

Polski Rejestr Statków

PRZEPISY KLASYFIKACJI I BUDOWY STATKÓW MORSKICH

ZMIANY NR 2/2012

do

**CZĘŚCI II
KADŁUB**

2011



GDAŃSK

Zmiany Nr 2/2012 do Części II – Kadłub – 2011, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich zostały zatwierdzone przez Zarząd PRS S.A. w dniu 29 grudnia 2011 r. i wchodzi w życie z dniem 1 stycznia 2012 r.

© Copyright by Polski Rejestr Statków, 2011

PRS/AW, 12/2011

Wprowadza się następujące zmiany do Części II – Kadłub – 2011:

1. Rozdział 26 otrzymuje brzmienie:

26 WZMOCNIENIA LODOWE I SPECJALNE

26.1 Zasady ogólne

26.1.1 Zastosowanie

26.1.1.1 Wymagania podrozdziałów 26.2 i 26.3 mają zastosowanie do statków uprawiających stałą lub okresową żeglugę w akwenach, w których może wystąpić pokrywa lodowa lub kra.

26.1.1.2 Wymagania podrozdziału 26.4 mają zastosowanie do statków z ładowniami przystosowanymi do prowadzenia prac przeładunkowych z użyciem chwytaków.

26.1.1.3 Wymagania podrozdziału 26.5 mają zastosowanie do statków osiadających na dnie akwenu portowego podczas przeładunku.

26.1.1.4 Wymagania niniejszego rozdziału należy traktować jako uzupełnienie wymagań podstawowych podanych w rozdziałach 1 – 17.

26.1.2 Klasyfikacja

26.1.2.1 Statki zbudowane zgodnie z wymaganiami określonymi w podrozdziale 26.2, mającymi zastosowanie do statków, które mają możliwość samodzielnej dorywczej żeglugi w drobno pokruszonych lodach w przybrzeżnych rejonach mórz niearktycznych, mogą otrzymać w symbolu klasy znak wzmocnień lodowych (**L4**). Wytrzymałość konstrukcji może w każdym przypadku nie przekraczać wytrzymałości wymaganej przy wzmocnieniach lodowych **L3**.

26.1.2.2 Statki zbudowane zgodnie z wymaganiami określonymi w podrozdziale 26.3, mającymi zastosowanie do statków przewidzianych do żeglugi w okresie zimowym na Morzu Bałtyckim lub na morzach niearktycznych o podobnych warunkach lodowych, mogą otrzymać w symbolu klasy następujące znaki wzmocnień lodowych, odpowiednio do zakresu zastosowanych wzmocnień:

- **E**, który oznacza możliwość samodzielnej żeglugi w pokrytych luźną krą rejonach ujść rzek i strefy przybrzeżnej;
- (**L3**), który oznacza możliwość żeglugi w lekkich warunkach lodowych, w asyście lodołamaczy – jeżeli jest to konieczne (patrz punkt 3.4.4.2.2 z Części I – Zasady klasyfikacji),

- **(L2)**, który oznacza możliwość żeglugi w średnich warunkach lodowych, w asyście lodołamaczy – jeżeli jest to konieczne (patrz punkt 3.4.4.2.2 z Części I – Zasady klasyfikacji),
- **(L1)**, który oznacza możliwość żeglugi w ciężkich warunkach lodowych, w asyście lodołamaczy – jeżeli jest to konieczne (patrz punkt 3.4.4.2.1 z Części I – Zasady klasyfikacji),
- **(L1A)**, który oznacza możliwość żeglugi w ciężkich warunkach lodowych bez asysty lodołamaczy.

O konieczności posiadania przez statek wzmocnień lodowych decyduje armator.

26.1.2.3 Wzmocnienia lodowe dla statków przewidzianych do żeglugi po morzach arktycznych podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

26.1.2.4 Statki spełniające wymagania określone w 26.4 mogą otrzymać w symbolu klasy znak dodatkowy **CG**.

26.1.2.5 Statki spełniające wymagania określone w 26.5 mogą otrzymać w symbolu klasy znak dodatkowy **LAL**.

26.1.3 Oznaczenia

- L_0 – długość obliczeniowa statku, określona w 1.2.2, [m];
- s_s – standardowy odstęp wręgów, [m];
- s_s = $0,48 + 0,002 L_0$; w rejonie od grodzi skrajnika do dziobu należy przyjmować $s_s \leq 0,61$, [m];
- s_0 – rzeczywisty odstęp wręgów, bez uwzględnienia międzywręgów, [m];
- s – odstęp wręgów z uwzględnieniem międzywręgów, jeżeli je zastosowano, [m]; w przypadku poszycia zakrzywionego s jest długością cięciwy łączącej sąsiednie wręgi lub wręg z międzywręgiem;
- l – rozpiętość usztywnienia lub wiazara mierzona wzdłuż mocnika, [m];
- D_s – wyporność statku przy zanurzeniu równym maksymalnemu zanurzeniu na owrężu ze względu na wzmocnienia lodowe, odpowiadającemu $UIWL$, [t];
- N_s – maksymalna ciągła moc napędu głównego, [kW];
- $UIWL$ – wodnica górna do żeglugi w lodzie; jest to obwódca najwyższych punktów wodnic odpowiadających maksymalnemu zanurzeniu statku, zakładanym do żeglugi w lodzie (może to być linia łamana); w przypadku wzmocnień lodowych **L4** $UIWL$ jest wyznaczona przez maksymalne zanurzenie na owrężu ze względu na wzmocnienia lodowe, określone w 26.1.4;
- $LIWL$ – wodnica dolna do żeglugi w lodzie; jest to obwódca najniższych punktów wodnic odpowiadających minimalnemu zanurzeniu statku, zakładanym do żeglugi w lodzie;
- R_e – granica plastyczności materiału – patrz 2.2.1.2, [MPa].

26.1.4 Określenia

Maksymalne zanurzenie na owrężu ze względu na wzmocnienia lodowe **L4** – zanurzenie odpowiadające letniej wodnicy ładunkowej statku w wodzie słodkiej. Jeżeli statek ma wyznaczoną drzewną wolną burłę, to maksymalne zanurzenie statku na owrężu należy określić jako odpowiadające letniej drzewnej wodnicy ładunkowej w wodzie słodkiej.

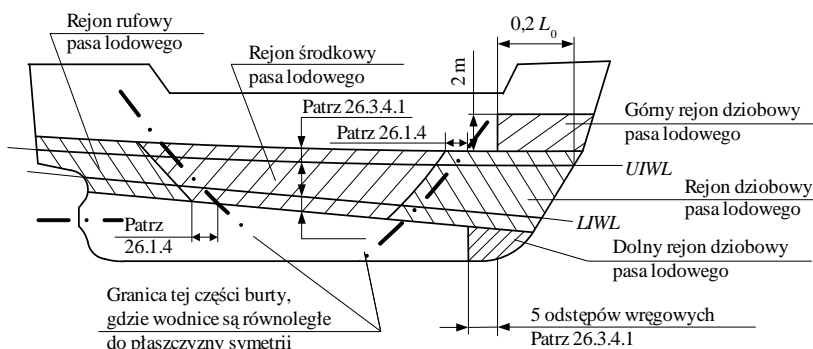
Pas lodowy – pas poszycia kadłuba podlegający wzmocnieniu.

Rejony wzmocnień lodowych – dla wzmocnień lodowych **L1A**, **L1**, **L2** i **L3** pas lodowy dzieli się na następujące rejony (patrz rys. 26.1.4):

Rejon dziobowy – od dziobnicy do linii równoległej i przesuniętej o $0,04 L_0$ w stronę rufy w stosunku do linii wyznaczającej granicę tej części kadłuba, gdzie wodnice są równoległe do płaszczyzny symetrii. Wyżej wymienione przesunięcie w stosunku do powyższej linii granicznej nie musi przekraczać 6 m w przypadku wzmocnień lodowych **L1A** i **L1** oraz 5 m w przypadku wzmocnień lodowych **L2** i **L3**.

Rejon środkowy – od tylnej granicy rejonu dziobowego do linii równoległej i przesuniętej o $0,04 L_0$ w stronę rufy w stosunku do linii wyznaczającej granicę tej części kadłuba, gdzie wodnice są równoległe do płaszczyzny symetrii. Wyżej wymienione przesunięcie w stosunku do powyższej linii granicznej nie musi przekraczać 6 m w przypadku wzmocnień lodowych **L1A** i **L1** oraz 5 m w przypadku wzmocnień lodowych **L2** i **L3**.

Rejon rufowy – część pasa lodowego od rufowej granicy rejonu środkowego ku rufie.



Rys. 26.1.4 Rejony pasa lodowego dla wzmocnień lodowych **L1A**, **L1**, **L2** i **L3**

26.2 Podstawowe wzmocnienia lodowe (L4)

26.2.1 Pas lodowy

26.2.1.1 Pionowy zasięg pasa lodowego poszycia obejmuje rejon od linii położonej 0,5 m powyżej *UIWL* do linii położonej 0,5 m poniżej *LIWL*.

26.2.1.2 W dziobowej części statku, od dziobnicy do przekroju o współrzędnej $x = (0,5 L_0 - B)$ grubość poszycia powinna być nie mniejsza niż grubość obliczona według wzoru:

$$t = 6 + 0,11L_0 + \Delta t, \quad [\text{mm}] \quad (26.2.1.2)$$

$\Delta t = 20 (s_0 - s_s)$, [mm]; należy przyjmować $\Delta t \geq 0$.

W rejonie od przekroju o współrzędnej $x = 0,5 L_0 - B$ do miejsca, gdzie wodnice osiągają pełną swoją szerokość, grubość pasa lodowego należy stopniowo zmniejszać, aż do grubości odpowiadającej wymaganiom podstawowym. Grubość poszycia nie musi przekraczać 25 mm.

26.2.2 Wręgi

26.2.2.1 Wręgi w skrajniku dziobowym powinny mieć wskaźnik przekroju nie mniejszy niż wskaźnik obliczony według wzoru:

$$W = 0,25 L_0 T, \quad [\text{cm}^3] \quad (26.2.2.1)$$

Odstęp wręgów w skrajniku dziobowym powinien być nie większy niż 0,61 m.

26.2.2.2 Wręgi w rejonie od grodzi skrajnika dziobowego do przekroju o współrzędnej $x = 0,5 L_0 - 1,5 B$ powinny mieć wskaźnik przekroju nie mniejszy niż wskaźnik obliczony według wzoru:

$$W = 0,4 s_0 L_0 T, \quad [\text{cm}^3] \quad (26.2.2.2)$$

26.2.3 Międzywręgi

26.2.3.1 Międzywręgi należy zastosować w rejonie od dziobnicy do linii położonej w odległości $1,5 B$ od *PD* ku rufie.

Górne końce międzywręgów powinny sięgać co najmniej do wysokości 0,62 m powyżej *UIWL*, a dolne końce – nie mniej niż 1,0 m poniżej *LIWL*.

Jeżeli jakakolwiek część dna znajduje się w odległości mniejszej niż 0,5 m poniżej *LIWL*, należy zastosować dodatkowe usztywnienia pomiędzy dennikami.

26.2.3.2 Międzywręgów można nie stosować, jeżeli odstęp wręgów nie przekracza:

0,37 m – przed grodzią skrajnika dziobowego,

$0,288 + 0,0012 L_0$, [m], nie więcej jednak niż 0,42 m – za grodzią skrajnika dziobowego.

26.2.3.3 Wskaźnik przekroju międzywrgów za grodzią skrajnika dziobowego powinien być nie mniejszy niż wskaźnik obliczony według wzoru:

$$W = \left(\frac{L_0^2}{100} + 20 \right) \frac{s_0}{s_s}, \quad [\text{cm}^3] \quad (26.2.3.3-1)$$

Wskaźnik przekroju międzywrgów przed grodzią skrajnika dziobowego powinien być nie mniejszy niż wskaźnik obliczony według wzoru:

$$W = \left(\frac{L_0^2}{160} + 10 \right) \frac{s_0}{s_s}, \quad [\text{cm}^3] \quad (26.2.3.3-2)$$

Jeżeli rozpiętość międzywrgów przed grodzią skrajnika dziobowego jest różna od 2 m, to wartość wymaganego wskaźnika przekroju należy zmienić proporcjonalnie do zmiany rozpiętości. W każdym przypadku wskaźnik przekroju międzywrgów nie musi być większy niż 75% przepisowego wskaźnika wrgów w tym rejonie.

26.2.3.4 Końce międzywrgów powinny być połączone z wrgami za pomocą wiązań wstawkowych. Wstawki nie powinny tworzyć ciągłego wzdłużnika. Wiązań wstawkowych na górnych końcach międzywrgów można nie stosować, jeżeli międzywrgi są doprowadzone do pokładu.

26.2.4 Wzdłużnik lodowy

Na statkach jednopokładowych należy zastosować wzdłużnik lodowy w rejonie od dziobnicy do przekroju o współrzędnej $x = (0,5L_0 - 2B)$, położony na wysokości od 0,2 do 0,3 m poniżej *UIWL*.

W skrajniku dziobowym wzdłużnik lodowy powinien mieć kształt i wymiary zwykłego wzdłużnika burtowego. Poza skrajnikiem może on składać się z szeregu węzłówek przeciwskrętnych połączonych z wrgami.

26.2.5 Spawanie

W rejonie skrajnika dziobowego teowe połączenia spawane elementów konstrukcyjnych z poszyciem kadłuba powinny być dwustronne i ciągłe.

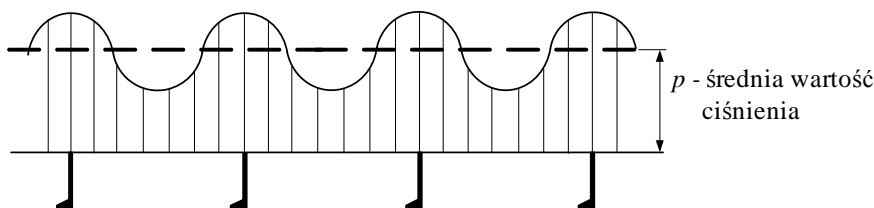
26.2.6 Wskaźniki przekroju tylnicy

Wskaźniki przekroju tylnicy, wspornika steru i stopy tylnicy powinny być zwiększone o 7,5% w stosunku do wymaganych w rozdziale 11.

26.3 Wzmocnienia lodowe L1A, L1, L2, L3 i E

26.3.1 Wymagania ogólne

26.3.1.1 Wymagania podrozdziału 26.3 uwzględniają nierównomierny rozkład ciśnienia lodu na burtę, który pokazano schematycznie na rys. 26.3.1.1. Ciśnienie działające na poszycie w rejonie środkowym pomiędzy sąsiednimi usztywnieniami jest znacznie mniejsze niż ciśnienie w rejonie połączenia poszycia z usztywnieniami.



Rys. 26.3.1.1

Ciśnienie obliczeniowe lodu wg 26.3.3.2 odpowiada w przybliżeniu średniej wartości ciśnienia w danym rejonie pasa lodowego.

26.3.1.2 Wymagania w zakresie wzmocnień lodowych konstrukcji kadłuba odnoszą się do:

- grubości poszycia burt w poszczególnych rejonach pasa lodowego (patrz 26.3.4.2), przy czym pionowy zasięg pasa lodowego powinien odpowiadać wymaganiom podanym w 26.3.4.1,
- wymiarów wręgów i międzywręgów podpierających poszycie pasa lodowego (patrz 26.3.5.2 – dla wręgów poprzecznych oraz 26.3.5.3 – dla wręgów wzdłużnych, przy czym pionowy zasięg wzmocnień lodowych dla wiązań powinien odpowiadać wymaganiom podanym w 26.3.5.1),
- wymiarów elementów wzdłużników burtowych (patrz 26.3.6.1 i 26.3.6.2),
- wymiarów elementów wręgów ramowych (patrz 26.3.7),
- materiału i konstrukcji dziobnicy (patrz 26.3.8.1),
- wzmocnień konstrukcji kadłuba w części rufowej (patrz 26.3.9).

26.3.1.3 W przypadku konfiguracji wzmocnień lodowych uznanych za nietypowe PRS może wymagać, aby wymiarowanie usztywnień poszycia i wiązarów w rejonie wzmocnień lodowych było wykonane z zastosowaniem obliczeń bezpośrednich. Obowiązują wówczas zasady podane w 26.3.1.4. W pozostałych przypadkach nie należy stosować obliczeń bezpośrednich jako alternatywy do obliczeń wg wymagań 26.3.4 do 26.3.7.

26.3.1.4 W obliczeniach bezpośrednich należy stosować ciśnienie zwiększone o 80% w stosunku do określonego wg 26.3.2.2 oraz wymiary obszaru obciążonego ciśnieniem od lodu określone w 26.3.3 (wartości h i l_a).

Obciążenie od lodu należy zakładać w takim miejscu konstrukcji, aby jej wyężenie pod łącznym działaniem naprężeń normalnych od zginania i naprężeń stycznych było jak największe.

W szczególności należy założyć położenie środka obszaru obciążonego na poziomie $UIWL$, na poziomie $0,5 h_0$ poniżej $LIWL$ (h_0 – patrz 26.3.3.1) oraz w kilku miejscach pomiędzy poziomami określonymi wyżej.

Należy także uwzględnić kilka położenia środka obszaru obciążonego wzdłuż statku. W szczególności – w środku rozpiętości usztywnienia/wiązara lub w środku odstepu pomiędzy sąsiednimi usztywnieniami/wiązarami.

W sytuacji gdy parametr l_a (patrz 26.3.3.2) nie może być jednoznacznie określony ze względu na konfigurację konstrukcji, to należy rozpatrywać kilka realnych wartości l_a , obliczając przy tym odpowiednie wartości c_0 i ciśnienia p – wg 26.3.3.2.

Naprężenia zredukowane σ_r od zginania i ścinania (patrz 14.5.2.3) wyznaczone metodą obliczeń bezpośrednich nie powinny przekroczyć wartości R_e .

W przypadku gdy stosowane są modele belkowe, średnie naprężenia styczne w środnikach belek nie powinny przekraczać poziomu $0,9 \frac{R}{\sqrt{3}}$.

26.3.1.5 Rozpiętość l usztywnień/wiązarów, szerokość pasa współpracującego poszycia b_e oraz efektywne pole przekroju A_e zakrzywionego mocnika należy ustalać wg wymagań podrozdziału 3.2.

Efektywne pole przekroju środnika należy określać wg 3.2.3, a wskaźnika przekroju wg 3.2.4.

26.3.1.6 Jeżeli wymiary wiązań określone według wymagań podanych w niniejszym rozdziale są mniejsze od wymaganych dla statku bez wzmocnień lodowych, to obowiązują te drugie.

26.3.1.7 Należy określić maksymalne i minimalne zanurzenie statku na PD , PR i na owrężu, odpowiadające położeniu $UIWL$ i $LIWL$; zanurzenia te PRS zamieszcza w *Świadectwie klasy* statku.

Ograniczenia dotyczące wartości zanurzenia statku w warunkach żeglugi w lodzie powinny być udokumentowane, a odpowiednie zapisy powinny być łatwo dostępne kapitanowi statku.

Zanurzenie statku, wyznaczone linią $UIWL$ (patrz 26.1.3), nie może zostać przekroczone podczas żeglugi w lodzie. Przy załadunku statku należy uwzględnić zasolenie wody w rejonach, przez które przebiega trasa podróży. Podczas żeglugi w lodzie statek zawsze powinien być zanurzony co najmniej do linii $LIWL$.

Zbiorniki balastowe usytuowane powyżej linii $LIWL$ (patrz 26.1.3), potrzebne do dociążenia statku celem osiągnięcia zanurzenia do tej linii, powinny mieć urządzenia zapobiegające zamarzaniu wody balastowej. Przy określaniu linii $LIWL$ należy zwrócić uwagę na konieczność zapewnienia zdolności statku do poruszania się w lodach w stanie balastowym. Zanurzenie rufy powinno być takie, aby śruba statku była całkowicie zanurzona i – jeżeli jest to możliwe – znajdowała się w całości poniżej lodu.

Minimalne zanurzenie dziobu powinno być nie mniejsze niż zanurzenie określone według wzoru:

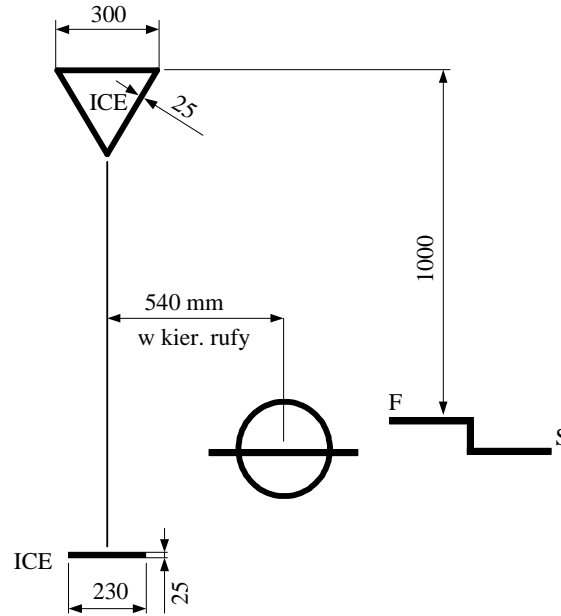
$$T_1 = (2 + 0,00025D_s)h_0, \text{ [m]}, \text{ lecz nie musi przekraczać } 4h_0 \quad (26.3.1.7)$$

D_s – patrz 26.1.3;

h_0 – grubość warstwy lodu, określana według 26.3.3.

26.3.1.8 Jeżeli letnia wodnica ładunkowa w wodzie słodkiej w jakimkolwiek miejscu jest usytuowana powyżej *UIWL*, to na burtach statku należy umieścić trójkąty ostrzegawcze oraz znaki maksymalnego dopuszczalnego zanurzenia statku na owrężu, ze względu na zastosowane wzmocnienia lodowe (patrz rys. 26.3.1.8).

Położenie trójkątów ostrzegawczych i ich wymiary powinny być takie jak pokazano na rys. 26.3.1.8, przy czym znak trójkąta powinien być usytuowany poniżej pokładu górnego. Wielkość liter w znakach wzmocnień lodowych powinna być taka sama, jak w oznaczeniach linii ładunkowych.



Rys. 26.3.1.8 Usytuowanie trójkątów ostrzegawczych

W przypadku statku z wyznaczoną drzewną wolną burtą, odległość w poziomie, o wartości 540 mm, należy odmierzać od pionowej linii znaku linii ładunkowej odpowiadającej drzewnej wolnej burcie.

Trójkąty ostrzegawcze i znaki maksymalnego dopuszczalnego zanurzenia statku powinny być wycięte z blachy o grubości 5 do 8 mm, spawane do burt statku i malowane czerwoną lub żółtą farbą odblaskową.

26.3.2 Dokumentacja

26.3.2.1 W przedłożonej PRS dokumentacji klasyfikacyjnej statku powinny być zawarte szczegóły związane z wymaganiami dla klas lodowych, dotyczące konstrukcji, rozplanowania i wytrzymałości kadłuba.

26.3.2.2 Na rysunku rozwinięcia poszycia należy zaznaczyć granice rejonów pasa lodowego: dziobowego, środkowego i rufowego oraz linie *UIWL* i *LIWL*, a także górną i dolną granicę minimalnego zasięgu wręgów wzmocnionych do pływania w lodach.

Na rysunkach zładu poprzecznego i rozwinięcia poszycia należy podać wyporność D_s i maksymalną moc ciągną N_s .

26.3.3 Obciążenie od lodu

26.3.3.1 Wysokość obciążonej strefy

Należy przyjąć, że statek ze wzmocnieniami lodowymi będzie pływał na otwartym morzu w warunkach odpowiadających warstwie lodu o grubości nie przekraczającej wartości h_0 . Należy również przyjąć, że obliczeniowa wysokość h strefy kadłuba obciążonej w dowolnej chwili ciśnieniem lodu stanowi jedynie część grubości warstwy lodu h_0 .

Wartości h_0 i h podane są w tabeli 26.3.3.1.

Tabela 26.3.3.1

Typ wzmocnienia lodowego	h_0 [m]	h [m]
L1A	1,0	0,35
L1	0,8	0,30
L2	0,6	0,25
L3	0,4	0,22
E	0,4	0,22

26.3.3.2 Ciśnienie obliczeniowe lodu

Ciśnienie obliczeniowe lodu należy określać według wzoru:

$$p = c_a c_b c_c p_0, \quad [\text{MPa}] \quad (26.3.3.2-1)$$

p_0 – podstawowa wartość ciśnienia lodu, [MPa]; należy przyjmować $p_0 = 5,6$ MPa;

c_a – współczynnik uwzględniający wpływ wielkości statku i mocy napędu, obliczany według wzoru:

$$c_a = \frac{a k_1 + b}{1000}; \quad (26.3.3.2-2)$$

$$k_1 = \frac{\sqrt{D_s N_s}}{1000} \text{ dla wzmocnienia lodowego L1A, L1, L2 i L3;}$$

$$k_1 = \frac{\sqrt{D_s 740}}{1000} \text{ dla wzmocnienia lodowego E;}$$

a, b – parametry określone według tabeli 26.3.3.2-1:

Tabela 26.3.3.2-1

Parametry	Rejon pasa lodowego			
	dziobowy		środkowy i rufowy	
	$k_1 \leq 12$	$k_1 > 12$	$k_1 \leq 12$	$k_1 > 12$
a	30	6	8	2
b	230	518	214	286

D_s, N_s – patrz 26.1.3;

c_b – współczynnik uwzględniający prawdopodobieństwo wystąpienia obliczeniowego ciśnienia lodu w określonym rejonie pasa lodowego dla określonego typu wzmocnienia lodowego; wartości c_b należy przyjąć według tabeli 26.3.3.2-2;

Tabela 26.3.3.2-2

Typ wzmocnienia lodowego	Rejon pasa lodowego		
	dziobowy	środkowy	rufowy
L1A	1,0	1,0	0,75
L1	1,0	0,85	0,65
L2	1,0	0,70	0,45
L3	1,0	0,50	0,25
E	0,3	–	–

c_c – współczynnik uwzględniający prawdopodobieństwo wystąpienia ciśnienia lodu na całej długości rozpatrywanego rejonu jednocześnie; wartości współczynnika c_c należy określać według wzoru:

$$c_c = \sqrt{\frac{l_0}{l_a}} \quad (26.3.3.2-3)$$

przy czym należy przyjmować $0,35 \leq c_c \leq 1,0$;

$l_0 = 0,6$ m;

l_a – parametr określany według tabeli 26.3.3.2-3.

Tabela 26.3.3.2-3

Wiązania	Układ wiązań	l_a [m]
Poszycie	Poprzeczny	odstęp wręgów
	Wzdłużny	1,7 odstępu wręgów
Wręgi	Poprzeczny	odstęp wręgów
	Wzdłużny	rozpiętość wręgu
Wzdłużnik lodowy	–	rozpiętość wzdłużnika lodowego
Wręg ramowy	–	2 odstępy wręgów ramowych

26.3.4 Poszycie kadłuba

26.3.4.1 Pionowy zasięg wzmocnień lodowych (pasa lodowego) (patrz rys. 26.1.4)

Pionowy zasięg pasa lodowego powinien być nie mniejszy od podanego w tabeli 26.3.4.1.

Tabela 26.3.4.1

Typ wzmocnienia lodowego	Rejon kadłuba	Powyżej <i>UIWL</i> [m]	Poniżej <i>LIWL</i> [m]
L1A	dziobowy	0,60	1,20
	środkowy		
	rufowy		1,00
L1	dziobowy	0,50	0,90
	środkowy		
	rufowy		0,75
L2 i L3	dziobowy	0,40	0,70
	środkowy		
	rufowy		0,60
E	dziobowy	0,40	
	środkowy		0,50
	rufowy		

Ponadto należy wzmocnić następujące obszary:

Dolny rejon dziobowy pasa lodowego (patrz rys. 26.1.4): dla statków ze wzmocnieniami lodowymi **L1A** poszycie burty poniżej pasa lodowego od dziobnicy do przekroju odległego o 5 odstępów wręgów głównych ku rufie, licząc od punktu, w którym obrys dziobnicy przechodzi w linię stępki, powinno mieć grubość nie mniejszą niż grubość wymagana dla pasa lodowego rejonu środkowego.

Górny rejon dziobowy pasa lodowego (patrz rys. 26.1.4): dla statków ze wzmocnieniami **L1A** oraz **L1**, których maksymalna prędkość eksploatacyjna na pełnym morzu wynosi 18 węzłów lub więcej, poszycie rozciągające się od górnej granicy pasa lodowego do linii znajdującej się 2 m powyżej tej granicy oraz od dziobnicy do poprzecznego przekroju kadłuba odległego co najmniej o $0,2L_0$ od *PD* ku rufie, powinno mieć co najmniej grubość wymaganą dla pasa lodowego w rejonie środkowym. Podobne wzmocnienie rejonu dziobowego jest wskazane dla statków o mniejszej prędkości eksploatacyjnej, jeśli wiadomo, np. z badań modelowych, że statek wytwarza wysoką falę dziobową.

Iluminatory burtowe nie powinny być usytuowane w pasie lodowym. Jeżeli w jakiejś części statku pokład otwarty w dowolnej części statku znajduje się poniżej górnej krawędzi pasa lodowego (np. w rejonie studni na statkach z pokładem szanćowym), nadburcie powinno mieć wytrzymałość nie mniejszą od wymaganej dla poszycia pasa lodowego. Wytrzymałość konstrukcji furt odwadniających powinna spełniać te same wymagania.

Dla statków ze wzmocnieniami lodowymi **E** grubość poszycia burt w obrębie pasa lodowego powinna być zwiększona w całym rejonie dziobowym i grubość tę należy określić zgodnie z wymaganiami podanymi w punkcie 26.3.4.2.

Dla wzmocnienia lodowego **E** grubość poszycia burt na śródkręciu powinna być zachowana w rejonie od owręża w kierunku dziobu do miejsca, gdzie zaczyna się wzmocnione poszycie.

26.3.4.2 Grubość poszycia pasa lodowego

Jeżeli zastosowano poprzeczny układ wręgów burtowych, wymaganą grubość poszycia pasa lodowego należy określić wg wzoru:

$$t = 667 s \sqrt{\frac{c_1 p_1}{R_e}} + t_c, \quad [\text{mm}] \quad (26.3.4.2-1)$$

Przy wzdłużnym układzie wręgów burtowych wymaganą grubość poszycia pasa lodowego należy określić wg wzoru:

$$t = 667 s \sqrt{\frac{p}{c_2 R_e}} + t_c, \quad [\text{mm}] \quad (26.3.4.2-2)$$

s – określono w 26.1.3;

$p_1 = 0,75 p$, [MPa]; (p – patrz wzór 26.3.3.2-1);

$c_1 = 1,3 - \frac{4,2}{\left(\frac{h}{s} + 1,8\right)^2}$, ale nie więcej niż 1,0;

$c_2 = 0,6 + \frac{0,4}{\frac{h}{s}}$, jeżeli $\frac{h}{s} \leq 1$,

$c_2 = 1,4 - 0,4 \frac{h}{s}$, jeżeli $1 < \frac{h}{s} < 1,8$;

h – patrz 26.3.3.1;

t_c – naddatek grubości na ścieranie i korozję [mm]; zazwyczaj należy przyjmować $t_c = 2$ mm; jeżeli zostanie zastosowane pokrycie ochronne poszycia, którego odporność na ścieranie pod wpływem działania lodu została zweryfikowana w praktyce oraz jeżeli będzie ono poddawane konserwacji, PRS może zgodzić się na przyjęcie mniejszych wartości.

26.3.5 Wręgi

26.3.5.1 Pionowy zasięg lodowych wzmocnień wręgów

Pionowy zasięg lodowych wzmocnień wręgów powinien być co najmniej taki, jaki określono w tabeli 26.3.5.1.

Tabela 26.3.5.1

Typ wzmocnienia lodowego	Rejon	Powyżej <i>UIWL</i> [m]	Poniżej <i>LIWL</i> [m]
L1A	dziobowy	1,2	do dna wewnętrznego lub poniżej górnej krawędzi denników
	środkowy		2,0
	rufowy		1,6
L1, L2, L3	dziobowy	1,0	1,6
	środkowy		1,3
	rufowy		1,0
E	od dziobnicy do 0,075 <i>L</i> ₀ ku rufie	1,0	1,0

Jeżeli wymagane jest wzmocnienie poszycia w górnym rejonie dziobowym pasa lodowego (patrz 26.3.4.1), to pionowy zasięg wzmocnień lodowych wręgów powinien rozciągać się co najmniej do górnej krawędzi tego pasa.

Jeżeli zakres wzmocnień wręgów wykracza poza pokład lub dno wewnętrzne (lub pokład lub dno zbiornika) o mniej niż 250 mm, to wzmocnienia mogą być zakończone na tych konstrukcjach.

26.3.5.2 Poprzeczne wręgi burtowe

26.3.5.2.1 Wskaźnik przekroju poprzecznego

Wskaźniki przekroju *W* i efektywne pole poprzecznego przekroju *A* poprzecznych wręgów głównych i międzywręgów należy obliczać wg wzoru:

$$W = \frac{pshl}{m_t R_e} \cdot 10^6, \quad [\text{cm}^3] \quad (26.3.5.2.1-1)$$

$$A = \frac{\sqrt{3}c_3 phs}{2R_e} \cdot 10^4, \quad [\text{cm}^2] \quad (26.3.5.2.1-2)$$

p – ciśnienie lodu, [MPa], określane według 26.3.3.2;

h – wysokość obciążonej strefy, [m], określana według 26.3.3.1;

l – rozpiętość wręgu, [m];

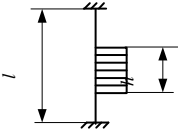
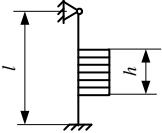
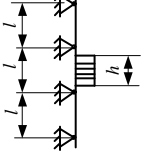
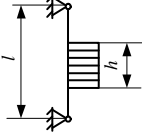
s – określono w 26.1.3;

$$m_t = \frac{7m_0}{7 - 5\frac{h}{l}};$$

*m*₀ – współczynnik uwzględniający warunki zamocowania, określane według tabeli 26.3.5.2.1;

*c*₃ = 1,2 – współczynnik uwzględniający zależność maksymalnej siły ścinającej od miejsca przyłożenia obciążenia oraz rozkładu naprężeń stycznych w środku.

Tabela 26.3.5.2.1

Warunki zamocowania końców wręgów/międzywręgów	Wartość m_0	Przykładowe zastosowanie
	7	Wręgi masowca mającego zbiorniki szczytowe
	6	Wręgi między dnem wewnętrznym a pokładem na statku jednopokładowym
	5,7	Wręgi ciągłe przechodzące przez kilka pokładów lub wzdłużników burtowych
	5	Wręgi rozciągające się między tylko dwoma pokładami

Warunki zamocowania końców wręgów dotyczą wręgów głównych i międzywręgów. Obciążenie jest przyłożone w połowie rozpiętości wręgów. Jeżeli mniej niż 15% rozpiętości wręgu znajduje się w strefie wzmocnień lodowych dotyczących wręgów (patrz 26.3.5.1), wówczas można stosować zwykłe wymiary wręgów (bez wzmocnień lodowych).

26.3.5.2.2 Górny koniec wręgu poprzecznego

Górny koniec wzmocnionej części wręgu głównego oraz międzywręgu lodowego powinien być zamocowany do pokładu, do dna wewnętrznego (lub dna zbiornika) lub do wzdłużnika lodowego (patrz 26.3.6).

Jeżeli wręg kończy się powyżej pokładu lub wzdłużnika, który znajduje się na górnej granicy lodowego pasa poszycia lub powyżej niego (patrz 26.3.4.1), to część wręgu znajdująca się powyżej pokładu lub wzdłużnika może mieć wymiary wręgu niewzmoczonego, a górny koniec międzywręgu może być połączony z sąsiednimi wręgami za pomocą poziomego elementu o takich samych wymiarach, jakie mają wręgi główne.

26.3.5.2.3 Dolny koniec wręgu poprzecznego

Dolny koniec wzmocnionej części wręgu głównego oraz międzywręgu lodowego powinien być zamocowany do pokładu, dna wewnętrznego (lub dna zbiornika) lub do wzdłużnika lodowego (patrz 26.3.6).

Jeżeli międzywręg kończy się poniżej pokładu, dna wewnętrznego (lub dna zbiornika) lub wzdłużnika lodowego znajdującego się na lub poniżej dolnej granicy pasa lodowego (patrz 26.3.4.1), to dolny koniec tego międzywręgu może być połączony z sąsiednimi wręgami głównymi przy pomocy poziomego elementu o takich samych wymiarach, jakie mają wręgi główne.

Wręgi główne poniżej dolnej granicy pasa lodowego powinny być wzmocnione (patrz 26.3.5.1).

26.3.5.2.4 Dla wzmocnienia lodowego **E** należy w obrębie pasa lodowego zamontować węzłówki przeciwskrętne w odstępach nie większych niż 1,3 m, w jednej linii z pokładnikami i wzdłużnikami, w celu zapobiegnięcia skręcaniu się wręgów. Węzłówki te powinny być zamontowane w całym rejonie dziobowym.

26.3.5.3 Wręgi wzdłużne

Wskaźnik przekroju burtowego wręgu wzdłużnego powinien być nie mniejszy niż wskaźnik obliczony według wzoru:

$$W = \frac{c_4 p h l^2}{m_1 R_e} \cdot 10^6, \quad [\text{cm}^3] \quad (26.3.5.3-1)$$

Pole przekroju wręgu przenoszące ścinanie powinno być nie mniejsze niż pole obliczone według wzoru:

$$A = \frac{\sqrt{3} c_4 c_5 p h l}{2 R_e} \cdot 10^4, \quad [\text{cm}^2] \quad (26.3.5.3-2)$$

Przy obliczaniu pola przekroju A nie należy uwzględniać przekroju węzłówek.

c_4 – współczynnik uwzględniający przekazywanie obciążenia na sąsiednie wręgi;

$$c_4 = 1 - 0,2 \frac{h}{s};$$

s – odstęp wręgów, [m]; w przypadku poszycia zakrzywionego s jest długością cięciwy łączącej sąsiednie wręgi;

l – całkowita rozpiętość wręgu, [m];

p – ciśnienie lodu, [MPa], określane według 26.3.3.2;

h – wysokość obciążonej strefy, określana według 26.3.3.1;

m_1 – współczynnik zamocowania końców; w przypadku belki ciągłej $m_1 = 13,3$; jeżeli warunki zamocowania końców belki znacznie odbiegają od warunków występujących przy belce ciągłej, może być wymagane zmniejszenie wartości m_1 , np. dla końcowego przęsła belki. W przypadku braku węzłówek należy przyjmować $m_1 = 11,0$;

$c_5 = 2,16$ – współczynnik uwzględniający zależność maksymalnej siły ścinającej od miejsca przyłożenia obciążenia oraz rozkładu naprężeń stycznych w środku.

26.3.5.4 Wymagania ogólne dotyczące wręgów

26.3.5.4.1 We wszystkich rejonach wzmocnień lodowych wszystkie wręgi powinny być efektywnie przymocowane do wszystkich konstrukcji podpierających. Wręg wzdłużny powinien być przymocowany do wręgów ramowych i grodzi za pomocą węzłówek. Jeżeli poprzeczny wręg burtowy kończy się na wzdłużniku lub pokładzie, należy zastosować węzłówkę lub podobną konstrukcję. W przypadku gdy wręg przechodzi przez konstrukcję podpierającą, jego środek powinien być z obu stron przymocowany do tej konstrukcji (za pomocą spawania lub nakładek w obrębie otworów). Jeżeli zastosowano węzłówkę, to powinna ona mieć co najmniej taką samą grubość jak środek wręgu, a jej krawędź powinna być odpowiednio usztywniona przeciwko wyboczeniu.

26.3.5.4.2 Wymagania niniejszego punktu dotyczą następujących rejonów (patrz rys. 26.1.4):

L1A – cały rejon wzmocnień lodowych,

L1 – środkowy i dziobowy rejon wzmocnień lodowych,

L2 i L3 – dziobowy rejon wzmocnień lodowych.

Wręgi powinny być spawane do poszycia spoinami dwustronnymi ciągłymi. Stosowanie skalopsów jest zabronione – z wyjątkiem skrzyżowań ze spoinami doczołowymi płyt poszycia.

Grubość środków wręgów powinna mieć wartość nie mniejszą niż maksymalna wartość spośród poniższych czterech:

- a) $\frac{h_w \sqrt{R_e}}{C}$, [mm]; h_w jest wysokością wręgu, [mm];
 $C = 805$ – dla wręgów nie będących płaskownikami;
 $C = 282$ – dla płaskowników;
- b) 2,5% odstępu wręgów (w przypadku zastosowania wręgów poprzecznych);
- c) połowa grubości netto poszycia burty (tzn. $(t - t_c)/2$; t_c – patrz 26.3.4.2); wymaganą grubość poszycia burty t stosowaną w niniejszym wymaganiu należy wyznaczać wg 26.3.4.2 stosując jako R_e granicę plastyczności materiału wręgów;
- d) 9 mm.

Jeżeli zamiast wręgu znajduje się pokład, dno wewnętrzne (lub dno zbiornika) lub gródź, to grubość poszycia tych elementów – do szerokości równej wysokości sąsiednich wręgów – powinna być taka, jak określono powyżej.

Wręgi, których środki nie są prostopadłe do poszycia lub ich przekroje poprzeczne nie są symetryczne, a rozpiętość przekracza 4,0 m, powinny być podparte węzłówkami przeciwskrętnymi, wzdłużnikami lub wzdłużnikami wstawkowymi, w odstępach nie większych niż 1,3 m.

Jeżeli rozpiętość jest mniejsza niż 4,0 m, to podparcie przeciwskrętne jest wymagane dla wręgów o asymetrycznych przekrojach poprzecznych i dla usztywnień, których środek nie jest prostopadły do poszycia, a dotyczy to następujących rejonów:

- wzmocnienia lodowe **L1A**: wszystkie rejonu kadłuba;
- wzmocnienia lodowe **L1**: w rejonie dziobowym i środkowym;
- wzmocnienia lodowe **L2** i **L3**: w rejonie dziobowym.

26.3.6 Wzdłużniki lodowe

26.3.6.1 Wzdłużniki w obrębie pasa lodowego

Wskaźnik przekroju wzdłużnika burtowego w obrębie pasa lodowego (patrz 26.3.4.1) należy obliczać według wzoru:

$$W = \frac{c_6 c_7 p h l^2}{m_1 R_e} \cdot 10^6, \quad [\text{cm}^3] \quad (26.3.6.1-1)$$

Pole przekroju poprzecznego wzdłużnika, przenoszące ścinanie, powinno być nie mniejsze niż pole obliczone według wzoru:

$$A = \frac{\sqrt{3} c_6 c_7 c_8 p h l}{2 R_e} \cdot 10^4, \quad [\text{cm}^2] \quad (26.3.6.1-2)$$

p – ciśnienie lodu, [MPa], określane według 26.3.3.2;

h – wysokość obciążonej strefy, [m], określana według 26.3.3.1; należy przyjmować $ph \geq 0,15$;

l – rozpiętość wzdłużnika, [m];

m_1 – współczynnik uwzględniający warunki zamocowania końców wzdłużnika (patrz 26.3.5.3);

c_6 – współczynnik uwzględniający przenoszenie obciążenia na wręgi poprzeczne; należy przyjmować $c_6 = 0,9$;

c_7 – współczynnik bezpieczeństwa; należy przyjmować $c_7 = 1,8$;

c_8 – współczynnik uwzględniający zależność maksymalnej siły ścinającej od miejsca przyłożenia obciążenia oraz rozkładu naprężeń stycznych w środku; $c_8 = 1,2$.

26.3.6.2 Wzdłużniki poza obrębem pasa lodowego

Wskaźnik przekroju wzdłużnika burtowego znajdującego się poza pasem lodowym, lecz podpierającego wręgi wzmocnione do pływania w lodach, powinien być nie mniejszy niż wskaźnik obliczony według wzoru:

$$W = \frac{c_9 c_{10} p h l^2}{m_1 R_e} \left(1 - \frac{h_s}{l_s} \right) 10^6, \quad [\text{cm}^3] \quad (26.3.6.2-1)$$

Pole przekroju poprzecznego wzdłużnika przenoszące ścinanie powinno być nie mniejsze niż pole obliczone według wzoru:

$$A = \frac{\sqrt{3}c_9c_{10}c_{11}phl}{2R_e} \cdot \left(1 - \frac{h_s}{l_s}\right) \cdot 10^4, \quad [\text{cm}^2] \quad (26.3.6.2-2)$$

- h_s – odległość wzdłużnika od pasa lodowego, [m];
- l_s – odległość wzdłużnika od sąsiedniego wzdłużnika lodowego, [m];
- p, h, l, m_1 – jak podano w 26.3.6.1; należy przyjmować $ph \geq 0,15$;
- c_9 – współczynnik uwzględniający oddziaływanie obciążenia na wręgi poprzeczne; należy przyjmować $c_9 = 0,80$;
- c_{10} – współczynnik bezpieczeństwa; należy przyjmować $c_{10} = 1,8$;
- c_{11} – współczynnik uwzględniający zależność maksymalnej siły ścinającej od miejsca przyłożenia obciążenia i nierównomierny rozkład naprężeń stycznych w przekroju poprzecznym; $c_{11} = 1,2$.

26.3.6.3 Pasy pokładów wzdłuż luków

26.3.6.3.1 Wąskie pasy pokładu w obrębie luków, spełniające rolę wzdłużników lodowych, powinny spełniać wymagania dotyczące wskaźnika przekroju oraz pola przekroju przenoszącego ścinanie podane, odpowiednio, w 26.3.6.1 i 26.3.6.2. W przypadku bardzo długich luków PRS może zgodzić się na przyjęcie wartości iloczynu ph mniejszej niż 0,15; jednak w żadnym przypadku wartość ta nie może być mniejsza niż 0,10.

26.3.6.3.2 Przy projektowaniu pokryw lukowych pokładu pogodowego i ich osprzętu należy uwzględnić ugięcie burt w obrębie długich otworów lukowych (dłuższych niż $0,5B$) wskutek naporu lodu.

26.3.7 Wręgi ramowe

26.3.7.1 Obciążenie

Obciążenie przenoszone przez wzdłużnik lodowy lub wręgi wzdłużne na wręg ramowy należy obliczać według wzoru:

$$F = c_{12}phS, \quad [\text{MN}] \quad (26.3.7.1)$$

- p – ciśnienie obliczeniowe lodu według 26.3.3.2, [MPa]; jednakże przy obliczaniu współczynnika c_c należy przyjmować $l_a = 2S$;
- h – wysokość obciążonej strefy zgodnie z punktem 26.3.3.1; należy przyjmować $ph \geq 0,15$;
- S – odstęp wręgów ramowych, [m];
- c_{12} – współczynnik bezpieczeństwa; należy przyjmować $c_{12} = 1,8$.

Jeżeli wzdłużnik burtowy podpierany przez rozpatrywany wręg ramowy znajduje się poza pasem lodowym, to wartość obciążenia F należy pomnożyć przez:

$$\left(1 - \frac{h_s}{l_s}\right)$$

h_s, l_s – zgodnie z punktem 26.3.6.2.

26.3.7.2 Pole przekroju poprzecznego przenoszącego ścinanie i wskaźnik przekroju wręgu ramowego

Pole przekroju poprzecznego przenoszącego ścinanie należy obliczać wg wzoru:

$$A = \frac{\sqrt{3}ec_{13}Q}{R_e} \cdot 10^4, [\text{cm}^2] \quad (26.3.7.2-1)$$

gdzie:

Q – maksymalna wartość siły ścinającej od obciążenia F wyznaczonego wg 26.3.7.1, [MN];

c_{13} – współczynnik uwzględniający nierównomierny rozkład naprężeń stycznych; należy przyjmować $c_{13} = 1,1$;

e – współczynnik wyznaczany wg tabeli 26.3.7.2

Wskaźnik przekroju należy obliczać wg wzoru:

$$W = \frac{M}{R_e} \sqrt{\frac{1}{1 - \left(c \frac{A}{A_a}\right)^2}} \cdot 10^6, [\text{cm}^3] \quad (26.3.7.2.1-2)$$

gdzie:

M – maksymalna wartość momentu zginającego od obciążenia F wyznaczonego wg 26.3.7.1, [MNm]; należy przyjmować: $M = 0,193F l$;

l – rozpiętość wręgu ramowego, [m];

A – wymagane pole przekroju poprzecznego przenoszącego ścinanie, wyznaczone wg wzoru 26.3.7.2-1, [cm^2];

A_a – zastosowane pole przekroju poprzecznego wręgu, [cm^2];

$$A_a = A_m + A_s$$

A_m – pole poprzecznego przekroju mocnika, [cm^2];

A_s – efektywne pole poprzecznego przekroju środniczka, [cm^2];

c – współczynnik wyznaczony wg tabeli 26.3.7.2.

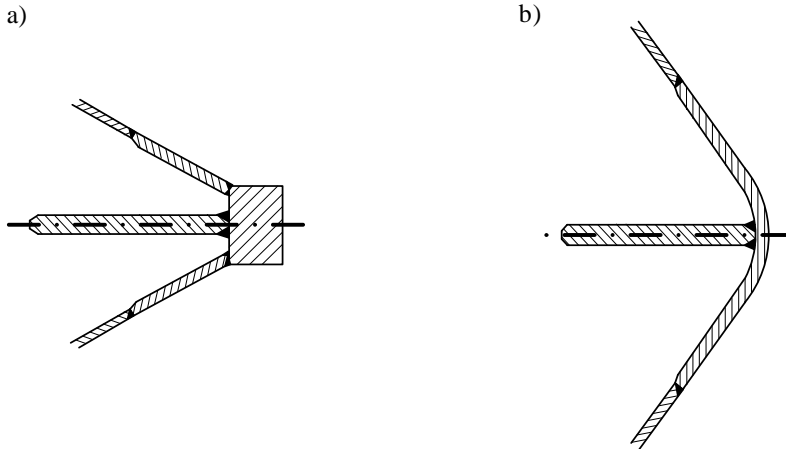
Tabela 26.3.7.2

A_m/A_s	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
e	1,50	1,23	1,16	1,11	1,09	1,07	1,06	1,05	1,05	1,04	1,04
c	0	0,44	0,62	0,71	0,76	0,80	0,83	0,85	0,87	0,88	0,89

26.3.8 Dziób

26.3.8.1 Dziobnica

26.3.8.1.1 Dziobnice powinny być wykonywane ze stali walcowanej, stali kutej, staliwa lub profilowanych płyt stalowych (patrz rys. 26.3.8.1.1).



Rys. 26.3.8.1.1 Przykłady właściwych dziobnic

26.3.8.1.2 Grubość płyt dziobnicy wykonanej z płyt profilowanych oraz w przypadku dziobu nieostrego grubość płyt w obszarze, gdzie $\alpha \geq 30^\circ$ lub $\psi \geq 75^\circ$ (kąty α i ψ zdefiniowano niżej) należy określać zgodnie z 26.3.4.2 przyjmując:

s – odstęp elementów podpierających płytę dziobnicy, [m];

$p_1 = p$, [MPa], (patrz 26.3.4.2);

l_a – odstęp pionowych elementów usztywniających, [m];

α – kąt pomiędzy styczną do wodnicy a PS ;

ψ – $\arctg(\tg \varphi / \sin \alpha)$;

φ – kąt pomiędzy styczną do wzdłużnicy a pionem.

26.3.8.1.3 Dziobnica oraz część dziobu nieostrego, określonego w 26.3.8.1.2, powinny być podparte przez denniki lub węzłówki rozmieszczone w odstępach nie przekraczających 0,6 m, o grubości co najmniej równej połowie grubości płyt.

Wzmocnienie dziobnicy węzłówkami lub dennikami należy zastosować od stępki do poziomu 0,75 m nad linią $UIWL$, a w przypadku gdy wymagane jest zastosowanie dodatkowo górnego dziobowego pasa lodowego (patrz 26.3.4.1) – do górnej krawędzi tego pasa.

26.3.8.1.4 Dla wzmocnienia lodowego **E** grubość dziobnic o konstrukcji spawanej do wysokości 600 mm ponad $UIWL$ powinna wynosić przynajmniej 1,1 grubości wymaganej zgodnie ze wzorem 26.3.8.1.4, jednak nie musi być większa niż $25/\sqrt{k}$ mm. Grubość ta powyżej wysokości 600 mm ponad $UIWL$ może być stopniowo zmniejszana do grubości wymaganej w rozdziale 11.

$$t = (0,6 + 0,4a_B)(0,08L_0 + 6)/\sqrt{k}, \text{ [mm]} \quad (26.3.8.1.4)$$

gdzie a_B – odstęp poziomych węzłówek dziobnicy, [m].

26.3.8.2 Urządzenia holownicze

26.3.8.2.1 Na dziobie powinna być zainstalowana w nadburciu, w płaszczyźnie symetrii, przewłoka cumownicza o otworze nie mniejszym niż 250 mm × 300 mm, o długości co najmniej 150 mm i promieniu wewnętrznym co najmniej 100 mm.

26.3.8.2.2 Do mocowania liny holowniczej należy zainstalować pachoł lub inne urządzenie o wymiarach zapewniających przeniesienie siły zrywającej linę.

26.3.8.2.3 Na statkach o wyporności nie przekraczającej 30 000 ton część dziobu, która sięga do wysokości 5 m ponad linię *UIWL* i na odległość co najmniej 3 m od dziobnicy w stronę rufy, powinna być wzmocniona, aby przenieść naprężenia spowodowane „holowaniem zespolonym”. W tym celu należy zastosować międzywręgi, a wręgi i międzywręgi powinny być podparte za pomocą wzdluzników lub pokładów.

Uwaga: Należy zauważyć, że „holowanie zespolone” jest często najbardziej efektywną metodą holowania statków średniej wielkości (o wyporności nie przekraczającej 30 000 ton) w lodach. Metoda ta jest często trudna do zastosowania w przypadku statków, których gruszka dziobowa wystaje poza pion dziobowy o więcej niż 2,5 m.

26.3.9 Rufa

26.3.9.1 Zastosowanie nowych układów napędowych z wykorzystaniem pędników azymutalnych, pędników gondolowych, itp., poprawiających zdolności manewrowe statku, powoduje zwiększenie naporu lodu w rejonie rufowym. Zjawisko to należy uwzględnić przy projektowaniu konstrukcji części rufowej.

26.3.9.2 Dla zapobieżenia nadmiernym obciążeniom wierzchołków skrzydeł śruby minimalna odległość pomiędzy skrzydłami śruby (lub śrub) a kadłubem (tylnicą) nie powinna być mniejsza niż h_0 (h_0 – patrz 26.3.3.1).

26.3.9.3 Na statkach z dwiema lub trzema śrubami napędowymi rejon wzmocnień lodowych poszycia i usztywnień należy przedłużyć do dna podwójnego, na długości 1,5 m ku rufie i ku dziobowi, licząc od śrub bocznych.

26.3.9.4 Wały i pochwy wałów śrubowych bocznych śrub napędowych powinny znajdować się w opływkach. Jeżeli stosuje się oddzielne wsporniki wałów, to ich konstrukcja i połączenie z kadłubem podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

26.3.9.5 Szeroka pawęż, sięgająca poniżej linii *UIWL*, znacznie obniża zdolność statku do ruchu wstecz, bardzo ważną w warunkach lodowych. Z tego powodu, tam gdzie jest to możliwe, nie należy stosować pawęzy poniżej linii *UIWL*. W razie konieczności zastosowania takiego rozwiązania część pawęzy położona poniżej linii *UIWL* powinna być jak najwęższa. Część pawęzy znajdująca się w obrębie pasa lodowego powinna być wzmocniona zgodnie z wymaganiami dla środkowego rejonu pasa lodowego.

26.3.10 Konstrukcja stępek przechyłowych

26.3.10.1 Połączenia stępek przechyłowych z kadłubem powinny być tak zaprojektowane, aby zminimalizować możliwość uszkodzenia kadłuba w przypadku oderwania stępki przechyłowej.

26.3.10.2 Dla zapobieżenia uszkodzeniu kadłuba w przypadku częściowego oderwania stępki zaleca się wykonywać ją z oddzielnych, niezależnych odcinków.

26.4 Wzmocnienia dla prac przeładunkowych z użyciem chwytaków

26.4.1 Grubość poszycia dna wewnętrznego, poszycia nachylonych części grodzi w ładowniach oraz poszycia grodzi pionowych do wysokości co najmniej 1,5 m powyżej dna wewnętrznego nie może być mniejsza od obliczonej według wzoru:

$$t = 11,5 \left(\frac{s+0,8}{\sqrt{k}} \right) + t_k, \quad [\text{mm}] \quad (26.4.1)$$

26.4.2 Grubość zrębnic luków ładunkowych pokładu górnego powinna być nie mniejsza niż 15 mm.

26.5 Wzmocnienia statku osiadającego na dnie

26.5.1 Dno podwójne usztywnione poprzecznie powinno mieć pełne denniki na każdym wręgu oraz dodatkowe wzdłużniki boczne na całej długości dna podwójnego. Odległość pomiędzy tymi wzdłużnikami nie powinna być większa niż 2 m. Dno podwójne usztywnione wzdłużnie powinno mieć wzdłużniki boczne na miejscu wzdłużnych wręgów dennych oraz denniki, które należy zamontować na całej długości dna w odstępach zmniejszonych o połowę w stosunku do określonych w 6.2.6.

26.5.2 W dnie pojedynczym grubość płyt wzdłużników bocznych i denników powinna być zwiększona o 10%.

Usytuowanie wzdłużników bocznych i denników powinno spełniać wymagania określone dla dna podwójnego.