie są używane jako zbiorniki, powinny być osuszane za pomocą osobnych pomp ręcznych.

**16.5.2** Osuszanie skrajnika rufowego może być wykonane za pomocą rurociągu ściekowego doprowadzonego do zęzy sąsiedniego przedziału, pod warunkiem, że jest nim przedział maszynowy. Na rurociągu ściekowym należy przewidzieć zawór zaporowy, zainstalowany na grodzi od strony przedziału maszynowego; zaleca się, aby był to zawór samozamykający.

## **16.6 Osuszanie innych pomieszczeń**

**16.6.1** Komora łańcuchowa i magazyn bosmański mogą być osuszane za pomocą pomp ręcznych lub w inny sposób.

**16.6.2** Osuszanie pomieszczeń maszyny sterowej i innych małych przedziałów położonych nad skrajnikiem rufowym może być wykonane za pomocą pomp ręcznych lub rur ściekowych doprowadzonych do zęzy przedziału maszynowego. Rury ściekowe powinny być zaopatrzone w samozamykające zawory zaporowe, umieszczone w miejscach dobrze widocznych i łatwo dostępnych.

Średnica wewnętrzna rur ściekowych nie powinna być mniejsza niż 39 mm.

## **17 INSTALACJE GROMADZENIA I ZDAWANIA ZAOLEJONEJ WODY ZĘZOWEJ I POZOSTAŁOŚCI OLEJOWYCH**

### **17.1 Wymagania ogólne**

**17.1.1** Statki posiadające instalacje paliwa ciekłego powinny być wyposażone w:

- .1** zbiornik wód zaolejonych z instalacją zdawania jego zawartości do odpowiednich urządzeń odbiorczych, lądowych lub pływających (barki, statki itp.);
- .2** przenośne pojemniki na pozostałości olejowe (przepracowane oleje) lub stały zbiornik pozostałości olejowych z instalacją zdawania jego zawartości do urządzeń odbiorczych lądowych lub pływających.

**17.1.2** Za zgodą PRS zęzy przedziału maszynowego mogą służyć **jako zbiorniki wody zaolejonej zgromadzonej na statku podczas jego eksploatacji.**

**17.1.3** Wyposażenie, o którym mowa w 17.1.1.1, może być zastąpione urządzeniem filtrującym służącym do oczyszczania zaolejonej wody zęzowej.

W przypadku zastosowania urządzeń filtrujących na statkach śródlądowych, ich rozmieszczenie oraz budowa związanych z nimi instalacji podlega każdorazowo odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

Urządzenia filtrujące powinny być typu uznanego przez PRS.

**17.1.4** Wymagania dotyczące urządzeń do zbierania przecieków paliwa podane są w podrozdziale 22.4.

## 17.2 Pojemność i konstrukcja zbiorników

**17.2.1** Pojemność zbiornika zaolejonych wód zęzowych powinna być wystarczająca do zgromadzenia wszystkich zaolejonych wód zęzowych, jakie powstają w czasie rejsu statku.

**17.2.2** Pozostałości olejowe należy gromadzić w przenośnych pojemnikach umieszczonych w maszynowni. Pojemniki te powinny być pewnie zamocowane i zaopatrzone w szczelne zamknięcia.

Łączna objętość pojemników na pozostałości olejowe powinna wynosić co najmniej 1,5 objętości misek olejowych silników spalinowych i zainstalowanego wyposażenia, wliczając w to objętość zbiorników oleju hydraulicznego.

Jeżeli statek uprawia wyłącznie żeglugę na krótkich trasach, PRS może odstąpić od wymagania wyposażenia statku w pojemniki na pozostałości olejowe.

**17.2.3** Jeżeli ilość pozostałości olejowych na statku, określona wg 17.2.2, przekracza 300 l, to należy przewidzieć stały zbiornik pozostałości olejowych.

**17.2.4** Zbiornik zaolejonych wód zęzowych oraz zbiornik pozostałości olejowych należy wyposażać w:

- sygnalizację świetlną i dźwiękową umieszczoną w sterówce, uprzedzającą o napełnieniu zbiornika powyżej 80% jego objętości,
- właz umożliwiający wejście do zbiornika i jego czyszczenie.

## 17.3 Opróżnianie zbiorników

**17.3.1** Opróżnianie zbiornika wód zaolejonych i zbiornika pozostałości olejowych powinno być możliwe wyłącznie do odpowiednich urządzeń odbiorczych, lądowych lub pływających, za pośrednictwem rurociągów wyposażonych w znormalizowane łączniki wyladunkowe (patrz 17.3.3) usytuowane na pokładzie.

Rurociągi te nie mogą mieć żadnego połączenia z zaworami wylotowymi za burtę.

**17.3.2** Dopuszcza się, aby łączniki te służyły zarówno do zdawania zaolejonej wody zęzowej, jak i pozostałości olejowych pod warunkiem, że zostanie zastosowane skuteczne rozwiązanie (np. kurek trójdrogowy) uniemożliwiające przedostanie się pozostałości olejowych do instalacji zaolejonej wody zęzowej.

**17.3.3** Znormalizowane łączniki wyladunkowe powinny być wykonane zgodnie z wymaganiami normy [PN-EN 1305:2018-05](#) – Statki żeglugi śródlądowej – Złącza do wydawania cieczy zaolejonych.

Łączniki należy instalować po obu burtach statku w miejscach umożliwiających łatwe podłączenie węża odbiorczego oraz wyposażać je w kołnierze zaślepiające i tabliczki informacyjne.

**17.3.4** Jeżeli zaolejona woda gromadzona jest w zęzach maszynowni, to jej zdawanie do urządzeń odbiorczych w porcie może odbywać się przy użyciu pomp i węży odbiorcy.

W celu zabezpieczenia przed przypadkowym usunięciem zaolejonej wody zęzowej bezpośrednio za burtę, należy stosować plombowanie zaworów burtowych. W przypadku zaworów zdalnie sterowanych należy plombować odpowiednie przyciski na tablicy sterującej. Dodatkowo przy zaworach tych (w przypadku zaworów zdalnie sterowanych – przy ich przyciskach sterujących) należy umieszczać tabliczki informacyjne o treści:

***„Zaolejona woda zęzowa. Otwieranie zaworu  
w warunkach normalnej eksploatacji jest zabronione”***

## 18 INSTALACJA BALASTOWA

### 18.1 Wymagania ogólne

**18.1.1** Do napełniania i opróżniania zbiorników balastowych należy przewidzieć co najmniej jedną pompę balastową.

Wydajność pompy balastowej zaleca się określać zakładając, że przy odpompowywaniu wody z największego zbiornika balastowego powinna ona zapewniać prędkość przepływu wody przez rurociąg o średnicy określonej wg wzoru 18.2.1 nie mniejszą niż 2 m/s.

**18.1.2** Jako pompy balastowe mogą być używane pompy ogólnego użytku, pompy pożarowe lub sanitarne.

**18.1.3** Pompy używane do pobierania wody balastowej ze zbiorników dennych powinny być samoza-sysające.

**18.1.4** Zbiorniki balastowe nie powinny być używane do przewozu paliwa. Jeżeli nie można tego uniknąć, to należy zapewnić wymagania administracyjne odnośnie do czystości usuwanej zaolejonej wody balastowej.

## **18.2 Średnice rurociągów**

**18.2.1** Wewnętrzne średnice odgałęzień rurociągów balastowych  $d_w$  dla poszczególnych zbiorników powinny być nie mniejsze, niż określone wg wzoru:

$$d_w = 18\sqrt[3]{V}, \quad [\text{mm}] \quad (18.2.1)$$

gdzie:

$V$  – objętość zbiornika balastowego,  $[\text{m}^3]$ .

Rzeczywista średnica wewnętrzna może mieć najbliższy znormalizowany wymiar.

**18.2.2** Średnica wewnętrzna magistrali balastowej powinna być nie mniejsza od największej średnicy odgałęzienia, określonej wg wzoru 18.2.1.

## **18.3 Układ i połączenia rurociągów**

Rozmieszczenie odgałęzień ssących powinno zapewniać wypompowanie wody z każdego zbiornika balastowego, gdy statek nie ma przechyłu lub ma przechył nie większy niż  $5^\circ$ .

# **19 INSTALACJE RUROCIĄGÓW ODPOWIETRZAJĄCYCH, PRZELEWOWYCH I POMIAROWYCH**

## **19.1 Rurociągi odpowietrzające**

**19.1.1** Każdy zbiornik statku przeznaczony do przechowywania cieczy, każdy przedział ochronny, skrzynie zaworów dennych i burtowych oraz skrzynie chłodnic poszyciowych należy wyposażyć w rurociągi odpowietrzające.

Odpowietrzenia skrzyń zaworów dennych i burtowych oraz skrzyń chłodnic poszyciowych należy wyposażyć w zawory zaporowe, umieszczone bezpośrednio na tych skrzyniach (patrz też 15.8).

Odpowietrzenia zbiorników przyległych do zewnętrznego poszycia kadłuba, skrzyń zaworów dennych i burtowych oraz chłodnic poszyciowych powinny być wyprowadzone powyżej pokładu otwartego.

**19.1.2** Rurociągi odpowietrzające zbiorniki należy wyprowadzać z górnej części zbiorników i z miejsca najbardziej oddalonego od wlotu rurociągu napełniającego. Liczba i rozmieszczenie rur odpowietrzających powinny być takie, aby uniemożliwione było tworzenie się korków powietrznych.

**19.1.3** Zbiorniki rozciągające się od burty do burty powinny mieć rurociągi odpowietrzające wyprowadzone po obu burtach. Rurociągów odpowietrzających nie należy używać jako rurociągów wlewowych, chyba że zbiornik ma więcej niż jedno odpowietrzenie.

Rurociągów odpowietrzających zbiorniki zawierające różne ciecze nie należy ze sobą łączyć.

**19.1.4** Wysokość rur odpowietrzających mierzona od pokładu otwartego do powierzchni cieczy w rurze przy jej napełnieniu powinna wynosić co najmniej 450 mm.

W uzasadnionych przypadkach PRS może rozważyć możliwość zmniejszenia tej wysokości.

**19.1.5** Wyloty rurociągów odpowietrzających na otwartych pokładach należy wyposażyć w zamocowane na stałe, samoczynnie działające urządzenia, tzw. odpowietrzniki, uniemożliwiające przedostawanie się wody zaburtowej do zbiorników.

Wymaganie to nie dotyczy rurociągów odpowietrzających przedziały zawsze wypełnione wodą zaburtową oraz odpowietrzających zbiorniki na statkach uprawiających żeglugę wyłącznie w rejonie 3. W tych przypadkach zakończenia rurociągów odpowietrzających mogą być wykonane w kształcie kolanek zwróconego wylotem w dół lub w inny sposób, uzgodniony z PRS.

**19.1.6** Wyloty rurociągów odpowietrzających zbiorniki zawierające ciecze łatwo zapalne (paliwo, olej smarowy itp.) oraz rurociągów odpowietrzających przedziały ochronne wokół takich zbiorników należy wyprowadzić na otwarty pokład w miejscach, gdzie wydobywające się z nich opary nie spowodują zagrożenia pożarowego i wyposażyć w urządzenia zapobiegające przenikaniu płomienia, o konstrukcji uzgodnionej z PRS. Wolny przekrój takich urządzeń nie powinien być mniejszy od pola przekroju rury odpowietrzającej.

Wymaganie to dotyczy również zbiorników, w których może gromadzić się gaz palny, takich jak zbiorniki fekalii czy też oczyszczalnie ścieków fekalnych.

**19.1.7** Wyloty rurociągów odpowietrzających zbiorniki wody pitnej należy wyprowadzić na otwarty pokład i wyposażyć w siatki zabezpieczające przed owadami.

**19.1.8** Rurociągi odpowietrzające z zapasowych zbiorników oleju smarowego i nieogrzewanych zbiorników pozostałości olejowych, nie stanowiących części konstrukcyjnej kadłuba, można wyprowadzać do pomieszczenia, w którym zbiorniki te są umieszczone. Należy wykluczyć możliwość rozlania się oleju na urządzenia elektryczne i na nagrzane powierzchnie w przypadku nadmiernego napełnienia zbiornika.

**19.1.9** Grubość ścianek stalowych rur odpowietrzających powinna być nie mniejsza niż 2,5 mm.

**19.1.10** Sumaryczna powierzchnia przekroju rurociągów odpowietrzających zbiornik napełniany grawitacyjnie powinna być nie mniejsza od łącznej powierzchni przekroju wszystkich rur, przez które ciecz może być równocześnie doprowadzana do zbiornika.

**19.1.11** Sumaryczna powierzchnia przekroju rurociągów odpowietrzających zbiornik napełniany za pomocą pomp powinna wynosić co najmniej 1,25 pola przekroju rurociągu napełniającego ten zbiornik. Powierzchnia przekroju rurociągu odpowietrzającego, wspólnego dla kilku zbiorników, powinna wynosić co najmniej 1,25 sumarycznej powierzchni przekroju rurociągów napełniających te zbiorniki.

**19.1.12** Jeżeli zbiornik wyposażony jest w rurociąg przelewowy, to sumaryczna powierzchnia odpowietrzeń tego zbiornika powinna być nie mniejsza niż 1/3 pola przekroju rurociągu napełniającego.

**19.1.13** Układ rurociągów odpowietrzających powinien być taki, aby przy normalnym przegłębieniu i przechyle statku w żadnej ich części nie mogła zbierać się ciecz tworząca zamknięcia hydrauliczne.

**19.1.14** Rurociągi odpowietrzające zbiorniki paliwa nie powinny mieć rozbieralnych złączy w obrębie pomieszczeń mieszkalnych i pomieszczeń chłodzonych.

**19.1.15** U wylotów odpowietrzeń należy umieścić tabliczki informacyjne.

**19.1.16** Odpowietrzenia skrzyń korbowych silników spalinowych powinny odpowiadać wymaganiom punktu 2.2.3.

## **19.2 Rurociągi przelewowe**

**19.2.1** Rurociągi przelewowe należy przewidzieć dla zbiorników, których odpowietrzenia wyprowadzono na taką wysokość, że w razie wypełnienia ich cieczą zostanie przekroczone ciśnienie próby szczelności zbiornika (patrz też podrozdział 8.3 z Części II – Kadłub).

**19.2.2** Zbiorniki paliwa zaleca się wyposażyć w rurociągi przelewowe. Rurociągów przelewowych można nie stosować, jeżeli instalacja paliwowa została tak wykonana, że wykluczona jest możliwość przelania się cieczy za burtę przy przyjmowaniu i przepompowywaniu paliwa.

**19.2.3** Pole przekroju rur przelewowych i ich układ powinny być takie, jak wymagane w 19.1.10, 19.1.11, 19.1.13, 19.1.14 dla odpowietrzeń.

**19.2.4** Rurociągów przelewowych będących zarazem rurociągami odpowietrzającymi nie należy doprowadzać do rurociągu odpowietrzającego zbiornik przelewowy, lecz bezpośrednio do tego zbiornika lub do innej doprowadzonej do niego rury przelewowej o wystarczającej średnicy.

**19.2.5** Rurociągi przelewowe zbiorników paliwa i oleju należy doprowadzać do specjalnego zbiornika przelewowego lub do zbiornika zapasowego, mającego odpowiednią rezerwę objętości.

Zabrania się doprowadzania tych rurociągów do zęz statku.

**19.2.6** Na zbiorniku przelewowym lub na pionowym odcinku rurociągu przelewowego w dobrze widocznym i łatwo dostępnym miejscu należy umieścić wziernik ze szkła żaroodpornego albo urządzenie sygnalizujące przelewanie się paliwa.

### **19.3 Zbiorniki przelewowe**

**19.3.1** Pojemność zbiorników przelewowych paliwa powinna być nie mniejsza od 10-minutowej wydajności pompy transportowej paliwa.

**19.3.2** Zbiornik przelewowy zaleca się wyposażyć w sygnalizację świetlną i dźwiękową, informującą o napełnieniu zbiornika powyżej 75% jego objętości.

### **19.4 Rury i urządzenia pomiarowe**

**19.4.1** Każdy zbiornik i przedział ochronny oraz wszystkie zęzy i studzienki zęzowe, do których nie ma swobodnego dostępu, należy wyposażyć w rury pomiarowe lub w inne uzgodnione z PRS urządzenia do pomiaru poziomu cieczy.

**19.4.2** Rury pomiarowe należy wyprowadzić na pokład otwarty i zaopatrzyć w szczelne zamknięcia pokładowe.

Rury pomiarowe zbiorników nie stanowiących konstrukcyjnej całości z kadłubem (np. zbiorników wstawianych) mogą nie być wyprowadzone na pokład otwarty, pod warunkiem zapewnienia swobodnego dostępu do nich w każdych warunkach eksploatacyjnych.

Rury pomiarowe należy wyprowadzić w linii prostej lub z łagodną krzywizną, umożliwiającą łatwe przejście sondy.

**19.4.3** Jeżeli statek ma płaskie dno, a zbiorniki lub zęza rozciągają się od burty do burty, to rury pomiarowe należy zainstalować po obu burtach.

**19.4.4** Rury pomiarowe dennych zbiorników oleju i paliwa można wyprowadzać do wnętrza przedziału maszynowego lub tunelu wałów napędowych pod warunkiem spełnienia następujących wymagań:

- .1** zakończenia rur pomiarowych będą wyprowadzone w miejsca niezagrożone niebezpieczeństwem zapłonu, lub też zastosowane środki konstrukcyjne będą wykluczały możliwość przypadkowego przedostania się oleju i paliwa z rur pomiarowych na nagrzane powierzchnie silników, przewodów spalinowych itp. oraz na maszyny i rozdzielnice elektryczne;
- .2** zakończenia rur pomiarowych będą wyposażone w kurki samozamykające, usytuowane co najmniej 0,5 m powyżej poziomu podłogi maszynowni. Poniżej kurka samozamykającego zostanie zainstalowany kurek kontrolny o małej średnicy umożliwiający sprawdzenie, czy w rurze pomiarowej znajduje się paliwo (olej). Kurki samozamykające i kontrolne powinny być odporne na korozję i wykonane w sposób wykluczający zaiskrzenie;
- .3** rury pomiarowe nie będą używane do napełniania zbiorników, ani do ich odpowietrzania.

**19.4.5** Rury pomiarowe dennych zbiorników wody można wyprowadzać do pomieszczeń znajdujących się nad nimi, jeżeli istnieje stały dostęp do tych pomieszczeń. Rury te powinny być wyposażone w kurki samozamykające i nie mogą pełnić roli rurociągów odpowietrzających.

**19.4.6** Pod każdą rurą pomiarową należy przewidzieć płytkę przeciwuderzeniową lub zapewnić równorzędne rozwiązanie, chroniące dno zbiornika przed uszkodzeniem sondą, np. stopkę sondy lub zaślepkę.

**19.4.7** Średnica wewnętrzna rur pomiarowych powinna być nie mniejsza niż 32 mm.

Rury pomiarowe przechodzące przez pomieszczenia chłodzone, w których temperatura może obniżać się do 0 °C lub poniżej, jak też rury pomiarowe zbiorników wyposażonych w instalację do ogrzewania powinny mieć średnicę wewnętrzną nie mniejszą niż 50 mm. W obrębie pomieszczeń chłodzonych rury te należy izolować termicznie.

**19.4.8** U wylotów rur pomiarowych należy umieścić tabliczki informacyjne.

**19.4.9** Korki i gwintowane części zamknięć pokładowych powinny być wykonane z brązu, mosiądzu lub stali nierdzewnej. Zastosowanie innych materiałów podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**19.4.10** Zamiast rur pomiarowych można stosować inne uzgodnione z PRS wskaźniki poziomu paliwa lub oleju, które powinny odpowiadać następującym wymaganiom:

- .1** powinien być możliwy odczyt ze wskaźnika do pomiaru objętości aż do poziomu maksymalnego napełnienia, a uszkodzenie wskaźnika lub przepełnienie zbiornika nie powinno powodować wycieku;
- .2** w przypadku stosowania wskaźników poziomu z wstawką przezroczystą, wstawka ta powinna być wykonana z nietłukącego się materiału (płaskiego szkła lub tworzywa sztucznego), nietracącego przejrzystości pod wpływem paliwa i oleju. Zabronione jest stosowanie cylindrycznych szkieł poziomowskazowych;
- .3** pomiędzy poziomowskazem a zbiornikiem powinien być zainstalowany kurek samozamykający usytuowany u dołu poziomowskazu, a górny koniec poziomowskazu powinien być przyłączony do zbiornika powyżej poziomu maksymalnego napełnienia zbiornika. **Materiał stosowany we wskaźnikach zawierających szkło nie powinien odkształcać się w normalnej temperaturze ich otoczenia.**

W przypadku zbiorników oleju o pojemności mniejszej niż 200 l instalowanie kurków samozamykających nie jest wymagane.

## 20 INSTALACJA SPALINOWA

### 20.1 Rurociągi spalinowe

**20.1.1** Rurociągi spalinowe powinny być szczelne na całej swej długości, aż do wylotu wyprowadzonego na otwarty pokład.

**20.1.2** Jeżeli rurociągi spalinowe wyprowadzone są przez poszycie burtowe w pobliżu lub poniżej wodnicy ładunkowej, to należy przewidzieć odpowiednie urządzenie lub tak ukształtować rurociąg, aby uniemożliwić przedostawanie się wody zaburtowej do silnika.

Rurociąg wewnątrz statku powinien tworzyć wówczas rodzaj pętli, której dolna krawędź znajduje się możliwie jak najwyżej ponad płaszczyznę wodnicy maksymalnego zanurzenia i jest od niej odległa o co najmniej:

- 1000 mm dla rejonu żeglugi **1**,
- 600 mm dla rejonu żeglugi **2**,
- 300 mm dla rejonu żeglugi **3**.

Grubość ścianki odcinka rurociągu od dolnej krawędzi pętli do połączenia z poszyciem zewnętrznym powinna być nie mniejsza niż grubość poszycia kadłuba w tym miejscu.

**20.1.3** Rurociągi spalinowe mogą być prowadzone przez pomieszczenia mieszkalne **lub sterówkę** tylko w gazoszczelnych tunelach połączonych z atmosferą.

Rurociągów spalinowych nie należy prowadzić w odległości mniejszej niż 450 mm od zbiorników paliwa (odległość mierzona od izolacji rurociągu spalinowego).

Prowadzenie rurociągów spalinowych przez przegrody wykonane z materiałów palnych wymaga zastosowania odpowiedniej izolacji cieplnej.

**20.1.4** Każdy główny silnik spalinowy powinien mieć oddzielny rurociąg spalinowy, wyposażony w tłumik i urządzenie umożliwiające skuteczne odwodnienie. Możliwość odstępstwa od tego wymagania podlega każdorazowo odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**20.1.5** Rurociągi spalinowe silników pomocniczych można łączyć w rurociąg zbiorczy pod warunkiem zastosowania niezawodnie działających urządzeń bezpieczeństwa, zapobiegających:

- przejściu spalin z rurociągu zbiorczego do niepracujących silników,
- uszkodzeniu któregośkolwiek silnika przy rozruchu.

**20.1.6** W obrębie maszynowni rurociągi spalinowe powinny posiadać izolację cieplną wykonaną z materiałów termoizolacyjnych zgodnie z punktem 1.11.6 lub powinny być odpowiednio chłodzone; poza maszynownią za wystarczające może być uznane zabezpieczenie przed dotknięciem.

**20.1.7** Przy instalowaniu wymienników ciepła ogrzewanych spalinami i łapaczy iskier typu mokrego należy przewidzieć zabezpieczenia przed przedostawaniem się wody do silnika w przypadku powstania przecieku w wymienniku lub wystąpienia innych uszkodzeń. Rury ściekowe należy odprowadzić do zęz przedziału maszynowego i zaopatrzyć w zamknięcia hydrauliczne.

**20.1.8** System obróbki spalin nie może wpływać ujemnie na bezpieczne działanie jednostki, w tym układ napędowy i zasilania, ani też blokować układu wydechowego.

**20.1.9** Jeżeli będzie stosowany system obróbki spalin wyposażony w urządzenie obejściowe, to takie urządzenie powinno spełniać następujące wymagania:

- .1 w przypadku awarii systemu obróbki spalin aktywacja urządzenia obejściowego powinna umożliwić jednostce kontynuowanie samodzielnej żeglugi;
- .2 w przypadku aktywacji urządzenia obejściowego układ sterujący tym urządzeniem powinien uruchomić alarm akustyczny i optyczny w sterówce;
- .3 informacje te powinny być łatwo dostępne dla odpowiednich organów.

**20.1.10** Jeżeli zostanie zainstalowany kontrolny system diagnostyczny zgodnie z Artykułem 25(3)(f) Rozporządzenia 2016/1628, wymagane sygnały alarmowe powinny uruchomić alarm akustyczny i optyczny w sterówce w przypadku stwierdzenia nieprawidłowego działania.

**20.1.11** Jeżeli system obróbki spalin będzie oparty na użyciu odczynnika w celu obniżenia emisji, to wymagane sygnały alarmowe powinny ostrzec załogę o konieczności uzupełnienia ilości tego odczynnika w zbiorniku zanim dojdzie do jego opróżnienia lub konieczności wymiany odczynnika, gdy nie będzie miał on wymaganego stężenia.

**20.1.12** Jeżeli kontrolny system diagnostyczny zainstalowany zgodnie z Artykułem 25(3)(f) Rozporządzenia 2016/1628 będzie miał możliwość aktywacji zmniejszenia mocy silnika spalinowego, to powinny być spełnione następujące wymagania:

- .1 aktywacja redukcji mocy powinna umożliwiać jednostce kontynuowanie samodzielnej żeglugi; lub
- .2 w przypadku aktywacji redukcji mocy, system sterowania powinien uruchomić akustyczny i optyczny sygnał alarmowy w sterówce.

**20.1.13** Wymaganie punktu 20.1.8 należy uważać za spełnione, jeżeli statek będzie wyposażony w:

- .1 drugi niezależny układ napędowy (nawet jeżeli ten drugi układ również posiada system obróbki spalin umożliwiający jednostce kontynuowanie samodzielnej żeglugi); lub
- .2 system obróbki spalin z urządzeniem obejściowym zgodnie z punktem 20.1.9.



## **21 INSTALACJA WENTYLACYJNA**

### **21.1 Kanały wentylacyjne**

**21.1.1** Nie należy prowadzić kanałów wentylacyjnych przez grodzie wodo-szczelne poniżej pokładu górnego (patrz określenia w podrozdziale 1.2.3 z Części II – Kadłub).

**21.1.2** Szyby i pionowe kanały wentylacyjne prowadzone przez pokłady wodoszczelne w obrębie jednego przedziału wodoszczelnego, powinny być wodoszczelne i mieć wytrzymałość równą wytrzymałości miejscowych konstrukcji kadłuba na odcinku pomiędzy takimi wodoszczelnymi pokładami.

**21.1.3** Kanały wentylacyjne powinny być zabezpieczone przed korozją lub wykonane z materiału odpornego na korozję.

Kanały wentylacyjne należy izolować w miejscach występowania kondensacji pary wodnej. Odcinki kanałów, w których może skraplać się para wodna, należy wyposażyć w korki spustowe.

**21.1.4** Kanały wentylacyjne prowadzące do ładowni, przedziałów maszynowych lub innych pomieszczeń wyposażonych w instalację gaśniczą typu objętościowego powinny być wyposażone w zamknięcia, którymi można sterować z pokładu.

**21.1.5** Kanały wentylacyjne przeznaczone do usuwania wybuchowych i łatwo zapalnych oparów i gazów powinny być gazoszczelne i nie powinny łączyć się z kanałami z innych pomieszczeń.

### **21.2 Rozmieszczenie głowic wentylacyjnych**

**21.2.1** Nawiewowe głowice wentylacyjne należy umieszczać na pokładach otwartych w miejscach, w których w maksymalnym możliwym stopniu ograniczone będzie zasysanie par produktów naftowych oraz przedostawanie się wody zaburtowej do kanałów wentylacyjnych.

**21.2.2** Wysokość zrębnic głowic wentylacyjnych mierzona od pokładu otwartego powinna wynosić co najmniej 450 mm.

W uzasadnionych przypadkach PRS może rozważyć możliwość zmniejszenia tej wysokości.

### **21.3 Wentylacja przedziałów maszynowych**

**21.3.1** Instalacja wentylacyjna przedziałów maszynowych powinna zapewniać, przy zamkniętych świetlikach, dostateczny dopływ powietrza niezbędnego do pracy silników i opalanych paliwem urządzeń grzewczych w każdych warunkach pogodowych.

Należy zapewnić wysysanie gazów cięższych od powietrza z dolnych części przedziału, spod podłogi i ze wszystkich innych miejsc, w których możliwe jest ich gromadzenie.

**21.3.2** W przedziałach maszynowych wyposażonych w instalację gaśniczą na dwutlenek węgla należy przewidzieć niezależną instalację mechanicznej wentylacji wyciągowej z najniższej położonych miejsc przedziału.

Instalacja ta powinna zapewniać co najmniej 10 wymian powietrza na godzinę.

### **21.4 Wentylacja pomieszczeń i skrzyń akumulatorowych**

**21.4.1** Instalacja wentylacyjna pomieszczeń i skrzyń akumulatorowych powinna być niezależna i powinna zapewniać usuwanie powietrza z górnej części wentylowanych pomieszczeń i skrzyń.

Kanały wentylacyjne powinny być gazoszczelne.

**21.4.2** Akumulatory wymagające mocy ładowania powyżej 2,0 kW powinny być instalowane w specjalnym pomieszczeniu. Jeżeli będą one usytuowane na pokładzie, to mogą one znajdować się również w szafkach. Jeżeli będzie możliwość wydostawania się gazów z akumulatorów, to takie pomieszczenie lub szafka powinny posiadać wentylację mechaniczną wyprowadzoną na pokład otwarty (nawiew i wyciąg).

**21.4.3** Akumulatory wymagające mocy ładowania nieprzekraczającej 2,0 kW mogą być instalowane również w szafkach lub skrzyniach akumulatorowych. Mogą być instalowane również bez osłony w pomieszczeniu maszynowni, pomieszczeniu służbowym elektryka lub innym dobrze wentylowanym miejscu, pod warunkiem że będą one zabezpieczone przed spadającymi przedmiotami i kapiącą wodą.

**21.4.4** Należy zapewnić skuteczną wentylację, jeżeli akumulatory będą zainstalowane w pomieszczeniu zamkniętym lub szafce. Wentylację mechaniczną należy zapewnić dla mocy ładowania przekraczającej:

- 2,0 kW dla akumulatorów kadmowo-niklowych;
- 3,0 kW dla akumulatorów ołowiowych.

Należy zapewnić nawiew z dołu i wyciąg u góry pomieszczenia, aby umożliwić całkowite usuwanie gazów. W kanałach wentylacyjnych nie powinny znajdować się urządzenia utrudniające przepływ powietrza, takie jak zawory odcinające.

**21.4.5** Wyloty zewnętrzne kanałów wentylacyjnych powinny być tak wykonane, aby niemożliwe było przedostawanie się do ich wnętrza wody, opadów atmosferycznych i ciał stałych. Na kanałach tych nie należy instalować armatury zatrzymującej płomień. Otwory wylotowe wyciągowych kanałów wentylacyjnych powinny znajdować się w takich miejscach, w których usuwane gazy nie będą stwarzać zagrożenia pożarowego.

**21.4.6** Wentylacja skrzyń akumulatorowych, w których znajdują się akumulatory o mocy ładowania nieprzekraczającej 0,2 kW może być zapewniona za pomocą otworów w dolnej i górnej części skrzyni, umożliwiających ulatnianie się gazów.

**21.4.7** Wymagane natężenie przepływu powietrza  $Q$  dla wentylacji pomieszczenia lub skrzyni akumulatorów należy obliczać wg poniższego wzoru:

$$Q = f \times I_{gaz} \times n, \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (21.4.7)$$

gdzie:

- $f$  – 0,11 dla akumulatorów mokrych;
- $f$  – 0,03 dla akumulatorów o ogniwach zamkniętych (z elektrolitem związanym w żelu, materiale niebędącym tkaniną);
- $I_{gaz}$  –  $\frac{1}{4}$  maksymalnego prądu ładowania [A];
- $n$  – liczba ogniw w obwodzie szeregowym.

W przypadku akumulatorów buforowych sieci statkowej dopuszcza się inne metody obliczeń uwzględniające charakterystykę ładowania urządzenia ładującego, pod warunkiem że metody te będą zgodne z wymaganiami uznanych towarzystw klasyfikacyjnych lub odpowiednich norm.

**21.4.8** W przypadku wentylacji naturalnej pole przekroju kanału wentylacyjnego powinno być wystarczające do zapewnienia wymaganego natężenia przepływu  $Q$  przy prędkości przepływu powietrza 0,5 m/s. Jednak przekrój ten powinien wynosić co najmniej:

- 80 cm<sup>2</sup> dla akumulatorów ołowiowych
- 120 cm<sup>2</sup> dla akumulatorów zasadowych.

**21.4.9** W przypadku zastosowania wentylacji mechanicznej (najlepiej, aby wentylator był wyposażony w urządzenie wyciągowe) silnik wentylatora nie powinien mieć kontaktu ze strumieniem usuwanych gazów ani strumieniem powietrza. Konstrukcja wentylatorów powinna wykluczać iskrzenie w wyniku kontaktu łopatki i obudowy wentylatora oraz unikać powstawania ładunków elektrostatycznych.

**21.4.10** Na drzwiach prowadzących do pomieszczeń lub skrzyń akumulatorów lub ich pokryw powinna być umieszczona tabliczka informacyjna z napisem "Używanie ognia, nieosłoniętego płomienia i palenie wzbronione" o średnicy co najmniej 10 cm zgodnie z rys. 2 w Załączniku 4 normy ES-STRIN.

**21.4.11** Wewnętrzne powierzchnie wentylacyjnych kanałów wyciągowych oraz wentylatory i ich silniki należy odpowiednio zabezpieczyć przed działaniem oparów elektrolitu. W ten sam sposób należy również zabezpieczyć kanały wentylacji naturalnej.

## 21.5 Wentylacja stacji gaśniczych na dwutlenek węgla

**21.5.1** Każdą stację gaśniczą znajdującą się poniżej pokładu otwartego należy wyposażyć w niezależną instalację mechanicznej wentylacji wyciągowej z dolnych części stacji, zapewniającą co najmniej 6 wymian powietrza na godzinę.

Uruchomienie wentylatorów powinno następować automatycznie z chwilą otwarcia drzwi/włazu do stacji.

## 22 INSTALACJA PALIWA CIEKŁEGO

### 22.1 Pompy

**22.1.1** Do transportu paliwa należy przewidzieć pompę z napędem mechanicznym. Na statkach, na których dobowe zużycie paliwa nie przekracza 2 t, może to być pompa z napędem ręcznym.

**22.1.2** Pompy transportowe paliwa nie powinny być używane do innych celów.

**22.1.3** Dla pomp transportowych paliwa, oprócz lokalnych urządzeń sterujących, należy zapewnić możliwość zatrzymywania z łatwo dostępnego miejsca usytuowanego poza pomieszczeniem, w którym są one zainstalowane.

### 22.2 Rurociągi i armatura

**22.2.1** Rurociągi paliwowe powinny być oddzielone od innych instalacji.

**22.2.2** Rurociągów paliwowych nie należy prowadzić nad silnikami spalinowymi, urządzeniami grzewczymi, rurociągami spalinowymi i innymi gorącymi powierzchniami.

W wyjątkowych przypadkach rurociągi paliwowe można prowadzić nad tymi mechanizmami i urządzeniami, pod warunkiem że rurociągi te nie będą miały w ich obrębie tych mechanizmów i urządzeń rozbiernych złączy i w odpowiednich miejscach zostaną zainstalowane wanny ściekowe, uniemożliwiające przedostanie się paliwa na te mechanizmy i urządzenia.

**22.2.3** Bezpośrednio na wylocie ze zbiornika rurociągi paliwowe powinny być wyposażone w zawór szybkozamykający, którym można sterować z pokładu, nawet w przypadku gdy pomieszczenie, w którym znajduje się zawór, jest zamknięte. Jeżeli urządzenie sterujące jest niewidoczne, to pokrywa nie może być zamykana na klucz.

Urządzenie sterujące powinno być oznakowane na czerwono. Jeżeli urządzenie sterujące jest niewidoczne, to powinno **ono być oznakowane symbolem (o długości boku co najmniej 10 cm) zaworu szybkozamykającego, zgodnie z rysunkiem 9 w Załączniku 4 do normy ES-TRIN.**

Wymaganie to nie ma zastosowania do zbiorników paliwa zamontowanych bezpośrednio na silniku.

**22.2.4** Rurociągi i armatura instalacji paliwa nie powinny być narażone na nadmierne nagrzewanie i powinny być zawsze łatwo dostępne. **Przewody paliwowe, ich połączenia, uszczelnienia i armatura powinny być wykonane z materiałów odpornych na naprężenia mechaniczne, chemiczne i ciepłne, na których działanie mogą one być narażone. Przewody paliwowe nie powinny być narażone na jakiegokolwiek niekorzystne działanie ciepła i powinna być możliwość ich inspekcji na całej ich długości.**

### 22.3 Urządzenia do odwadniania zbiorników

W dolnej części zbiorników osadowych i rozchodowych, poniżej otworów wlotowych do rurociągów ssących z tych zbiorników, należy zainstalować zawory samozamykające i połączyć je rurociągami ze zbiornikiem ściekowym. Na rurociągach tych należy zainstalować przezierniki. Jeżeli pod zbiornikiem zainstalowano wannę ściekową, to zamiast przeziernika można zastosować lejek.

### 22.4 Urządzenia do zbierania przecieków paliwa

**22.4.1** Przy zbiornikach nie stanowiących konstrukcyjnej całości z kadłubem statku, przy pompach, filtrach i innych urządzeniach, gdzie istnieje możliwość przeciekania paliwa, należy zainstalować wanny ściekowe.

**22.4.2** Przyłączone do wanien ściekowych rury ściekowe powinny być doprowadzone do zbiorników ściekowych. Nie należy doprowadzać tych rur do zęz i zbiorników przelewowych.

Zbiornik ściekowy należy wyposażyć w sygnalizację świetlną i dźwiękową, uprzedzającą o napełnieniu zbiornika powyżej 80 % jego objętości.

**22.4.3** Wewnętrzna średnica rur ściekowych powinna być nie mniejsza niż 25 mm.

**22.4.4** Instalacja do opróżniania zbiorników ściekowych powinna spełniać wymagania podrozdziału 17.3.

## **22.5 Pobieranie paliwa do zbiorników**

**22.5.1** Pobieranie paliwa ciekłego na statek powinno odbywać się przez stały rurociąg, zaopatrzony w niezbędną armaturę zapewniającą doprowadzenie paliwa do wszystkich głównych zbiorników paliwa.

Króciec wlewu paliwa do zbiorników paliwowych, z wyjątkiem zbiorników rozchodowych paliwa, powinien być usytuowany powyżej pokładu i powinien być wyposażony w króciec przyłączeniowy zgodny z normą EN 12827:2001.

Zbiorniki paliwa należy zabezpieczyć przed wyciekami paliwa podczas bunkrowania za pomocą odpowiednich urządzeń pokładowych, które powinny być wpisane w punkcie 52 Świadectwa zdolności żeglugowej statku śródlądowego.

Jeżeli paliwo będzie pobierane ze stacji bunkrowania wyposażonych we własne urządzenia techniczne zapobiegające wyciekom paliwa na pokład, to powyższe wymaganie nie ma zastosowania.

**22.5.2** Rurociągi do napełniania zbiorników paliwem powinny przechodzić przez ściankę zbiornika w jego górnej części. Jeżeli takie wykonanie jest niemożliwe, to rurociągi napełniające powinny mieć zawory zwrotne zainstalowane bezpośrednio na zbiornikach.

Rurociąg do napełniania zbiornika paliwem powinien być doprowadzony możliwie jak najbliżej do dna zbiornika.

Jeżeli zbiorniki paliwa będą wyposażone w automatyczne urządzenia odcinające dopływ paliwa w czasie napełniania zbiornika, to czujniki powinny zatrzymać napełnianie, gdy zbiornik jest napełniony w 97% jego objętości. Urządzenia te powinny spełniać wymagania dla urządzeń odpornych na uszkodzenia.

Jeżeli czujnik będzie uruchamiał stycznik elektryczny, który przerywa obwód stacji bunkrowania za pomocą sygnału binarnego, to powinna istnieć możliwość przesłania tego sygnału do stacji bunkrowania za pomocą wodoszczelnego przyłącza (o białym kolorze oprawy i położeniu przewodu uziemienia na godzinie dziesiątej), spełniającego wymagania międzynarodowej normy IEC 60309:2012 dla 40 do 50 DC.

## **22.6 Zbiorniki paliwa**

**22.6.1** Paliwa płynne należy przechowywać w stalowych zbiornikach będących integralną częścią kadłuba albo w zbiornikach trwale do niego przytwierdzonych lub, jeśli wymaga tego rodzaj konstrukcji statku, wykonanych z materiału równoważnego stali. Wymaganie to nie dotyczy zbiorników paliwa mających pojemność nie przekraczającą 12 litrów, fabrycznie wbudowanych w urządzenia pomocnicze. Rozmieszczenie zbiorników paliwa w przedziałach maszynowych powinno odpowiadać wymaganiom punktu 1.12.2.

Zbiorniki paliwa dla silników urządzeń roboczych na urządzeniach pływających nie muszą stanowić integralnej części kadłuba ani być do niego przytwierdzone.

Zbiorniki przenośne mogą być stosowane, jeżeli spełnione są następujące warunki:

- pojemność tych zbiorników nie przekracza 1000 litrów,
- zbiorniki te zostały w odpowiedni sposób przytwierdzone i uziemione,
- zbiorniki są wykonane ze stali o wystarczającej grubości ścian i zostały umieszczone w odpowiedniej wannie ściekowej. Wanna ta powinna być skonstruowana w sposób zapobiegający wyciekom paliwa zanieczyszczającego szlaki wodne.

Można zrezygnować z wanny ściekowej w przypadku stosowania zbiorników z podwójnymi ściankami, wyposażonych w system zabezpieczenia przed wyciekami lub ostrzegania o nieszczelnościach, napełnianych wyłącznie za pośrednictwem automatycznego zaworu tłocznego. Przepisy te uznaje się za spełnione, jeżeli konstrukcja zbiornika została zatwierdzona przez PRS.

W świadectwie wspólnotowym dokonuje się odpowiedniego wpisu.

**22.6.2** Zbiorniki paliwa należy oddzielić przedziałami ochronnymi od pomieszczeń mieszkalnych oraz od zbiorników wody i oleju smarowego.

**22.6.3** Zbiorniki paliwa, które nie stanowią konstrukcyjnej całości z kadłubem statku, powinny odpowiadać wymaganiom dla zbiorników kadłubowych w mającym zastosowanie zakresie.

Zbiorniki przelewowe powinny odpowiadać wymaganiom określonym w podrozdziale 19.3.

**22.6.4** Zbiorniki paliwa umieszczone na otwartych pokładach i nadbudówkach oraz w innych miejscach narażonych na wpływy atmosferyczne należy zabezpieczyć przed działaniem promieni słonecznych. Zbiornik paliwa należy wyposażyc we właz (z uszczelnieniem odpornym na działanie paliwa) umożliwiającą wejście do zbiornika i jego czyszczenie/konserwację.

**22.6.5** Zbiorniki rozchodowe paliwa jednostek z własnym napędem nie powinny być kadłubowymi zbiornikami burtowymi.

**22.6.6** Zbiorniki rozchodowe paliwa, zasilające paliwem silniki główne i silniki niezbędne do bezpiecznej eksploatacji statku, należy wyposażyc w umieszczoną w sterówce sygnalizację świetlną i dźwiękową niskiego poziomu paliwa, włączającą się gdy poziom paliwa w zbiornikach nie wystarczy do zapewnienia dalszej bezpiecznej żeglugi.

**22.6.7** Zbiorniki rozchodowe paliwa powinny posiadać otwory wyposażone w szczelne zamknięcia umożliwiające czyszczenie i inspekcję.

## **22.7 Doprowadzenie paliwa do silników spalinowych**

**22.7.1** Wyposażenie systemu paliwowego powinno zapewniać doprowadzenie do silnika paliwa przygotowanego i oczyszczonego w stopniu wymaganym dla danego silnika.

**22.7.2** Na rurociągu doprowadzającym paliwo do silników przeznaczonych do pracy ciągłej należy zainstalować przełączalny filtr podwójny lub filtr samooczyszczający. Zastosowanie rurociągów boczniujących takie filtry jest zabronione.

Filtrów takich można nie instalować, pod warunkiem że silnik będzie wyposażony w filtr paliwa spełniający wymagania punktu 2.5.6.

**22.7.3** Jeżeli silniki główne pracują na dwóch rodzajach paliwa (lekkim i ciężkim), to należy przewidzieć środki zapobiegające mieszaniu się paliwa ciężkiego z paliwem lekkim przeznaczonym dla silników pomocniczych.

**22.7.4** W instalacjach wielosilnikowych zasilanych z tego samego źródła paliwa, należy przewidzieć środki umożliwiające odcięcie dopływu paliwa do każdego z silników.

Odcięcie dopływu paliwa do jednego silnika nie może mieć wpływu na pracę pozostałych silników. Urządzenia odcinające należy tak usytuować, aby dostęp do nich nie został odcięty w przypadku pożaru któregośkolwiek z silników.

## **23 INSTALACJA OLEJU SMAROWEGO**

### **23.1 Pompy**

Każdy silnik główny i pomocniczy oraz ich przekładnie i układy napełniania sprzęgieł hydraulicznych powinny mieć własne niezależne układy smarowania.

## **23.2 Rurociągi i armatura**

**23.2.1** Rurociągi instalacji oleju smarowego nie powinny mieć połączeń z rurociągami o innym przeznaczeniu.

**23.2.2** Jeżeli w silniku przewidziany jest spust oleju smarowego z miski olejowej poprzez połączenie elastyczne, to przed połączeniem elastycznym należy zainstalować zawór ze stali, brązu lub mosiądzu, przystosowany do zabezpieczenia w pozycji zamkniętej.

## **23.3 Zbiorniki oleju smarowego**

**23.3.1** Oleje smarowe i oleje używane w systemach przenoszenia napędu, systemach sterowania i napędu oraz systemach grzewczych należy przechowywać w stalowych zbiornikach będących integralną częścią kadłuba albo w zbiornikach trwale do niego przytwierdzonych lub, jeśli wymaga tego rodzaj konstrukcji statku, wykonanych z materiału równoważnego stali. Wymaganie to nie dotyczy zbiorników oleju mających pojemność nie przekraczającą 25 litrów, fabrycznie wbudowanych w urządzenia pomocnicze. Zbiorniki oleju smarowego należy oddzielić przedziałami ochronnymi od pomieszczeń mieszkalnych oraz od zbiorników wody i paliwa ciekłego.

**23.3.2** Zbiorniki oleju smarowego, ich rurociągi i inne akcesoria powinny być tak rozmieszczone, aby ani olej smarowy, ani jego pary nie mogły przypadkowo przedostać się do wnętrza statku.

**23.3.3** Otwory przeznaczone do napełniania zbiorników oleju smarowego powinny być wyraźnie oznakowane.

**23.3.4** Zbiorniki oleju smarowego powinny być wyposażone w odpowiednie urządzenia wskazujące poziom ich napełnienia (wymagania dla poziomowskazów – patrz punkt 19.4.10).

## **23.4 Doprowadzenie oleju smarowego do silników spalinowych i przekładni**

**23.4.1** Na rurociągach instalacji smarowania obiegowego należy zainstalować:

- .1 na rurociągu ssącym pomp smarowych, obsługujących przekładnie zębate – filtr magnetyczny;
- .2 na rurociągu ssącym pomp – jeden filtr zgrubny (siatkowy);
- .3 na rurociągu tłocznym pompy smarowej obsługującej silnik główny – przełączalny filtr podwójny lub filtr samooczyszczający.

Przepustowość każdego filtra oleju smarowego powinna być o 10 % większa od wydajności pompy.

**23.4.2** W przypadku zdalnego uruchamiania silnika lub mechanizmu wymagającego wstępnego smarowania, smarowanie to powinno odbywać się automatycznie przed uruchomieniem mechanizmu, a jego wykonanie powinno warunkować możliwość uruchomienia mechanizmu.

## **24 INSTALACJA WODY CHŁODZĄCEJ**

### **24.1 Układ i połączenia rurociągów**

**24.1.1** Dopływ wody zaburtowej do instalacji wody chłodzącej należy zapewnić przez co najmniej dwa zawory, z których jeden powinien być umieszczony na dnie statku, a drugi na burcie. Zawory te powinny być ze sobą połączone, a wodę do chłodzenia należy pobierać z łączącej je magistrali.

**24.1.2** Dopływ wody do instalacji chłodzenia zespołów prądotwórczych, których funkcjonowanie jest niezbędne dla zapewnienia bezpiecznej eksploatacji statku, zaleca się wykonywać z osobnych zaworów dennych.

**24.1.3** Na rurociągach wody zaburtowej chłodzącej silniki należy zainstalować filtry. Układ rurociągów i zaworów powinien być taki, aby istniała możliwość oczyszczenia jednego z filtrów przy równoczesnym pobieraniu wody przez inne.

## **24.2 Chłodzenie silników spalinowych**

**24.2.1** Odprowadzenie za burtę powinno odbywać się przez burtowy zawór wylotowy, usytuowany powyżej poziomu wody w przestrzeniach wodnych silników, chłodnic wody i oleju.

Jeżeli to jest niemożliwe, należy wykonać na rurociągu odlotowym pętlę, której dolna krawędź w najwyższym miejscu powinna znajdować się powyżej poziomu wody w tych przestrzeniach.

Usytuowanie wylotu wody z silników powinno zapewniać pełne stałe odpowietrzenie ich przestrzeni wodnych.

**24.2.2** W instalacjach wewnętrznego obiegu wody chłodzącej silniki należy przewidzieć zbiornik wyrównawczy, w którym poziom wody powinien być wyższy od najwyższego poziomu wody w silniku. Zbiornik wyrównawczy powinien być przyłączony do rurociągów ssących pomp i może być wspólny dla instalacji chłodzenia kilku silników oraz powinien być wyposażony w urządzenie do sygnalizacji minimalnego poziomu wody.

**24.2.3** Jeżeli w instalacjach wewnętrznego obiegu wody chłodzącej silniki przewidziano chłodnicę zaburtową, to jej konstrukcja podlega każdorazowo odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

## **25 INSTALACJA SPRĘŻONEGO POWIETRZA**

### **25.1 Wymagania ogólne**

**25.1.1** Na rurociągu tłocznym każdej sprężarki należy zainstalować zawór zaporowo-zwrotny.

**25.1.2** Na rurociągach do napełniania zbiorników sprężonego powietrza należy zainstalować odwadniacze i odolejacz.

**25.1.3** Pobór powietrza do gwizdka należy zapewnić z co najmniej dwóch zbiorników sprężonego powietrza.

**25.1.4** Przy doprowadzeniu sprężonego powietrza do skrzyń zaworów dennych należy uwzględnić wymagania punktu 15.8.2.

**25.1.5** Zabezpieczenia nadciśnieniowe rurociągów powinny odpowiadać wymaganiom podrozdziału 15.5.

**25.1.6** Instalacja sprężonego powietrza rozruchowego silników głównych i pomocniczych podlega każdorazowo odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

## **26 INSTALACJA ŚCIEKÓW SANITARNYCH**

### **26.1 Wymagania ogólne**

**26.1.1** Każdy statek z pomieszczeniami dla załogi powinien być wyposażony w instalację ścieków sanitarnych. W skład tej instalacji powinny wchodzić co najmniej:

- .1** jedno pomieszczenie WC na pomieszczenie mieszkalne lub na sześciu członków załogi z zapewnioną możliwością wentylacji świeżym powietrzem;
- .2** jedna umywalka na pomieszczenie mieszkalne lub na czterech członków załogi, z rurociągiem odprowadzającym i podłączeniem zimnej i ciepłej wody;
- .3** jeden natrysk lub wanna na pomieszczenie mieszkalne lub na sześciu członków załogi, z podłączeniem zimnej i ciepłej wody.

Dodatkowo należy przewidzieć pomieszczenia WC dla pasażerów. Co najmniej jedno pomieszczenie WC powinno być przystosowane do użytku przez osoby z dysfunkcją narządu ruchu.

Urządzenia sanitarne powinny znajdować się w pobliżu pomieszczeń mieszkalnych. Pomieszczenia WC nie powinny mieć bezpośredniego połączenia z kuchniami, jadalniami lub pomieszczeniami mieszkalnymi połączonymi z kuchnią.



**26.1.2** Rurociągi ściekowe instalacji grawitacyjnych należy prowadzić ze spadem w kierunku odpływu, tak aby w przewidywanych w normalnej eksploatacji warunkach przechyłu i przegłębienia ścieki nie zalegały w rurociągach.

**26.1.3** Wszystkie przybory sanitarne, zlewy, wanny pralnicze, ścieki podłogowe itp. połączone do grawitacyjnej instalacji ściekowej należy wyposażyć w zamknięcia wodne (tzw. syfony).

**26.1.4** Rurociągi ściekowe instalacji grawitacyjnych należy wyposażyć w rury odpowietrzające, wyprowadzone z pionów spustowych oraz z miejsc najbardziej oddalonych od pionów spustowych. Ilość, rozmieszczenie i średnica odpowietrzeń powinny być takie, aby odpływające ścieki nie powodowały wysysania wody z syfonów.

**26.1.5** Zakończenia odpowietrzeń należy umieszczać z dala od otwieranych okien, drzwi, wlotów do instalacji wentylacyjnych itp., tak aby ulatniające się gazy nie przedostawały się do pomieszczeń, w których przebywają ludzie.

## **26.2 Pojemność i konstrukcja zbiorników**

**26.2.1** Statek należy wyposażyć w zbiornik ścieków sanitarnych o pojemności  $V$  nie mniejszej, niż obliczona wg wzoru:

$$V = 0,001qnt, \quad [\text{m}^3] \quad (26.2.1)$$

gdzie:

- $q$  – ilość ścieków, w litrach, przypadająca na jedną osobę na dobę;
- $n$  – maksymalna liczba osób, do przewozu których statek jest uprawniony;
- $t$  – wyrażony w dobach czas przechowywania ścieków w zbiorniku.

**26.2.2** Budowa zbiornika ścieków sanitarnych powinna umożliwiać jego czyszczenie. Zbiornik należy wyposażyć w instalację do mycia wodą.

**26.2.3** Zbiornik ścieków sanitarnych należy wyposażyć w sygnalizację świetlną i dźwiękową umieszczoną w sterówce, uprzedzającą o napełnieniu zbiornika powyżej 80 % jego objętości.

## **26.3 Opróżnianie zbiorników**

**26.3.1** Instalację zdawania zawartości zbiornika ścieków sanitarnych do urządzeń odbiorczych w porcie należy wyposażyć w:

- .1 pompę odpowiedniego typu oraz o odpowiednich parametrach, mając na uwadze własności pompowanej cieczy, wielkość i usytuowanie zbiornika oraz założony czas jego opróżnienia. Wymóg posiadania własnej pompy może być nie spełniony pod warunkiem, że umożliwiono opróżnianie zbiornika pompą odbiorcy;
- .2 rurociąg ze znormalizowanymi łącznikami wyładunkowymi usytuowanymi na pokładzie.

**26.3.2** Znormalizowane łączniki wyładunkowe powinny być wykonane zgodnie z wymaganiami normy [PN-EN 1305:2018-05](#) – Statki żeglugi śródlądowej – Złącza do wydawania cieczy zaolejonych.

Łączniki należy instalować po obu burtach statku w miejscach umożliwiających łatwe podłączenie węża odbiorczego oraz wyposażyć je w kołnierze zaślepiające i tabliczki informacyjne. W przypadku małych jednostek PRS może wyrazić zgodę na zainstalowanie jednego łącznika usytuowanego w pobliżu osi statku.

## **26.4 Oczyszczalnie ścieków**

**26.4.1** Zbiornik ścieków sanitarnych, o którym mowa w podrozdziale 26.2, może być zastąpiony oczyszczalnią ścieków.

W przypadku zastosowania oczyszczalni ścieków na statkach śródlądowych, ich rozmieszczenie oraz budowa związanych z nimi instalacji podlega każdorazowo odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.



Nie zezwala się na stosowanie procesów wykorzystujących produkty zawierające chlor. Równie niedopuszczalnym jest rozcieńczanie ścieków gospodarskich w celu redukcji ich stężenia i w ten sposób umożliwiania ich usuwania.

Oczyszczalnie ścieków powinny być typu uznanego przez PRS. Wymagania dotyczące oczyszczalni ścieków podano w Rozdziale 18 normy ES-TRIN.

## **27 INSTALACJA WODY PITNEJ**

### **27.1 Wymagania ogólne**

**27.1.1** Każdy statek, który posiada pomieszczenia mieszkalne, powinien być wyposażony w instalację wody pitnej.

**27.1.2** Do pobierania wody pitnej na statek należy przewidzieć przewody elastyczne. Przewody te powinny być trwałe, pokryte gładką wykładziną i posiadać oznakowane przyłącza do hydrantów portowych.

**27.1.3** Pompy wody pitnej nie mogą być używane do innych celów.

**27.1.4** Rurociągi wody pitnej powinny być oddzielone od innych instalacji, ich wewnętrzna powierzchnia powinna być wykonana z materiału odpornego na korozję i bezpiecznego fizjologicznie oraz powinny być zabezpieczone przed nadmiernym podgrzaniem.

Rurociągi wody pitnej nie powinny przechodzić przez inne zbiorniki zawierające ciecze. Przez zbiornik wody pitnej nie należy prowadzić rurociągów zawierających gazy lub ciecze inne niż woda pitna.

### **27.2 Zbiorniki wody pitnej**

**27.2.1** Zbiorniki wody pitnej powinny być oddzielone od zbiorników innych cieczy przedziałami ochronnymi.

**27.2.2** Zbiorniki wody pitnej powinny mieć pojemność zapewniającą co najmniej 150 l na osobę normalnie przebywającą na statku. Zbiorniki należy wyposażyć we włązy umożliwiające ich czyszczenie i konserwację, poziomowskaz, rurociągi odpowietrzające z odprowadzeniem na zewnątrz oraz w odpowiednie filtry.

**27.2.3** Usytuowanie zbiorników wody pitnej powinno wykluczać możliwość podgrzania zawartej w nich wody. Ponad zbiornikami nie należy prowadzić rurociągów przewodzących ścieki sanitarne.

**27.2.4** Ciśnieniowe zbiorniki wody pitnej powinny być napełniane sprężonym powietrzem o naturalnym składzie.

Jeżeli sprężone powietrze jest pobierane ze zbiorników instalacji okrętowych lub sprężarek, to na rurociągu napełniającym, bezpośrednio przed zbiornikiem wody pitnej należy zainstalować filtr powietrza lub oddzielacz oleju. Wymaganie to nie ma zastosowania w przypadku, gdy ciśnieniowy zbiornik wody pitnej wyposażony jest w membranę oddzielającą wodę od powietrza.

**27.2.5** Ciśnieniowe zbiorniki wody pitnej powinny mieć uznanie PRS albo być wykonane zgodnie z obowiązującymi normami pod nadzorem kompetentnego organu nadzoru technicznego.

## **28 WYMAGANIA DODATKOWE DLA STATKÓW ZE WZMOCNIENIAMI LODOWYMI – znak: L1 i L2**

Dla statków ze wzmocnieniami lodowymi **L2** nie są wymagane dodatkowe wzmocnienia konstrukcji urządzeń maszynowych. Wymagania niniejszego podrozdziału mają zastosowanie do statków ze wzmocnieniami lodowymi **L1**.

## 28.1 Urządzenia napędu głównego

**28.1.1** Moc znamionowa silników głównych,  $P$ , mierzona na sprzęgle łączącym je z linią wałów powinna być nie mniejsza, niż obliczona wg wzoru:

$$P = 0,25D \quad [\text{kW}], \quad (28.1.2)$$

gdzie:

$D$  – wyporność statku zanurzonego do wodnicy ładunkowej w wodzie słodkiej, [t].

**28.1.2** Należy przewidzieć urządzenia do podgrzewania wody chłodzącej silniki przed ich uruchomieniem.

**28.1.3** Konstrukcja wału śrubowego i elementów składowych linii wału, takich jak łożysko oporowe i łożysko rufowe, sprzęgła i uszczelnienia powinna zapewniać wytrzymałość na obciążenia wywierane na śrubę przez zalodzenie akwenu (patrz również Publikacja nr 122/P). Obliczenia maksymalnego reakcyjnego momentu skrętnego powinny uwzględniać wszystkie istotne obciążenia działające na cały układ linii wału we wszystkich dopuszczalnych warunkach żeglugi (drgania skrętne spowodowane żeglugą w warunkach lodowych), które to obciążenia należy uwzględnić określając średnicę wału śrubowego, wymiary przekładni, sprzęgła elastycznego i innych elementów składowych linii wału.

**28.1.4** Wytrzymałość napędu głównego powinna być wyznaczona zgodnie z zasadą piramidy wytrzymałościowej. Oznacza to, że awaryjna utrata skrzydła pędnika nie powinna spowodować istotnego uszkodzenia innych elementów linii wału. W szczególności dotyczy to mechanizmu śruby o skoku nastawnym, który powinien wytrzymać obciążenia występujące po awarii skrzydła, co w każdym przypadku podlega rozpatrzeniu przez PRS.

**28.1.5** Grubość skrzydła śruby napędowej należy obliczać wg wzoru 3.8.1, przyjmując  $k = 1,07$ .

**28.1.6** Grubość wierzchołków skrzydeł śruby powinna być nie mniejsza niż  $0,005D$  (gdzie  $D$  – średnica śruby napędowej, [m]).

## 28.2 Skrzynie zaworów dennych, armatura denna i burtowa

**28.2.1** Jedna ze skrzyń zaworów dennych powinna być skrzynią lodową. Pod pojęciem „skrzynia lodowa” rozumie się konstrukcję wodoszczelną kadłuba, stanowiącą przedłużenie skrzyni zaworów dennych (na oble) i sięgającą ponad płaszczyznę wodnicy największego zanurzenia.

Skrzynia lodowa powinna odpowiadać następującym wymaganiom:

- 1 skrzynię należy wyposażyć w otwierany właz do jej czyszczenia, którego dolna krawędź powinna znajdować się nie niżej niż 100 mm ponad płaszczyznę wodnicy największego zanurzenia;
- 2 otwory ssące do skrzyni powinny znajdować się w pobliżu płaszczyzny symetrii statku i być, w miarę możliwości, przesunięte ku rufie. Sumaryczne pole wolnego przelotu przez kratę lub sito (patrz 15.8.2), powinno być co najmniej 5 razy większe od pola przelotu dla wody do chłodzenia silników;
- 3 do skrzyni należy doprowadzić rurociąg recyrkulacyjny wody odlotowej z chłodzenia silników, którego pole przekroju powinno być co najmniej równe polu przekroju rurociągu wylotowego za burtę.

Dla skrzyni lodowej można nie przewidywać możliwości przedmuchiwanie sprężonym powietrzem.

**28.2.2** Armatura burtowa instalowana ponad płaszczyznę wodnicy największego zanurzenia powinna być ogrzewana.

## 29 WYMAGANIA DODATKOWE DLA STATKÓW PASAŻERSKICH – znak: pas

### 29.1 Prowadzenie rurociągów

**29.1.1** Rurociągi nie posiadające otwartych końców w przedziałach wodoszczelnych powinny być rozmieszczone w odległości nie mniejszej niż:

- .1  $0,2B_F$  od burty ( $B_F$  – maksymalna szerokość statku mierzona w płaszczyźnie wodnicy maksymalnego zanurzenia, tj. dla statku w stanie maksymalnego załadowania), oraz
- .2 0,5 m od dna statku.

**29.1.2** Otwarte końce rurociągów należy tak usytuować, aby nie powodować zatapiania innych przedziałów i zbiorników w przypadku wtargnięcia wody zaburtowej do pomieszczeń, w których są one zainstalowane.

**29.1.3** Otwarte końce rurociągów przechodzących przez kilka przedziałów wodoszczelnych należy wyprowadzić w miejsce położone powyżej linii wodnej dla której występuje najniższa wysokość zalewania. W przypadku gdy jest to niemożliwe, rurociągi te należy wyposażyć w zawory zaporowe zainstalowane na grodziach (patrz też 15.9.1.3). Urządzenia sterujące tymi zaworami należy umieścić w łatwo dostępnych miejscach położonych powyżej pokładu grodziowego.

## **29.2 Instalacja wentylacyjna**

**29.2.1** Kanały wentylacyjne powinny być wyposażone w klapy pożarowe w miejscach przejścia tych kanałów przez główne przegrody pożarowe.

**29.2.2** W przypadku konieczności prowadzenia kanałów wentylacyjnych przez obudowane klatki schodowe i grodzie maszynowni, w miejscu przejścia kanału przez przegrodę należy zainstalować klapy pożarowe.

Prowadzenie kanałów wentylacyjnych powinno odpowiadać wymaganiom podrozdziału 21.1.

**29.2.3** Urządzenia sterujące wentylatorami obsługującymi maszynownię powinny być zgrupowane w dwóch miejscach, z których jedno powinno znajdować się poza maszynownią.

**29.2.4** Należy zapewnić możliwość zamykania z zewnątrz otworów wlotowych i wylotowych wszystkich instalacji wentylacji pomieszczeń. Urządzenia sterujące zamknięciami powinny być łatwo dostępne, wyraźnie i trwale oznakowane oraz wyposażone we wskaźnik położenia (otwarte/zamknięte).

**29.2.5** Jeżeli części instalacji barowej wykorzystującej  $CO_2$  znajdują się w pomieszczeniach poniżej pokładu, to pomieszczenia te powinny być wyposażone w automatyczny system wentylacji, który włącza się automatycznie po otwarciu drzwi lub wjazdu do pomieszczenia. Przewody wentylacyjne muszą być doprowadzone do wysokości 0,05 m od poziomu podłogi tego pomieszczenia.

## **29.3 Instalacja sterowania drzwiami wodoszczelnymi**

**29.3.1** Drzwi wodoszczelne i ich urządzenia sterujące powinny być rozmieszczone w odległości od burty nie mniejszej niż  $0,2B_F$  (patrz 29.1.1.1).

**29.3.2** Każde drzwi wodoszczelne powinny być wyposażone w urządzenie alarmowe, dające sygnał świetlny w sterówce, w przypadku gdy dane drzwi są otwarte.

**29.3.3** Należy zapewnić możliwość zamknięcia drzwi wodoszczelnych bezpośrednio z miejsca po obu stronach grodzi i dodatkowo z zawsze dostępnego miejsca powyżej pokładu grodziowego.

Zdalne zamykanie drzwi nie powinno wykluczać możliwości ich lokalnego otwierania i zamykania.

Zamykania nie może utrudniać wykładzina lub listwa przypodłogowa.

**29.3.4** Czas potrzebny do zdalnego zamknięcia drzwi nie powinien być krótszy niż 30 s i dłuższy niż 60 s w normalnym położeniu statku. Podczas zamykania drzwi powinny automatycznie uruchamiać się przy drzwiach alarmowy sygnał dźwiękowy. Należy zapewnić, aby ww. sygnalizacja i operacja zamykania/otwierania drzwi była niezależna od podstawowego źródła energii elektrycznej.

Na stanowiskach zdalnego sterowania drzwiami należy zainstalować wskaźniki, pokazujące czy dane drzwi są otwarte, czy zamknięte.

## **29.4 Instalacja zębowa**

**29.4.1** Należy przewidzieć dwie pompy zębowe z napędem mechanicznym.

**29.4.2** Każdy przedział wodoszczelny należy wyposażyc w urządzenie alarmowe poziomu wody zęzowej.

Jeżeli w celu spełnienia wymagań zapewnienia właściwości manewrowych podanych w *Publikacji Nr 27/P – Zasady przeprowadzania prób manewrowości statków śródlądowych i zestawów pchanych*, niezbędne jest dziobowe urządzenie sterowe, to pomieszczenie, w którym znajduje się to urządzenie sterowe, uznaje się za pomieszczenie maszynowe. Pomieszczenie to powinno być wyposażone w urządzenie alarmowe poziomu wody zęzowej.

## **29.5 Układ napędowy**

**29.5.1** Oprócz głównego układu napędowego, statki pasażerskie powinny być dodatkowo wyposażone w drugi niezależny układ napędowy, który w przypadku awarii głównego układu napędowego zapewni statkowi możliwość dalszej samodzielnej żeglugi.

**29.5.2** Ten drugi układ napędowy powinien być umieszczony w oddzielnej maszynowni.

**29.5.3** Jeżeli maszynownie posiadają wspólne ściany, to powinny być one wykonane zgodnie z wymaganiami *Części V – Ochrona przeciwpożarowa*, podrozdział 6.1.2.

**29.5.4** W odniesieniu do statków pasażerskich o długości  $L$  nie przekraczającej 25 m powyższe wymagania nie mają zastosowania.

Jeżeli statek jest wyposażony w nawrotny silnik główny, to instalacja sprężonego powietrza niezbędna do zmiany kierunku naporu śruby powinna spełniać następujące wymagania:

- ciśnienie w instalacji powinno być stale utrzymywane przy pomocy automatycznie działającej sprężarki,
- w razie włączenia alarmu w sterówce, ciśnienie powinno być zwiększone przy pomocy instalacji silnika pomocniczego, uruchamianego ze sterówki. Jeżeli silnik pomocniczy posiada swój własny zbiornik rozchodowy paliwa, w sterówce powinna znajdować się sygnalizacja niskiego poziomu paliwa (zobacz punkt 22.6.6), włączająca się gdy poziom paliwa w zbiorniku rozchodowym nie wystarczy do zapewnienia dalszej bezpiecznej żeglugi statku.

**29.5.5** Jeżeli układ napędowy zawiera zbiornik rozchodowy paliwa, powinny być spełnione następujące wymagania:

- pojemność tego zbiornika powinna zapewniać 24-godzinną pracę układu napędowego, przy założeniu zużycia paliwa na poziomie 0,25 l/kW/h,
- pompa paliwowa zasilająca zbiornik rozchodowy paliwa powinna pracować w sposób ciągły lub
- pompa paliwowa zasilająca zbiornik rozchodowy powinna być wyposażona w:
  - włącznik powodujący automatyczne uruchomienie zasilającej pompy paliwowej w momencie, gdy paliwo w zbiorniku rozchodowym osiągnie określony niski poziom paliwa, oraz
  - wyłącznik powodujący automatyczne wyłączenie zasilającej pompy paliwowej w momencie, gdy zbiornik rozchodowy zostaje całkowicie napełniony.

Zbiornik rozchodowy paliwa powinien być wyposażony w sygnalizację niskiego poziomu paliwa zgodnie z wymaganiem punktu 22.6.6.

## **29.6 Zwolnienia dla istniejących statków pasażerskich**

Dla statków pasażerskich zbudowanych lub przebudowanych przed 31.12.2005 r. o długości nie przekraczającej 24 m, uprawiających jedynie żeglugę krajową polegającą na krótkich rejsach wycieczkowych w porze dziennej, dopuszcza się, aby zamiast telegrafu maszynowego (wymaganego w pkt. 1.16.1), usytuowane w siłowni stanowisko sterowania silnikami głównymi i pędnikami, było wyposażone w dwa środki do utrzymywania dwustronnej łączności z mostkiem nawigacyjnym pod warunkiem, że będą to środki niezależne.

## **29.7 Gromadzenie ścieków i urządzenia do ich usuwania**

**29.7.1** Statki pasażerskie powinny być wyposażone w zbiorniki do gromadzenia ścieków gospodarczych lub odpowiednie statkowe oczyszczalnie ścieków.

**29.7.2** Zbiorniki do gromadzenia ścieków powinny być wyposażone w urządzenie wskazujące poziom ich napełnienia. Należy zapewnić statkowe pompy i rurociągi przeznaczone do opróżniania tych zbiorników, za których pomocą będzie możliwe usuwanie ścieków z obu burt statku. Na statku należy zapewnić możliwość dalszego transportu ścieków z innych statków.

Rurociągi powinny być wyposażone w złącze zdawcze zgodne z europejską normą EN 1306 : 1996.

## **30 WYMAGANIA DODATKOWE DLA LODOŁAMACZY – znak: ld**

### **30.1 Urządzenia napędu głównego**

**30.1.1** Moc silników głównych i wymiary elementów linii wałów należy określać na podstawie uznanych obliczeń teoretycznych i danych doświadczalnych, przy czym podlegają one każdorazowo odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

**30.1.2** Urządzenia napędu głównego, jako minimum, powinny spełniać wymagania zawarte w: 28.1.2, 28.1.3, 28.1.4 i 28.1.5.

### **30.2 Drgania skrętne układu napędowego**

Wymagania dotyczące sumarycznych naprężeń wywołanych drganiami skrętnymi oraz obrotów zabronionych dla pracy ciągłej dla lodołamaczy określone są w 4.2.1.1, 4.2.2.1 i 4.4.1.

## **31 WYMAGANIA DODATKOWE DLA HOŁOWNIKÓW I PCHACZY – znak: hol i pch**

### **31.1 Drgania skrętne układu napędowego**

**31.1.1** Wymagania dotyczące sumarycznych naprężeń wywołanych drganiami skrętnymi oraz obrotów zabronionych dla pracy ciągłej dla holowników i pchaczy określone są w 4.2.1.1, 4.2.2.1 i 4.4.1.

### **31.2 Instalacja spalinowa**

Przewody spalinowe holowników i pchaczy przeznaczonych do obsługi statków i barek przewożących materiały niebezpieczne, podlegających wymaganiom Przepisów ADN, powinny być wyposażone w łapacze iskier.

## **32 DOPUSZCZALNE ZWOLNIENIA DLA STATKÓW UPRAWIAJĄCYCH ŻEGLUGĘ KRAJOWĄ – znak: D**

Statki otrzymujące w symbolu klasy znak kategorii statku D mogą zostać zwolnione z niektórych wymagań niniejszej części *Przepisów*, zgodnie z tabelą zwolnień zawartą w *Części I – Zasady klasyfikacji*.

## **33 WYMAGANIA DODATKOWE DLA STATKÓW TOWAROWYCH DO PRZEWOZU MATERIAŁÓW NIEBEZPIECZNYCH W OPAKOWANIACH LUB W POSTACI SUCHYCH ŁADUNKÓW MASOWYCH – ZNAK: ADN**

### **33.1 Instalacja zęzowa**

**33.1.1** Należy przewidzieć pompy resztkowe dla ładowni, zainstalowane w strefie chronionej. Wymóg ten nie ma zastosowania, jeśli osuszanie ładowni odbywa się przy pomocy eżektorów.

### **33.2 Instalacje rurociągów odpowietrzających i przelewowych**

**33.2.1** Rurociągi odpowietrzające wszystkich zbiorników paliwowych powinny być wyprowadzone na wysokość co najmniej 0,50 m powyżej pokładu otwartego.

Ich wyloty oraz wyloty rurociągów przelewowych wyprowadzonych powyżej pokładu otwartego powinny być wyposażone w urządzenia zabezpieczające w postaci siatki metalowej lub płytki perforowanej.

### **33.3 Instalacja spalinowa**

**33.3.1** Spaliny ze statku powinny być odprowadzane do atmosfery przez rurociąg spalinowy skierowany ku górze lub przechodzący przez poszycie kadłuba.

Otwór wylotowy tego rurociągu powinien być umieszczony w odległości nie mniejszej niż 2 m od otworów lukowych.

**33.3.2** Rurociągi spalinowe silników powinny być rozmieszczone w taki sposób, aby spaliny oddalały się od statku. Rurociągi te nie powinny być usytuowane w granicach strefy chronionej.

**33.3.3** Rurociągi spalinowe silników, kotłów, spalarek, pieców kuchennych i innych urządzeń, w których istnieją źródła zapłonu, należy wyposażyć w łapacze iskier o konstrukcji uzgodnionej z PRS.

### **33.4 Instalacja wentylacyjna**

**33.4.1** Otwory wentylacyjne maszynowni i otwory poboru powietrza dla silników, które nie zasysają powietrza bezpośrednio z maszynowni, powinny być usytuowane w odległości nie mniejszej niż 2 m od strefy chronionej.

**33.4.2** Należy zapewnić wentylację pomieszczeń mieszkalnych i służbowych.

#### **33.4.3 Wentylacja ładowni**

**33.4.3.1** Każda ładownia powinna być wentylowana przy pomocy dwóch wzajemnie niezależnych wentylatorów wyciągowych o wydajności zapewniającej co najmniej pięciokrotną wymianę powietrza na godzinę, uwzględniając objętość ładowni pustej. Wentylatory powinny być w wykonaniu nieiskrzącym i spełniać wymagania podrozdziału 6.3.2.

**33.4.3.2** Kanały wyciągowe powinny być rozmieszczone w skrajnych końcach ładowni i doprowadzone do jej dna na odległość nie przekraczającą 50 mm. Jeżeli kanały wyciągowe są demontowalne, powinny mieć konstrukcję umożliwiającą zainstalowanie wentylatora i skuteczne zamocowanie kanału.

Należy zapewnić usuwanie gazów i par przez kanały wyciągowe również przy przewozie ładunków masowych.

**33.4.3.3** Instalacja wentylacyjna ładowni powinna mieć konstrukcję uniemożliwiającą przenikanie niebezpiecznych gazów do pomieszczeń mieszkalnych, sterówki lub maszynowni.

### **33.5 Instalacja paliwa ciekłego**

**33.5.1** Dno podwójne w rejonie ładowni może być wykorzystywane jako zbiorniki paliwa pod warunkiem, że ich głębokość wynosi nie mniej niż 0,6 m. Rurociągi paliwowe i otwory takich zbiorników paliwa nie powinny znajdować się w ładowni.

**33.5.2** Zbiorniki paliwa nie powinny posiadać wspólnej grodzi z ładowniami.

## **34 WYMAGANIA DODATKOWE DLA ZBIORNIKOWCÓW DO PRZEWOZU MATERIAŁÓW NIEBEZPIECZNYCH – znak: zb ADN-G**

Niniejszy podrozdział zawiera wymagania ogólne dotyczące urządzeń maszynowych i instalacji rurociągów na zbiornikowcach typu G (patrz podrozdział 7.12.2 z *Części II – Kadłub*), będące warunkiem uzyskania znaku dodatkowego **zb ADN-G**. Dodatkowe, szczegółowe wymagania dotyczące konstrukcji i wyposażenia takich zbiornikowców, związane z przewozem poszczególnych rodzajów ładunków, podane są w Przepisach ADN (rozdział 3.2, tabela C).

### **34.1 Przedziały maszynowe**

**34.1.1** Silniki spalinowe służące do napędu statku, a także silniki spalinowe napędzające urządzenia pomocnicze, należy umieszczać poza przestrzenią ładunkową.

**34.1.2** Rozmieszczenie wejść i innych otworów prowadzących do maszynowni powinno spełniać wymagania podrozdziału 6.5.1 z *Części V – Ochrona przeciwpożarowa*.

## **34.2 Przejścia przez przegrody wodoszczelne, prowadzenie rurociągów**

**34.2.1** Wały napędowe pomp zęzowych i balastowych mogą przechodzić przez gródź pomiędzy pomieszczeniem służbowym znajdującym się w przestrzeni ładunkowej pod pokładem a maszynownią pod warunkiem, że spełnione zostaną poniższe wymagania:

- .1 gródź ograniczająca pomieszczenie służbowe sięga w kierunku pionowym do dna, a gródź nie skierowana ku przestrzeni ładunkowej sięga od jednej burty statku do drugiej w płaszczyźnie jednego wręgu. Dostęp do pomieszczenia służbowego jest możliwy tylko z pokładu;
- .2 pomieszczenie służbowe jest wodoszczelne, z wyjątkiem luków wejściowych i wlotów wentylacyjnych;
- .3 w pomieszczeniu służbowym nie są zamontowane rurociągi ładunkowe;
- .4 przejście wału przez gródź, o konstrukcji zatwierdzonej przez PRS, jest gazoszczelne;
- .5 wywieszono są niezbędne instrukcje użytkowania.

**34.2.2** Przez gródź pomiędzy maszynownią a pomieszczeniem służbowym w przestrzeni ładunkowej, a także przez gródź pomiędzy maszynownią a przestrzeniami ładowni można prowadzić rurociągi hydrauliczne i rurociągi instalacji pomiarowych, kontrolnych i alarmowych pod warunkiem, że ich przejścia będą gazoszczelne o konstrukcji zatwierdzonej przez PRS.

Przejścia przez grodzie, będące przegrodami pożarowymi typu A-60, powinny spełniać wymagania punktu 6.5.3.1 z *Części V – Ochrona przeciwpożarowa*.

**34.2.3** Rurociągi mogą przechodzić przez gródź pomiędzy maszynownią a pomieszczeniem służbowym w przestrzeni ładunkowej pod warunkiem, że rurociągi te są doprowadzone do zainstalowanych tam urządzeń mechanicznych, nie posiadają jakichkolwiek otworów w obrębie pomieszczenia służbowego oraz wyposażone są w zawory zaporowe, zainstalowane na grodzi od strony przedziału maszynowego.

**34.2.4** Rurociągi z maszynowni mogą być prowadzone na zewnątrz przez pomieszczenia służbowe w przestrzeni ładunkowej, w koferdamie, w przestrzeni ładowni lub w przestrzeni podwójnej burty, pod warunkiem że w obrębie pomieszczenia służbowego, koferdamu, przestrzeni ładowni lub w przestrzeni podwójnej burty są one wykonane z rur grubościennych i nie posiadają jakichkolwiek kołnierzy lub otworów.

**34.2.5** Jeżeli wał napędowy urządzenia pomocniczego przechodzi przez ścianę znajdującą się ponad pokładem, to miejsce przejścia wału powinno być gazoszczelne.

## **34.3 Pompownie ładunkowe**

**34.3.1** Pomieszczenie służbowe usytuowane w przestrzeni ładunkowej poniżej pokładu może być wykorzystane jako pompownia własnej (statkowej) instalacji ładunkowej jedynie wówczas, gdy spełnione są wymagania podrozdziału 6.5.3 z *Części V – Ochrona przeciwpożarowa* oraz gdy:

- .1 wszystkie rurociągi załadunkowe i rozładunkowe (po stronie ssania i tłoczenia) są poprowadzone przez pokład nad pompownią. Czynności niezbędne do sterowania urządzeniami znajdującymi się w pompowni, uruchamianie pomp lub sprzężarek oraz regulacja natężenia przepływu cieczy możliwe są do wykonania z pokładu;
- .2 rurociągi określone w .1 nie mają żadnych połączeń z instalacjami innymi niż ładunkowe;
- .3 instalacja wentylacyjna pomieszczenia służbowego spełnia wymagania zawarte w punkcie 34.7.4.2.

## **34.4 Instalacja zęzowa i balastowa**

**34.4.1** Pompy zęzowe i balastowe obsługujące pomieszczenia w przestrzeni ładunkowej powinny być zamontowane w tej przestrzeni.

Wymaganie to nie dotyczy pomp obsługujących:

- .1 przestrzenie podwójnej burty i dna podwójnego, nie posiadające ściany ograniczającej wspólnej ze zbiornikami ładunkowymi;
- .2 koferdamy i przestrzenie ładowni, w których balastowanie odbywa się przy użyciu rurociągów instalacji przeciwpożarowej w przestrzeni ładunkowej, a usuwanie wody zęzowej odbywa się za pomocą pomp strumieniowych.

**34.4.2** Jeżeli dno podwójne jest wykorzystywane jako zbiornik paliwa, to nie może być ono połączone z instalacją zęzową.

**34.4.3** W przypadku zainstalowania pompy balastowej w przestrzeni ładunkowej, rurę doprowadzającą i jej przyłącze zewnętrzne, służące do zasysania wody balastowej, należy umieścić w obrębie przestrzeni ładunkowej.

**34.4.4** Należy przewidzieć instalację do awaryjnego osuszania pompowni ładunkowej usytuowanej poniżej pokładu. Instalacja taka powinna znajdować się w przestrzeni ładunkowej poza pompownią i nie powinna mieć żadnych połączeń z innymi instalacjami.

### **34.5 Instalacje rurociągów odpowietrzających i przelewowych**

**34.5.1** Rurociągi odpowietrzające wszystkich zbiorników paliwowych powinny być wyprowadzone na wysokość co najmniej 0,50 m powyżej pokładu otwartego.

Ich wyloty oraz wyloty rurociągów przelewowych wyprowadzonych powyżej pokładu otwartego powinny być wyposażone w urządzenia zabezpieczające w postaci siatki metalowej lub płytki perforowanej.

### **34.6 Instalacja spalinowa**

**34.6.1** Spaliny ze statku powinny być odprowadzane do atmosfery przez rurociąg spalinowy skierowany ku górze lub przechodzący przez poszycie kadłuba.

Otwór wylotowy tego rurociągu powinien być umieszczony w odległości nie mniejszej niż 2 m od przestrzeni ładunkowej.

**34.6.2** Rurociągi spalinowe silników powinny być rozmieszczone w taki sposób, aby spaliny oddalały się od statku. Rurociągi te nie powinny być usytuowane w przestrzeni ładunkowej.

**34.6.3** Rurociągi spalinowe silników, kotłów, spalarek, pieców kuchennych i innych urządzeń, w których istnieją źródła zapłonu, należy wyposażyć w łapacze iskier o konstrukcji uzgodnionej z PRS.

### **34.7 Instalacja wentylacyjna**

**34.7.1** Przestrzenie podwójnej burty i dna podwójnego w przestrzeni ładunkowej nie przystosowane do wypełnienia wodą balastową oraz koferdamy pomiędzy maszynowniami a pompowniami, o ile takie istnieją, powinny posiadać instalację wentylacyjną.

#### **34.7.2 Wentylacja maszynowni**

**34.7.2.1** Wentylacja maszynowni zamkniętej powinna być tak zaprojektowana, by przy temperaturze zewnętrznej wynoszącej 20 °C, średnia temperatura w maszynowni nie przekraczała 40 °C.

**34.7.2.2** Otwory wlotowe wentylacji maszynowni i otwory poboru powietrza dla silników, które nie zasysają powietrza bezpośrednio z maszynowni, powinny być usytuowane w odległości nie mniejszej niż 2 m od przestrzeni ładunkowej.

#### **34.7.3 Wentylacja przestrzeni ładowni**

**34.7.3.1** Każda przestrzeń ładowni powinna posiadać dwa otwory wentylacyjne o takich wymiarach i tak usytuowane, aby możliwa była skuteczna wentylacja wszystkich części przestrzeni ładowni. W przypadku braku takich otworów, zapewniona powinna być możliwość wypełnienia przestrzeni ładowni gazem obojętnym lub suchym powietrzem.



**34.7.3.2** Wentylatory stosowane w przestrzeni ładunkowej powinny być w wykonaniu nieiskrzącym i spełniać wymagania podrozdziału 6.3.2.

#### **34.7.4 Wentylacja pomieszczeń mieszkalnych, służbowych i sterówki**

**34.7.4.1** Powinna być zapewniona możliwość wentylowania pomieszczeń mieszkalnych i służbowych.

**34.7.4.2** Pomieszczenie służbowe usytuowane w przestrzeni ładunkowej poniżej pokładu, wykorzystane jako pompownia własnej (statkowej) instalacji ładunkowej, powinno posiadać instalację wentylacji mechanicznej, o wydajności zapewniającej co najmniej 30 wymian powietrza w ciągu godziny, przyjmując objętość całkowitą danego pomieszczenia.

Wyloty kanałów wyciągowych powinny być umieszczone w odległości nie mniejszej niż 6 metrów od wejść i otworów pomieszczeń mieszkalnych i pomieszczeń służbowych poza przestrzenią ładunkową. Powinna być zapewniona możliwość zamykania z zewnątrz wlotów do kanałów wentylacyjnych nawiewowych.

**34.7.4.3** Pomieszczenia służbowe usytuowane w przestrzeni ładunkowej poniżej pokładu, z wyjątkiem przypadku podanego w 34.7.4.2, powinny posiadać instalację wentylacji mechanicznej, o wydajności zapewniającej co najmniej 20 wymian powietrza w ciągu godziny, przyjmując objętość całkowitą danego pomieszczenia.

**34.7.4.4** Wyciągowe kanały wentylacyjne z pomieszczeń służbowych opisanych w 34.7.4.2 i 34.7.4.3, powinny sięgać do wysokości 50 mm nad dnem pomieszczenia służbowego. Powietrze powinno być doprowadzane kanałem w górnej części pomieszczenia służbowego. Wloty powietrzna należy umieścić nie mniej niż 2 m nad pokładem, w odległości nie mniejszej niż 2 m od otworów w zbiornikach i 6 m od wylotów zaworów bezpieczeństwa. Rury przedłużające, jeżeli są konieczne, mogą być typu przegubowego.

Wentylatory obsługujące te pomieszczenia powinny być w wykonaniu nieiskrzącym i spełniać wymagania podrozdziału 6.3.2.

**34.7.4.5** Wentylacja pomieszczeń mieszkalnych, sterówki i pomieszczeń służbowych poza przestrzenią ładunkową, w których zainstalowano urządzenia elektryczne wykorzystywane do załadunku, rozładunku i odgazowania w czasie cumowania, nie będące co najmniej typu o ograniczonym zagrożeniu wybuchem (patrz podrozdział 1.2 z Części VII – *Urządzenia elektryczne i automatyka*), powinna zapewniać nadciśnienie 0,1 kPa. Należy uniemożliwić otwieranie okien w tych pomieszczeniach.

Otwory wlotowe instalacji wentylacyjnej powinny być umieszczone możliwie najdalej, ale nie mniej niż 6 m od przestrzeni ładunkowej i mniej niż 2 m nad pokładem.

**34.7.4.6** Przy wlotach do kanałów wentylacyjnych nawiewowych powinny znajdować się tabliczki informacyjne, informujące o warunkach, w jakich wloty te należy zamykać. Wszystkie zewnętrzne wloty do kanałów nawiewowych wentylacji pomieszczeń mieszkalnych i służbowych powinny być wyposażone w klapy ogniowe. Tego rodzaju otwory wentylacyjne należy umieszczać w odległości nie mniejszej niż 2 m od przestrzeni ładunkowej.

Otwory wlotowe wentylacji pomieszczeń służbowych znajdujących w przestrzeni ładunkowej poniżej pokładu mogą być usytuowane w tej przestrzeni.

#### **34.8 Instalacja paliwa ciekłego**

**34.8.1** Dno podwójne w przestrzeni ładunkowej może być wykorzystywane jako zbiorniki paliwa pod warunkiem, że jego wysokość wynosi nie mniej niż 0,6 m. Rurociągi paliwowe i otwory takich zbiorników paliwa nie mogą znajdować się w przestrzeni ładowni.

#### **34.9 Instalacja ładunkowa**

**34.9.1** Pompy, sprężarki oraz rurociągi ładunkowe powinny znajdować się w przestrzeni ładunkowej.

Pompy ładunkowe i sprężarki usytuowane na pokładzie powinny znajdować się w odległości nie mniejszej niż 6 metrów od wejść lub otworów pomieszczeń mieszkalnych i służbowych poza przestrzenią ładunkową.

Powinna istnieć możliwość wyłączenia pomp ładunkowych i sprężarek z przestrzeni ładunkowej oraz, dodatkowo, z miejsca poza tą przestrzenią.

**34.9.2** Rurociągi służące do załadunku i rozładunku powinny być niezależne od wszelkich innych rurociągów statku. Rurociągi ładunkowe nie mogą znajdować się pod pokładem statku, z wyjątkiem rurociągów wewnątrz zbiorników ładunkowych i w pomieszczeniach służbowych przeznaczonych do zainstalowania własnej okrętowej instalacji usuwania gazu.

**34.9.3** Należy uniemożliwić wykorzystywanie rurociągów ładunkowych do balastowania.

**34.9.4** Rurociągi do załadunku i rozładunku powinny wyraźnie różnić się od innych rurociągów, np. powinny być pomalowane na inny kolor.

**34.9.5** Rurociągi do załadunku i rozładunku umieszczone na pokładzie, rurociągi oparów z wyjątkiem przyłączy brzegowych, ale wraz z zaworami bezpieczeństwa oraz zawory powinny być umieszczone pomiędzy linią wzdłużną utworzoną przez zewnętrzne granice kopuł a odległością od poszycia zewnętrznego nie mniejszą niż 0,25 szerokości statku. Wymaganie to nie dotyczy rurociągów upustowych umieszczonych za zaworami bezpieczeństwa.

Jeżeli po szerokości statku znajduje się tylko jedna kopuła, to rurociągi te oraz ich zawory należy usytuować w odległości nie mniejszej niż 2,70 m od poszycia.

**34.9.6** Jeżeli po szerokości statku znajdują się zbiorniki ładunkowe umieszczone obok siebie, to wszystkie przyłącza do kopuł należy umieścić pomiędzy tymi kopułami. Przyłącza zewnętrzne mogą znajdować się na osi kopuły równoległej do osi wzdłużnej statku. Urządzenia odcinające należy umieścić bezpośrednio na kopule lub w możliwie najmniejszej odległości od niej. Urządzenia odcinające rurociągów do załadunku i rozładunku powinny być zdublowane, a jedno z nich powinno być wykonane jako zdalnie sterowany zawór szybkozamykający. Jeżeli średnica wewnętrzna urządzenia odcinającego jest mniejsza niż 50 mm, to można je uważać za urządzenie zabezpieczające przed rozerwaniem rurociągu.

**34.9.7** Przyłącza brzegowe powinny być usytuowane w odległości nie mniejszej niż 6 m od wejść i otworów pomieszczeń mieszkalnych i służbowych poza przestrzenią ładunkową.

**34.9.8** Wszystkie przyłącza brzegowe rurociągu oparów i przyłącza brzegowe rurociągów ładunkowych, poprzez które realizowane są operacje załadunku i rozładunku, powinny być wyposażone w zawór odcinający i zawór odcinający szybkozamykający. Oprócz tego każde przyłącze brzegowe powinno posiadać kołnierz zaślepiający zakładany na czas, w którym nie jest ono wykorzystywane.

**34.9.9** Odległości wskazane w punktach 34.9.1 i 34.9.7 można zmniejszyć do 3 m, jeżeli:

- .1 na końcu przestrzeni ładunkowej znajduje się gródź poprzeczna spełniająca wymagania zawarte w punkcie 9.3.1.10.2 z Przepisów ADN;
- .2 otwory są wyposażone w drzwi. Na drzwiach powinna znajdować się instrukcja o treści: *Nie otwierać podczas załadunku i rozładunku bez zgody kierownika statku. Natychmiast zamknąć.*

**34.9.10** Zawory odcinające i inne urządzenia odcinające instalowane na rurociągach ładunkowych należy wyposażyć we wskaźniki położenia (otwarte/zamknięte).

**34.9.11** Rurociągi ładunkowe powinny być wyposażone w przyrządy do pomiaru ciśnienia przy wlocie i wylocie zainstalowanej na statku instalacji wyladunku gazów. Przyrządy te powinny spełniać wymagania punktu 16.2.4.6 z Części VII – *Urządzenia elektryczne i automatyka.*

**34.9.12** Rurociągi do załadunku i wyladunku oraz rurociągi oparów nie powinny posiadać połączeń elastycznych wyposażonych w uszczelnienia przesuwne.

## **34.10 Instalacja chłodzenia ładunku**

**34.10.1** Jeżeli cały system ładunkowy nie został tak zaprojektowany, aby wytrzymał pełne ciśnienie par ładunku występujące w warunkach górnych projektowych temperatur otoczenia, to ciśnienie w zbiornikach powinno być utrzymywane poniżej nastawionego maksymalnego dopuszczalnego ciśnienia otwarcia zaworów bezpieczeństwa. Jednym ze sposobów regulacji ciśnienia w zbiornikach ładunkowych jest wykorzystanie mechanicznego obiegu chłodniczego.

**34.10.2** Instalacja chłodnicza wymieniona w punkcie 34.10.1 powinna składać się z jednego lub więcej zespołów zdolnych do utrzymania ciśnienia i temperatury ładunku na wymaganym poziomie w warunkach normalnej eksploatacji statku, tj. górnej projektowej temperaturze otoczenia wynoszącej:

- dla powietrza: +30 °C,
- dla wody: +20 °C.

**34.10.3** Jeżeli nie przewidziano innego zatwierdzonego przez PRS sposobu regulacji ciśnienia i temperatury ładunku, to należy przewidzieć jeden rezerwowy zespół lub zespoły o wydajności chłodniczej równej co najmniej wydajności największego z wymaganych zespołów.

**34.10.4** Zespół rezerwowy powinien składać się z agregatu sprężarkowego, układu sterowania i niezbędnej armatury umożliwiającej jego pracę, niezależną od normalnie pracujących zespołów. Należy przewidzieć rezerwowy wymiennik ciepła, chyba że roboczy wymiennik ciepła ma wydajność większą o co najmniej 25% od największej wymaganej wydajności. Oddzielne instalacje rurociągów nie są wymagane.

**34.10.5** Zbiorniki ładunkowe, rurociągi i armatura powinny posiadać odpowiednią izolację, tak aby w przypadku awarii wszystkich instalacji chłodniczych całość ładunku pozostawała w stanie nie powodującym otwarcia zaworów bezpieczeństwa przez co najmniej 52 godziny.

**34.10.6** Urządzenia zabezpieczające i rurociągi łączące z instalacją chłodniczą powinny być przyłączone do zbiorników ładunkowych powyżej fazy ciekłej ładunku, przy maksymalnym dopuszczalnym napełnieniu zbiorników. Powinny one pozostać w obrębie fazy gazowej, nawet przy przechyle bocznym statku sięgającym 12°.

**34.10.7** Jeżeli przewożonych jest równocześnie kilka ładunków chłodzonych, które mogą wchodzić ze sobą w niebezpieczne reakcje chemiczne, to szczególną uwagę należy poświęcić instalacjom chłodniczym, aby nie dopuścić do mieszania się ładunków. Do przewozu takich ładunków należy przewidzieć oddzielną dla każdego ładunku instalację chłodniczą wraz z zespołem rezerwowym, wymienionym w punkcie 34.10.4. Jeżeli chłodzenie jest zapewnione przez system pośredni lub mieszany i w żadnych przewidywanych warunkach przeciek w wymiennikach ciepła nie może doprowadzić do zmieszania się ładunków, to oddzielne zespoły chłodnicze dla różnych ładunków nie muszą być instalowane.

**34.10.8** Jeżeli kilka ładunków chłodzonych nie rozpuszcza się w sobie w warunkach przewozu i w związku z tym po zmieszaniu się ze sobą ciśnienia ich par będą się sumowały, to specjalną uwagę należy poświęcić instalacjom chłodniczym, w celu uniknięcia możliwości zmieszania się takich ładunków.

**34.10.9** Jeżeli w instalacjach chłodniczych wymagana jest woda do chłodzenia, to odpowiednia jej ilość powinna być dostarczana przez pompę lub pompy używane wyłącznie do tego celu. Ta pompa lub pompy powinny mieć co najmniej dwa rurociągi ssące, podłączone do dwóch punktów poboru wody, jeden z lewej, a drugi z prawej burty.

Należy przewidzieć pompę rezerwową o odpowiedniej wydajności, którą może być pompa używana do innych celów, pod warunkiem że wykorzystanie jej do chłodzenia nie zakłóci pracy żadnej innej ważnej instalacji.

**34.10.10** Instalacja chłodnicza może być rozwiązana w jeden z następujących sposobów:

- .1** system bezpośredni, w którym pary ładunku są sprężane, skraplane i kierowane z powrotem do zbiorników ładunkowych. System ten nie powinien być stosowany w przypadku niektórych ładunków wymienionych w tabeli C w rozdziale 3.2 Przepisów ADN. Wymaganie to jest podane w uwadze 35 w kolumnie (20) tabeli C w rozdziale 3.2 Przepisów ADN;

- .2 system pośredni, w którym ładunek lub pary ładunku bez sprężania są schładzane lub skraplane przez czynnik chłodniczy;
- .3 system mieszany, w którym pary ładunku są sprężane i skraplane w wymienniku ciepła ładunku/czynnika chłodniczego i kierowane z powrotem do zbiorników ładunkowych. System ten nie powinien być stosowany w przypadku niektórych ładunków wymienionych w tabeli C w rozdziale 3.2 Przepisów ADN. Wymaganie to jest podane w uwadze 36 w kolumnie (20) tabeli C w rozdziale 3.2 Przepisów ADN.

**34.10.11** Wszystkie ciekłe czynniki chłodnicze obiegu pierwotnego i chłodziwa obiegu wtórnego powinny być zgodne ze sobą, a także z ładunkiem, z którym mogą wejść w kontakt.

Wymiana ciepła może odbywać się z dala od zbiornika ładunkowego lub w węzownikach chłodzących zainstalowanych wewnątrz lub na zewnątrz zbiornika ładunkowego.

**34.10.12** Jeżeli instalacja chłodnicza jest zainstalowana w oddzielnym pomieszczeniu służbowym, to takie pomieszczenie służbowe powinno spełniać wymagania punktu 9.3.1.17.6 Przepisów ADN.

**34.10.13** Współczynnik przenikania ciepła należy wyznaczyć na drodze obliczeniowej oraz przedstawić PRS do rozpatrzenia. Poprawność obliczeń należy sprawdzić przeprowadzając próbę chłodzenia (weryfikację obliczeniowego bilansu cieplnego). Program próby należy uzgodnić z PRS.

### **34.11 Instalacja zraszania wodnego (chłodzenia) pokładu ładunkowego**

**34.11.1** Jeżeli statek ma przewozić ładunki wymagające obniżania ilości wydzielających się z nich oparów (patrz Przepisy ADN, rozdział 3.2, tabela C, kolumna 9), to należy go wyposażać w instalację zraszania wodnego pokładu ładunkowego. Instalacja ta powinna być usytuowana na pokładzie w przestrzeni ładunkowej.

**34.11.2** Instalacja zraszania wodnego powinna być wyposażona w urządzenia służące do przyłączania zasilania z brzegu. Uruchomienie instalacji powinno być możliwe zarówno ze sterówki, jak i z pokładu ładunkowego.

**34.11.3** Wydajność instalacji zraszania wodnego powinna być tak dobrana, aby przy pracy wszystkich dysz natężenie przepływu wody wynosiło co najmniej 50 dm<sup>3</sup> na każdy metr kwadratowy powierzchni pokładu ładunkowego w ciągu godziny.

## **35 WYMAGANIA DODATKOWE DLA ZBIORNIKOWCÓW DO PRZEWOZU MATERIAŁÓW NIEBEZPIECZNYCH – znak: zb ADN-C**

Niniejszy podrozdział zawiera wymagania ogólne dotyczące urządzeń maszynowych i instalacji rurociągów na zbiornikowcach typu C (patrz podrozdział 7.12.2 z *Części II – Kadłub*), będące warunkiem uzyskania znaku dodatkowego **zb ADN-C**. Dodatkowe, szczegółowe wymagania dotyczące konstrukcji i wyposażenia takich zbiornikowców, związane z przewozem poszczególnych rodzajów ładunków, podane są w Przepisach ADN (rozdział 3.2, tabela C).

### **35.1 Przedziały maszynowe**

**35.1.1** Silniki spalinowe służące do napędu statku, a także silniki spalinowe napędzające urządzenia pomocnicze, należy umieszczać poza przestrzenią ładunkową.

**35.1.2** Rozmieszczenie wejść i innych otworów prowadzących do maszynowni powinno spełniać wymagania podrozdziału 6.5.1 z *Części V – Ochrona przeciwpożarowa*.

**35.1.3** Kotły służące do podgrzewania ładunku należy umieścić w maszynowni, albo w innym, odrębnym pomieszczeniu pod pokładem poza przestrzenią ładunkową, dostępnym z pokładu lub z maszynowni.

## **35.2 Przejścia przez przegrody wodoszczelne, prowadzenie rurociągów**

**35.2.1** Wały napędowe pomp zęzowych i balastowych mogą przechodzić przez gródź pomiędzy pomieszczeniem służbowym znajdującym się w przestrzeni ładunkowej pod pokładem a maszynownią pod warunkiem, że spełnione zostaną poniższe wymagania:

- .1 grodzie ograniczające pomieszczenie służbowe (koferdam, środkową część koferdamu lub inne pomieszczenie) sięgają w kierunku pionowym do dna. Dostęp do pomieszczenia służbowego jest możliwy tylko z pokładu;
- .2 pomieszczenie służbowe jest wodoszczelne, z wyjątkiem luków wejściowych i wlotów wentylacyjnych;
- .3 w pomieszczeniu służbowym nie są zamontowane rurociągi ładunkowe;
- .4 przejście wału przez gródź, o konstrukcji zatwierdzonej przez PRS, jest gazoszczelne;
- .5 wywieszono są niezbędne instrukcje użytkowania.

**35.2.2** Przez gródź pomiędzy maszynownią a pomieszczeniem służbowym w przestrzeni ładunkowej, a także przez gródź pomiędzy maszynownią a przestrzeniami ładowni można prowadzić rurociągi hydrauliczne i rurociągi instalacji pomiarowych, kontrolnych i alarmowych pod warunkiem, że ich przejścia będą gazoszczelne o konstrukcji zatwierdzonej przez PRS.

Przejścia przez grodzie, będące przegrodami pożarowymi typu A-60, powinny spełniać wymagania punktu 6.5.3.1 z Części V – *Ochrona przeciwpożarowa*.

**35.2.3** Rurociągi mogą przechodzić przez gródź pomiędzy maszynownią a pomieszczeniem służbowym w przestrzeni ładunkowej pod warunkiem, że rurociągi te są doprowadzone do zainstalowanych tam urządzeń mechanicznych, nie posiadają jakichkolwiek otworów w obrębie pomieszczenia służbowego oraz wyposażone są w zawory zaporowe, zainstalowane na grodzi od strony przedziału maszynowego.

**35.2.4** Rurociągi z maszynowni mogą być prowadzone na zewnątrz przez pomieszczenia służbowe w przestrzeni ładunkowej, w koferdamie, w przestrzeni ładowni lub w przestrzeni podwójnej burty, pod warunkiem że w obrębie pomieszczenia służbowego, koferdamu, przestrzeni ładowni lub podwójnej burty są one wykonane z rur grubościennych i nie posiadają jakichkolwiek kołnierzy lub otworów.

**35.2.5** Jeżeli wał napędowy urządzenia pomocniczego przechodzi przez ścianę znajdującą się ponad pokładem, to miejsce przejścia wału powinno być gazoszczelne.

## **35.3 Pompownie ładunkowe**

**35.3.1** Pomieszczenie służbowe usytuowane w przestrzeni ładunkowej poniżej pokładu może być wykorzystane jako pompownia własnej (statkowej) instalacji ładunkowej jedynie wówczas, gdy spełnione są wymagania podrozdziału 6.5.3 z Części V – *Ochrona przeciwpożarowa* oraz gdy:

- .1 wszystkie rurociągi załadunkowe i rozładunkowe, a także rurociągi resztkowe, są wyposażone w urządzenia odcinające po stronie ssawnej pompy, zainstalowane na grodzi w pompowni ładunkowej. Czynności niezbędne do sterowania urządzeniami znajdującymi się w pompowni, uruchamianie pomp oraz regulacja natężenia przepływu cieczy możliwe są do wykonania z pokładu;
- .2 instalacja zęzowa pomieszczenia służbowego spełnia wymagania zawarte w punkcie 35.4.5;
- .3 instalacja wentylacyjna pomieszczenia służbowego spełnia wymagania zawarte w punkcie 35.7.4.2.

## **35.4 Instalacja zęzowa i balastowa**

**35.4.1** Pompy zęzowe i balastowe obsługujące pomieszczenia w przestrzeni ładunkowej powinny być zamontowane w tej przestrzeni.

Wymaganie to nie dotyczy pomp obsługujących:

- .1 przestrzenie podwójnej burty i dna podwójnego, nie posiadające ściany ograniczającej wspólnej ze zbiornikami ładunkowymi;

- .2 koferdamy i przestrzenie ładowni, w których balastowanie odbywa się przy użyciu rurociągów instalacji przeciwpożarowej w przestrzeni ładunkowej, a usuwanie wody zęzowej odbywa się za pomocą pomp strumieniowych.

**35.4.2** Jeżeli dno podwójne jest wykorzystywane jako zbiornik paliwa, to nie może być ono połączone z instalacją zęzową.

**35.4.3** W przypadku zainstalowania pompy balastowej w przestrzeni ładunkowej, rurę doprowadzającą i jej przyłącze zewnętrzne, służące do zasysania wody balastowej, należy umieścić w obrębie przestrzeni ładunkowej, ale poza zbiornikami ładunkowymi.

**35.4.4** Należy przewidzieć instalację do awaryjnego osuszania pompowni ładunkowej usytuowanej poniżej pokładu. Instalacja taka powinna znajdować się w przestrzeni ładunkowej poza pompownią i nie powinna mieć żadnych połączeń z innymi instalacjami.

**35.4.5** Zęzy pompowni ładunkowej usytuowanej poniżej pokładu powinny być wyposażone w urządzenie służące do pomiaru poziomu ich napełnienia, uruchamiające alarm optyczny i akustyczny w sterówce, gdy w zęzach tych dojdzie do nagromadzenia cieczy.

### **35.5 Instalacje rurociągów odpowietrzających i przelewowych**

**35.5.1** Rurociągi odpowietrzające wszystkich zbiorników paliwowych powinny być wyprowadzone na wysokość co najmniej 0,50 m powyżej pokładu otwartego.

Ich wyloty oraz wyloty rurociągów przelewowych wyprowadzonych powyżej pokładu otwartego powinny być wyposażone w urządzenia zabezpieczające w postaci siatki metalowej lub płytki perforowanej.

### **35.6 Instalacja spalinowa**

**35.6.1** Spaliny ze statku powinny być odprowadzane do atmosfery przez rurociąg spalinowy skierowany ku górze lub przechodzący przez poszycie kadłuba.

Otwór wylotowy tego rurociągu powinien być umieszczony w odległości nie mniejszej niż 2 m od otworów lukowych.

**35.6.2** Rurociągi spalinowe silników powinny być rozmieszczone w taki sposób, aby spaliny oddalały się od statku. Rurociągi te nie powinny być usytuowane w przestrzeni ładunkowej.

**35.6.3** Rurociągi spalinowe silników, kotłów, spalarek, pieców kuchennych i innych urządzeń, w których istnieją źródła zapłonu, należy wyposażyć w łapacze iskier o konstrukcji uzgodnionej z PRS.

### **35.7 Instalacja wentylacyjna**

**35.7.1** Przestrzenie podwójnej burty i dna podwójnego w przestrzeni ładunkowej nie przystosowane do wypełnienia wodą balastową powinny posiadać instalację wentylacyjną.

#### **35.7.2 Wentylacja maszynowni**

**35.7.2.1** Wentylacja maszynowni zamkniętej powinna być tak zaprojektowana, by przy temperaturze zewnętrznej wynoszącej 20 °C, średnia temperatura w maszynowni nie przekraczała 40 °C.

**35.7.2.2** Otwory wlotowe wentylacji maszynowni i otwory poboru powietrza dla silników, które nie zasysają powietrza bezpośrednio z maszynowni, powinny być usytuowane w odległości nie mniejszej niż 2 m od przestrzeni ładunkowej.

**35.7.2.3** Instalacja wentylacyjna maszynowni powinna być zaprojektowana z uwzględnieniem poboru powietrza przez kocioł.

### **35.7.3 Wentylacja przestrzeni ładowni**

**35.7.3.1** Przestrzenie ładowni i koferdamy powinny posiadać instalację wentylacyjną.

**35.7.3.2** Każda przestrzeń ładowni powinna posiadać dwa otwory wentylacyjne o takich wymiarach i tak usytuowane, aby możliwa była skuteczna wentylacja wszystkich części przestrzeni ładowni. W przypadku braku takich otworów, zapewniona powinna być możliwość wypełnienia przestrzeni ładowni gazem obojętnym lub suchym powietrzem.

**35.7.3.3** Wentylatory stosowane w przestrzeni ładunkowej powinny być w wykonaniu nieiskrzącym i spełniać wymagania podrozdziału 6.3.2.

### **35.7.4 Wentylacja pomieszczeń mieszkalnych, służbowych i sterówki**

**35.7.4.1** Powinna być zapewniona możliwość wentylowania pomieszczeń mieszkalnych i służbowych.

**35.7.4.2** Pomieszczenie służbowe usytuowane w przestrzeni ładunkowej poniżej pokładu, wykorzystane jako pompownia własnej (statkowej) instalacji ładunkowej, powinno posiadać instalację wentylacji mechanicznej, o wydajności zapewniającej co najmniej 30 wymian powietrza w ciągu godziny, przyjmując objętość całkowitą danego pomieszczenia.

Wyloty kanałów wyciągowych powinny być umieszczone w odległości nie mniejszej niż 6 metrów od wejść i otworów pomieszczeń mieszkalnych i pomieszczeń służbowych poza przestrzenią ładunkową. Powinna być zapewniona możliwość zamykania z zewnątrz wlotów do kanałów wentylacyjnych nawiewowych.

**35.7.4.3** Pomieszczenia służbowe usytuowane w przestrzeni ładunkowej poniżej pokładu, z wyjątkiem przypadku podanego w 35.7.5.2, powinny posiadać instalację wentylacji mechanicznej, o wydajności zapewniającej co najmniej 20 wymian powietrza w ciągu godziny, przyjmując objętość całkowitą danego pomieszczenia.

**35.7.4.4** Wyciągowe kanały wentylacyjne z pomieszczeń służbowych opisanych w 35.7.4.2 i 35.7.4.3, powinny sięgać do wysokości 50 mm nad dnem pomieszczenia służbowego. Powietrze powinno być doprowadzane kanałem w górnej części pomieszczenia służbowego. Wloty powietrza należy umieścić nie mniej niż 2 m nad pokładem, w odległości nie mniejszej niż 2 m od otworów w zbiornikach i 6 m od wylotów zaworów bezpieczeństwa. Rury przedłużające, jeżeli są konieczne, mogą być typu przegubowego.

Wentylatory obsługujące te pomieszczenia powinny być w wykonaniu nieiskrzącym i spełniać wymagania podrozdziału 6.3.2.

**35.7.4.5** Wentylacja pomieszczeń mieszkalnych, sterówki i pomieszczeń służbowych poza przestrzenią ładunkową, w których zainstalowano urządzenia elektryczne wykorzystywane do załadunku, rozładunku i odgazowania w czasie cumowania, nie będące co najmniej typu o ograniczonym zagrożeniu wybuchem (patrz podrozdział 1.2 z *Części VII – Urządzenia elektryczne i automatyka*), powinna zapewniać nadciśnienie 0,1 kPa. Należy uniemożliwić otwieranie okien w tych pomieszczeniach.

Otwory wlotowe instalacji wentylacyjnej powinny być umieszczone możliwie najdalej, ale nie mniej niż 6 m od przestrzeni ładunkowej i mniej niż 2 m nad pokładem.

**35.7.4.6** Instalacja wentylacyjna pomieszczeń służbowych, w których znajduje się instalacja podgrzewania ładunku używana podczas załadunku, rozładunku i odgazowania powinna zapewniać nadciśnienie 0,1 kPa. Należy uniemożliwić otwieranie okien w tych pomieszczeniach.

Otwory wlotowe instalacji wentylacyjnej powinny być umieszczone w odległości nie mniejszej niż 2 m od przestrzeni ładunkowej i 6 m od otworów zbiorników ładunkowych lub zbiorników resztkowych, pomp ładunkowych znajdujących się na pokładzie, otworów odpowietrzników szybkowylotowych, zaworów nadciśnieniowych i przyłączy brzegowych rurociągów ładunkowych, a ponadto muszą znajdować się na wysokości nie mniejszej niż 2 m nad pokładem.

**35.7.4.7** Przy wlotach do kanałów wentylacyjnych nawiewowych powinny znajdować się tabliczki informacyjne, informujące o warunkach, w jakich wloty te należy zamykać. Wszystkie zewnętrzne wloty do kanałów nawiewowych wentylacji pomieszczeń mieszkalnych i służbowych powinny być wyposażone w klapy ogniowe. Tego rodzaju otwory wentylacyjne należy umieszczać w odległości nie mniejszej niż 2 m od przestrzeni ładunkowej.

Otwory wlotowe wentylacji pomieszczeń służbowych znajdujących w przestrzeni ładunkowej poniżej pokładu mogą być usytuowane w tej przestrzeni.

## **35.8 Instalacja paliwa ciekłego**

**35.8.1** Dno podwójne w przestrzeniach ładowni może być wykorzystywane jako zbiorniki paliwa pod warunkiem, że jego wysokość wynosi nie mniej niż 0,6 m. Rurociągi paliwowe i otwory takich zbiorników paliwa nie mogą znajdować się w przestrzeni ładowni.

## **35.9 Instalacja ładunkowa**

**35.9.1** Pompy, sprężarki oraz rurociągi ładunkowe powinny znajdować się w przestrzeni ładunkowej.

Pompy ładunkowe usytuowane na pokładzie powinny znajdować się w odległości nie mniejszej niż 6 metrów od wejść lub otworów pomieszczeń mieszkalnych i służbowych poza przestrzenią ładunkową.

Powinna istnieć możliwość wyłączenia pomp ładunkowych z przestrzeni ładunkowej oraz, dodatkowo, z miejsca poza tą przestrzenią.

**35.9.2** Jeżeli statek ma przewozić ładunki mogące wchodzić ze sobą w niebezpieczne reakcje, to dla każdego rodzaju ładunku należy przewidzieć oddzielną pompę wraz z jej własnymi rurociągami do załadunku i rozładunku.

Rurociągów takich nie należy prowadzić przez zbiorniki zawierające inne ładunki.

**35.9.3** Rurociągi służące do załadunku i rozładunku powinny być niezależne od wszelkich innych rurociągów statku. Rurociągi ładunkowe nie mogą znajdować się pod pokładem statku, z wyjątkiem rurociągów wewnątrz zbiorników ładunkowych oraz wewnątrz pompowni.

**35.9.4** Jeżeli rurociągi ładunkowe są wykorzystywane do doprowadzania do zbiorników ładunkowych wody do mycia lub wody balastowej, to króćce ssące tych rurociągów powinny być umieszczone w przestrzeni ładunkowej, ale poza zbiornikami ładunkowymi.

Ponadto należy przewidzieć:

- .1** sprężynowy zawór zwrotny, zapobiegający przepływowi gazów z przestrzeni ładunkowej przez instalację do mycia zbiorników;
- .2** zawór zwrotny, zainstalowany na połączeniu rurociągu zasysającego wodę z rurociągiem ładunkowym.

**35.9.5** Rurociągi do załadunku i rozładunku powinny wyraźnie różnić się od innych rurociągów, np. powinny być pomalowane na inny kolor.

**35.9.6** Rurociągi ładunkowe powinny być tak prowadzone, by po zakończeniu załadunku lub rozładunku pozostała w nich ciecz można było bezpiecznie usunąć, przez spuszczenie jej albo do zbiorników statku, albo do zbiorników na lądzie.

**35.9.7** Rurociągi ładunkowe znajdujące się na pokładzie, z wyjątkiem przyłączy brzegowych, powinny być oddalone od poszycia zewnętrznego o co najmniej 0,25 szerokości statku.

**35.9.8** Przyłącza brzegowe powinny być usytuowane w odległości nie mniejszej niż 6 m od wejść i otworów pomieszczeń mieszkalnych i służbowych poza przestrzenią ładunkową.

**35.9.9** Wszystkie przyłącza brzegowe rurociągu oparów i przyłącza brzegowe rurociągów ładunkowych, poprzez które realizowane są operacje załadunku i rozładunku, powinny być wyposażone w urządzenie odcinające. Oprócz tego każde przyłącze brzegowe powinno posiadać kołnierz zaślepiający, zakładany na czas, w którym nie jest ono wykorzystywane.



Każde przyłącze brzegowe rurociągów ładunkowych, poprzez które odbywa się przeładunek, powinno być wyposażone w urządzenie służące do usuwania resztek ładunku, opisane w punkcie 8.6.4.1 Przepisów ADN.

**35.9.10** Kołnierze i dławnice należy wyposażyć w urządzenia zapobiegające rozbryzgom.

**35.9.11** Odległości wskazane w punktach 35.9.1 i 35.9.8 można zmniejszyć do 3 m, jeżeli:

- .1 na końcu przestrzeni ładunkowej znajduje się gródź poprzeczna spełniająca wymagania zawarte w punkcie 9.3.2.10.2 z Przepisów ADN;
- .2 otwory są wyposażone w drzwi. Na drzwiach powinna znajdować się instrukcja o treści: *Nie otwierać podczas załadunku i rozładunku bez zgody kierownika statku. Natychmiast zamknąć.*

**35.9.12** Rurociągi napełniające zbiorniki ładunkowe powinny być doprowadzone jak najbliżej do dna tych zbiorników.

**35.9.13** Zawory odcinające i inne urządzenia odcinające instalowane na rurociągach ładunkowych należy wyposażyć we wskaźniki położenia (otwarte/zamknięte).

**35.9.14** Rurociągi ładunkowe powinny być wyposażone w przyrządy do pomiaru ciśnienia zainstalowane po stronie tłocznej pompy. Przyrządy te powinny spełniać wymagania punktu 16.2.4.6 z Części VII – *Urządzenia elektryczne i automatyka.*

**35.9.15** Rurociągi ładunkowe należy poddać próbom hydraulicznym ciśnieniem próbnym nie mniejszym niż 1,0 MPa.

**35.9.16** Rurociągi do załadunku i wyładunku oraz rurociągi oparów nie powinny posiadać połączeń elastycznych wyposażonych w uszczelnienia przesuwne.

**35.9.17** Należy obliczyć dopuszczalne szybkości załadunku i wyładunku. Obliczenia dotyczą dopuszczalnych maksymalnych szybkości załadunku i wyładunku dla każdego zbiornika ładunkowego lub każdej grupy zbiorników ładunkowych, biorąc pod uwagę projekt instalacji wentylacyjnej. Obliczenia te powinny uwzględniać fakt, że w przypadku nieprzewidzianego odcięcia powrotnego rurociągu gazowego lub rurociągu kompensacyjnego urządzeń nabrzeżnych, urządzenia bezpieczeństwa zbiorników ładunkowych zapobiegają temu, aby ciśnienie w zbiornikach ładunkowych nie przekroczyło następujących wartości:

- nadciśnienie: 115% ciśnienia otwarcia szybkowylotowego zaworu P/V,
- podciśnienie: nie więcej niż podciśnienie konstrukcyjne, lecz nie przekraczające 5 kPa (0,05 bar).

Należy rozważyć następujące czynniki:

1. Wymiary instalacji wentylacyjnej zbiorników ładunkowych;
2. Tworzenie się gazu podczas załadunku, mnożąc największe natężenie przepływu podczas załadunku przez współczynnik nie mniejszy niż 1,25;
3. Gęstość mieszaniny par ładunku zakładając 50 % udział objętościowy par i 50 % udział objętościowy powietrza;
4. Straty ciśnienia w rurociągach odpowietrzających, zaworach i armaturze. Należy przyjąć, że 30 % powierzchni siatki tłumika płomieni jest zapchane;
5. Straty ciśnienia w zaworach bezpieczeństwa.

Dopuszczalne maksymalne ciśnienie załadunku i wyładunku dla każdego zbiornika ładunkowego lub każdej grupy zbiorników ładunkowych powinno być podane w instrukcji pokładowej.

## **35.10 Instalacja resztkowa**

**35.10.1** Statek powinien być wyposażony w:

- .1 co najmniej jeden zbiornik na resztki ładunku (zwany dalej zbiornikiem resztkowym), pozostające w zbiornikach i rurociągach ładunkowych po rozładunku, ale przed rozpoczęciem operacji resztkowania. Zbiornik ten należy umieścić w przestrzeni ładunkowej;
- .2 zbiorniki słoypowe na pozostałości ładunkowe (szlam, osady, popłuczyny) nie nadające się do pompowania. Zbiorniki te należy umieścić w przestrzeni ładunkowej;
- .3 instalację resztkową.

**35.10.2** Pojemność zbiornika resztkowego nie może przekraczać 30 m<sup>3</sup>.

Zbiornik ten powinien być wyposażony w:

- .1 zawór podciśnieniowy i odpowietrznik szybkowylotowy, spełniające wymagania 35.11.5;
- .2 urządzenie do pomiaru stopnia napełnienia zbiornika;
- .3 przyłącza, z zaworami odcinającymi, dla rurociągów i węży elastycznych.

Zbiorniki resztkowe powinny być przyłączone do rurociągu odprowadzającego opary ze zbiorników ładunkowych tylko przez okres niezbędny, aby je napełnić.

**35.10.3** Zamiast stałych zbiorników resztkowych mogą być stosowane kontenery IBC, kontenery zbiornikowe lub pojemniki przenośne pod warunkiem, że spełnione zostaną poniższe wymagania:

- .1 pojemność pojedynczego kontenera lub pojemnika nie przekracza 2 m<sup>3</sup>;
- .2 przewożonych jest nie więcej niż 6 kontenerów IBC, kontenerów zbiornikowych lub pojemników przenośnych;
- .3 są one odpowiednio zamocowane w przestrzeni ładunkowej.

Podczas napełniania kontenerów IBC, kontenerów zbiornikowych lub pojemników przenośnych pod przyłączami napełniającymi należy umieścić wanianki służące do zbierania wycieków.

**35.10.4** Zbiorniki słoypowe powinny być ognioodporne i zamykane pokrywami, np. beczki z pokrywą dociskaną obręczą. Zbiorniki te powinny być oznakowane i łatwe do obsługi.

**35.10.5** Zbiorniki resztkowe i umieszczone na pokładzie kontenery IBC, kontenery zbiornikowe lub pojemniki przenośne powinny być oddalone od poszycia zewnętrznego o co najmniej 0,25 szerokości statku.

**35.10.6** Po zakończeniu montażu na statku lub po wprowadzeniu jakichkolwiek zmian system resztkowy należy poddać próbie działania, przy użyciu wody. Próbę taką i określenie ilości resztkowych należy przeprowadzić zgodnie z wymaganiami punktu 8.6.4.2 z Przepisów ADN.

Pozostałości (resztki) wody po próbie nie powinny przekraczać:

- 5 dm<sup>3</sup> na każdy zbiornik ładunkowy,
- 15 dm<sup>3</sup> na każdą instalację rurociągów ładunkowych.

Uwaga: Stosowanie tego wymagania nie jest konieczne zgodnie z punktem 9.3.2.25.10 z Przepisów ADN. Data jego wprowadzenia będzie podana w późniejszym terminie.

## **35.11 Instalacja rurociągów odprowadzających opary ze zbiorników ładunkowych i resztkowych**

**35.11.1** Każdy zbiornik ładunkowy lub grupę zbiorników ładunkowych przyłączonych do wspólnego rurociągu odprowadzającego opary należy wyposażyć w:

- .1 urządzenia zabezpieczające przed powstaniem nadciśnienia lub podciśnienia o niedopuszczalnej wartości. Jeżeli statek ma przewozić ładunki wymagające ochrony przeciwwybuchowej (patrz Przepisy ADN, rozdział 3.2, tabela C, kolumna 17), to zawory podciśnieniowe należy wyposażyć w tłumiki płomieni odporne na deflagrację (wybuchowe spalanie), a zawory nadciśnieniowe w odporne na palenie odpowietrzniki szybkowylotowe. Gazy powinny być wypuszczane do góry. Ciśnienie otwarcia odpowietrznika szybkowylotowego i ciśnienie otwarcia zaworu podciśnieniowego należy w sposób trwały oznaczyć na odpowiednich zaworach;
- .2 przyłącze do bezpiecznego odprowadzania z powrotem na brzeg gazów usuwanych podczas załadunku;
- .3 urządzenie do bezpiecznego obniżenia ciśnienia w zbiornikach, składające się co najmniej z odpornego na palenie tłumika płomieni i zaworu odcinającego, wyposażonego we wskaźnik położenia (otwarty/zamknięty).

**35.11.2** Otwory wylotowe odpowietrzników szybkowylotowych należy umieścić co najmniej 2 m nad pokładem, w odległości nie mniejszej niż 6 m od pomieszczeń mieszkalnych i służbowych znajdujących się poza przestrzenią ładunkową. Wysokość tę można zmniejszyć, jeżeli w promieniu 1 m od wylotu odpowietrznika szybkowylotowego nie ma żadnych urządzeń, nie prowadzi się żadnych prac, a obszar ten jest odpowiednio oznakowany. Odpowietrzniki szybkowylotowe należy tak wyregulować, by podczas transportu ładunku nie otwierały się do momentu osiągnięcia maksymalnego, dopuszczalnego ciśnienia roboczego w zbiornikach ładunkowych.

**35.11.3** Jeżeli statek ma przewozić ładunki wymagające ochrony przeciwwybuchowej (patrz Przepisy ADN, rozdział 3.2, tabela C, kolumna 17), to wspólny dla dwóch lub więcej zbiorników ładunkowych rurociąg odprowadzający opary należy wyposażyć w zainstalowany na przyłączy do każdego z tych zbiorników:

- .1** odporny na detonację tłumik płomieni z płytkami zamocowanymi na stałe lub obciążonymi sprężyną. Dopuszczalne sposoby realizacji tego wymagania zawarte są w punkcie 9.3.2.22.5(a) z Przepisów ADN.

Wymaganie dotyczące instalowania oddzielnego tłumika płomieni dla każdego zbiornika ładunkowego nie ma zastosowania do statków, które są wyposażone w instalację gaśniczą zamontowaną na stałe na pokładzie w przestrzeni ładunkowej i uruchamianą z tego pokładu i ze sterówki;

- .2** zawór nadciśnieniowo-podciśnieniowy wyposażony w odporny na detonację i deflagrację tłumik płomieni;
- .3** odporne na detonację urządzenie odcinające, pod warunkiem że każdy zbiornik ładunkowy jest wyposażony w zawór podciśnieniowy odporny na deflagrację i zawór nadciśnieniowy z odpornym na palenie odpowietrznikiem szybkowylotowym.

Dla każdego przypadku określonego w .1, .2 i .3, w zbiornikach ładunkowych przyłączonych do wspólnego rurociągu odprowadzającego opary można przewozić wyłącznie takie materiały, które nie mieszają się ze sobą i nie wchodzi z sobą w niebezpieczne reakcje.

**35.11.4** Jeżeli statek ma przewozić ładunki wymagające ochrony przeciwwybuchowej (patrz Przepisy ADN, rozdział 3.2, tabela C, kolumna 17), to osobny dla każdego zbiornika ładunkowego rurociąg odprowadzający opary należy wyposażyć w zawór nadciśnieniowo-podciśnieniowy z tłumikiem płomieni odpornym na deflagrację i odpowietrznik szybkowylotowy z odpornym na palenie tłumikiem płomieni.

**35.11.5** Każdy stały zbiornik resztkowy należy wyposażyć w zawór podciśnieniowy i odpowietrznik szybkowylotowy. Odpowietrzniki szybkowylotowe należy tak wyregulować, by nie otwierały się podczas transportu ładunku.

Jeżeli statek ma przewozić ładunki wymagające ochrony przeciwwybuchowej (patrz Przepisy ADN, rozdział 3.2, tabela C, kolumna 17), to zawór podciśnieniowy powinien być odporny na deflagrację, a odpowietrznik szybkowylotowy na palenie.

## **35.12 Instalacja podgrzewania ładunku**

**35.12.1** Instalacja podgrzewania ładunku powinna być tak zaprojektowana, by ładunek nie mógł przeniknąć do kotła w razie wystąpienia przecieku w węzownicach grzewczych. Zapłon paliwa w instalacji podgrzewania ładunku z wymuszonym ciągiem powinien następować na drodze elektrycznej.

**35.12.2** Jeżeli instalacja podgrzewania ładunku jest używana podczas załadunku, rozładunku lub odgazowania, to pomieszczenie służbowe, w którym instalacja ta się znajduje, powinno spełniać wymagania podane w 35.7.4.6.

## **35.13 Instalacja mycia zbiorników ładunkowych**

**35.13.1** Jeżeli rurociągi ładunkowe są wykorzystywane do doprowadzania do zbiorników ładunkowych wody do mycia (patrz 35.9.4), to pompy instalacji mycia zbiorników wraz z odpowiednimi przyłączami można umieścić poza przestrzenią ładunkową, pod warunkiem że uniemożliwiono zasysanie przez wylotową część tej instalacji.

## **35.14 Instalacja zraszania wodnego (chłodzenia) pokładu ładunkowego**

**35.14.1** Jeżeli statek ma przewozić ładunki wymagające obniżania ilości wydzielających się z nich oparów (patrz Przepisy ADN, rozdział 3.2, tabela C, kolumna 9), to należy go wyposażyć w instalację zraszania wodnego pokładu ładunkowego. Instalacja ta powinna być usytuowana na pokładzie w przestrzeni ładunkowej.

**35.14.2** Instalacja zraszania wodnego powinna być wyposażona w urządzenia służące do przyłączenia zasilania z brzegu. Uruchomienie instalacji powinno być możliwe zarówno ze sterówki, jak i z pokładu ładunkowego. [9.3.2.28]

**35.14.3** Wydajność instalacji zraszania wodnego powinna być tak dobrana, aby przy pracy wszystkich dysz natężenie przepływu wody wynosiło co najmniej 50 dm<sup>3</sup> na każdy metr kwadratowy powierzchni pokładu ładunkowego w ciągu godziny.

## **36 WYMAGANIA DODATKOWE DLA ZBIORNIKOWCÓW DO PRZEWOZU MATERIAŁÓW NIEBEZPIECZNYCH – znak: zb ADN-N**

Niniejszy podrozdział zawiera wymagania ogólne dotyczące urządzeń maszynowych i instalacji rurociągów na zbiornikowcach typu N (patrz podrozdział 7.12.2 z *Części II – Kadłub*), będące warunkiem uzyskania znaku dodatkowego **zb ADN-N**. Dodatkowo, szczegółowe wymagania dotyczące konstrukcji i wyposażenia takich zbiornikowców, związane z przewozem poszczególnych rodzajów ładunków, podane są w Przepisach ADN (rozdział 3.2, tabela C).

Statki do odbierania odpadów ropopochodnych i statki zaopatrzeniowe, będące zbiornikowcami typu N z otwartymi zbiornikami ładunkowymi o nośności do 300 t, mogą zostać zwolnione z niektórych wymagań niniejszego podrozdziału, zgodnie z postanowieniami Przepisów ADN (podrozdział 9.3.3).

### **36.1 Przedziały maszynowe**

**36.1.1** Silniki spalinowe służące do napędu statku, a także silniki spalinowe napędzające urządzenia pomocnicze, należy umieszczać poza przestrzenią ładunkową.

**36.1.2** Rozmieszczenie wejść i innych otworów prowadzących do maszynowni powinno spełniać wymagania podrozdziału 6.5.1 z *Części V – Ochrona przeciwpożarowa*.

**36.1.3** Kotły służące do podgrzewania ładunku należy umieścić w maszynowni, albo w innym, odrębnym pomieszczeniu pod pokładem poza przestrzenią ładunkową, dostępnym z pokładu lub z maszynowni.

### **36.2 Przejścia przez przegrody wodoszczelne, prowadzenie rurociągów**

**36.2.1** Wały napędowe pomp zęzowych i balastowych mogą przechodzić przez gródź pomiędzy pomieszczeniem służbowym znajdującym się w przestrzeni ładunkowej pod pokładem a maszynownią pod warunkiem, że spełnione zostaną poniższe wymagania:

- .1** grodzie ograniczające pomieszczenie służbowe (koferdam, środkową część koferdamu lub inne pomieszczenie) sięgają w kierunku pionowym do dna. Dostęp do pomieszczenia służbowego jest możliwy tylko z pokładu;
- .2** pomieszczenie służbowe jest wodoszczelne, z wyjątkiem luków wejściowych i wlotów wentylacyjnych;
- .3** w pomieszczeniu służbowym nie są zamontowane rurociągi ładunkowe;
- .4** przejście wału przez gródź, o konstrukcji zatwierdzonej przez PRS, jest gazoszczelne;
- .5** wywieszzone są niezbędne instrukcje użytkownika.

**36.2.2** Przez gródź pomiędzy maszynownią a pomieszczeniem służbowym w przestrzeni ładunkowej, a także przez gródź pomiędzy maszynownią a przestrzeniami ładowni można prowadzić rurociągi hydrauliczne i rurociągi instalacji pomiarowych, kontrolnych i alarmowych pod warunkiem, że ich przejścia będą gazoszczelne o konstrukcji zatwierdzonej przez PRS.

Przejścia przez grodzie, będące przegrodami pożarowymi typu A-60, powinny spełniać wymagania punktu 6.5.3.1 z *Części V – Ochrona przeciwpożarowa*.

**36.2.3** Rurociągi mogą przechodzić przez gródź pomiędzy maszynownią a pomieszczeniem służbowym w przestrzeni ładunkowej pod warunkiem, że rurociągi te są doprowadzone do zainstalowanych tam urządzeń mechanicznych, nie posiadają żadnych otworów w obrębie pomieszczenia służbowego oraz wyposażone są w zawory zaporowe, zainstalowane na grodzi od strony przedziału maszynowego.

**36.2.4** Rurociągi z maszynowni mogą być prowadzone na zewnątrz przez pomieszczenie służbowe w przestrzeni ładunkowej, w koferdamie, w przestrzeni ładowni lub w przestrzeni podwójnej burty, pod warunkiem że w obrębie pomieszczenia służbowego, koferdamu, przestrzeni ładowni lub w przestrzeni podwójnej burty są one wykonane z rur grubościennych i nie posiadają jakichkolwiek kołnierzy lub otworów.

**36.2.5** Jeżeli wał napędowy urządzenia pomocniczego przechodzi przez ścianę znajdującą się ponad pokładem, to miejsce przejścia wału powinno być gazoszczelne. Wymaganie to nie ma zastosowania do zbiornikowców z otwartymi zbiornikami ładunkowymi.

### **36.3 Pompownie ładunkowe**

Wymagania niniejszego podrozdziału nie mają zastosowania do zbiornikowców z otwartymi zbiornikami ładunkowymi.

**36.3.1** Pomieszczenie służbowe usytuowane w przestrzeni ładunkowej poniżej pokładu może być wykorzystane jako pompownia własnej (statkowej) instalacji ładunkowej jedynie wówczas, gdy spełnione są wymagania podrozdziału 6.5.3 z *Części V – Ochrona przeciwpożarowa* oraz gdy:

- .1 wszystkie rurociągi załadunkowe i rozładunkowe, a także rurociągi resztkowe są wyposażone w urządzenia odcinające po stronie ssawnej pompy, zainstalowane na grodzi w pompowni ładunkowej. Czynności niezbędne do sterowania urządzeniami znajdującymi się w pompowni, uruchamianie pomp oraz regulacja natężenia przepływu cieczy możliwe są do wykonania z pokładu;
- .2 instalacja zęzowa pomieszczenia służbowego spełnia wymagania zawarte w punkcie 36.4.5;
- .3 instalacja wentylacyjna pomieszczenia służbowego spełnia wymagania zawarte w punkcie 36.7.4.2.

### **36.4 Instalacja zęzowa i balastowa**

**36.4.1** Pompy zęzowe i balastowe obsługujące pomieszczenia w przestrzeni ładunkowej powinny być zamontowane w tej przestrzeni.

Wymaganie to nie dotyczy pomp obsługujących:

- .1 przestrzenie podwójnej burty i dna podwójnego, nie posiadające ściany ograniczającej wspólnej ze zbiornikami ładunkowymi;
- .2 koferdamy i przestrzenie ładowni, w których balastowanie odbywa się przy użyciu rurociągów instalacji przeciwpożarowej w przestrzeni ładunkowej, a usuwanie wody zęzowej odbywa się za pomocą pomp strumieniowych.

**36.4.2** Jeżeli dno podwójne jest wykorzystywane jako zbiornik paliwa, to nie może być ono połączone z instalacją zęzową.

**36.4.3** W przypadku zainstalowania pompy balastowej w przestrzeni ładunkowej, rurę doprowadzającą i jej przyłącze zewnętrzne, służące do zasysania wody balastowej, należy umieścić w obrębie przestrzeni ładunkowej, ale poza zbiornikami ładunkowymi.

**36.4.4** Należy przewidzieć instalację do awaryjnego osuszania pompowni ładunkowej usytuowanej poniżej pokładu. Instalacja taka powinna znajdować się w przestrzeni ładunkowej poza pompownią i nie powinna mieć żadnych połączeń z innymi instalacjami.

**36.4.5** Zęzy pompowni ładunkowej usytuowanej poniżej pokładu powinny być wyposażone w urządzenie służące do pomiaru poziomu ich napełnienia, uruchamiające alarm optyczny i akustyczny w sterówce, gdy w zęzach tych dojdzie do nagromadzenia cieczy. Wymaganie to nie ma zastosowania do zbiornikowców z otwartymi zbiornikami ładunkowymi.

### **36.5 Instalacje rurociągów odpowietrzających i przelewowych**

**36.5.1** Rurociągi odpowietrzające wszystkich zbiorników paliwowych powinny być wyprowadzone na wysokość co najmniej 0,50 m powyżej pokładu otwartego.

Ich wyloty oraz wyloty rurociągów przelewowych wyprowadzonych powyżej pokładu otwartego powinny być wyposażone w urządzenia zabezpieczające w postaci siatki metalowej lub płytki perforowanej.

## **36.6 Instalacja spalinowa**

**36.6.1** Spaliny ze statku powinny być odprowadzone do atmosfery przez rurociąg spalinowy skierowany ku górze lub przechodzący przez poszycie kadłuba. Otwór wylotowy tego rurociągu powinien być umieszczony w odległości nie mniejszej niż 2 m od przestrzeni ładunkowej. Wymaganie dotyczące tej odległości nie ma zastosowania do statków przeznaczonych do odbierania odpadów ropopochodnych i statków zaopatrzeniowych.

**36.6.2** Rurociągi spalinowe silników powinny być rozmieszczone w taki sposób, aby spaliny oddalały się od statku. Rurociągi te nie powinny być usytuowane w przestrzeni ładunkowej.

**36.6.3** Rurociągi spalinowe silników, kotłów, spalarek, pieców kuchennych i innych urządzeń, w których istnieją źródła zapłonu, należy wyposażyć w łapacze iskier o konstrukcji uzgodnionej z PRS.

## **36.7 Instalacja wentylacyjna**

**36.7.1** Przestrzenie podwójnej burty i dna podwójnego w przestrzeni ładunkowej nie przystosowane do wypełnienia wodą balastową powinny posiadać instalację wentylacyjną.

### **36.7.2 Wentylacja maszynowni**

**36.7.2.1** Wentylacja maszynowni zamkniętej powinna być tak zaprojektowana, by przy temperaturze zewnętrznej wynoszącej 20 °C, średnia temperatura w maszynowni nie przekraczała 40 °C.

**36.7.2.2** Otwory wlotowe wentylacji maszynowni i otwory poboru powietrza dla silników, które nie zasysają powietrza bezpośrednio z maszynowni, powinny być usytuowane w odległości nie mniejszej niż 2 m od przestrzeni ładunkowej. Wymaganie to nie ma zastosowania do statków przeznaczonych do odbierania odpadów ropopochodnych i statków zaopatrzeniowych.

**36.7.2.3** Instalacja wentylacyjna maszynowni powinna być zaprojektowana z uwzględnieniem poboru powietrza przez kocioł.

### **36.7.3 Wentylacja przestrzeni ładowni**

**36.7.3.1** Przestrzenie ładowni i koferdamy powinny posiadać instalację wentylacyjną.

**36.7.3.2** Każda przestrzeń ładowni powinna posiadać dwa otwory wentylacyjne o takich wymiarach i tak usytuowane, aby możliwa była skuteczna wentylacja wszystkich części przestrzeni ładowni. W przypadku braku takich otworów, zapewniona powinna być możliwość wypełnienia przestrzeni ładowni gazem obojętnym lub suchym powietrzem.

**36.7.3.3** Wentylatory stosowane w przestrzeni ładunkowej powinny być w wykonaniu nieiskrzącym i spełniać wymagania podrozdziału 6.3.2. Wymaganie to nie ma zastosowania do zbiornikowców typu N z otwartymi zbiornikami ładunkowymi.

### **36.7.4 Wentylacja pomieszczeń mieszkalnych, służbowych i sterówki**

**36.7.4.1** Powinna być zapewniona możliwość wentylowania pomieszczeń mieszkalnych i służbowych.

**36.7.4.2** Pomieszczenie służbowe usytuowane w przestrzeni ładunkowej poniżej pokładu, wykorzystane jako pompownia własnej (statkowej) instalacji ładunkowej, powinno posiadać instalację wentylacji mechanicznej, o wydajności zapewniającej co najmniej 30 wymian powietrza w ciągu godziny, przyjmując objętość całkowitą danego pomieszczenia.

Wyloty kanałów wyciągowych powinny być umieszczone w odległości nie mniejszej niż 6 metrów od wejść i otworów pomieszczeń mieszkalnych i pomieszczeń służbowych poza przestrzenią ładunkową.

Powinna być zapewniona możliwość zamykania z zewnątrz wlotów do kanałów wentylacyjnych nawiewowych.

Powyższe wymagania nie mają zastosowania do zbiornikowców z otwartymi zbiornikami ładunkowymi.

**36.7.4.3** Pomieszczenia służbowe usytuowane w przestrzeni ładunkowej poniżej pokładu, z wyjątkiem przypadku podanego w 36.7.5.2, powinny posiadać instalację wentylacji mechanicznej, o wydajności zapewniającej co najmniej 20 wymian powietrza w ciągu godziny, przyjmując objętość całkowitą danego pomieszczenia.

W odniesieniu do zbiornikowców z otwartymi zbiornikami ładunkowymi nie wymaga się stosowania instalacji wentylacji mechanicznej.

**36.7.4.4** Wyciągowe kanały wentylacyjne z pomieszczeń służbowych opisanych w 36.7.4.2 i 36.7.4.3, powinny sięgać do wysokości 50 mm nad dnem pomieszczenia służbowego. Powietrze powinno być doprowadzane kanałem w górnej części pomieszczenia służbowego. Wloty powietrza należy umieścić nie mniej niż 2 m nad pokładem, w odległości nie mniejszej niż 2 m od otworów w zbiornikach i 6 m od wylotów zaworów bezpieczeństwa. Rury przedłużające, jeżeli są konieczne, mogą być typu przegubowego.

Wentylatory obsługujące te pomieszczenia powinny być w wykonaniu nieiskrzącym i spełniać wymagania podrozdziału 6.3.2.

W odniesieniu do zbiornikowców typu N z otwartymi zbiornikami ładunkowymi nie wymaga się stosowania wentylatorów w wykonaniu nieiskrzącym.

**36.7.4.5** Wentylacja pomieszczeń mieszkalnych, sterówki i pomieszczeń służbowych poza przestrzenią ładunkową, w których zainstalowano urządzenia elektryczne wykorzystywane do załadunku, rozładunku i odgazowania w czasie cumowania, nie będące co najmniej typu o ograniczonym zagrożeniu wybuchem (patrz podrozdział 1.2 z Części VII – *Urządzenia elektryczne i automatyka*), powinna zapewniać nadciśnienie 0,1 kPa. Należy uniemożliwić otwieranie okien w tych pomieszczeniach.

Otwory wlotowe instalacji wentylacyjnej powinny być umieszczone możliwie najdalej, ale nie mniej niż 6 m od przestrzeni ładunkowej i mniej niż 2 m nad pokładem.

**36.7.4.6** Instalacja wentylacyjna pomieszczeń służbowych, w których znajduje się instalacja podgrzewania ładunku używana podczas załadunku, rozładunku i odgazowania powinna zapewniać nadciśnienie 0,1 kPa. Należy uniemożliwić otwieranie okien w tych pomieszczeniach.

Otwory wlotowe instalacji wentylacyjnej powinny być umieszczone w odległości nie mniejszej niż 2 m od przestrzeni ładunkowej i 6 m od otworów zbiorników ładunkowych lub zbiorników resztkowych, pomp ładunkowych znajdujących się na pokładzie, otworów odpowietrzników szybkowylotowych, zaworów nadciśnieniowych i przyłączy brzegowych rurociągów ładunkowych, a ponadto muszą znajdować się na wysokości nie mniejszej niż 2 m nad pokładem.

**36.7.4.7** Przy wlotach do kanałów wentylacyjnych nawiewowych powinny znajdować się tabliczki informacyjne, informujące o warunkach, w jakich wloty te należy zamykać. Wszystkie zewnętrzne wloty do kanałów nawiewowych wentylacji pomieszczeń mieszkalnych i służbowych powinny być wyposażone w klapy ogniowe. Tego rodzaju otwory wentylacyjne należy umieszczać w odległości nie mniejszej niż 2 m od przestrzeni ładunkowej.

Otwory wlotowe wentylacji pomieszczeń służbowych znajdujących w przestrzeni ładunkowej poniżej pokładu mogą być usytuowane w tej przestrzeni.

Powyższe wymagania nie mają zastosowania do zbiornikowców z otwartymi zbiornikami ładunkowymi.

## **36.8 Instalacja paliwa ciekłego**

**36.8.1** Dno podwójne w przestrzeniach ładowni może być wykorzystywane jako zbiorniki paliwa pod warunkiem, że jego wysokość wynosi nie mniej niż 0,6 m. Rurociągi paliwowe i otwory takich zbiorników paliwa nie mogą znajdować się w przestrzeni ładowni.

## 36.9 Instalacja ładunkowa

**36.9.1** Pompy oraz rurociągi ładunkowe powinny znajdować się w przestrzeni ładunkowej.

Pompy ładunkowe usytuowane na pokładzie powinny znajdować się w odległości nie mniejszej niż 6 metrów od wejść lub otworów pomieszczeń mieszkalnych i służbowych poza przestrzenią ładunkową.

Powinna istnieć możliwość wyłączenia pomp ładunkowych z przestrzeni ładunkowej oraz, dodatkowo, z miejsca poza tą przestrzenią.

**36.9.2** Jeżeli statek ma przewozić ładunki mogące wchodzić ze sobą w niebezpieczne reakcje, to dla każdego rodzaju ładunku należy przewidzieć oddzielną pompę wraz z jej własnymi rurociągami do załadunku i rozładunku.

Rurociągów takich nie należy prowadzić przez zbiorniki zawierające inne ładunki.

**36.9.3** Rurociągi służące do załadunku i rozładunku powinny być niezależne od wszelkich innych rurociągów statku. Rurociągi ładunkowe nie mogą znajdować się pod pokładem statku, z wyjątkiem rurociągów wewnątrz zbiorników ładunkowych oraz wewnątrz pompowni.

**36.9.4** Jeżeli rurociągi ładunkowe są wykorzystywane do doprowadzania do zbiorników ładunkowych wody do mycia lub wody balastowej, to króćce ssące tych rurociągów powinny być umieszczone w przestrzeni ładunkowej, ale poza zbiornikami ładunkowymi.

Ponadto należy przewidzieć:

- .1 sprężynowy zawór zwrotny, zapobiegający przepływowi gazów z przestrzeni ładunkowej przez instalację do mycia zbiorników;
- .2 zawór zwrotny, zainstalowany na połączeniu rurociągu zasysającego wodę z rurociągiem ładunkowym.

**36.9.5** Rurociągi do załadunku i rozładunku powinny wyraźnie różnić się od innych rurociągów, np. powinny być pomalowane na inny kolor.

**36.9.6** Rurociągi ładunkowe powinny być tak prowadzone, by po zakończeniu załadunku lub rozładunku pozostała w nich ciecz można było bezpiecznie usunąć, przez spuszczenie jej albo do zbiorników statku, albo do zbiorników na lądzie.

**36.9.7** Przyłącza brzegowe powinny być usytuowane w odległości nie mniejszej niż 6 m od wejść i otworów pomieszczeń mieszkalnych i służbowych poza przestrzenią ładunkową.

**36.9.8** Wszystkie przyłącza brzegowe rurociągu oparów i przyłącza brzegowe rurociągów ładunkowych, poprzez które realizowane są operacje załadunku i rozładunku, powinny być wyposażone w urządzenie odcinające. Oprócz tego każde przyłącze brzegowe powinno posiadać kołnierz zaślepiający, zakładany na czas, w którym nie jest ono wykorzystywane.

Każde przyłącze brzegowe rurociągów ładunkowych, poprzez które odbywa się przeładunek, powinno być wyposażone w urządzenie służące do usuwania resztek ładunku, opisane w punkcie 8.6.4.1 z Przepisów ADN.

Uwaga: Stosowanie tego wymagania nie jest konieczne zgodnie z punktem 9.3.2.25.10 z Przepisów ADN. Data jego wprowadzenia będzie podana w późniejszym terminie.

**36.9.9** Rurociągi służące do załadunku i wyładunku i rurociągi oparów nie powinny posiadać elastycznych połączeń wyposażonych w uszczelnienia przesuwne, w przypadku gdy przesyłane są nimi materiały żrące (patrz kolumna (5) tabela C, rozdział 3.2, klasa 8 w Przepisach ADN).

Wymaganie to nie ma zastosowania do statków zaopatrzeniowych.

**36.9.10** Odległości wskazane w punktach 36.9.1 i 36.9.7 można zmniejszyć do 3 m, jeżeli:

- .1 na końcu przestrzeni ładunkowej znajduje się gródź poprzeczna spełniająca wymagania zawarte w punkcie 9.3.3.10.2 z Przepisów ADN;
- .2 otwory są wyposażone w drzwi. Na drzwiach powinna znajdować się instrukcja o treści: *Nie otwierać podczas załadunku i rozładunku bez zgody kierownika statku. Natychmiast zamknąć.*



**36.9.11** Rurociągi napełniające zbiorniki ładunkowe powinny być doprowadzone jak najbliżej do dna tych zbiorników. Wymaganie to nie ma zastosowania do zbiornikowców z otwartymi zbiornikami ładunkowymi.

**36.9.12** Zawory odcinające i inne urządzenia odcinające instalowane na rurociągach ładunkowych należy wyposażyć we wskaźniki położenia (otwarte/zamknięte).

**36.9.13** Rurociągi ładunkowe powinny być wyposażone w przyrządy do pomiaru ciśnienia zainstalowane po stronie tłocznej pompy. Przyrządy te powinny spełniać wymagania punktu 16.2.4.6 z *Części VII – Urządzenia elektryczne i automatyka*.

**36.9.14** Rurociągi ładunkowe należy poddać próbom hydraulicznym ciśnieniem próbnym nie mniejszym niż 1,0 MPa.

**36.9.15** Należy obliczyć dopuszczalne szybkości załadunku i wyładunku. Obliczenia dotyczą dopuszczalnych maksymalnych szybkości załadunku i wyładunku dla każdego zbiornika ładunkowego lub każdej grupy zbiorników ładunkowych, biorąc pod uwagę projekt instalacji wentylacyjnej. Obliczenia te powinny uwzględniać fakt, że w przypadku nieprzewidzianego odcięcia powrotnego rurociągu gazowego lub rurociągu kompensacyjnego urządzeń nabrzeżnych, urządzenia bezpieczeństwa zbiorników ładunkowych zapobiegną temu, aby ciśnienie w zbiornikach ładunkowych nie przekroczyło następujących wartości:

– nadciśnienie: 115% ciśnienia otwarcia odpowietrznika szybkowylotowego;

– podciśnienie: nie więcej niż podciśnienie konstrukcyjne, lecz nie przekraczające 5 kPa (0,05 bar).

Należy rozważyć następujące czynniki:

1. Wymiary instalacji wentylacyjnej zbiorników ładunkowych;
2. Tworzenie się gazu podczas załadunku, mnożąc największe natężenie przepływu podczas załadunku przez współczynnik nie mniejszy niż 1,25;
3. Gęstość mieszaniny par ładunku zakładając 50 % udział objętościowy par i 50 % udział objętościowy powietrza;
4. Straty ciśnienia w rurociągach odpowietrzających, zaworach i armaturze. Należy przyjąć, że 30 % powierzchni siatki tłumika płomieni jest zapchane;
5. Straty ciśnienia w zaworach bezpieczeństwa.

Dopuszczalne maksymalne ciśnienie załadunku i wyładunku dla każdego zbiornika ładunkowego lub każdej grupy zbiorników ładunkowych powinno być podane w instrukcji pokładowej.

Wymaganie to nie ma zastosowania do statków przeznaczonych do odbierania odpadów ropopochodnych.

**36.9.16** Zgodnie z postanowieniami zawartymi w punkcie 9.3.3.25.12 z Przepisów ADN wymagania odpowiednich części punktów 36.9.1, 36.9.3, 36.9.4, 36.9.7, 36.9.8 i 36.9.10 nie stosuje się do statków typu N z otwartymi zbiornikami ładunkowymi, chyba że przewożona substancja posiada własności żrące (patrz kolumna (5), tabela C, rozdział 3.2, klasa 8 w Przepisach ADN).

## **36.10 Instalacja resztkowa**

Uwaga: Nie jest konieczne stosowanie wymagań podrozdziału 36.10. Data od której wymagania te zaczną obowiązywać zostanie ustalona w terminie późniejszym (patrz punkt 9.3.3.26 w Przepisach ADN).

**36.10.1** Statek powinien być wyposażony w:

- .1 co najmniej jeden zbiornik na resztki ładunku (zwany dalej zbiornikiem resztkowym), pozostające w zbiornikach i rurociągach ładunkowych po rozładunku, ale przed rozpoczęciem operacji resztkowania. Zbiornik ten należy umieścić w przestrzeni ładunkowej;
- .2 co najmniej jeden zbiornik słoypowy na pozostałości ładunkowe (szlam, osady, popłuczyny). Zbiornik ten należy umieścić w przestrzeni ładunkowej;
- .3 instalację resztkową.

Wymaganie ppkt.3 nie ma zastosowania do statków przeznaczonych do odbierania odpadów ropopochodnych i statków zaopatrzeniowych.

**36.10.2** Pojemność zbiornika resztkowego nie może przekraczać 30 m<sup>3</sup>.

Zbiornik ten powinien być wyposażony w:

- .1 w przypadku zastosowania instalacji otwartej:
  - urządzenie zapewniające równowagę ciśnień,
  - otwór ulażowy,
  - przyłącza, z zaworami odcinającymi, dla rurociągów i węży elastycznych;
- .2 w przypadku zastosowania instalacji chronionej:
  - urządzenie zapewniające równowagę ciśnień, wyposażone w tłumik płomienia odporny na palenie,
  - otwór ulażowy,
  - przyłącza, z zaworami odcinającymi, dla rurociągów i węży elastycznych;
- .3 w przypadku zastosowania instalacji zamkniętej:
  - zawór podciśnieniowy i odpowietrznik szybkowylotowy. Odpowietrznik szybkowylotowy należy tak wyregulować, by nie otwierał się podczas transportu ładunku. Jeżeli statek ma przewozić ładunki wymagające ochrony przeciwwybuchowej (patrz Przepisy ADN, rozdział 3.2, tabela C, kolumna 17), to zawór podciśnieniowy powinien być odporny na deflagrację, a odpowietrznik szybkowylotowy na palenie,
  - urządzenie do pomiaru stopnia napełnienia zbiornika,
  - przyłącza, z zaworami odcinającymi, dla rurociągów i węży elastycznych.

Zbiorniki reszkowe powinny być przyłączone do rurociągu odprowadzającego opary ze zbiorników ładunkowych tylko przez okres niezbędny, aby je napełnić.

Wymaganie dotyczące pojemności zbiornika reszkowego nie ma zastosowania do statków przeznaczonych do odbierania odpadów ropopochodnych.

**36.10.3** Zamiast stałych zbiorników reszkowych mogą być stosowane kontenery IBC, kontenery zbiornikowe lub pojemniki przenośne pod warunkiem, że spełnione zostaną poniższe wymagania:

- .1 pojemność pojedynczego kontenera lub pojemnika nie przekracza 2 m<sup>3</sup>;
- .2 przewożonych jest nie więcej niż 6 kontenerów IBC, kontenerów zbiornikowych lub pojemników przenośnych;
- .3 są one odpowiednio zamocowane w przestrzeni ładunkowej.

Podczas napełniania kontenerów IBC, kontenerów zbiornikowych lub pojemników przenośnych pod przyłączami napełniającymi należy umieścić walienki służące do zbierania wycieków.

**36.10.4** Zbiorniki słopecte powinny być ognioodporne i zamykane pokrywami, np. beczki z pokrywą dociskaną obręczą. Zbiorniki te powinny być oznakowane i łatwe do obsługi.

**36.10.5** Po zakończeniu montażu na statku lub po wprowadzeniu jakichkolwiek zmian system reszkowy należy poddać próbie działania, przy użyciu wody. Próbę taką i określenie ilości reszkowych należy przeprowadzić zgodnie z wymaganiami punktu 8.6.4.2 z Przepisów ADN.

Pozostałości (resztki) wody po próbie nie powinny przekraczać:

- 5 dm<sup>3</sup> na każdy zbiornik ładunkowy,
- 15 dm<sup>3</sup> na każdą instalację rurociągów ładunkowych.

Wymaganie to nie ma zastosowania dla statków przeznaczonych do odbierania odpadów ropopochodnych i statków zaopatrzeniowych.

**36.10.6** Zbiorniki reszkowe i umieszczone na pokładzie kontenery IBC, kontenery zbiornikowe lub pojemniki przenośne powinny być oddalone od poszycia zewnętrznego o co najmniej 0,25 szerokości statku.

### **36.11 Instalacja rurociągów odprowadzających opary ze zbiorników ładunkowych i reszkowych**

**36.11.1** Każdy zbiornik ładunkowy lub grupę zbiorników ładunkowych przyłączonych do wspólnego rurociągu odprowadzającego opary należy wyposażyć w urządzenia zabezpieczające przed powstaniem nadciśnienia lub podciśnienia o niedopuszczalnej wartości.

Należy stosować następujące urządzenia:

- .1 dla zbiornikowców z otwartymi zbiornikami ładunkowymi – urządzenia zabezpieczające, zapobiegające gromadzeniu się wody i jej przenikaniu do zbiorników ładunkowych;
- .2 dla zbiornikowców z otwartymi zbiornikami ładunkowymi i tłumikami płomieni – urządzenia zabezpieczające z tłumikami płomieni odpornymi na palenie, zapobiegające gromadzeniu się wody i jej przenikaniu do zbiorników ładunkowych;
- .3 dla zbiornikowców z zamkniętymi zbiornikami ładunkowymi:
  - urządzenia zabezpieczające przed powstaniem nadciśnienia lub podciśnienia o niedopuszczalnej wartości. Jeżeli statek ma przewozić ładunki wymagające ochrony przeciwwybuchowej (patrz Przepisy ADN, rozdział 3.2, tabela C, kolumna 17), to zawory podciśnieniowe należy wyposażyć w tłumiki płomieni odporne na deflagrację (wybuchowe spalanie), a zawory nadciśnieniowe w odporne na palenie odpowietrzniki szybkowylotowe. Gazy powinny być wypuszczane do góry. Ciśnienie otwarcia odpowietrznika szybkowylotowego i ciśnienie otwarcia zaworu podciśnieniowego należy w sposób trwały oznaczyć na odpowiednich zaworach,
  - przyłączy do bezpiecznego odprowadzania z powrotem na brzeg gazów usuwanych podczas załadunku,
  - urządzenie do bezpiecznego obniżenia ciśnienia w zbiornikach, składające się co najmniej z odpornego na palenie tłumika płomieni i zaworu odcinającego, wyposażonego we wskaźnik położenia (otwarty/zamknięty).

**36.11.2** Otwory wylotowe odpowietrzników szybkowylotowych należy umieścić co najmniej 2 m nad pokładem, w odległości nie mniejszej niż 6 m od pomieszczeń mieszkalnych i służbowych znajdujących się poza przestrzenią ładunkową. Wysokość tę można zmniejszyć, jeżeli w promieniu 1 m od wylotu odpowietrznika szybkowylotowego nie ma żadnych urządzeń, nie prowadzi się żadnych prac, a obszar ten jest odpowiednio oznakowany. Odpowietrzniki szybkowylotowe należy tak wyregulować, by podczas transportu ładunku nie otwierały się do momentu osiągnięcia maksymalnego, dopuszczalnego ciśnienia roboczego w zbiornikach ładunkowych. Wymaganie to nie ma zastosowania do zbiornikowców Typu N z tłumikami płomieni i do zbiornikowców typu N.

**36.11.3** Jeżeli statek ma przewozić ładunki wymagające ochrony przeciwwybuchowej (patrz Przepisy ADN, rozdział 3.2, tabela C, kolumna 17), to wspólny dla dwóch lub więcej zbiorników ładunkowych rurociąg odprowadzający opary należy wyposażyć w zainstalowany na przyłączy do każdego z tych zbiorników:

- .1 odporny na detonację tłumik płomieni z płytkami zamocowanymi na stałe lub obciążonymi sprężyną. Dopuszczalne sposoby realizacji tego wymagania zawarte są w punkcie 9.3.3.22.5(a) z Przepisów ADN;  
lub
- .2 zawór nadciśnieniowo-podciśnieniowy wyposażony w odporny na detonację i deflagrację tłumik płomieni;  
lub
- .3 odporne na detonację urządzenie odcinające, pod warunkiem że każdy zbiornik ładunkowy jest wyposażony w zawór podciśnieniowy odporny na deflagrację i zawór nadciśnieniowy z odpornym na palenie odpowietrznikiem szybkowylotowym.

Dla każdego przypadku określonego w .1, .2 i .3, w zbiornikach ładunkowych przyłączonych do wspólnego rurociągu odprowadzającego opary można przewozić wyłącznie takie materiały, które nie mieszają się ze sobą i nie wchodzi z sobą w niebezpieczne reakcje. Wymaganie to nie ma zastosowania do zbiornikowców Typu N z tłumikami płomieni i do zbiornikowców typu N.

**36.11.4** Jeżeli statek ma przewozić ładunki wymagające ochrony przeciwwybuchowej (patrz Przepisy ADN, rozdział 3.2, tabela C, kolumna 17), to osobny dla każdego zbiornika ładunkowego rurociąg odprowadzający opary należy wyposażyć w zawór nadciśnieniowo-podciśnieniowy z tłumikiem płomieni odpornym na deflagrację i odpowietrznik szybkowylotowy z odpornym na palenie tłumikiem płomieni. Wymaganie to nie ma zastosowania do zbiornikowców Typu N z tłumikami płomieni i do zbiornikowców typu N.

**36.11.5** Każdy stały zbiornik resztkowy należy wyposażyć w urządzenia zabezpieczające przed powstaniem nadciśnienia lub podciśnienia o niedopuszczalnej wartości, odpowiadające wymaganiom zawartym w 36.10.2.

### **36.12 Instalacja podgrzewania ładunku**

**36.12.1** Instalacja podgrzewania ładunku powinna być tak zaprojektowana, by ładunek nie mógł przeniknąć do kotła w razie wystąpienia przecieku w węzownikach grzewczych. Zapłon paliwa w instalacji podgrzewania ładunku z wymuszonym ciągiem powinien następować na drodze elektrycznej.

**36.12.2** Jeżeli instalacja podgrzewania ładunku jest używana podczas załadunku, rozładunku lub odgazowania, to pomieszczenie służbowe, w którym instalacja ta się znajduje, powinno spełniać wymagania podane w 36.7.4.6.

### **36.13 Instalacja mycia zbiorników ładunkowych**

**36.13.1** Jeżeli rurociągi ładunkowe są wykorzystywane do doprowadzania do zbiorników ładunkowych wody do mycia (patrz 36.9.4), to pompy instalacji mycia zbiorników wraz z odpowiednimi przyłączami można umieścić poza przestrzenią ładunkową, pod warunkiem że uniemożliwiono zasysanie przez wylotową część tej instalacji.

### **36.14 Instalacja zraszania wodnego (chłodzenia) pokładu ładunkowego**

**36.14.1** Jeżeli statek ma przewozić ładunki wymagające obniżania ilości wydzielających się z nich oparów (patrz Przepisy ADN, rozdział 3.2, tabela C, kolumna 9), to należy go wyposażyć w instalację zraszania wodnego pokładu ładunkowego. Instalacja ta powinna być usytuowana na pokładzie w przestrzeni ładunkowej.

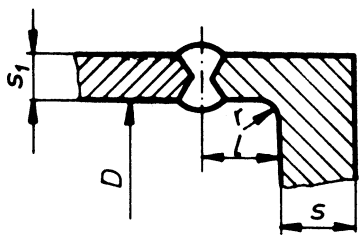
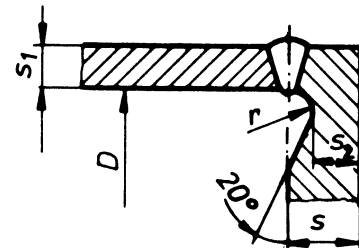
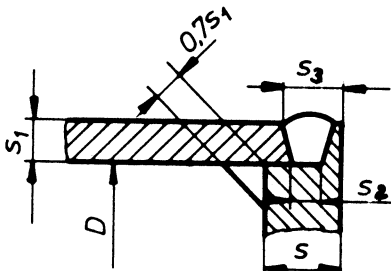
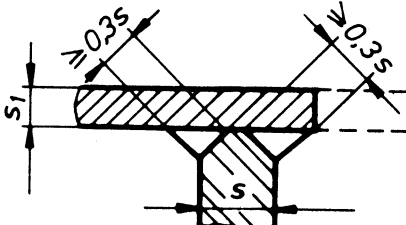
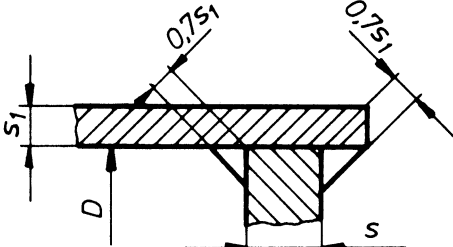
**36.14.2** Instalacja zraszania wodnego powinna być wyposażona w urządzenia służące do przyłączania zasilania z brzegu. Uruchomienie instalacji powinno być możliwe zarówno ze sterówki, jak i z pokładu ładunkowego.

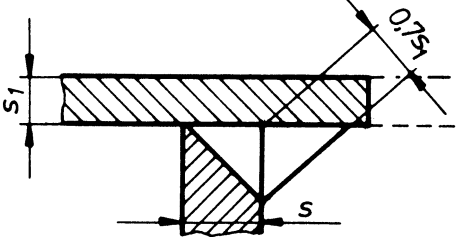
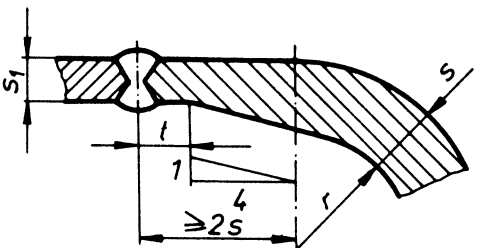
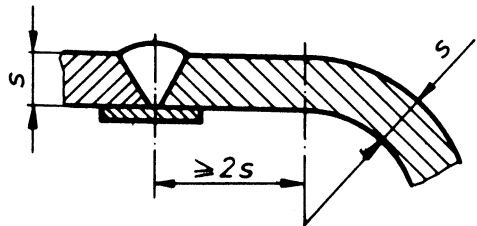
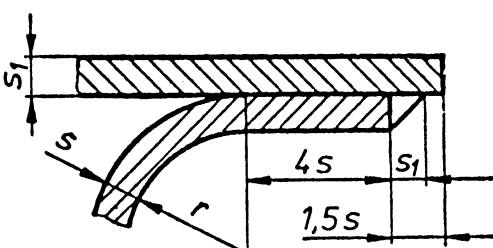
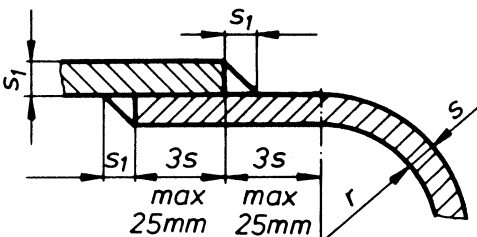
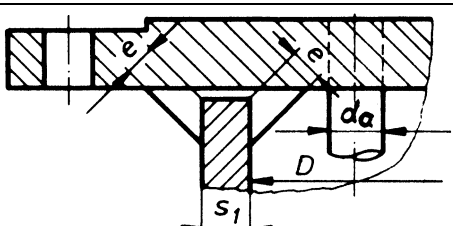
**36.14.3** Wydajność instalacji zraszania wodnego powinna być tak dobrana, aby przy pracy wszystkich dysz natężenie przepływu wody wynosiło co najmniej 50 dm<sup>3</sup> na każdy metr kwadratowy powierzchni pokładu ładunkowego w ciągu godziny.

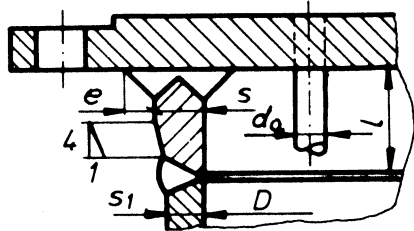
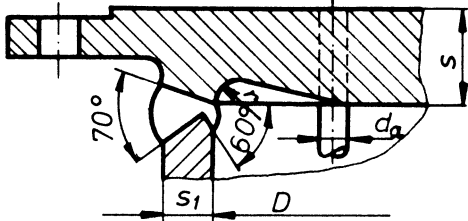
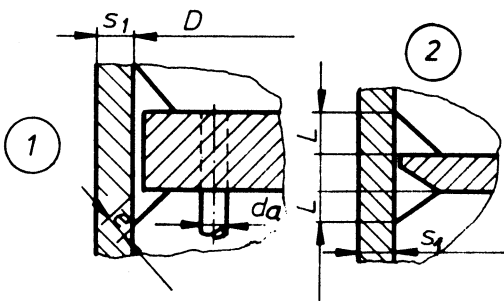
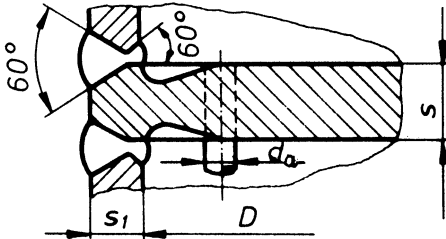
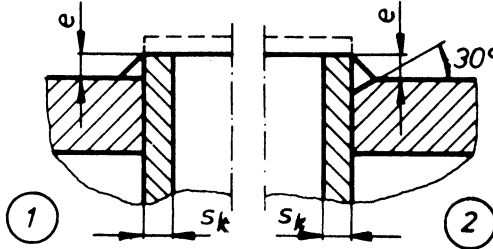
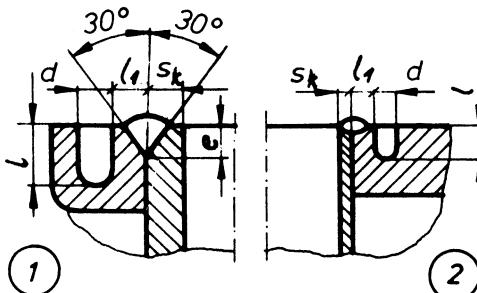
**PRZYKŁADY ZŁĄCZY SPAWANYCH STOSOWANYCH  
W ZBIORNIKACH CIŚNIENIOWYCH I WYMIENNIKACH CIEPŁA**

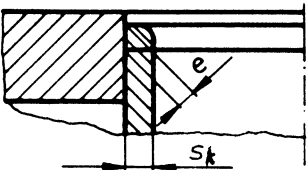
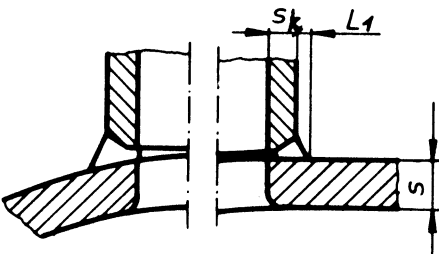
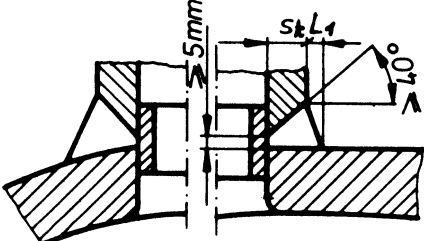
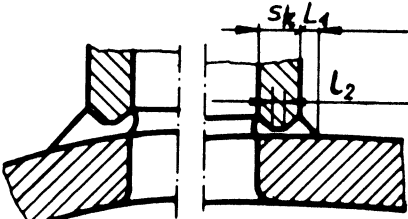
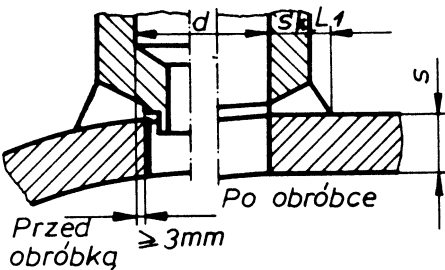
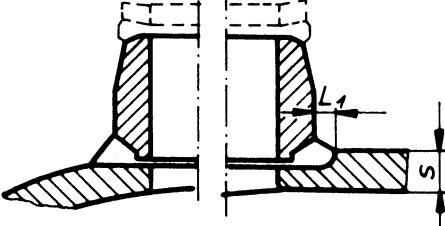
Wymiary elementów konstrukcyjnych części przygotowanych do spawania oraz wymiary spoin należy przyjmować zgodnie z normami krajowymi w zależności od rodzaju spawania. Przykłady najczęściej stosowanych złączy spawanych podane są na rysunkach poniżej.

Odpowiednio do własności mechanicznych materiałów oraz w wyniku dalszego postępu techniki spawalniczej, mogą być stosowane inne wykonania złączy spawanych. W tych przypadkach, a także w razie niezbędnych modyfikacji przykładowych złączy, zastosowanie danego rodzaju złącza należy uzgodnić z PRS.

Lp.	Rysunek (przykład)	Zastosowanie
1	Dna płaskie i pokrywy	
1.1.		$K = 0,38$ $r \geq \frac{s}{3}$ lecz co najmniej 8 mm $l \geq s$
1.2		$K = 0,45$ $r \geq 0,2 s$ , lecz co najmniej 5 mm $s_2 \geq 5$ mm (patrz uwaga 1)
1.3		$K = 0,5$ $s_2 \leq s_1$ , lecz co najmniej 6,5 mm $s_3 \geq 1,24 s_1$ (patrz uwaga 1)
1.4		$K = 0,45$ (patrz uwaga 1)
1.5		$K = 0,55$ (patrz uwaga 1)

Lp.	Rysunek (przykład)	Zastosowanie
1.6		$K = 0,57$
2	Dna wypukłe	
2.1		Złącze można stosować w kotłach i zbiornikach ciśnieniowych klas I, II i III (patrz uwagi 2 i 17)
2.2		Złącze można stosować w kotłach i zbiornikach ciśnieniowych klas II i III
2.3		Złącze nie zalecane do stosowania – można je stosować tylko w zbiornikach ciśnieniowych klasy II nie narażonych na korozję $s_1 \leq 16 \text{ mm}$ $D \leq 600 \text{ mm}$
2.4		Złącze można stosować tylko w zbiornikach ciśnieniowych klasy III $s_1 \leq 16 \text{ mm}$ $D \leq 600 \text{ mm}$
3	Ściany sitowe	
3.1		$K = 0,45$ $e = 0,7 s_1$ $s_1 \leq 16 \text{ mm}$ (patrz uwagi 3 i 4)

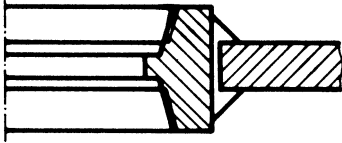
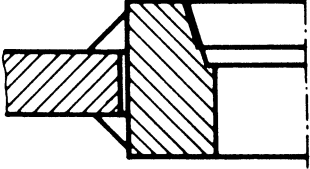
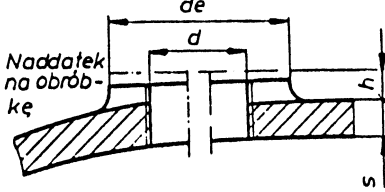
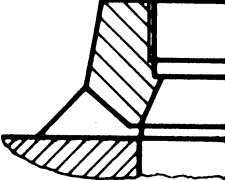
Lp.	Rysunek (przykład)	Zastosowanie
3.2		$K = 0,45$ $e = \frac{1}{3} s_1$ $e > 6 \text{ mm}$ $s_1 > 16 \text{ mm}$ (patrz uwagi 5 i 6)
3.3		$K = 0,45$ $r \geq 0,2 s$ , lecz co najmniej 5 mm
3.4		$k = 0,45$ $e \geq 0,7 s_1$ ; przy $L > 13 \text{ mm}$ zaleca się stosować wariant 2, gdzie $L = \frac{1}{3} s_1$ oraz $L \geq 6 \text{ mm}$ (patrz uwaga 7)
3.5		$K = 0,45$ $r \geq 0,2 s$ , lecz co najmniej 5 mm
4	Rury	
4.1		$e = s_k$ $e \geq 5 \text{ mm}$ $s_k \geq 2,5 \text{ mm}$ (patrz uwagi 8, 9 i 10)
4.2		$d = s_r$ ; $l_1 = s_r$ $1,5 s_r < l < 2 s_r$ wariant 1: $s_r \geq 5 \text{ mm}$ ; $l = s_r$ wariant 2: $s_r < 5 \text{ mm}$ (patrz uwaga 12)

Lp.	Rysunek (przykład)	Zastosowanie
4.3		$e = 0,7 s_k$ $s_k \geq 3 \text{ mm}$ (patrz uwaga 12)
5	Króćce i złącza	
5.1	Nieprzelotowe króćce przyspawane	
5.1.1		$s_k \leq 16 \text{ mm}$ $L_1 = \frac{1}{3} s_k$ , lecz co najmniej 6 mm
5.1.2		$L_1 = \frac{1}{3} s_k$ , lecz co najmniej 6 mm (patrz uwaga 13)
5.1.3		$L_2 = 1,5 \div 2,5 \text{ mm}$ $L_1 \geq \frac{1}{3} s_k$ , lecz co najmniej 6 mm (patrz uwaga 14)
5.1.4		$L_1 \geq \frac{1}{3} s_k$ , lecz co najmniej 6 mm (patrz uwaga 15 i 16)
5.1.5		$L_1 = 10 \div 13 \text{ mm}$ (patrz uwaga 15)



Lp.	Rysunek (przykład)	Zastosowanie
5.2	Przelotowe króćce przyspawane	
5.2.1		Złącze stosuje się w zasadzie dla wartości $s_k < \frac{1}{2}s$ $e = s_k$
5.2.2		Złącze stosuje się w zasadzie dla wartości $s_k \cong \frac{1}{2}s$ $e = 6 \div 13 \text{ mm}$ $e + l = s_k$
5.2.3		Złącze stosuje się w zasadzie dla wartości $s_k > \frac{1}{2}s$ $e \geq \frac{1}{10}s$ , lecz co najmniej 6 mm
5.3	Króćce odsadzone	
5.3.1		
5.3.2		(patrz uwaga 17)
5.4	Króćce z pierścieniowymi nakładkami wzmacniającymi	
5.4.1		$l \geq \frac{1}{3}s_k$ , lecz co najmniej 6 mm

Lp.	Rysunek (przykład)	Zastosowanie
5.4.2		$l \geq \frac{1}{3} s_k$ , lecz co najmniej 6 mm $L_1 \geq 10$ mm
5.4.3		$e + l = s_k$ lub $s_{br}$ (przyjmuje się wartość mniejszą) $L_1 \geq 10$ mm
5.4.4		$e_2 + l \geq s_k$ $L_1 \geq 10$ mm $2s_k \leq (e_2 + l)$ plus mniejsza z wartości $(s_{br} + e_1)$ lub $L_1$
5.5 Nakładki i króćce z otworami na śruby		
5.5.1		$d_2 \leq d_1 + 2s_{min}$ (patrz uwaga 18)
5.5.2		$s \leq 10$ mm (patrz uwagi 19 i 20)
5.5.3		$L \geq 6$ mm $s \leq 20$ mm
5.5.4		$s \geq 20$ mm

Lp.	Rysunek (przykład)	Zastosowanie
5.6	Króćce i nakładki do połączeń gwintowych	
5.6.1		
5.6.2		
5.6.3		$d \leq s$ $d_e = 2 d$ $h \leq 10 \text{ mm}$ $h \leq 0,5 s$ (patrz uwaga 21)
5.6.4		

#### Uwagi do rysunków:

- 1 Złącze może być stosowane w tych wszystkich zbiornikach ciśnieniowych, dla których  $R_m \leq 470 \text{ MPa}$  lub  $R_e \leq 370 \text{ MPa}$ .
- 2 Zmniejszenie grubości płaszcza lub części kołnierzowej dna może być wykonane po stronie zewnętrznej lub wewnętrznej.
- 3 Złącze stosowane w przypadkach, gdy spawanie może być wykonane z obu stron płaszcza.
- 4 W płaszczach o grubości przekraczającej 16 mm krawędzie dla spoin pachwinowych powinny być zukosowane zgodnie z rys. lp. 3.2.
- 5 Złącze stosowane w przypadkach, gdy spawanie jest możliwe tylko z zewnętrznej strony płaszcza.
- 6 W płaszczach o grubości nie większej niż 16 mm złącze może być wykonywane jednostronnie. Wysokość pierścienia nie powinna być mniejsza niż 40 mm.
- 7 Odstęp między wewnętrzną średnicą płaszcza a zewnętrzną średnicą ściany sitowej powinien być jak najmniejszy.
- 8 Koniec rury wystający poza spoinę należy sfrezować lub zeszlifować.
- 9 Odległość między rurami nie powinna wynosić mniej niż  $2,5 s_k$ , lecz nie mniej niż 8 mm.
- 10 Przy ręcznym spawaniu elektrycznym grubość  $s_k$  nie powinna być mniejsza niż 2,5 mm.
- 11 Zaleca się stosować w tych przypadkach, gdy niezbędne jest maksymalne zmniejszenie odkształceń ściany sitowej powstających w procesie spawania.
- 12 Spawanie rur należy wykonywać ręcznie łukiem elektrycznym.
- 13 Podkładka pierścieniowa powinna ściśle przylegać, a po spawaniu należy ją usunąć.
- 14 Złącze stosowane w przypadkach, gdy spawanie może być wykonywane od wewnętrznej strony króćca.
- 15 Złącze stosowane w przypadkach, gdy wymiary króćców są znacząco małe w stosunku do wymiarów zbiornika.
- 16 Po spawaniu króciec należy obrobić na wymiar ostateczny.
- 17 Cylindryczne odcinki  $l$  powinny umożliwiać dokonanie w razie potrzeby badań rentgenograficznych złącza.

- 18 Odstęp między nakładką pierścieniową a płaszczem nie powinien być większy niż 3 mm.
- 19 Odstęp między średnicą otworu w płaszczu a zewnętrzną średnicą pierścienia powinien być jak najmniejszy, a w każdym przypadku nie większy niż 3 mm.
- 20 Górne i dolne otwory w kołnierzu dla śrub powinny być przesunięte względem siebie.
- 21 Łączna grubość płaszcza zbiornika i napawanego metalu powinna zapewniać wprowadzenie niezbędnej liczby zwojów gwintu.

### Wykaz zmian obowiązujących od 1 lipca 2019 roku

<i>Pozycja</i>	<i>Tytuł/Temat</i>	<i>Źródło</i>
<a href="#">strona 2</a>	Reference to PUB 102/P added, new Publication 122/P added	PRS
<a href="#">1.2</a>	Dodano definicję EST -TRIN	Dyrektywa (EU) 2016/1629
<a href="#">1.11.10</a>	Wykreślono normę PN-W-47058:1988	PRS
<a href="#">2.5.2</a>	Wysokociśnieniowe rurociągi paliwowe	Art.8.02.5 ES-TRIN
<a href="#">2.11</a>	Emisja zanieczyszczeń gazowych i pyłowych z silników wysokoprężnych	Art.9 ES-TRIN
<a href="#">3.6.1</a>	Drgania skrętne spowodowane żegluga w warunkach lodowych	PUB 122/ P oraz doświadczenie z nadzoru lodołamaczy pod nad-zorem PRS
<a href="#">4.1.1</a>	Drgania skrętne spowodowane żegluga w warunkach lodowych	PUB 122/ P oraz doświadczenie z nadzoru lodołamaczy pod nad-zorem PRS
<a href="#">5.2.3.5</a>	Aktualizacja normy ISO 6336	PRS
<a href="#">7.2.4</a>	Dodano podrozdział – Próby na statku	Art. 6.09 ES-TRIN
<a href="#">9.1.8</a>	Dodano wymagania dla podnoszenia sterówek	Art.7.12.8 i 7.12.7 ES-TRIN
<a href="#">9.1.9</a>	Dodano wymagania dla podnoszenia sterówek	Art.7.12.5 ES-TRIN
<a href="#">9.1.12</a>	Dodano wymagania dla podnoszenia sterówek	Art.7.12.10 ES-TRIN
<a href="#">15.3.4</a>	Złącza mechaniczne	PRS
<a href="#">16.3.2</a>	Podłączenia odgałęzień do magistrali zęzowej	Art.8.08.8 ES-TRIN
<a href="#">16.4.5</a>	Urządzenia odcinające odgałęzień do usuwania zaolejonych wód zęzowych	Art.8.08.8 ES-TRIN
<a href="#">17.1.2</a>	Gromadzenie wód zaolejonych w zęzach przedziału maszynowego	Art.8.09.1 ES-TRIN
<a href="#">17.3.3, 26.3.2</a>	Aktualizacja normy PN EN 1305:2018-05	PRS
<a href="#">19.4.10</a>	Poziomowskazy paliwa olejowego	Art.8.05.9 ES-TRIN
<a href="#">20.1.3</a>	Rurociągi spalinowe	Art.8.04.2 ES-TRIN
<a href="#">20.1.8-20.1.13</a>	Dodano wymagania dotyczące systemu obróbki spalin	Art. 9.09.1 – 9.09.5 ES - TRIN
<a href="#">21.4</a>	Wentylacja pomieszczeń akumulatorów	Art.10.11 ES-TRIN
<a href="#">22.2.3</a>	Układ paliwowy	Art.8.05.7 ES-TRIN
<a href="#">23.3.2</a>	Dodano wymagania dotyczące rozmieszczenia zbiorników oleju smarowego	Art.8.06.2 ES-TRIN
<a href="#">23.3.3</a>	Dodano wymagania dotyczące napełniania zbiorników oleju smarowego	Art.8.06.5 ES-TRIN

<i>Pozycja</i>	<i>Tytuł/Temat</i>	<i>Źródło</i>
<a href="#">23.3.4</a>	Dodano wymagania dotyczące poziomowskazów dla oleju smarowego	Art.8.06.7 ES-TRIN
<a href="#">22.2.4</a>	Układ paliwowy	Art.8.05.8 ES-TRIN
<a href="#">22.5.1</a>	Bunkering ; PN-EN 12827 standard updated	Art.8.05.6 i 8.05.10a) ES-TRIN; PRS
<a href="#">22.5.2</a>	Pobieranie paliwa do zbiorników	Art.8.05.11 ES-TRIN
<a href="#">22.6.7</a>	Dodano otwory w zbiornikach rozchodowych paliwa	Art.8.05.12 ES-TRIN
<a href="#">26.4.1</a>	Oczyszczalnie ścieków	Art.18 ES - TRIN
<a href="#">28.1.3</a>	Dodatkowe wymagania dla statków z klasą lodową L1	PUB 122/ P and experience from ice breakers under PRS survey
<a href="#">28.1.4</a>	Dodatkowe wymagania dla statków z klasą lodową L1	PUB 122 /P and experience from ice breakers under PRS survey
<a href="#">29.7</a>	Dodano wymagania dotyczące gromadzenia ścieków i urządzeń do ich usuwania	Art. 19.14 ES -TRIN