

Polski Rejestr Statków

PRZEPISY KLASYFIKACJI I BUDOWY MORSKICH JEDNOSTEK SZYBKICH

**CZĘŚĆ II
KADŁUB**

2014



GDAŃSK

PRZEPISY KLASYFIKACJI I BUDOWY MORSKICH JEDNOSTEK SZYBKICH

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 – Pływalność, stateczność i niezatapialność
- Część V – Ochrona przeciwpożarowa
- Część VI – Urządzenia i instalacje maszynowe
- Część VII – Instalacje elektryczne i systemy sterowania

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

Część II – Kadłub – 2014 została zatwierdzona przez Zarząd PRS w dniu 15 października 2014 r. i wchodzi w życie z dniem 20 października 2014 r.

© Copyright by Polski Rejestr Statków S.A., 2014

PRS/OP, 10/2014

ISBN 978-83-7664-221-5

SPIS TREŚCI

	str.
1 Postanowienia ogólne	5
1.1 Zakres zastosowania.....	5
1.2 Oznaczenia i określenia.....	6
1.3 Nadzór i klasyfikacja.....	8
1.4 Dokumentacja techniczna.....	9
2 Materiały metalowe i ochrona przed korozją	9
2.1 Zasady ogólne.....	9
2.2 Stal kadłubowa.....	9
2.3 Stopy aluminium.....	9
2.4 Naddatki korozyjne.....	10
3 Szczegóły konstrukcyjne	10
3.1 Zasady ogólne.....	10
4 Połączenia elementów konstrukcji	10
4.1 Zasady ogólne.....	10
4.2 Złącza doczołowe.....	10
4.3 Spoiny pachwinowe.....	10
4.4 Połączenia elementów zładu.....	11
4.5 Połączenia nitowane lub śrubowe.....	12
4.6 Połączenia spajane stal/stopy aluminium.....	12
5 Obciążenia obliczeniowe	12
5.1 Zasady ogólne.....	12
5.2 Przyspieszenia pionowe i warunki falowania morza.....	13
5.3 Ciśnienia zewnętrzne obciążające kadłub i nadbudowy.....	15
5.4 Obciążenia obliczeniowe od ładunku, zapasów i wyposażenia jednostki.....	17
5.5 Obciążenie konstrukcji w warunkach kolizji.....	18
6 Wytrzymałość i stateczność konstrukcji kadłuba	19
6.1 Minimalne grubości elementów konstrukcji.....	19
6.2 Wytrzymałość poszycia.....	20
6.3 Wytrzymałość usztywnień poszycia.....	20
6.4 Wytrzymałość wiązarów.....	21
6.5 Wytrzymałość wzdłużna.....	22
6.6 Stateczność konstrukcji.....	25
6.7 Wytrzymałość konstrukcji w warunkach zderzenia.....	25
7 Konstrukcja kadłuba	26
7.1 Wymagania ogólne.....	26
7.2 Ciągłość wiązań.....	26
7.3 Stępki przechyłowe i inne elementy wyposażenia jednostki spawane do konstrukcji kadłuba.....	31

7.4	Dno pojedyncze	32
7.5	Dno podwójne.....	35
7.6	Burty	37
7.7	Grodzie	38
7.8	Pokłady	38
7.9	Nadbudówki i pokładówki.....	39
8	Wzmocnienia lodowe.....	41
8.1	Wymagania ogólne	41

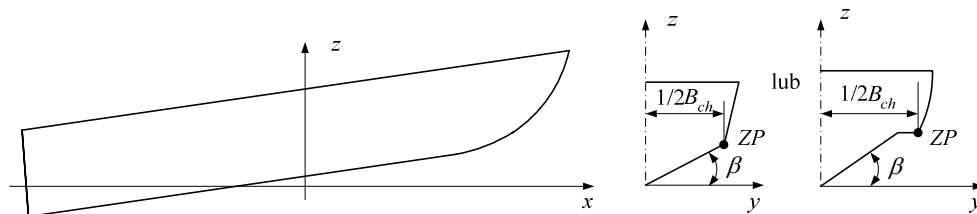
1 POSTANOWIENIA OGÓLNE

1.1 Zakres zastosowania

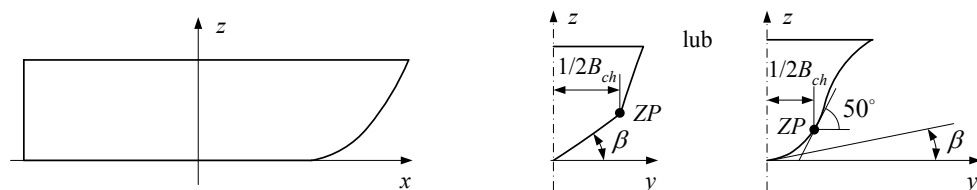
1.1.1 Przepisy niniejszej Części II (określane dalej jako *Przepisy*) mają zastosowanie do 1-kadłubowych jednostek szybkich, tzn. zdolnych do rozwinięcia maksymalnej prędkości, w m/s, równej lub większej niż $v_0 = 3,7V^{0,1667}$, gdzie V oznacza wyporność w m^3 , obliczoną dla zanurzenia do projektowej wodnicy pływania.

Typowe kształty kadłuba tego typu jednostek pokazano na rys. 1.1.1.

a) Jednostka ślizgowa



b) Jednostka pośrednia między wypornościową a ślizgową



Rys. 1.1.1
Typowe kształty kadłuba jednostek szybkich

1.1.2 Wymagania niniejszych *Przepisów* mają zastosowanie do jednostek o kadłubach stalowych lub ze stopów aluminium, o typowych kształtach i proporcjach wymiarowych.

Jednostki o nietypowych kształtach lub proporcjach wymiarowych podlegają każdorazowo odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

1.1.3 Oprócz wymagań niniejszych *Przepisów* kadłub każdej jednostki szybkiej powinien spełniać kryteria wytrzymałości określone w *Przepisach klasyfikacji i budowy statków morskich* (lub w *Przepisach klasyfikacji i budowy małych statków morskich*), Część II – *Kadłub*, dla obciążeń obliczeniowych wyznaczonych dla prędkości $v = 0,5v_0$; v_0 określono w p. 1.1.1.

1.1.4 Niedopuszczalna jest eksploatacja jednostki z prędkością większą lub równą v_0 w warunkach występowania kry lodowej (v_0 zdefiniowano w p. 1.1.1).

W sytuacji, gdy armator zamierza eksploatować jednostkę w warunkach oblodzenia akwenu, z prędkością mniejszą niż v_0 , konieczne jest zastosowanie wzmocnień lodowych wg wymagań rozdziału 26 z *Części II Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich* lub z rozdziału 21 z *Części II Przepisów klasyfikacji i budowy małych statków morskich* (patrz rozdz. 8). Przy projektowaniu wzmocnień lodowych należy przy tym uwzględnić, w stopniu jaki ma zastosowanie, wymagania rozdziału 7 – aby zapewnić bezpieczną eksploatację jednostki w stanach pływania z prędkością nie mniejszą niż v_0 , w akwenach bez kry lodowej.

1.2 Oznaczenia i określenia

1.2.1 Zasady ogólne

W podrozdziałach 1.2.2 do 1.2.4 podano stosowane w niniejszych *Przepisach* określenia i oznaczenia związane z kadłubem jednostki.

1.2.2 Oznaczenia ogólne

D – wyporność jednostki, [t] – wyrażona w tonach masa jednostki odpowiadająca masie wody o objętości równej objętości zanurzonej części kadłuba jednostki. Jeżeli nie określono inaczej, gęstość wody morskiej należy przyjąć równą $1,025 \text{ t/m}^3$.

g – standardowe przyspieszenie ziemskie, [m/s^2] – można przyjmować o wartości równej $9,81 \text{ m/s}^2$.

H – wysokość boczna, [m] – pionowa odległość od płaszczyzny podstawowej do górnej krawędzi pokładnika najwyższego ciągłego pokładu, mierzona w płaszczyźnie owręza, przy burcie. Na jednostkach z zaoblonym połączeniem mocnicy pokładowej z mocnicą burtową wysokość boczną należy mierzyć do punktu przecięcia się przedłużenia linii pokładu z przedłużeniem linii burty.

Jeżeli pokład górny ma uskok, a przez punkt, w którym ustala się wysokość boczną przebiega wyższa część pokładu, to wysokość boczną należy mierzyć od linii odniesienia stanowiącej przedłużenie niższej części pokładu równoległe do części wyższej.

k – współczynnik materiałowy – współczynnik zależny od granicy plastyczności materiału – patrz rozdział 2 w *Części II Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

L – długość jednostki – 96% całkowitej długości kadłuba mierzonej w płaszczyźnie wodnicy znajdującej się nad płaszczyzną podstawową na wysokości równej 85% wysokości bocznej lub długość mierzona w płaszczyźnie tej wodnicy od przedniej krawędzi dziobnicy do osi trzonu sterowego, jeżeli długość ta jest większa.

Na jednostkach z przegłębieniem konstrukcyjnym długość tę należy mierzyć w płaszczyźnie równoległej do płaszczyzny wodnicy konstrukcyjnej.

L_{pp} – długość między pionami, [m] – odległość między pionem dziobowym a pionem rufowym.

L_w – długość jednostki mierzona na wodnicy odpowiadającej zanurzeniu t , [m].

L_0 – długość obliczeniowa jednostki, [m] – odległość mierzona w płaszczyźnie letniej wodnicy ładunkowej od przedniej krawędzi dziobnicy do osi trzonu sterowego. Przyjęta wartość l_0 powinna być jednak nie mniejsza niż 96% długości całkowitej kadłuba mierzonej w płaszczyźnie letniej wodnicy ładunkowej, lecz nie musi przekraczać 97% tej długości.

Pd – pion dziobowy – linia pionowa w płaszczyźnie symetrii jednostki przechodząca przez punkt przecięcia letniej wodnicy ładunkowej z przednią krawędzią dziobnicy.

PP – płaszczyzna podstawowa – płaszczyzna pozioma przechodząca na owrężu przez górną krawędź stępki płaskiej lub przez punkt styku wewnętrznej powierzchni poszycia ze stępką belkową.

PR – pion rufowy – linia pionowa w płaszczyźnie symetrii jednostki, leżąca w odległości L_0 od pionu dziobowego w kierunku rufy.

PS – płaszczyzna symetrii jednostki.

T – zanurzenie, [m] – pionowa odległość od płaszczyzny podstawowej do letniej wodnicy ładunkowej mierzona w płaszczyźnie owręża.

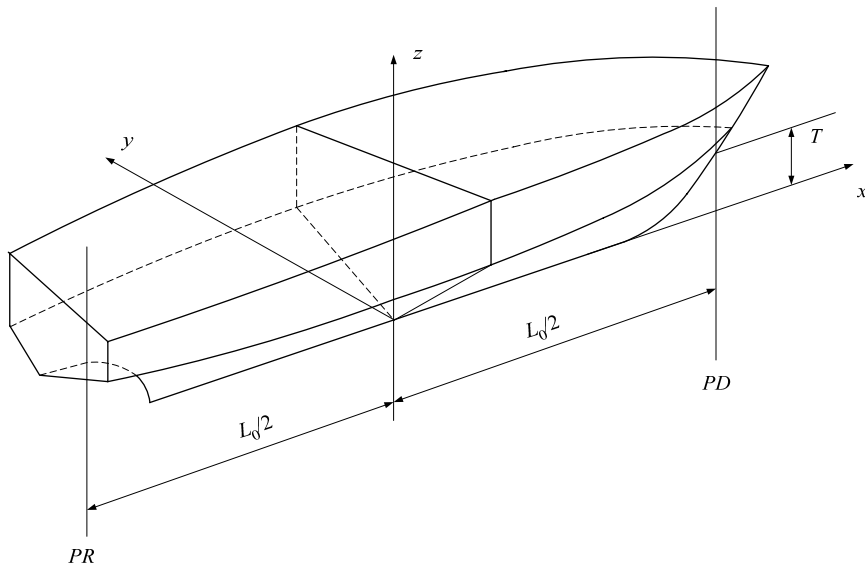
V – objętość konstrukcyjna, [m³] – objętość bryły kadłuba jednostki wyznaczonej przez zewnętrzne krawędzie wręgów przy zanurzeniu T .

X, Y, Z – współrzędne punktu na jednostce, [m] – patrz rys. 1.2.3.1.

v_0 – graniczna wartość prędkości, powyżej której jednostka jest zaliczana do kategorii jednostek szybkich (patrz p. 1.1.1), [m/s].

1.2.3 Układ współrzędnych

1.2.3.1 W niniejszych *Przepisach* przyjęto dla jednostki układ współrzędnych pokazany na rysunku 1.2.3.1, w którym płaszczyznami odniesienia są: płaszczyzna podstawowa, płaszczyzna symetrii oraz owręże.



Rys. 1.2.3.1
Układ współrzędnych

Oś x , o zwrocie dodatnim ku dziobowi, wyznaczona jest przez linię przecięcia płaszczyzny symetrii z płaszczyzną podstawową.

Oś y , o zwrocie dodatnim ku lewej burcie, wyznaczona jest przez linię przecięcia płaszczyzny podstawowej z owrężem.

Oś z , o zwrocie dodatnim ku górze, wyznaczona jest przez linię przecięcia płaszczyzny symetrii z płaszczyzną owręża.

1.2.4 Określenia ogólne i określenia elementów konstrukcji

Obowiązuje treść podrozdziałów 1.2.4 i 1.2.5 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*, w zakresie jaki ma zastosowanie do jednostek szybkich.

Dodatkowo wprowadza się określenia:

Ślizg jednostki – ruch jednostki z odpowiednio dużą prędkością, przy której jej ciężar jest równoważony całkowicie przez ciśnienie dynamiczne obciążające dno.

Stan pośredni pomiędzy ślizgiem a pływaniem wypornościowym – ruch jednostki z prędkością mniejszą niż w stanie ślizgu; ciężar jednostki jest częściowo równoważony przez ciśnienie dynamiczne obciążające dno jednostki.

1.3 Nadzór i klasyfikacja

1.3.1 Obowiązują ogólne zasady dotyczące postępowania klasyfikacyjnego, nadzoru nad budową i przeprowadzania przeglądów określone w *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich* – w zakresie jaki ma zastosowanie do jednostek szybkich.

1.3.2 Armator projektowanej jednostki powinien określić dopuszczalną obliczeniową wartość przyspieszenia pionowego w jej środku ciężkości, o wartości nie mniejszej od wartości określonej w 5.2.1.1.

Powyzsza wartość przyspieszenia jest podstawą dla opracowania zależności pomiędzy dopuszczalną prędkością jednostki pływającej w stanie ślizgu lub w stanie pośrednim pomiędzy pływaniem wypornościowym a ślizgowym, a wartością znaczącej wysokości fali.

Zależność ta stanowi załącznik do Świadectwa klasy oraz jest podawana w *Instrukcji kontroli obciążenia jednostki*.

1.3.3 Ograniczenia bardziej restrykcyjne niż dotyczące rejonów żeglugi I, II lub III są odrębnie rozpatrywane przez PRS i są podawane w *Załączniku do Świadectwa klasy* jednostki.

1.4 Dokumentacja techniczna

1.4.1 Obowiązują wymagania dotyczące dokumentacji technicznej określone w *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*, w zakresie jaki ma zastosowanie do danego typu jednostki szybkiej.

2 MATERIAŁY METALOWE I OCHRONA PRZED KOROZJĄ

2.1 Zasady ogólne

Materiały przeznaczone na konstrukcje objęte wymaganiami niniejszej części *Przepisów* powinny spełniać wymagania *Części IX – Materiały i spawanie, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

2.2 Stal kadłubowa

Wartości współczynnika materiałowego k oraz kategorie stali na poszczególne elementy konstrukcji kadłuba należy przyjmować wg wymagań rozdziału 2 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich* – w zakresie jaki ma zastosowanie do jednostek szybkich.

Tabele 2.2.1.3-1 z przywołanej wyżej *Części II* należy przy tym zmodyfikować i uzupełnić w następujący sposób:

- poszycie burt należy do elementów konstrukcyjnych GŁÓWNYCH;
- usztywnienia i wiązary burt i dna oraz połączone z nimi węzłówki, usztywnienia środników, płyty nakładkowe, itp. należą do elementów konstrukcyjnych GŁÓWNYCH.

2.3 Stopy aluminium

W odniesieniu do stopów aluminium stosowanych na kadłub jednostki, jej nadbudówki lub pokładówki, nadburcia, maszty, itp. należy stosować wymagania podrozdziału 2.3 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy małych statków morskich*.

2.4 Naddatki korozyjne

Wartość naddatków korozyjnych elementów konstrukcji kadłuba należy wyznaczać wg wymagań podrozdziałów 2.5 i 2.6 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy małych statków morskich*.

3 SZCZEGÓŁY KONSTRUKCYJNE

3.1 Zasady ogólne

W odniesieniu do zagadnień takich jak:

- zaokrąglanie wymiarów wiązań,
- rozpiętość wiązarów i usztywnień,
- pas współpracujący usztywnień lub wiązarów,
- efektywne pole poprzecznego przekroju środника usztywnienia lub wiazara,
- obliczanie wskaźnika przekroju poprzecznego usztywnienia lub wiazara,
- szczegóły konstrukcji spawanych,
- zapewnienie ciągłości konstrukcji,
- zastosowanie otworów w elementach konstrukcji,
- konstrukcja wiązarów teowych,
zastosowanie mają wymagania rozdziału 3 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

Należy ponadto spełnić wymagania podane w rozdziale 7.

4 POŁĄCZENIA ELEMENTÓW KONSTRUKCJI

4.1 Zasady ogólne

4.1.1 W niniejszym rozdziale podano wymagania dotyczące typów i wymiarów spoin oraz połączeń spawanych wybranych elementów konstrukcji, połączeń nitowanych i połączeń stalowych elementów konstrukcji z elementami ze stopów aluminium.

4.1.2 Należy stosować wymagania podane w rozdziale 4 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*, w zakresie jaki ma zastosowanie do jednostek szybkich, uzupełnione o wymagania podane w poniższych podrozdziałach 4.2 do 4.6 oraz w rozdziale 7.

4.2 Złącza doczołowe

4.2.1 Wszelkie połączenia doczołowe powinny być wykonywane z pełnym prze-topem.

Pozostałe wymagania są identyczne z wymaganiami podrozdziału 4.2.1 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

4.3 Spoiny pachwinowe

4.3.1 Grubość spoin pachwinowych

4.3.1.1 Grubość spoin pachwinowych należy określać wg wymagań punktu 4.2.3.1 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich* – w zakresie jaki ma zastosowanie do jednostek szybkich.

4.3.2 Zastosowanie spoin dwustronnie ciągłych

4.3.2.1 Zalecane jest, aby we wszelkich połączeniach elementów konstrukcji, gdzie dopuszczalne jest stosowanie spoin pachwinowych, stosować spoiny dwustronnie ciągłe.

4.3.2.2 Zastosowanie spoin dwustronnie ciągłych jest obowiązkowe przy spawaniu systemu usztywnień i wiązarów do dna i burt w rejonach poddanych oddziaływaniu ciśnień uderowych, określonych w 5.3.2 i 5.3.3.

Pozostałe przypadki gdzie wymagane jest zastosowanie spoin obustronnie ciągłych podano w podrozdziale 4.2.3 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

4.3.3 Zastosowanie spoin innych niż dwustronnie ciągłe

4.3.3.1 Spoiny inne niż dwustronnie ciągłe, np. spoiny dwustronne przestawne przerywane, symetryczne przerywane, z podkrojami, spoiny jednostronnie ciągłe lub jednostronnie przerywane, mogą być stosowane w przypadkach innych niż określone w 4.3.2.2.

4.4 Połączenia elementów zładu

4.4.1 Wymagania ogólne

4.4.1.1 Należy spełnić wymagania podrozdziału 4.3 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich* oraz wymagania podane w 7.2.3.

Należy jednak unikać stosowania połączeń zakładkowych. Możliwość zastosowania takich połączeń podlega każdorazowo odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

4.4.2 Połączenia spawane końców wiązarów

4.4.2.1 Połączenia spawane końców wiązarów z podpierającymi je konstrukcjami powinny być wykonane tak, aby pole przekroju poprzecznego spoin było nie mniejsze niż pole przekroju poprzecznego wiązara (bez uwzględniania węzłówek).

Pole przekroju poprzecznego spoin pachwinowych należy obliczać jako iloczyn długości spoiny i jej grubości.

4.4.3 Połączenia usztywnień poszycia z wiązarami

4.4.3.1 Pole przekroju poprzecznego spoin (patrz p. 4.4.2.1) łączących usztywnienia poszyc z wiązarami powinno być nie mniejsze niż pole obliczone wg wzoru 6.3.1.1-2.

Aby spełnić ten warunek celowe może być wzmocnienie połączeń za pomocą nakładek (patrz punkt 4.3.7 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*).

4.5 Połączenia nitowane lub śrubowe

4.5.1 Szczegóły połączeń nitowanych powinny być przedstawione w dokumentacji technicznej przedkładanej PRS do zatwierdzenia.

4.5.2 PRS może wymagać, aby wytrzymałość proponowanych połączeń nitowanych została zweryfikowana poprzez badania laboratoryjne – w zakresie każdorazowo uwzględnionym z PRS.

4.5.3 Połączenia nitowane lub śrubowe elementów konstrukcji z różnych materiałów powinny być wykonane w taki sposób, aby wyeliminowana była możliwość wystąpienia korozji elektrochemicznej.

Połączenia takie podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

4.6 Połączenia spajane stal/stopy aluminium

4.6.1 Połączenia realizowane za pomocą specjalnych łączników (np. wykonanych metodą wybuchową) powinny spełniać wymagania punktu 4.4.1 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy małych statków morskich*.

5 OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE

5.1 Zasady ogólne

5.1.1 Obciążenia obliczeniowe określone w niniejszym rozdziale dotyczą pływania jednostki w stanie ślizgowym lub w pośrednim stanie pływania, pomiędzy wypornościowym a ślizgowym.

Obciążenia te są stosowane do wyznaczenia niezbędnych wymiarów elementów konstrukcji kadłuba, wg wymagań rozdziału 6.

5.1.2 Kadłub jednostki powinien także spełniać kryteria wytrzymałości w warunkach pływania w stanie wypornościowym.

Należy spełnić w tym celu wymagania *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich* (lub *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy małych statków morskich*) w zakresie uzgodnionym z PRS, w zależności od specyficznych parametrów projektowanej jednostki.

Obciążenia obliczeniowe należy przy tym wyznaczać dla prędkości jednostki $v = 0,5v_0$. v_0 określono w 1.1.1.

5.2 Przyspieszenia pionowe i warunki falowania morza

5.2.1 Projektowa wartość przyspieszenia pionowego

5.2.1.1 Projektową wartość przyspieszenia pionowego a_{cv} środka ciężkości jednostki, która nie powinna być przekraczana przy pływaniu w stanie ślizgowym i/lub w stanie pośrednim (pomiędzy wypornościowym a ślizgowym) określa armator.

Wartość ta powinna być nie mniejsza niż $0,5g$ w przypadku jednostek uprawiających żeglugę w rejonie III oraz nie mniejsza niż g – w przypadku jednostek innych niż pasażerskie, do żeglugi w rejonie II, I i bez ograniczeń.

Zastosowanie $a_{cv} > g$ na jednostkach pasażerskich będzie rozpatrywane przez PRS odrębnie, z uwzględnieniem możliwości zapewnienia pasażerom odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa.

5.2.1.2 Podana w 5.2.1.3 zależność pomiędzy projektową wartością przyspieszenia pionowego a_{cv} środka ciężkości jednostki, znaczącą wartością wysokości fali $H_{1/3}$ oraz dopuszczalną prędkością v jednostki jest podstawą do wyznaczenia ograniczeń dotyczących pływania jednostki w stanie ślizgowym lub pośrednim (pomiędzy ślizgowym a wypornościowym), w warunkach falowania morza.

Ograniczenia te są zapisywane w załączniku do *Świadectwa klasy* oraz w *Instrukcji kontroli obciążenia jednostki*.

Zalecane jest jednak, aby powyższe ograniczenia ustalać na podstawie bezpośrednich pomiarów na jednostce (przed jej wdrożeniem do eksploatacji), badań modelowych lub bezpośrednich obliczeń numerycznych ruchów jednostki w warunkach falowania morza, akceptowanych przez PRS.

5.2.1.3 Wartości znaczącej wysokości fali oraz dopuszczalnej prędkości jednostki w warunkach falowania morza zależą od dopuszczalnego pionowego przyspieszenia środka masy, zgodnie z poniższym równaniem:

$$a_{cv} = 0,0015g \left(\frac{H_{1/3}}{B_w} + 0,084 \right) \tau (5 - 0,1\beta) \left(\frac{v}{\sqrt{L_w}} \right)^2 \frac{L_w}{B_w C_\Delta}, \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] \quad (5.2.1.3)$$

gdzie:

g – przyspieszenie ziemskie ($9,81 \text{ m/s}^2$);

B_w – szerokość jednostki na wodnicy (w stanie wypornościowym), w płaszczyźnie pionowej przechodzącej przez środek masy jednostki, [m];

$H_{1/3}$ – znacząca wysokość fali, [m];

τ – kąt przegłębienia jednostki przy pływaniu w stanie ślizgowym lub w stanie pośrednim (między ślizgowym a wypornościowym), [stopnie]; przyjęta do obliczeń wartość powinna być nie mniejsza niż 4° ; przewidywana wartość τ

powinna być udokumentowana przez armatora wynikami zaawansowanych analiz numerycznych, badań modelowych lub informacjami z obserwacji eksploatowanych jednostek podobnych;

β – kąt pochylenia dna (patrz rys. 1.1.1), w płaszczyźnie pionowej przechodzącej przez środek masy jednostki, [stopnie];

v – dopuszczalna prędkość jednostki w warunkach falowania morza o znaczącej wysokości fali $H_{1/3}$, [węzły];

L_w – długość jednostki mierzona na wodnicy odpowiadającej zanurzeniu T , [m];

$$C_{\Delta} = \frac{D}{\rho B_{ch}^3}, [-];$$

D – wyporność jednostki, [t];

$\rho = 1,025 \text{ t/m}^3$ – gęstość wody;

B_{ch} – maksymalna szerokość jednostki mierzona pomiędzy punktami załamania poszycia (patrz rys. 1.1.1), [m]; w przypadku jednostki o zakrzywionym poszyciu dna, B_{ch} oznacza maksymalną szerokość pomiędzy punktami, gdzie styczna do poszycia tworzy kąt 50° z płaszczyzną podstawową (rys. 1.1.1-b).

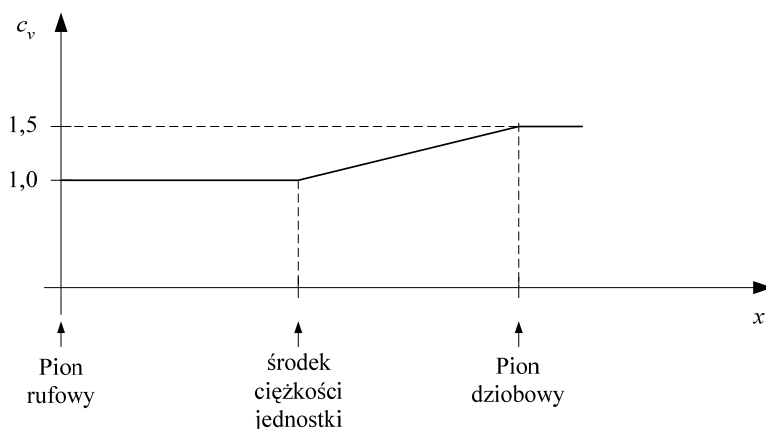
5.2.1.4 Projektową wartość a_v przyspieszenia pionowego w dowolnym miejscu wzdłuż jednostki należy obliczać wg wzoru:

$$a_v = c_v \cdot a_{cv}, [\text{m/s}^2] \quad (5.2.1.4)$$

gdzie:

a_{cv} – projektowa wartość pionowego przyspieszenia środka ciężkości jednostki (patrz p. 5.2.1.1), [m/s^2];

c_v – współczynnik liczbowy o wartościach zależnych od współrzędnej x , określany w sposób pokazany na wykresie (rys. 5.2.1.4).



Rys. 5.2.1.4 Wartość c_v

5.3 Ciśnienia zewnętrzne obciążające kadłub i nadbudowy

5.3.1 Zasady ogólne

W podrozdziale 5.3 podano wzory do wyznaczania obliczeniowych wartości ciśnień obciążających kadłub i nadbudowy jednostki, w warunkach pływania w stanie ślizgowym lub w pośrednim stanie pływania, pomiędzy ślizgowym a wypornościowym.

5.3.2 Ciśnienie obciążające dno jednostki

5.3.2.1 Termin dno jednostki oznacza w niniejszym podrozdziale rejon kadłuba pomiędzy punktami załamania poszycia lub punktami, gdzie styczna do poszycia, w płaszczyźnie wrękowej, tworzy kąt 50° z płaszczyzną podstawową (punkt *ZP* na rys. 1.1.1).

5.3.2.2 Ciśnienie $p = p_d$ obciążające dno, stosowane w podrozdziałach 6.2 i 6.3 do wyznaczania wymaganej grubości poszycia oraz wskaźnika przekroju i pola przekroju poprzecznego usztywnień poszycia, należy obliczać wg wzoru:

$$p = p_d = K_L K_D \frac{D a_{cv}}{0,14 A_R}, [\text{kPa}] \quad (5.3.2.2)$$

gdzie:

K_L – współczynnik o wartościach zależnych od współrzędnej x , określany w sposób pokazany na wykresie (rys. 5.3.2.2);

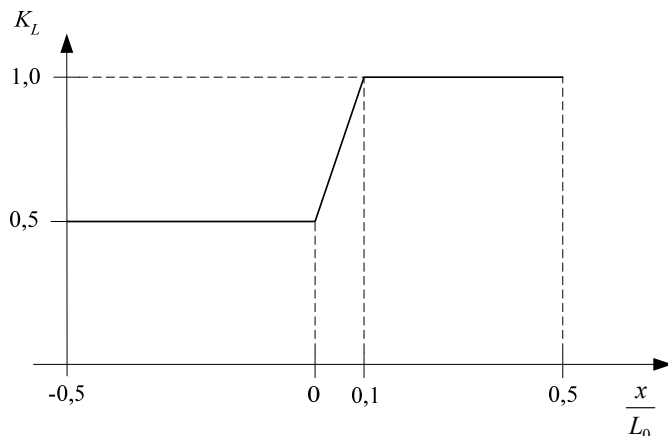
$K_D = 0,7$;

D – wyporność jednostki, [t];

a_{cv} – projektowa wartość pionowego przyspieszenia środka masy jednostki (patrz p. 5.2.1.1), [m/s^2];

$A_R = 0,3 L_w B_w$, [m^2];

$L_w B_w$ – określono w p. 5.2.1.3.



Rys. 5.3.2.2 Wartość współczynnika K_L

5.3.2.3 Wartość ciśnienia stosowaną do oceny wytrzymałości wiązarów dna jednostki wg wymagań podrozdziału 6.4 należy obliczyć wg wzoru 5.3.2.2, przyjmując wartość współczynnika K_D wyznaczoną wg poniższego wzoru:

$$K_D = 0,14 \left(\frac{A_D}{A_R} \right)^{-0,285} \quad (5.3.2.3)$$

gdzie:

A_R – zdefiniowano w 5.3.2.2;

$A_D = lb$, [m²];

b – szerokość pasa poszycia podpartego przez wiązar, [m²];

l – rozpiętość wiązara (odległość między sąsiednimi wiązarami poprzecznymi do rozpatrywanego wiązara, odległość między wiązarem poprzecznym do rozpatrywanego wiązara a burtą lub grodzią wzdłużną, itp.).

5.3.3 Ciśnienie obciążające burty jednostki

5.3.3.1 Termin burta jednostki oznacza w niniejszym podrozdziale rejon kadłuba pomiędzy dnem jednostki zdefiniowanym w 5.3.2.1 a pokładem górnym.

5.3.3.2 Ciśnienie $p = p_b$ obciążające burty jednostki należy obliczać wg wzoru:

$$p = p_b = p_d \frac{\operatorname{tg}(40^\circ - \beta_d)}{\operatorname{tg}(\beta_b - 40^\circ)}, [\text{kPa}] \quad (5.3.3.2)$$

gdzie:

p_d – ciśnienie obciążające dno, wg 5.3.2.2, [kPa];

β_d – średnia wartość kąta pochylenia dna w obszarze od PS do punktu ZP (rys. 1.1.1)

β_b – średnia wartość kąta pochylenia burty w obszarze pomiędzy punktem ZP a pokładem górnym (rys. 1.1.1).

Przyjęta do obliczeń wartość kąta β_d powinna być nie większa niż 30 stopni a wartość kąta β_b – nie mniejsza niż 50°.

Ciśnienie p_b obciąża burtę w rejonie od punktu ZP (rys. 1.1.1) do poziomu odalonego (w pionie) od punktu ZP o odległość równą połowie odległości punktu ZP od PS , ale nie wyżej niż do poziomu pokładu górnego.

5.3.4 Obliczeniowe obciążenie nieosłoniętych pokładów, ścian nadbudówek i pokładówek

5.3.4.1 Obliczeniowe wartości ciśnień zewnętrznych działających na nieosłonięte pokłady oraz nieosłonięte ściany nadbudówek i pokładówek należy wyznaczać wg *Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich* lub *Przepisów klasyfikacji i budowy małych statków morskich, Część II – Kadłub*.

5.3.5 Ciśnienie obciążające pokład otwarty

5.3.5.1 W przypadku jednostek o długości 24 m lub większej ciśnienie obciążające pokład otwarty należy wyznaczać wg punktu 16.2.2.4 z Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich, przyjmując tam a_v wyznaczone wg wymagań podanych w 5.2.

5.3.5.2 W przypadku jednostek o długości mniejszej niż 24 m ciśnienie p_0 obciążające pokład otwarty należy obliczać wg wzoru:

$$p_0 = C_0 p, \text{ [kPa]} \quad (5.3.5.2)$$

gdzie:

p – ciśnienie wyznaczone wg p. 14.2.2.3 z Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy małych statków morskich;

$$C_0 = 1 + \frac{0,5a_v}{g};$$

a_v – przyspieszenie pionowe wyznaczone wg wymagań podanych w 5.2.

5.3.6 Ciśnienie zewnętrzne działające na nadbudowy

5.3.6.1 Ciśnienie p_0 działające na zewnętrzne ściany nadbudów należy obliczać wg wzoru:

$$p_0 = C_0 p, \text{ [kPa]} \quad (5.3.6.1)$$

gdzie:

p – ciśnienie wyznaczone wg podrozdziału 10.4 z Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich albo podrozdziału 14.2.4 z Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy małych statków morskich – w zależności od długości jednostki;

C_0 – współczynnik określony w 5.3.5.2, stosowany w odniesieniu do zewnętrznych ścian pierwszej kondygnacji;

$C_0 = 1,0$ – dla pozostałych rejonów ścian.

5.4 Obciążenia obliczeniowe od ładunku, zapasów i wyposażenia jednostki

5.4.1 Ciśnienie cieczy w zbiornikach

5.4.1.1 Ciśnienie cieczy w zbiornikach należy wyznaczać wg wymagań podrozdziału 16.3 z Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy małych statków morskich, stosując we wzorach wartość przyspieszenia a_v wyznaczoną wg 5.2.1.4.

5.4.2 Obciążenie pokładów

5.4.2.1 Oddziaływanie ładunków na pokłady należy wyznaczać wg wymagań podrozdziału 16.4 z Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich lub podrozdziałów 14.2.3 i 14.4 z Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy małych statków morskich, stosując we wzorach wartość przyspieszenia a_v wyznaczoną wg 5.2.1.4.

5.4.2.2 W przypadku osłoniętych pokładów nieładunkowych na małych statkach obliczeniowa wartość ciśnienia to ciśnienie określone wg podrozdziału 14.2.3 z Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy małych statków morskich, pomnożone przez współczynnik $1 + \frac{0,5a_v}{g}$. Wartość a_v należy wyznaczyć wg 5.2.1.4.

5.4.2.3 Obciążenie obliczeniowe od kół pojazdów należy wyznaczać wg podrozdziału 19.6 z Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich, stosując w odpowiednich wzorach wartość a_v wyznaczoną wg 5.2.1.4.

5.5 Obciążenie konstrukcji w warunkach kolizji

5.5.1 Obciążenia przy kolizji (zderzeniu z innym obiektem pływającym lub dowolną przeszkodą) wynikają z sił bezwładności elementów wyposażenia jednostki mocowanych do pokładów, grodzi, przegród, itp., których wielkość wiąże się z przyspieszeniami w warunkach kolizji.

5.5.2 Wartości przyspieszeń w warunkach kolizji jednostki, przyjmowane do oceny wytrzymałości kadłuba i zamocowań do kadłuba elementów wyposażenia, nie powinny być mniejsze od podanych w tabeli 5.5.2.

Tabela 5.5.2
Obliczeniowe wartości przyspieszeń w warunkach kolizji

Kierunek	Wartość, [m/s ²]
Wzdłużny, w kierunku dziobu	$g_c \cdot g$
Wzdłużny, w kierunku rufy	$\text{Min}(2g; g_c \cdot g)$
Poprzeczny	$\text{Min}(2g; g_c \cdot g)$
Pionowy	$\text{Min}(2g; g_c \cdot g)$

gdzie:

- g_c – bezwymiarowy współczynnik o wartości wyznaczonej wg wymagań p. 5.5.3; jeżeli stosowane są obliczenia g_c wg p. 5.5.4, to można przyjąć g_c o wartości mniejszej spośród określonych wg p. 5.5.3 i 5.5.4;
- g – przyspieszenie ziemskie (patrz p. 1.2.2).

5.5.3 Współczynnik g_c należy wyznaczyć ze wzoru:

$$g_c = 1,2 \frac{P}{g\Delta} \leq 12 \quad (5.5.3-1)$$

gdzie:

- Δ – maksymalna wartość wyporności jednostki w warunkach eksploatacyjnych, [t];
- g – przyspieszenie ziemskie (patrz p. 1.2.2);

$$P = \text{Min}(P_1, P_2) \quad (5.5.3-2)$$

$$P_1 = 460(MC_L)^{2/3}(EC_H)^{1/3} \quad (5.5.3-3)$$

$$P_2 = 9000MC_L(C_H H)^{1/2} \quad (5.5.3-4)$$

M – współczynnik uwzględniający rodzaj materiału, z którego wykonany jest kadłub:

$M = 0,95$ – dla stali o normalnej wytrzymałości;

$M = 1,30$ – dla stali o podwyższonej wytrzymałości;

$M = 1,00$ – dla stopów aluminiowych,

$M = 0,80$ – dla tworzyw sztucznych wzmocnionych włóknami;

$$C_L = \frac{165 + L}{245} \left(\frac{L}{80} \right)^{0,4} \quad (5.5.3-5)$$

L – długość jednostki, [m]

$$C_H = \frac{80 - L}{45} \quad (5.5.3-6)$$

(przyjęta wartość C_H powinna spełniać warunek $0,3 \leq C_H \leq 0,75$)

E – energia kinetyczna jednostki:

$$E = 0,5\Delta V_Z^2 \quad (5.5.3-7)$$

$$V_Z = \frac{2}{3}v_{\max} \quad (5.5.3-8)$$

v_{\max} – 90% prędkości maksymalnej jednostki, [m/s];

H – wysokość jednostki, [m] (patrz p. 1.2.2).

5.5.4 Wartość współczynnika g_c może być wyznaczona na podstawie analizy obliczeniowej zjawiska zderzenia jednostki z nieodkształcalną pionową ścianą wystającą z wody do poziomu 2,0 m ponad powierzchnię wody.

W obliczeniach stosowany jest nieliniowy model MES kadłuba. Wartości parametrów Δ i V_z są takie same jak w p. 5.5.3.

Obliczenia takie będą rozpatrywane przez PRS odrębnie.

6 WYTRZYMAŁOŚĆ I STATECZNOŚĆ KONSTRUKCJI KADŁUBA

6.1 Minimalne grubości elementów konstrukcji

6.1.1 Obowiązują wymagania podrozdziału 13.2 z Części II – *Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich* lub podrozdziału 12.3 z Części II – *Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy małych statków morskich* – w zakresie jaki ma zastosowanie do kadłubów jednostek szybkich.

6.2 Wytrzymałość poszycia

6.2.1 Wymagana grubość poszycia

6.2.1.1 Grubość poszycia dna, burt, pokładu otwartego, pierwszej kondygnacji czołowej ściany nadbudówki/pokładówki, pokładów i ścian zbiorników powinna być nie mniejsza niż:

$$t = 1,6k_r s \sqrt{\frac{p}{k}} + t_k, [\text{mm}] \quad (6.2.1.1)$$

gdzie:

s – odstęp usztywnień mierzony wzdłuż poszycia, [m];

$$k_r = 1 - 0,5 \frac{s}{r}$$

r – promień krzywizny płyt poszycia, [m];

p – ciśnienie obliczeniowe, [kPa], obliczone wg 5.3 lub 5.4;

t_k – nadatek korozyjny (patrz p. 2.4).

6.2.1.2 Grubość poszycia pokładu podlegającego obciążeniu od kół pojazdów należy wyznaczać wg wymagań rozdziału 19 z Części II – *Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*, przyjmując obciążenie obliczeniowe wg wymagań podanych w 5.4.2.3

6.3 Wytrzymałość usztywnień poszycia

6.3.1 Wymagany wskaźnik przekroju i efektywne pole przekroju poprzecznego

6.3.1.1 Wymagany wskaźnik przekroju netto, W , i efektywne pole przekroju poprzecznego netto, A_s , usztywnień poszycia dna, burt, pokładu otwartego, pierwszej kondygnacji czołowej ściany nadbudówki/pokładówki, pokładów i ścian zbiorników należy obliczać wg wzorów:

$$W = \frac{1000 p s l^2}{m \sigma}, [\text{cm}^2] \quad (6.3.1.1-1)$$

$$A_s = \frac{5(l-s)sp}{\tau}, [\text{cm}^2] \quad (6.3.1.1-2)$$

gdzie:

s – odstęp usztywnień, [m];

l – rozpiętość usztywnienia, [m];

p – ciśnienie obliczeniowe, [kPa], obliczane wg 5.3 lub 5.4;

$m = 12$ – dla usztywnień wzdłużnych;

$m = 10$ – dla usztywnień poprzecznych;

$\sigma = 180 \cdot k$, [MPa];

$\tau = 70 \cdot k$, [MPa];

k – współczynnik materiałowy (patrz rozdz. 2).

6.3.1.2 Wymagana wartość wskaźnika przekroju netto poprzecznych i wzdłużnych pokładników pokładów podlegających obciążeniom od kół pojazdów należy obliczać wg wymagań rozdziału 19 z Części II – *Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*, przyjmując obciążenie obliczeniowe wg wymagań podanych w 5.4.2.3.

6.3.1.3 Wymagane wymiary węzłówek na końcach pręseł usztywnień należy ustalić wg wymagań podrozdziału 13.8 z Części II – *Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

6.4 Wytrzymałość wiązarów

6.4.1 Zakres i metoda obliczeń

6.4.1.1 Wytrzymałość systemu wiązarów dna i burt należy sprawdzić z zastosowaniem obliczeń MES.

Zalecane jest, aby model MES obejmował całe dno i burty oraz połączone z nimi grodzie/przegrody poprzeczne i wzdłużne.

Zastosowanie modeli MES obejmujących mniejsze fragmenty usztywnień kadłuba podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

6.4.1.2 Model MES powinien spełniać ogólne wymagania określone w rozdziale 14 z Części II – *Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

Zalecane jest zastosowanie modelu, w którym poszycie i środniki wiązarów są dzielone na powłokowe elementy skończone.

Zastosowanie modelu w formie ramy przestrzennej podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

6.4.2 Warianty obliczeń i ciśnienia obliczeniowe

6.4.2.1 W obliczeniach należy zastosować 2 warianty obciążeń określonych w 6.4.2.2 i 6.4.2.3.

6.4.2.2 W pierwszym wariantcie obliczeń ciśnienie o wartości:

$$p_R = \frac{D a_{cv}}{A_R}, \text{ [kPa]} \quad (6.4.2.2)$$

gdzie:

D , a_{cv} , A_R – jak określono w 5.3.2.2,

należy przyłożyć do fragmentu dna jednostki (patrz 5.3.2.1) o długości $0,3 L_w$.

Obszar burt w rejonie powyższego segmentu kadłuba o długości $0,3 L_w$ należy obciążyć ciśnieniem p_0 określonym wg wzoru 5.3.3.2, gdzie w miejsce p_d należy podstawić p_R .

Rozkład ciśnienia p_b wzdłuż wręgów jest taki jak określono w 5.3.3.2.

Pozostałe fragmenty konstrukcji dna i burt nie są obciążone.

Należy rozpatrzyć kilka położeń obciążonego segmentu kadłuba wzdłuż jednostki – tak aby w analizie MES uwzględnić obciążenie wszystkich wiązarów dna.

6.4.2.3 W drugim wariantcie obliczeń należy sprawdzić wytrzymałość reprezentatywnych pojedynczych przęseł wiązarów dna i burt, stosując model MES określony w 6.4.1.

Obciążeniu podlega poszycie dna lub burty w obszarze w wymiarach $l \times b$ (patrz 5.3.2.3) ciśnieniem p_d (w przypadku dna) obliczonym wg wzoru 5.3.2.2, gdzie K_D należy wyznaczyć ze wzoru 5.3.2.3 lub ciśnieniem p_b (w przypadku burty) obliczonym wg wzoru 5.3.3.2.

Pozostały rejon poszycia nie podlega obciążeniu.

6.4.2.4 W obliczeniach wg wymagań podanych w 6.4.2.1, jeżeli jakikolwiek fragment obciążonego segmentu kadłuba jest umiejscowiony w rejonie kadłuba o współrzędnych $-0,15 L_0 \leq x \leq 0,15 L_0$, należy dokonać sumowania naprężeń normalnych we wzdłużnych wiązarach kadłuba, obliczonych MES, z naprężeniami od zginania ogólnego, wyznaczonymi wg wymagań podanych w 6.5.4.1 dla momentu zginającego określonego wg 6.5.2.2.

Niniejsze wymagania nie dotyczą jednostek określonych w 6.5.1.1.

6.4.3 Warunki brzegowe

6.4.3.1 Dopuszczalne jest utwierdzenie węzłów modelu MES leżących na poziomie pokładu górnego.

6.4.4 Naprężenia dopuszczalne

6.4.4.1 W wariantach obliczeń określonych w 6.4.2.2 i 6.4.2.3 obowiązują dopuszczalne wartości naprężeń podane w punkcie 14.5.3.1 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

6.4.4.2 Dopuszczalna wartość naprężeń normalnych w wiązarach wzdłużnych, wyznaczona wg wymagań podanych w 6.4.2.4, wynosi $190k$, [MPa].

6.5 Wytrzymałość wzdłużna

6.5.1 Postanowienia ogólne

6.5.1.1 PRS może nie wymagać analizy wytrzymałości wzdłużnej kadłuba jednostki spełniającej poniższe warunki:

- .1 Długość L jednostki jest mniejsza niż 50 m;
- .2 $L/H < 12$.

6.5.1.2 W przypadku jednostek, które nie spełniają warunków określonych w 6.5.1.1 należy spełnić wymagania rozdziału 15 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich* albo rozdziału 13 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy małych statków morskich*, dla prędkości jednostki równej $\frac{1}{2} v_0$ (v_0 określono w p. 1.1.1) oraz wymagania określone w 6.5.2, 6.5.3 i 6.5.4.

6.5.2 Momenty zginające w warunkach obciążeń udarowych

6.5.2.1 Należy uwzględnić moment zginający w kadłubie w warunkach uderzenia o powierzchnię wody środkową częścią kadłuba, powodujący wygięcie kadłuba (wg 6.5.2.2) oraz w warunkach uderzenia o powierzchnię wody jednocześnie częścią rufową i częścią dziobową dna, powodującego ugięcie kadłuba (wg 6.5.2.3).

6.5.2.2 Wartość $M = M_{ww}$ momentu zginającego kadłub w warunkach uderzenia o powierzchnię wody w środkowej części kadłuba (rys. 6.5.2.2) należy obliczać wg wzoru:

$$M_{ww} = 0,5D(g + a_{cv})(0,5e - 0,25l_R), \text{ [kNm]} \quad (6.5.2.2)$$

gdzie:

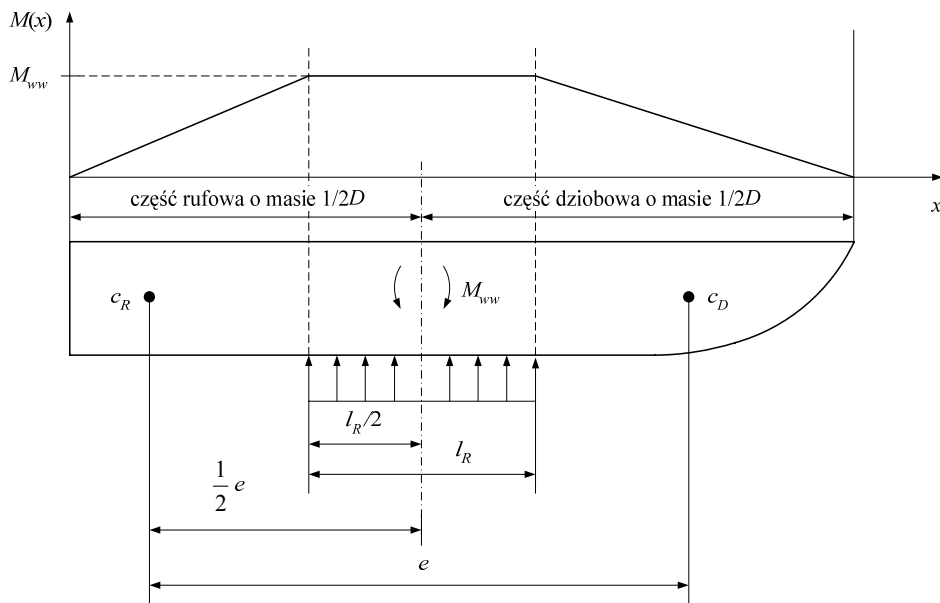
D, g – jak zdefiniowano w 1.2;

a_{cv} – jak określono w 5.2.1.1;

e – odległość pomiędzy środkami masy dziobowej części kadłuba o masie $\frac{1}{2}D$ i rufowej części kadłuba o masie $\frac{1}{2}D$, [m]; w przypadku braku precyzyjnych danych przyjmować $e = 0,5L_w$;

l_R – długość fragmentu dna obciążona ciśnieniem udarowym; przyjmować $l_R = 0,3L_w$.

Zależność M_{ww} od współrzędnej x pokazano na rys. 6.5.2.2.



Rys. 6.5.2.2

Zginanie ogólne powodujące wygięcie kadłuba

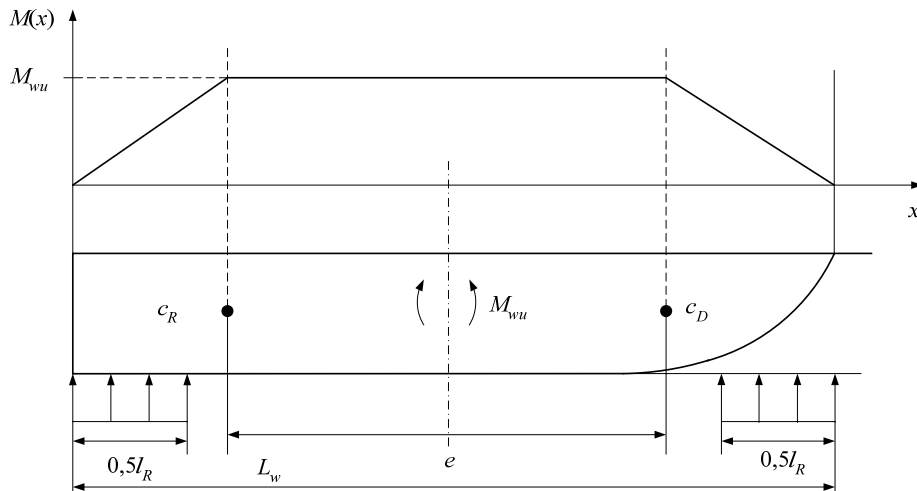
6.5.2.3 Wartość $M = M_{wu}$ momentu zginającego kadłuba w warunkach uderzenia o powierzchnię wody skrajnymi częściami kadłuba (rys. 6.5.2.3) należy obliczać wg wzoru:

$$M_{wu} = 0,5D(g + a_{cv})(0,425L_w - 0,5e), \text{ [kNm]} \quad (6.5.2.3)$$

gdzie:

D, g, a_{cv}, L_w, e – patrz p. 6.5.2.2.

Zależność M_{wu} od współrzędnej x pokazano na rys. 6.5.2.3. l_R określono w 6.5.2.2.



Rys. 6.5.2.3
Zginanie ogólne powodujące ugięcie kadłuba

6.5.3 Siły poprzeczne w warunkach obciążeń uderowych

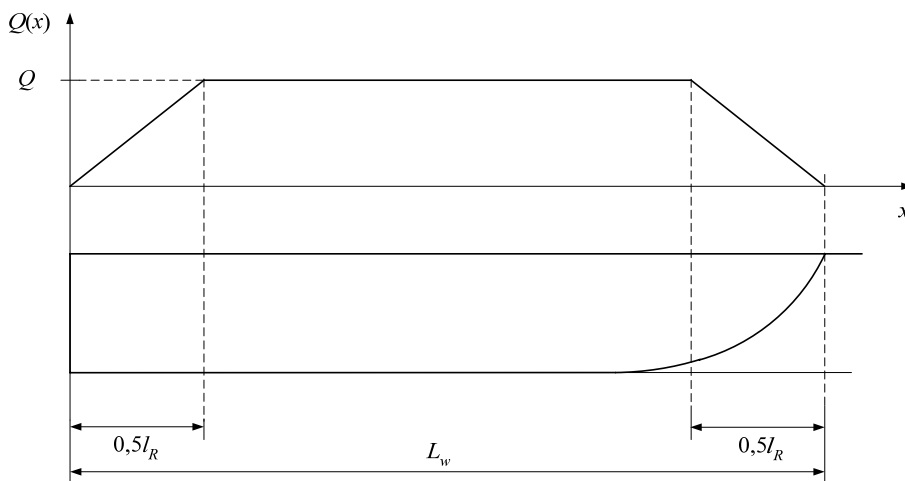
6.5.3.1 Wartość siły poprzecznej Q w warunkach uderzenia o powierzchnię wody należy obliczać wg wzoru:

$$Q = 4 \frac{M}{L_w}, \text{ [kN]} \quad (6.5.3.1)$$

gdzie:

M – obliczeniowa wartość momentu zginającego M_{ww} lub M_{wu} wyznaczona wg 6.5.2.2 lub 6.5.2.3.

Zależność $Q(x)$ pokazano na rys. 6.5.3.1. l_R określono w 6.5.2.2.



Rys. 6.5.3.1

6.5.4 Naprężenia dopuszczalne

6.5.4.1 Naprężenia normalne i styczne w kadłubie, w warunkach obciążeń udarowych, należy wyznaczać wg zasad określonych w rozdziale 15 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*, stosując wartości momentu zginającego i siły poprzecznej określone w 6.5.2 i 6.5.3.

Dopuszczalne wartości tych naprężeń są takie jak w przywołanym wyżej rozdziale 15 z *Części II – Kadłub*.

6.6 Stateczność konstrukcji

6.6.1 Stateczność elementów konstrukcji kadłuba powinna być sprawdzona z zastosowaniem metod i kryteriów określonych w rozdziale 13 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

6.7 Wytrzymałość konstrukcji w warunkach zderzenia

6.7.1 Należy wykazać za pomocą obliczeń, że siły bezwładności w warunkach zderzenia jednostki, wynikające z przyspieszeń określonych w p. 5.5, nie spowodują wyczerpania nośności granicznej elementów konstrukcji kadłuba i nadbudówek/pokładówek, do których mocowane są elementy wyposażenia kadłuba.

Obliczenia takie będą rozpatrywane przez PRS odrębnie.

6.7.2 PRS może także wymagać, aby obliczenia analogiczne do określonych w p. 6.7.1 wykonać dla ścian ograniczających zbiorniki (zapasów, balastu) lub ładownie jednostki.

7 KONSTRUKCJA KADŁUBA

7.1 Wymagania ogólne

7.1.1 Zastosowanie

7.1.1.1 W niniejszym rozdziale podane są ogólne wymagania dotyczące konstrukcji kadłuba, nadbudówek lub pokładówek, nadburcia, itp.

Wymagane wymiary elementów konstrukcji (grubość poszycia, wskaźnik przekroju usztywnień poszycia, wymiary węzłówek, itp.) należy wyznaczać wg wymagań rozdziału 6.

7.2 Ciągłość wiązań

7.2.1 Wiązary i ich zakończenia

7.2.1.1 Wiązary powinny być rozmieszczone i skonstruowane tak, aby nie występowały gwałtowne zmiany ich wysokości lub wielkości pola przekroju poprzecznego.

W sytuacji, gdy odcinki wiązarów są doprowadzone z obu stron do grodzi lub innego elementu konstrukcji kadłuba, należy zapewnić ich osiowość.

Zalecane jest, aby wiązary w zbiornikach tworzyły ramy w płaszczyznach poprzecznych (wręgowych) lub wzdłużnych.

7.2.1.2 Należy zapewnić stateczność wiązarów poprzez odpowiednie usztywnienie środków i zastosowanie węzłówek przeciwskrętnych. Szczegółowe wymagania dotyczące powyższych zagadnień podano w podrozdziale 3.6 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

Otwory w środkach powinny mieć odpowiednio zaokrąglone naroża, powinny być rozmieszczone poza rejonami ekstremalnych naprężeń, a ich obecność nie może istotnie zmniejszać odporności wiązara na wyboczenie.

7.2.1.3 Wiązar, który kończy się na elemencie konstrukcji (np. grodzi) niezapewniającej znacznego skrępowania na obrót powinien być przedłużony poza taki element konstrukcji przynajmniej na długość dwóch odstępów wręgowych – np. w formie węzłówki o stopniowo zmniejszanej wysokości.

7.2.1.4 Połączenia odcinków wiązarów tworzących ramy płaskie powinny być wykonane tak, aby nie występowała w ich rejonach nadmierna koncentracja naprężeń.

Zalecane jest zastosowanie węzłówek integralnych lub węzłówek o płynnych zakończeniach.

Długości ramion węzłówek powinny być nie mniejsze niż mniejsza z wysokości łączonych odcinków wiązarów.

7.2.2 Ogólne wymagania dotyczące ciągłości wiązań

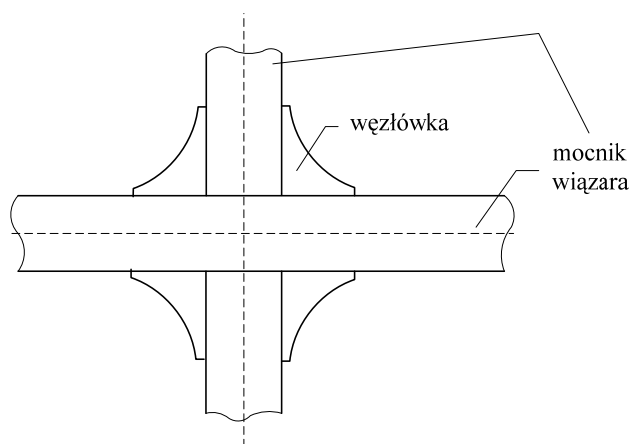
7.2.2.1 Należy unikać gwałtownych zmian kształtu przekrojów poprzecznych wiązań, gwałtownych zmian wielkości ich przekrojów, ostrych zakończeń i innego typu korbów.

7.2.2.2 Podpory pokładowe powinny w zasadzie być ustawione osiowo, a grodzie podporowe – w tych samych płaszczyznach pionowych.

Jeżeli spełnienie powyższych warunków nie jest możliwe, to należy zastosować rozwiązania konstrukcyjne zapewniające bezpieczne przenoszenie obciążeń pionowych na elementy konstrukcji niższych kondygnacji.

Elementy konstrukcji w bezpośrednim sąsiedztwie podpór lub wiązarów podporowych powinny zapewniać odpowiednią dystrybucję obciążenia w formie sił osiowych w podporach.

7.2.2.3 W miejscach skrzyżowań mocników wiązarów o jednakowych wysokościach należy zastosować płyty diamentowe lub węzłówki (rys. 7.2.2.3).



Rys. 7.2.2.3
Węzłówki przy mocnikach wiązarów

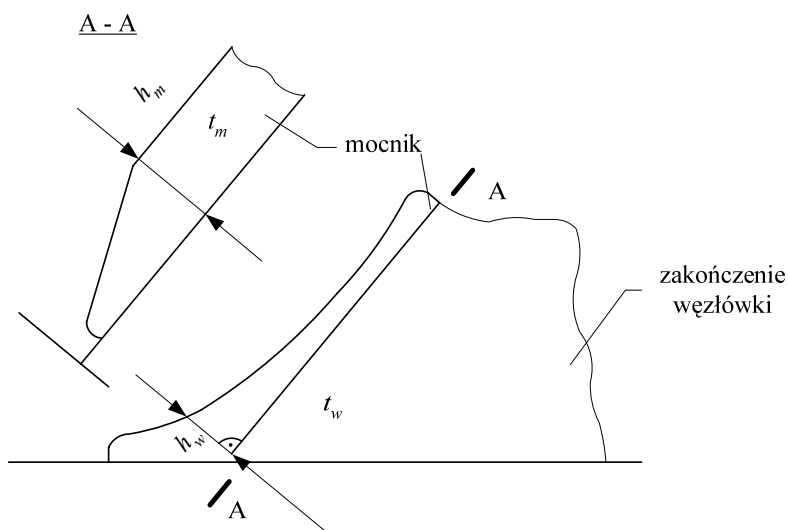
7.2.2.4 Na końcach wiązarów należy stosować węzłówki o płynnych zakończeniach.

Zakończenia węzłówek powinny być skutecznie podparte, tzn. nie powinny one łączyć się z nieusztynionymi płytami poszycy.

Końce mocników węzłówek powinny być ukosowane.

W przypadku gdy mocnik węzłówki jest spawany do jej powierzchni bocznej, to zakończenie węzłówki powinno być tak ukształtowane, aby spełnić warunek (rys. 7.2.2.4):

$$h_w t_w \geq 0,6 h_m t_m \quad (7.2.2.4)$$



Rys. 7.2.2.4
Zakończenie węzłówki

7.2.3 Połączenia usztywnień poszycia z wiązarami

7.2.3.1 Obowiązują wymagania podane w punkcie 4.3.7 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

Podane niżej wymagania mają zastosowanie do mocno obciążonych połączeń usztywnień dna i burt z wiązarami, podlegających ciśnieniom udarowym określonym w 5.3.2 i 5.3.3.

7.2.3.2 Usztywnienia poszycia dna, burt, pokładów i grodzi w zasadzie powinny przechodzić w sposób ciągły przez podpierające je wiązary, grodzie lub przegrody.

Wycięcia w środnikach wiązarów (lub w poszyciu przegród i grodzi) dla wyżej wymienionych usztywnień powinny być ukształtowane tak, aby w maksymalnym stopniu zminimalizować koncentrację naprężeń na całym ich obwodzie oraz w poszyciu kadłuba, w ich sąsiedztwie.

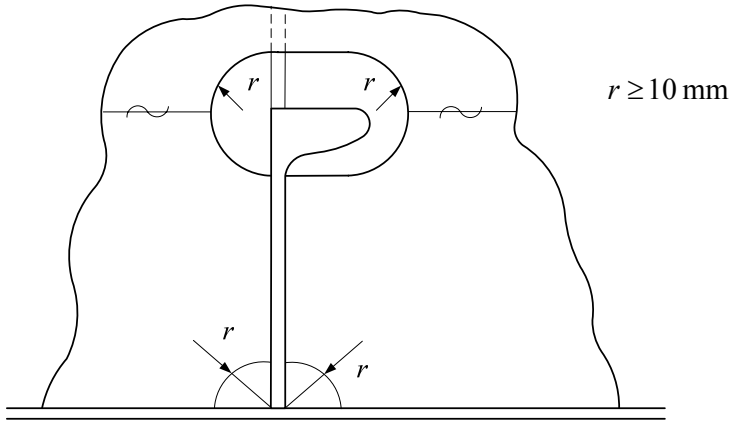
Jeżeli środek usztywnienia poszycia nie jest bezpośrednio łączony ze środnikiem wiązara, to wymagane jest zastosowanie płyt nakładkowych z obu stron usztywnienia.

7.2.3.3 Szerokość wycięć dla usztywnień powinna być jak najmniejsza, a ich naroża zaokrąglone jak największym promieniem.

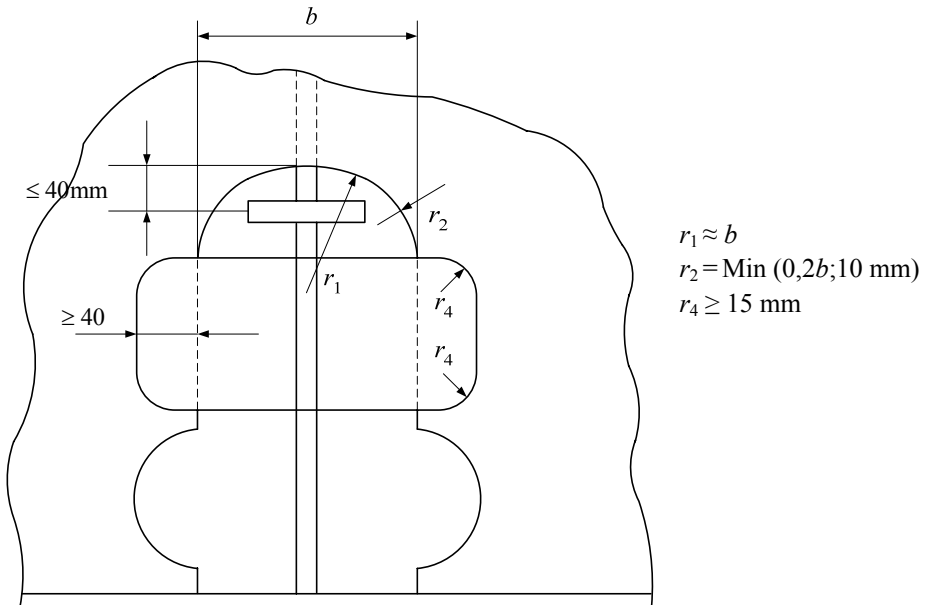
Zalecane sposoby połączeń usztywnień poszycia z wiązarami pokazano na rys. 7.2.3.3.

Promień r_2 zaokrąglenia przy górnej krawędzi wycięcia powinien być nie mniejszy niż 20% szerokości wycięcia i nie mniejszy niż 10 mm – dla jednostek o długości nie większej niż 24 m oraz 20 mm – dla jednostek o długości większej niż 24 m.

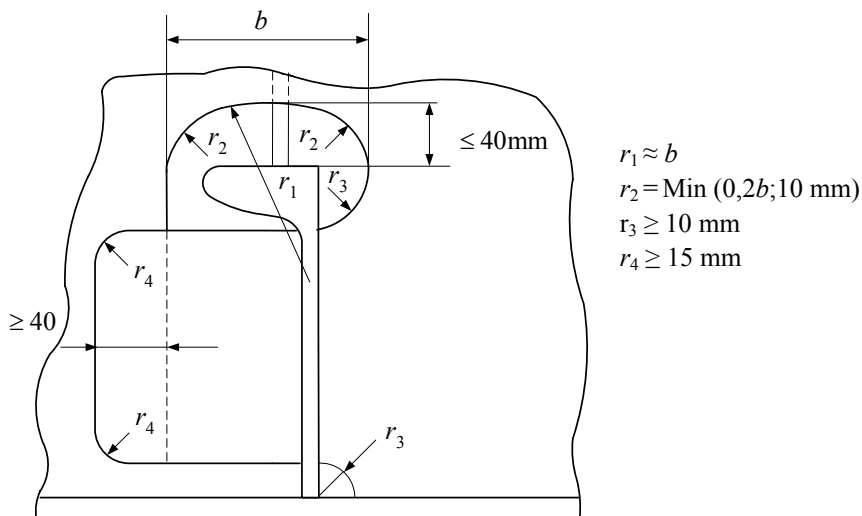
a)



b)



c)



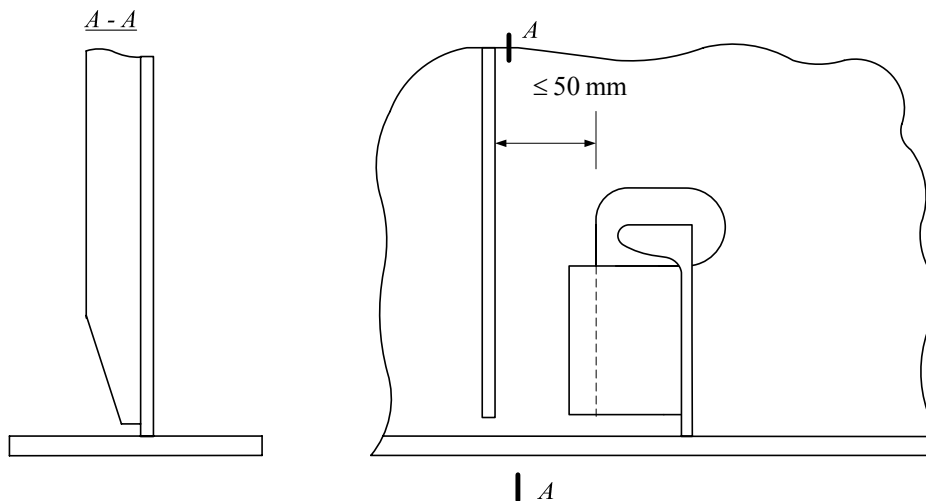
Rys. 7.2.3.3

Zalecane sposoby połączeń usztywnień poszycia z wiązarami

7.2.3.4 Dopuszczalne jest zastosowanie usztywnień środników wiązarów, które są przesunięte względem usztywnienia poszycia. Przykład tego typu rozwiązania pokazano na rys. 7.2.3.4.

Otwór dla usztywnienia poszycia i płyta nakładkowa powinny spełniać wymagania określone w 7.2.3.3.

Płyta nakładkowa powinna być przy tym spawana spoiną pachwinową, której grubość należy ustalić wg 4.3.1.1, stosując wartość $\alpha = 0,45$.



Rys. 7.2.3.4

7.2.3.5 Usztywnienia środników wiązarów mogą być usytuowane poprzecznie w stosunku do płaszczyzn środników usztywnień poszycia – aby wyeliminować karb powstający w miejscu połączenia tego typu elementów konstrukcji (występujący w przypadkach pokazanych na rys. 7.2.3.3).

Usztywnienie środnika wiązara najbardziej zbliżone do usztywnienia poszycia powinno być usytuowane w odległości nie większej niż 150 mm od górnej krawędzi wycięcia dla usztywnienia poszycia.

7.3 Stępki przechyłowe i inne elementy wyposażenia jednostki spawane do konstrukcji kadłuba

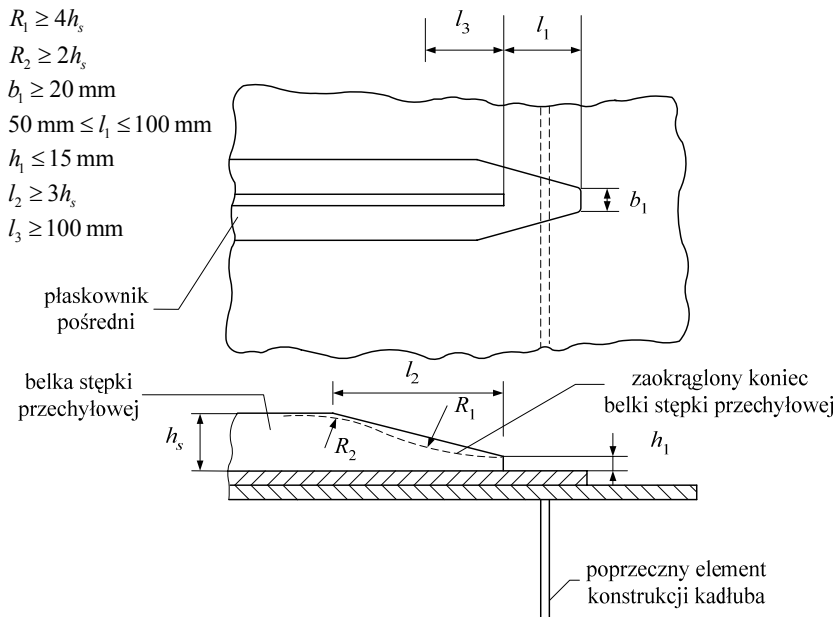
7.3.1 Konstrukcja stępek przechyłowych

7.3.1.1 Stępki przechyłowe nie powinny być instalowane na długości $0,3L$ od pionu dziobowego w stronę rufy – w przypadku jednostek przewidzianych do żeglugi w warunkach lodowych (patrz rozdział 8).

7.3.1.2 Zalecaną konstrukcję stępki przechyłowej pokazano na rys. 7.3.1.2. Stępka przechyłowa w formie płaskownika lub płaskownika łebkowego powinna być połączona z poszyciem za pomocą ciągłego płaskownika pośredniego.

Grubość płaskownika pośredniego powinna być nie mniejsza niż grubość poszycia w rejonie stępki przechyłowej i nie mniejsza niż 6 mm.

Płaskownik pośredni i belka stępki przechyłowej powinny być wykonane z materiału o takiej samej wytrzymałości i kategorii jak poszycie w rejonie stępki przechyłowej.



Rys. 7.3.1.2
Zalecana konstrukcja stępki przechyłowej

7.3.1.3 Płaskownik pośredni powinien być połączony z poszyciem za pośrednictwem ciągłej spoiny pachwinowej.

W końcowych odcinkach o długości $l_1 + l_3$ (rys. 7.3.1.2) należy zastosować spoinę wzmocnioną o grubości wyznaczonej wg 4.3.1.1 z zastosowaniem $\alpha = 0,45$. Poza odcinkami końcowymi należy stosować $\alpha = 0,25$.

Belka stępki przechyłowej powinna być spawana do płaskownika pośredniego spoiną powierzchniową z zastosowaniem $\alpha = 0,15$, z wyjątkiem odcinków końcowych o długości l_3 (rys. 7.3.1.2), gdzie należy zastosować $\alpha = 0,35$.

Spoiny w określonych wyżej odcinkach końcowych powinny być szlifowane – aby zapewnić płynne przejście ich powierzchni w poszycie lub w płaskownik pośredni.

7.3.1.4 Końce belki stępki przechyłowej powinny być ukosowane lub zaokrąglone (patrz rys. 7.3.1.2).

7.3.1.5 Belka stępki przechyłowej powinna znajdować się w tej samej płaszczyźnie co wzdłużne usztywnienie poszycia, a końce stępki przechyłowej powinny być usytuowane w pobliżu poprzecznego usztywnienia poszycia, wiązara poprzecznego, przegrody, itp.

Ten poprzeczny element konstrukcji kadłuba powinien znajdować się jak najbliżej środka końcowego odcinka płaskownika pośredniego o długości l_1 (rys. 7.3.1.2).

7.3.2 Elementy wyposażenia jednostki spawane do konstrukcji kadłuba

7.3.2.1 Profile spawane do pokładu wytrzymałościowego, w celu stworzenia systemu odprowadzania ścieków pokładowych, powinny być kształtowane tak, aby zminimalizować koncentrację naprężeń w poszyciu pokładu, wywołanych zginaniem ogólnym kadłuba.

7.3.2.2 Uchwyty do mocowania rur, kabli i innych elementów wyposażenia statku nie powinny być spawane do elementów konstrukcji kadłuba w bezpośrednim sąsiedztwie końców węzłówek usztywnień poszycia oraz wiązarów, naroży otworów w elementach konstrukcji kadłuba i w innych rejonach koncentracji naprężeń.

7.4 Dno pojedyncze

7.4.1 Wymagania ogólne

7.4.1.1 Wymagania podrozdziału 7.4 mają zastosowanie do konstrukcji dna pojedynczego o poprzecznym lub wzdłużnym systemie wiązań.

7.4.1.2 Należy zapewnić ciągłość konstrukcji w kierunku wzdłużnym. Wzdłużniki dna powinny być doprowadzone tak blisko dziobu i rufy jednostki, jak jest to możliwe. Jeżeli wzdłużniki dna kończą się na grodziach lub przegrodach poprzecznych, to na ich końcach należy zastosować węzłówki o płynnych kształtach.

7.4.1.3 Połączenia mocników wzdłużników dna i denników powinny spełniać wymagania podane w 7.2.2.3.

7.4.2 Poszycie

7.4.2.1 Grubość poszycia powinna spełniać wymagania określone w podrozdziałach 6.1 i 6.2.

7.4.2.2 W rejonie załamania poszycia na obłe (punkt *ZP* na rys. 1.1.1-a) grubość poszycia dna należy zwiększyć przynajmniej o 20% w stosunku do wymaganej w punkcie 6.2.1.1. Zastosowana grubość nie powinna być jednak mniejsza niż 6,0 mm.

Blachy poszycia dna i burt w rejonie załamania poszycia należy spawać z pełnym przetopem.

7.4.2.3 Jeżeli poszycie dna łączy się w rejonie załamania z poszyciem burty za pośrednictwem rury, to grubość ścianki rury powinna być przynajmniej o 20% większa od wymaganej grubości dna w tym rejonie.

Poszycie dna i burt należy spawać do ścianek rury z pełnym przetopem.

7.4.3 Stępka belkowa

7.4.3.1 Wymiary stępki belkowej powinny spełniać wymagania punktu 10.6.1 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy małych statków morskich*.

7.4.4 Denny wzdłużnik środkowy

7.4.4.1 Denny wzdłużnik środkowy powinien być w zasadzie zastosowany na całej długości kadłuba jednostki.

Można go nie stosować jedynie w skrajnych częściach kadłuba, gdzie szerokość denników mierzona na poziomie ich górnych krawędzi jest mniejsza niż 1,5 m.

7.4.4.2 Mocnik dennego wzdłużnika środkowego powinien być ciągły. Środnik może być wykonany wstawkowo pomiędzy dennikami.

Wysokość dennego wzdłużnika środkowego powinna w zasadzie być równa wysokości denników w *ps*.

Grubość środnika powinna być nie mniejsza od grubości określonej w 6.1.

Wymiary środnika i mocnika powinny być dobrane tak, aby spełnić wymagania dotyczące wytrzymałości wiązarów, określone w 6.4.

Grubość mocnika nie powinna być mniejsza od grubości środnika.

7.4.5 Wzdłużniki boczne

7.4.5.1 Wzdłużniki boczne należy zastosować wówczas, gdy szerokość jednostki na poziomie mocników denników jest większa niż 6,0 m.

Odległość między wzdłużnikiem bocznym a burtą lub wzdłużnikiem środkowym oraz odległość pomiędzy poszczególnymi wzdłużnikami bocznymi nie powinny być większe niż 3,0 m.

7.4.5.2 Wzdłużniki boczne powinny być stosowane na jak największej długości dna. Ich zakończenia powinny znajdować się na grodziach poprzecznych lub dennikach. Na końcach wzdłużników bocznych należy zastosować węzłówki o płynnych zakończeniach.

7.4.5.3 Środniki wzdłużników bocznych powinny być wykonane w formie wstawek pomiędzy dennikami.

7.4.5.4 Grubość środników powinna być nie mniejsza od grubości określonej w 6.1. Grubość mocników nie powinna być mniejsza od grubości środników.

Gabaryty wzdłużników powinny być dobrane tak, aby spełnione były wymagania dotyczące wytrzymałości wiązarów, określone w 6.4.

7.4.5.5 W rejonie maszynowni może być konieczne zastosowanie dodatkowych wzdłużników pełniących rolę fundamentów silników. Wzdłużniki takie powinny spełniać wymagania rozdziału 12 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy małych statków morskich*.

7.4.6 Denniki

7.4.6.1 W przypadku kadłuba z poprzecznym systemem wiązań denniki o poprzecznych przekrojach teowych powinny być zastosowane w płaszczyznach wszystkich wręgów.

7.4.6.2 W przypadku kadłuba z dnem usztywnionym wzdłużnie denniki powinny być zastosowane w płaszczyznach wręgów ramowych, a ich odstęp nie powinien być większy niż 2,0 m.

7.4.6.3 Zalecane jest, aby środniki denników były ciągłe na całej szerokości dna, ale dopuszczalne jest ich przerwanie przy dennym wzdłużniku środkowym.

7.4.6.4 Mocniki denników nie muszą leżeć w płaszczyźnie równoległej do płaszczyzny podstawowej.

7.4.6.5 Grubość środników denników nie powinna być mniejsza od grubości określonej w 6.1. Grubość mocników nie powinna być mniejsza od grubości środników.

Gabaryty wzdłużników powinny być dobrane tak, aby spełnione były wymagania dotyczące wytrzymałości wiązarów, określone w 6.4.

7.4.6.6 Węzłówki łączące denniki z wręgami lub z usztywnieniami/wiazarami grodzi wzdłużnych powinny mieć płynne zakończenia.

7.4.7 Wzdłużne usztywnienia dna

7.4.7.1 Wzdłużne usztywnienia dna powinny spełniać wymagania analogiczne do wymagań dla usztywnień dna podwójnego, określonych w 7.5.8.

7.5 Dno podwójne

7.5.1 Wymagania ogólne

7.5.1.1 Zalecane jest, aby dno podwójne było stosowane w obszarze pomiędzy grodzią skrajnika rufowego a grodzią zderzeniową.

Dno wewnętrzne powinno być usytuowane powyżej poziomu załamania poszycia dna (punkt *zp* na rys. 1.1.1).

7.5.2 Stępka belkowa

7.5.2.1 Wymiary stępki belkowej powinny spełniać wymagania podane w 7.4.3.1.

7.5.3 Denny wzdłużnik środkowy

7.5.3.1 Wysokość dennego wzdłużnika środkowego powinna być nie mniejsza niż 650 mm.

Płyty wzdłużnika powinny spełniać wymagania analogiczne do wymagań dla środka wzdłużnika jednostki z dnem pojedynczym, określonych w 7.4.4.

7.5.4 Wzdłużnik tunelowy

7.5.4.1 Szerokość wzdłużnika tunelowego powinna być nie mniejsza niż 650 mm.

Wzdłużnik tunelowy powinien ponadto spełniać wymagania określone w podrozdziale 6.2.4 z Części II – *Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

7.5.5 Wzdłużniki boczne

7.5.5.1 Wzdłużniki boczne powinny spełniać wymagania analogiczne do wymagań dotyczących środków wzdłużników dna pojedynczego, określonych w 7.4.5.

7.5.6 Denniki

7.5.6.1 Denniki pełne powinny być ciągłe w rejonie od burty do dennego wzdłużnika środkowego lub wzdłużnika tunelowego.

7.5.6.2 W przypadku jednostki z dnem o wzdłużnym układzie wiązań odstęp denników pełnych nie powinien być większy niż 2,0 metry.

W przedziale maszynowni denniki pełne powinny być jednak zastosowane w płaszczyznach wszystkich wręgów (w odstępnie nie większym niż 0,7 m).

W części dziobowej jednostki (od owręża w kierunku dziobu) odstęp denników pełnych nie powinien być większy niż 1,0 m.

7.5.6.3 Denniki pełne powinny być także zastosowane pod grodziami poprzecznymi i w płaszczyznach wręgowych, gdzie występują pilersy oparte o dno. Płyty denników pełnych powinny być usztywnione pionowo, w płaszczyznach wzdłużnych usztywnień dna lub w ich bezpośrednim sąsiedztwie (patrz 7.2.3.4). Wysokość tych usztywnień powinna być nie mniejsza niż 10 minimalnych grubości dennika wymaganej w 6.1, a grubość – nie mniejsza niż wymagana minimalna grubość dennika.

7.5.6.4 W przypadku jednostki z dnem o poprzecznym systemie wiązań rozmieszczenie denników pełnych powinno spełniać wymagania jak dla dna o układzie poprzecznym (patrz 7.5.6.2).

Pomiędzy dennikami pełnymi należy w płaszczyźnie każdego wręgu (w odstępie nie większym niż 0,7 m) zastosować denniki otwarte.

Denniki otwarte mogą być wykonane z płyt z otworami lub z kształtowników.

7.5.6.5 Denniki pełne i otwarte powinny spełniać kryteria wytrzymałości określone w rozdziale 6.

7.5.6.6 Denniki szczelne powinny spełniać kryteria wytrzymałości dla grodzi wodoszczelnych lub grodzi zbiorników określone w rozdziale 13 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

7.5.7 Płyty wspornikowe

7.5.7.1 Płyty wspornikowe w dnie podwójnym powinny spełniać wymagania podane w rozdziale 6 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

7.5.8 Usztywnienia poszycia dna i dna wewnętrznego

7.5.8.1 W dnie podwójnym ze wzdłużnym systemem wiązań usztywnienia poszycia dna i dna wewnętrznego powinny w sposób ciągły przechodzić przez denniki lub grodzie (patrz 7.2.3.2 i 7.2.3.3).

Jeżeli usztywnienie musi być zakończone na denniku lub grodzi, to powinno być ono płynnie zakończone odpowiednią węzłówką.

7.5.8.2 Poprzeczne usztywnienia dna i dna wewnętrznego powinny w sposób ciągły przechodzić przez wzdłużniki boczne lub grodzie wzdłużne (patrz 7.2.3.2 i 7.2.3.3).

7.5.9 Poszycie dna i dna wewnętrznego

7.5.9.1 Poszycie dna powinno spełniać analogiczne wymagania jak poszycie dna pojedynczego (patrz 7.4.2).

7.5.9.2 Grubość poszycia dna wewnętrznego powinna spełniać wymagania podane w 6.1 oraz 6.2.

7.6 Burty

7.6.1 Poszycie

7.6.1.1 Grubość poszycia burt powinna spełniać wymagania określone w podrozdziałach 6.1 i 6.2.

7.6.1.2 Grubość mocnicy burtowej powinna być nie mniejsza od grubości wymaganej w 7.6.1.1. Należy przewidzieć lokalne wzmocnienia (usztywnienia) mocnicy burtowej w miejscach, gdzie odbojnice są podpierane przez burty.

7.6.1.3 W rejonie końcowych ścian nadbudówki należy zwiększyć grubość poszycia mocnicy burtowej – wg wymagań podrozdziału 7.3.2 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

7.6.2 Wzdłużne usztywnienia poszycia burt

7.6.2.1 Wzdłużne usztywnienia poszycia burt powinny opierać się na wręgach ramowych, grodziach poprzecznych, przegrodach, itp., usytuowanych w odstępach nie większym niż 2,0 m.

Powinny one w sposób ciągły przechodzić przez elementy konstrukcji na których są oparte (patrz także 7.2).

Jeżeli wzdłużne usztywnienie poszycia musi być zakończone na wręgu ramowym, grodzi, itp., to należy przedłużyć je poza podparcie odpowiednią węzłówką.

7.6.3 Poprzeczne usztywnienia poszycia (wręgi zwykłe)

7.6.3.1 Wręgi zwykłe nie muszą przechodzić w sposób ciągły przez pokłady dolne.

Odcinki wręgów powinny być mocowane do dna i pokładów za pomocą węzłówek zapewniających jak największe skrepowanie na obrót.

7.6.3.2 Jeżeli w konstrukcji kadłuba stosowane są wzdłużniki burtowe, to wręgi powinny przechodzić przez nie w sposób ciągły (patrz także 7.2.2 i 7.2.3).

7.6.4 Wiązary burt

7.6.4.1 Wręgi ramowe powinny być w zasadzie usytuowane w tych samych płaszczyznach wręgowych co denniki i pokładniki ramowe i powinny być powiązane z tymi wiązarami dna i pokładów integralnie (bez dostawianych węzłówek).

Zastosowanie węzłówek dostawianych do mocników wiązarów oraz usytuowanie wręgów ramowych poza płaszczyznami denników lub pokładników ramowych podlega każdorazowo odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

7.6.4.2 Wzdłużniki burtowe powinny w sposób ciągły przechodzić przez grodzie lub przegrody poprzeczne.

7.6.4.3 Skrzyżowania wzdłużników burtowych z wręgami ramowymi powinny spełniać wymagania podane w 7.2.2.3 (w przypadku jednakowej wysokości).

W przypadku skrzyżowania wiązarów burty o różnych wysokościach niższy wiązar w zasadzie powinien w sposób ciągły przechodzić przez środek wiązara wyższego.

7.7 Grodzie

7.7.1 Wymagania ogólne

7.7.1.1 Grodzie powinny spełniać wymagania określone w rozdziale 9 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich* lub w rozdziale 8 z *Części II – Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy małych statków morskich* (gdy $L < 24$ m).

Należy spełnić dodatkowo wymagania określone w 7.7.2.

Przy wyznaczaniu niezbędnych wymiarów elementów konstrukcji grodzi zbiorników należy uwzględnić ciśnienie obliczeniowe wyznaczone zgodnie z 5.4.1.1.

7.7.2 Połączenia usztywnień i wiązarów grodzi z dnem i burtami

7.7.2.1 Końce pionowych usztywnień poszycia grodzi powinny być spawane do wzdłużnych usztywnień dna lub do poszycia dna (jeżeli dno jest usztywnione poprzecznie). Węzłówki stosowane na tych końcach usztywnień powinny mieć płynne zakończenia.

7.7.2.2 Jeżeli gródź jest usztywniona usztywnieniami poziomymi, to ich końce powinny być spawane do poziomych usztywnień burt lub do poszycia burt (jeżeli burty są usztywnione poprzecznie). Węzłówki stosowane na tych końcach usztywnień powinny mieć płynne zakończenia.

7.7.2.3 Na końcach pionowych lub poziomych wiązarów grodzi należy zastosować węzłówki o płynnych zakończeniach.

7.8 Pokłady

7.8.1 Wymagania ogólne

7.8.1.1 Zalecane jest zastosowanie wzdłużnego systemu usztywnień pokładu wytrzymałościowego pomiędzy burtami a krawędziami otworów lukowych.

7.8.1.2 Pokładniki ramowe powinny być usytuowane w tych samych płaszczyznach wręgowych, gdzie zastosowane są wręgi ramowe.

7.8.1.3 Wzdłużne usztywnienia poszycia pokładu wytrzymałościowego powinny w środkowej części kadłuba w sposób ciągły przechodzić przez pokładniki ramowe i grodzie.

7.8.1.4 Elementy konstrukcji pokładów powinny spełniać kryteria wytrzymałości określone w rozdziale 6.

7.8.2 Otwory w pokładach

7.8.2.1 Otwory w pokładach powinny być obramowane odpowiednio mocnymi wiązarami.

Celowe może być podparcie tych wiązarów podporami pokładowymi.

Końce usztywnień lub wiązarów pokładu usytuowane przy otworze pokładowym powinny być spawane do zrębnicy otworu.

7.8.2.2 Naroża otworów w pokładach powinny spełniać wymagania podrozdziału 8.5 z Części II – *Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

7.9 Nadbudówki i pokładówki

7.9.1 Wymagania ogólne

7.9.1.1 Konstrukcja nadbudówek i pokładówek powinna spełniać ogólne wymagania określone w podrozdziale 10.2 z Części II – *Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich* oraz wymagania niniejszego podrozdziału.

7.9.1.2 Zalecane jest, aby nadbudówki i pokładówki miały zaokrąglone krawędzie ścian bocznych, czołowych i rufowych.

7.9.1.3 Wiązary ścian i pokładów nadbudówki/pokładówki powinny tworzyć ramy połączone z wiązarami kadłuba.

Podpory podpierające pokłady nadbudów powinny być oparte na wiązarach lub podporach w kadłubie.

7.9.1.4 Zalecane jest, aby usztywnienia poszycy pokładów i ścian w sposób ciągły przechodziły przez podpierające je wiązary.

7.9.1.5 Należy przewidzieć wzmocnienia poszycia, usztywnień i wiązarów w miejscach koncentracji naprężeń (np. w rejonach naroży otworów w pokładach lub ścianach) lub zwiększonych obciążeń od oddziaływania masztów, maszyn i urządzeń, itp.

7.9.1.6 Należy zapewnić odpowiednią sztywność nadbudówek/pokładówek w kierunku poprzecznym do *PS* poprzez zastosowanie przegród poprzecznych opartych poniżej pokładu górnego na grodziach lub przegrodach lub na mocnych ramach.

7.9.2 Dziobówka

7.9.2.1 Grubość poszycia burt w obrębie dziobówki powinna być nie mniejsza niż grubość poszycia burty wymagana na poziomie pokładu górnego.

7.9.2.2 Burtę dziobówki powinny być usztywnione wręgami zakończonymi węzłówkami przy pokładzie górnym. Należy zastosować wręgi ramowe w płaszczyznach wręgów ramowych burt poniżej pokładu górnego.

7.9.2.3 Jeżeli rufowa ściana dziobówki jest usytuowana w odległości od pionu dziobowego $l_d > 0,2L_0$, to należy zastosować zwiększoną grubość poszycia pokładu górnego przy burtach.

Rejon zwiększonej grubości poszycia powinien obejmować fragment pokładu po obu stronach rufowej ściany dziobówki (tj. w stronę dziobu i rufy) i powinien sięgać, w każdą stronę, na odległość nie mniejszą niż połowa wysokości dziobówki.

Zwiększenie grubości wynosi 20%, gdy $l_d \geq 0,25l_0$ oraz 0%, gdy $l_d = 0,2l_0$.

Dla pośrednich wartości l_d należy stosować interpolację liniową.

7.9.2.4 Gabaryty usztywnień i wiązarów burt dziobówki należy określać tak jak gabaryty wręgów i usztywnień burt kadłuba, stosując wartość ciśnienia obliczeniowego wyznaczanego dla burt na poziomie pokładu górnego.

7.9.3 Nadbudowy współdziałające z kadłubem przy zginaniu ogólnym

7.9.3.1 W przypadku nadbudówek usytuowanych w środkowej części kadłubów jednostek o długości większej niż 40 m lub w przypadku zastosowania w ścianach bocznych nadbudówek otworów o znacznych rozmiarach lub znacznej liczby małych otworów (np. okiennych), wymagane jest wykonanie bezpośrednich obliczeń MES naprężeń w kadłubie i w nadbudowie w warunkach zginania ogólnego. Należy przy tym zastosować wartości momentów zginających i sił poprzecznych określone w podrozdziale 6.5.

Model MES powinien spełniać ogólne wymagania określone w podrozdziale 14.6 z Część II – *Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich*.

7.9.4 Połączenie nadbudówek i pokładówek ze stopów aluminium z kadłubem stalowym

7.9.4.1 Należy spełnić ogólne wymagania podane w podrozdziale 4.4 z Części II – *Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy małych statków morskich*.

7.9.4.2 PRS może wymagać wykonania bezpośrednich obliczeń naprężeń w połączeniu nadbudówki/pokładówki z kadłubem, wykorzystując model MES spełniający wymagania określone w 7.9.3.1.

8 WZMOCNIENIA LODOWE

8.1 Wymagania ogólne

8.1.1 Eksploatacja jednostki szybkiej w warunkach oblodzenia akwenu (w tzw. warunkach lodowych) jest dopuszczalna tylko przy pływaniu w stanie wypornościowym, pod warunkiem że kadłub jednostki spełnia wymagania określone w rozdziale 26 z Części II, *Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich* lub w rozdziale 21 z Części II, *Przepisów klasyfikacji i budowy małych statków morskich*.

8.1.2 Kadłub jednostki z burtami usztywnionymi poprzecznie, przewidzianej do eksploatacji w warunkach oblodzenia akwenu, powinien spełniać wymagania dla podstawowych wzmocnień lodowych (L4) z rozdziału 26 z Części II – *Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich* lub wymagania dla wzmocnień lodowych Lm1 lub Lm2 z rozdziału 21 z Części II – *Kadłub, Przepisów klasyfikacji i budowy małych statków morskich*.

8.1.3 Kadłub jednostek szybkich przystosowany do żeglugi w warunkach lodowych, z burtami usztywnionymi wzdłużnie, powinien mieć wytrzymałość w warunkach obciążenia oddziaływania lodu równoważną wytrzymałości kadłuba z burtami usztywnionymi poprzecznie, wynikającą z wymagań podanych w 8.1.2.

Konstrukcja wzmocnień lodowych podlega w takich przypadkach odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

8.1.4 Problem wzmocnień lodowych kadłuba jednostki szybkiej przystosowanej do żeglugi w trudniejszych warunkach lodowych od wymienionych w 8.1.2 podlega każdorazowo odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.