

Polski Rejestr Statków

PRZEPISY

PUBLIKACJA NR 48/P

WYMAGANIA DLA GAZOWCÓW

2018
styczeń

Publikacje P (Przepisowe) wydawane przez Polski Rejestr Statków są uzupełnieniem lub rozszerzeniem Przepisów i stanowią wymagania obowiązujące tam, gdzie mają zastosowanie.



GDĄŃSK

*Publikacja Nr 48/P – Wymagania dla gazowców – styczeń 2018, której podstawą są Ujednolicone wymagania IACS: G1, G2, G3, Z16, W1, oraz Ujednolicone interpretacje GC 5, GC 6, GC7, GC 8, GC 11, GC 13, GC15, GC 16, GC 17, **GC19** wraz ze zmianami, oraz MSC.1/Circ.1559 (punkty 1-3) oraz Zalecenia IACS nr 150, stanowi rozszerzenie wymagań Części I – Zasady klasyfikacji, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich.*

Publikacja niniejsza została zatwierdzona przez Zarząd PRS S.A. w dniu 1 grudnia 2017 r. i wchodzi w życie z dniem 1 stycznia 2018 r.

© Copyright by Polski Rejestr Statków, 2017

SPIS TREŚCI

str.

0 Zasady ogólne	5
1 System bezpiecznego magazynowania ładunku gazowców	5
1.1 Postanowienia ogólne	5
1.2 Definicje	5
1.3 Obciążenia projektowe	6
1.4 Bariera wtórna	8
1.5 Materiały	8
1.6 Dostęp do przestrzeni w obszarze ładunkowym	8
2 Zbiorniki ładunkowe gazu skroplonego i technologiczne zbiorniki ciśnieniowe	10
2.1 Postanowienia ogólne	10
2.2 Zakres zastosowania	10
2.3 Obliczenie grubości elementów zbiorników poddanych działaniu ciśnienia wewnętrznego	10
2.4 Kryteria stateczności konstrukcji	12
2.5 Analiza naprężeń wywołanych obciążeniami statycznymi i dynamicznymi	12
2.6 Złącza spawane	13
2.7 Odprężanie zbiorników ciśnieniowych	13
2.8 Kontrola i badania nieniszczące	13
2.9 Próby hydrostatyczne	14
3 Rurociągi ładunkowe i technologiczne	14
3.1 Postanowienia ogólne	14
3.2 Zakres zastosowania	115
3.3 Wymiary odpowiadające wartości ciśnienia wewnętrznego	115
3.4 Analiza naprężeń	16
3.5 Materiały	17
3.6 Próby elementów rurociągów i próby pomp przed ich zamontowaniem na statku	17
3.7 Montaż rurociągów oraz szczegóły ich łączenia	19
3.8 Próby na statku	21
4 Przeglądy okresowe instalacji ładunkowych statków przewożących skroplone gazy luzem	21
4.1 Postanowienia ogólne	21
4.2 Przegląd roczny	22
4.3 Przegląd pośredni	23
4.4 Przegląd dla odnowienia klasy	24
5 Materiały i spawanie	26
5.1 Zakres zastosowania	26
5.2 Postanowienia ogólne	27
5.3 Wymagania dla materiałów	29
5.4 Spawanie i badania nieniszczące	33
6 Bezpieczne magazynowanie ładunku na zbiornikowcach nieobjętych <i>Kodeksem IGC</i>	37
6.1 Postanowienia ogólne	37
6.2 Definicje	37
6.3 Obciążenia projektowe	39
6.4 Analiza konstrukcji	42
6.5 Naprężenia dopuszczalne – naddatki na korozję	43
6.6 Podparcie zbiornika	45
6.7 Bariera wtórna	46
6.8 Izolacja	47
6.9 Materiały	47
6.10 Budowa i próby	48

Załącznik 1 – Wzory do obliczeń składowych przyspieszeń	50
7 Instalacje odgazowujące systemu bezpiecznego magazynowania ładunku	51
7.1 Postanowienia ogólne	51
7.2 Systemy redukcji ciśnienia	51
7.3 Podciśnieniowe systemy ochronne	53
7.4 Określanie wymiarów systemu redukcji ciśnienia	54
8 Inne systemy	56
8.1 Urządzenia zamykające wloty powietrza	56
8.2 Sprawdzenie przed pierwszą podróżą z ładunkiem i po niej	57
8.3 Tworzenie się kieszeni gromadzenia par w przypadku braku połączenia ze szczytowymi zbiornikami oparów/cieczy zbiornika ładunkowego	58
Suplement	59

0 ZASADY OGÓLNE

0.1 W przypadku tych gazowców przewożących gazy skroplone, które powinny spełniać wymagania zawarte w *Międzynarodowym kodeksie budowy i wyposażenia statków przewożących skroplone gazy luzem (Kodeks IGC)*, z późniejszymi zmianami, wymagania niniejszej *Publikacji Nr 48/P – Wymagania dla gazowców* (zwanej dalej *Publikacją*), jak również wymagania zawarte w Kodeksie, z wyjątkiem zawartych w rozdziale 6 niniejszej publikacji będą stosowane przez PRS do celów klasyfikacyjnych przy nadawaniu znaku dodatkowego LIQUEFIED GAS TANKER w symbolu klasy, zgodnie z wymaganiami *Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich* (zwanych dalej *Przepisami*), *Część I – Zasady klasyfikacji*.

0.2 W przypadku tych gazowców przewożących gazy skroplone, które nie są objęte wymaganiami *Międzynarodowego kodeksu budowy i wyposażenia statków przewożących skroplone gazy luzem (Kodeks IGC)*, z późniejszymi zmianami, wszystkie rozdziały niniejszej publikacji, z wyjątkiem rozdziałów 1 oraz 7, suplementu I paragrafu 2.3.2 będą stosowane przez PRS do celów klasyfikacyjnych przy nadawaniu znaku dodatkowego LIQUEFIED GAS TANKER w symbolu klasy, zgodnie z wymaganiami *Przepisów, Część I – Zasady klasyfikacji*.

0.3 Wymagania retroaktywne zostały podane w SUPLEMENCIE.

1 SYSTEM BEZPIECZNEGO MAGAZYNOWANIA ŁADUNKU GAZOWCÓW

1.1 Postanowienia ogólne

1.1.1 Tam gdzie jest to właściwe, wymagania niniejszego rozdziału mają zastosowanie do podstawowych typów zbiorników, zdefiniowanych w 4.1 Kodeksu IGC. Zbiorniki innego typu podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

1.1.2 Ze względu na fakt, że postęp technologiczny może wymuszać wprowadzenie zmian do zasad i postanowień zawartych w niniejszym rozdziale, wymagania niniejszego rozdziału podlegają stałej weryfikacji.

1.2 Definicje

1.2.1 Przestrzeń lub strefa zagrożona gazem

Przestrzenią lub strefą zagrożoną gazem jest:

- .1** przestrzeń w obszarze ładunkowym, która nie jest zaprojektowana lub wyposażona w uznany sposób zapewniający, że jej atmosfera będzie przez cały czas wolna od gazu;
- .2** zamknięta przestrzeń poza obszarem ładunkowym, przez którą przechodzą jakiekolwiek rurociągi zawierające produkty ciekłe lub gazowe, lub w której takie rurociągi kończą się, chyba że zainstalowano zatwierdzone urządzenia w celu zapobieżenia jakimkolwiek wyciekom oparów produktu do atmosfery takiej przestrzeni;
- .3** system bezpiecznego magazynowania ładunku i rurociągi ładunkowe;
- .4** przestrzeń ładunkowa, w której zastosowany jest system bezpiecznego magazynowania ładunku gazu skroplonego wymagający bariery wtórnej;
- .5** przestrzeń ładunkowa, w której zastosowany jest system bezpiecznego magazynowania ładunku gazu skroplonego niewymagający bariery wtórnej;
- .6** przestrzeń oddzielona od przestrzeni opisanej w .4 pojedynczą, gazoszczelną stalową przegrodą;
- .7** pomieszczenie pomp ładunkowych oraz pomieszczenie sprężarek ładunkowych;
- .8** strefa na pokładzie otwartym lub częściowo zamknięta przestrzeń na pokładzie otwartym w obrębie 3 m od każdego wylotu ze zbiornika ładunkowego, wylotu gazu lub oparów, kołnierza rurociągu ładunkowego lub zaworu ładunkowego, wejść lub otworów wentylacyjnych do pomieszczenia pomp ładunkowych i pomieszczenia sprężarek ładunkowych;
- .9** pokład otwarty ponad obszarem ładunkowym oraz w obrębie 3 m na pokładzie otwartym przed i za obszarem ładunkowym do wysokości 2,4 m powyżej pokładu otwartego;

- .10 strefa w obrębie 2,4 m od zewnętrznej powierzchni systemu bezpiecznego magazynowania ładunku gazu skroplonego, jeżeli powierzchnia taka wystawiona jest na działanie czynników atmosferycznych ;
- .11 zamknięta lub częściowo zamknięta przestrzeń, w której znajdują się rurociągi zawierające produkty. Przestrzeń zawierająca wyposażenie do wykrywania gazu zgodnie z paragrafem 13.6.5 *Międzynarodowego kodeksu budowy i wyposażenia statków przewożących skroplone gazy luzem* oraz przestrzeń, w której wykorzystuje się odparowany gaz jako paliwo zgodnie z rozdziałem 16 tego *Kodeksu*, nie są traktowane jako przestrzenie zagrożone gazem;
- .12 przedział dla węży ładunkowych lub
- .13 zamknięta lub częściowo zamknięta przestrzeń posiadająca otwór łączący ją bezpośrednio z jakąkolwiek przestrzenią lub strefą zagrożoną gazem.

1.2.2 Przestrzeń gazobezpieczna

Przestrzeń gazobezpieczna jest przestrzenią inną niż przestrzeń zagrożona gazem.

1.2.3 Zbiornik ładunkowy

Zbiornik ładunkowy stanowi szczelny kadłub, pełniący funkcję podstawowego zbiornika ładunku, w którego skład wchodzi wszystkie systemy bezpiecznego magazynowania ładunku, niezależnie od ich powiązania z izolacją i/lub barierami wtórnymi.

1.2.4 Granica napelniania (Filling limit FL)

Granica napelniania (*FL*) jest to stosunek maksymalnej objętości cieczy w zbiorniku ładunkowym do całkowitej objętości zbiornika, gdy paliwo ciekłe osiągnęło temperaturę referencyjną.

1.3 Obciążenia projektowe

1.3.1 Ciśnienie wewnętrzne

Ciśnienie wewnętrzne należy obliczać zgodnie z paragrafem 4.13.2 *Kodeksu IGC*.

1.3.2 Obciążenia dynamiczne wywołane ruchami statku

W odniesieniu do zbiorników niezależnych, jeżeli przewidywany jest w nich transport produktów nieujętych w niniejszej *Publikacji*¹, należy sprawdzić, czy podwójna amplituda podstawowych naprężeń membrany, $\Delta\sigma_m$, spowodowanych przez maksymalną różnicę obciążenia dynamicznego, Δp , nie przekracza dopuszczalnej podwójnej amplitudy dynamicznego naprężenia membrany, $\Delta\sigma_A$, jak podano w paragrafie 4.23.1.2 *Kodeksu IGC* (dla materiałów tam niewymienionych wartość A należy uzgodnić z PRS) , tzn. czy spełniony jest warunek:

$$\Delta\sigma_m \leq \Delta\sigma_A$$

Różnica obciążenia dynamicznego Δp powinna być obliczana wg następującego wzoru:

$$\Delta p = \frac{\rho}{1,02 \times 10^4} (a_{\beta 1} Z_{\beta 1} - a_{\beta 2} Z_{\beta 2}) \text{ [bar]}$$

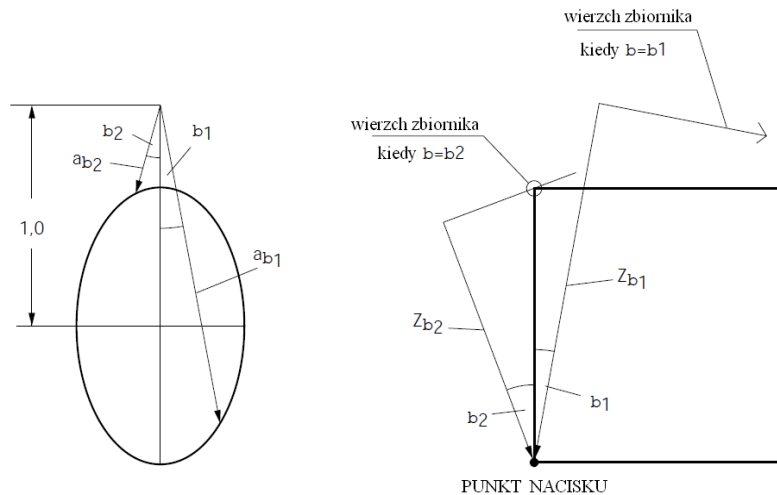
gdzie ρ , a_{β} i Z_{β} są takie, jak to określono w podrozdziale 1.3.2, patrz również rysunki poniżej.

$a_{\beta 1}$ i $Z_{\beta 1}$ są tymi wartościami a_{β} i Z_{β} , przy których występuje maksymalne ciśnienie cieczy, opisane w podrozdziale 1.3.2 *Publikacji*.

$a_{\beta 2}$ i $Z_{\beta 2}$ są tymi wartościami a_{β} i Z_{β} , przy których występuje minimalne ciśnienie cieczy (h_{gd})_{min}.

W celu określenia maksymalnej różnicy ciśnień, Δp , należy określić różnicę ciśnień w pełnym zakresie elipsy przyspieszeń, jak to pokazano na rysunkach poniżej:

¹ Procedura weryfikacji podana w tym podpunkcie ma zastosowanie tylko do produktów o gęstości względnej przekraczającej 1,0.



Rys. 1.3.4

1.3.3 Podpory zbiorników ładunkowych typu C

1.3.3.1 Naprężenia obwodowe w rejonie podpór powinny być obliczane z zastosowaniem procedury uznanej przez PRS dla odpowiedniej liczby obciążeń².

1.3.3.2 W przypadku poziomych zbiorników cylindrycznych wykonanych ze stali C-Mn, osadzonych w siódlach, naprężenie zredukowane w pierścieniach usztywniających nie powinno przekraczać poniższych wartości, jeśli zostały obliczone z zastosowaniem metody elementów skończonych:

$$\sigma_e \leq \sigma_{all}$$

gdzie:

σ_{all} – $\min(0,57R_m; 0,85R_e)$;

σ_e – $\sqrt{(\sigma_n + \sigma_b)^2 + 3\tau^2}$ = naprężenie zredukowane von Misesa, N/mm²;

σ_n – naprężenie normalne, N/mm², po obwodzie pierścienia usztywniającego;

σ_b – naprężenie skręcające, N/mm², po obwodzie pierścienia usztywniającego;

τ – naprężenie styczne, N/mm² w pierścieniu usztywniającym.

R_m oraz R_e zgodnie z określeniem w 4.18.1.3 *Kodeksu IGC*.

Wartości naprężenia zredukowanego, σ_e , powinny być obliczane na całym zakresie pierścienia usztywniającego przy zastosowaniu procedury uznanej przez PRS, dla odpowiedniej liczby obciążeń³.

1.3.3.3 W odniesieniu do pierścieni usztywniających należy uczynić następujące założenia:

- .1** Pierścień usztywniający powinien być rozpatrywany jako belka obwodowa utworzona przez środek, płytę czołową, nakładkę, jeśli istnieją, oraz przyległe poszycie burt (pas współpracujący).

Efektywna szerokość pasa współpracującego powinna być przyjmowana jako:

- a) W przypadku kadłubów cylindrycznych: szerokość efektywna (mm) nie większa niż $0,78\sqrt{rt}$ po każdej stronie środka. Ewentualna nakładka może być uwzględniona na tym odcinku, gdzie:
 - r – średni promień cylindrycznego kadłuba (mm),
 - t – grubość ściany kadłuba (mm)
- b) W przypadku grodzi wzdłużnych (zbiorniki półkoliste): szerokość efektywna powinna być określana zgodnie z ustanowionymi normami. Wartość $20t_b$ po każdej stronie środka może być przyjęta jako instrukcja.

gdzie:

t_b – grubość grodzi (mm).

² Liczba ta zostanie określona przez PRS w zależności od danego przypadku.

³ Por. przyp. 2.

- .2 Pierścień usztywniający powinien być poddany obciążeniu siłami obwodowymi, działającymi po każdej jego stronie, wywołanymi naprężeniami stycznymi, obliczonymi przy zastosowaniu teorii ścinania prętów cienkościennych, od siły ścinającej zbiornika.

1.3.3.4 Do obliczania sił reakcji przy podporach, należy uwzględnić następujące czynniki:

- .1 Sprężystość materiału podpory (pośrednia warstwa drewna lub podobnego materiału).
- .2 Zmiana w płaszczyźnie styku między zbiornikiem a podporą oraz odpowiednich reakcji, wywołane:
 - a) cieplnym kurczeniem się zbiornika.
 - b) sprężystymi odkształceniami materiału zbiornika i podpory.

Końcowy rozkład sił reakcji przy podporach nie powinien wykazywać żadnych sił rozciągających.

1.3.3.5 Należy zbadać wytrzymałość na wyboczenie pierścieni usztywniających.

1.4 Bariera wtórna

1.4.1 Dla systemów bezpiecznego magazynowania ładunku gazu skroplonego z przyklejonymi barierami wtórnymi:

- W trakcie budowy należy przeprowadzić próbę szczelności przed i po pierwszym schładzaniu, zgodnie z zatwierdzonym systemem procedur i kryteriami oceny projektanta. Próby z niskim ciśnieniem różnicowym nie są uznawane za odpowiednie.
- W przypadku przekroczenia wartości granicznych projektanta, należy przeprowadzić analizę problemu i dodatkową próbę, taką jak termograficzna lub emisji akustycznej.
- Zapisane wartości powinny stanowić punkt odniesienia dla przyszłych ocen szczelności barier wtórnych.

1.4.2 Nie jest wymagane przeprowadzanie próby szczelności po pierwszym schładzaniu dla systemów bezpiecznego magazynowania gazów ze spawanymi metalowymi barierami wtórnymi.

1.4.3 Metodę okresowego sprawdzania bariery wtórnej w czasie całego okresu eksploatacji statku należy przedstawić PRS – jest to warunek zatwierdzenia systemu bezpiecznego magazynowania ładunku gazu skroplonego.

1.5 Materiały

Materiały stosowane na zbiornikowcach o długości większej niż 150 m ze zbiornikami membranowymi powinny odpowiadać wymaganiom zawartym w tabeli 5.3-6, przy czym:

- w przypadku elementów wytrzymałościowych nie wymienionych w tej tabeli można generalnie stosować stale kategorii A/AH. Kategoria stali być odpowiednia dla rzeczywistej grubości płyty i grupy wiązań⁴;
- materiał poszycia na tylnice podpierające ster i piastę śruby, stery, wsporniki steru i wsporniki wału powinien generalnie posiadać kategorię odpowiadającą co najmniej grupie wiązań II. W przypadku steru i płyt płetwy sterowej narażonych na koncentrację naprężeń (np. w rejonie dolnego podparcia sterów półpodwieszonych lub w górnej części sterów podwieszonych) należy zastosować materiał odpowiadający grupie wiązań III.

W odniesieniu do materiałów na inne statki patrz tabele 5.3-1 do 5.3-5.

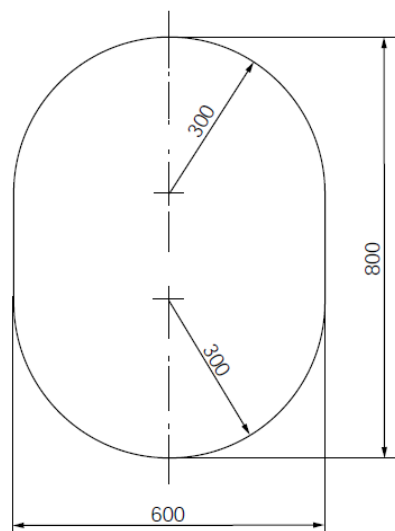
1.6 Dostęp do przestrzeni w obszarze ładunkowym

1.6.1 Rozplanowanie przestrzeni ładowni, wolnych przestrzeni i innych przestrzeni, które można uznać za zagrożone gazem oraz zbiorników ładunkowych powinno być takie, żeby umożliwić personelowi noszącemu ubrania ochronne i aparaty oddechowe wejście do każdej takiej przestrzeni i przeprowadzenie inspekcji, a w przypadku doznania obrażeń przez taki personel – aby możliwe było wyciągnięcie nieprzytomnych osób z takiej przestrzeni oraz powinno odpowiadać wymaganiom podrozdziału 1.6.

⁴ Numerację grup wiązań podano w rozdz. 2. Części II – Kadłub – 2016, Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich.

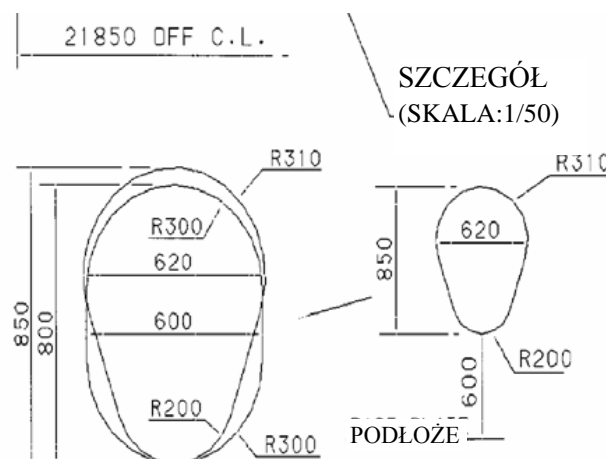
1.6.1.1 Należy zapewnić dostęp:

- .1** do zbiorników ładunkowych bezpośrednio z pokładu otwartego;
- .2** poprzez poziome otwory, luki lub włazy, których wymiar w świetle powinien wynosić 600×600 mm i które mogą mieć promień naroża do maks. 100 mm. W przypadku gdy w wyniku analizy konstrukcyjnej danego projektu naprężenie wokół otworu ma być zredukowane, odpowiednie jest podjęcie środków redukujących naprężenie, takich jak wykonanie otworów o zwiększonym promieniu, np. 600×800 z promieniem 300 mm, w których mieści się otwór w świetle 600×600 mm o promieniu naroża do 100 mm; oraz
- .3** poprzez otwory pionowe lub włazy zapewniające przejście wzdłuż i w poprzek przestrzeni, których minimalne wymiary otworu w świetle powinny wynosić 600×800 mm, przy czym ich odległość od dna nie powinna być większa niż 600 mm, chyba że zastosowano gretingi lub stopnie. W minimalnym otworze nie mniejszym w świetle niż $600 \text{ mm} \times 800 \text{ mm}$ może także zawierać się otwór o promieniu naroża 300 mm (patrz rys. 1.6.1.1-1). Otwór o wysokości 600 mm i szerokości 800 mm może być uznany za otwór wejściowy w konstrukcjach pionowych, w przypadku gdy ze względów wytrzymałościowych nie jest pożądane wykonanie większego otworu, tj. we wzdłużnikach i pokładnikach zbiorników o dnie podwójnym.



Rys. 1.6.1.1-1

Pod zweryfikowaniem, czy nie jest utrudniona ewakuacja osoby rannej na noszach, otwór pionowy 850×620 mm z górną połową szerszą niż 600 mm i z dolną połową o szerokości poniżej 600 mm, przy ogólnej wysokości nie mniejszej niż 850 mm uważany jest za akceptowalną alternatywę do otworu o wymiarach tradycyjnych 600×800 mm i promieniu naroża 300 mm (patrz rys. 1.6.1.1-2).



Rys. 1.6.1.1-2

W razie gdy otwór pionowy znajduje się na wysokości większej niż 600 mm, należy zainstalować stopnie i uchwyty dla rąk. W takim przypadku należy wykazać, że ewakuacja osoby rannej przez taki otwór nie będzie utrudniona.

1.6.1.2 Wymiary, o których mowa w 1.6.1.1.2 i 1.6.1.1.3 mogą być zmniejszone, jeżeli wykazane zostanie Administracji, że istnieje pewność przechodzenia przez takie otwory lub wyciągania przez nie poszkodowanej osoby.

1.6.1.3 Wymagania podane w 1.6.1.1.2 i 1.6.1.1.3 nie mają zastosowania do przestrzeni opisanych w 1.2.1.6. W odniesieniu do takich przestrzeni wymagane jest jedynie zapewnienie bezpośredniego lub pośredniego dostępu z pokładu otwartego, ale dostęp ten nie musi prowadzić przez zamknięte przestrzenie gazobezpieczne.

1.6.2 Dostęp z pokładu otwartego do przestrzeni gazobezpiecznych powinien być usytuowany w strefie gazobezpiecznej, co najmniej 2,4 m powyżej pokładu otwartego, chyba że jest on zapewniony przez służbę powietrzną zgodną z wymaganiami *Międzynarodowego kodeksu budowy i wyposażenia statków przewożących skroplone gazy luzem*.

1.6.3 Należy zapewnić możliwość przeprowadzania oględzin co najmniej jednej strony konstrukcji wewnętrznego kadłuba, bez usuwania jakichkolwiek zamontowanych na stałe części konstrukcji lub wyposażenia. Jeżeli takie oględziny są możliwe tylko na zewnętrznej stronie konstrukcji wewnętrznego kadłuba, kadłub wewnętrzny nie powinien być jednocześnie ścianą ograniczającą zbiorniki paliwa olejowego.

1.6.4 Należy zapewnić możliwość inspekcji jednej strony każdej izolacji w przestrzeni ładunkowej. Jeżeli spójność systemu izolacji może być sprawdzona poprzez inspekcję zewnętrznej strony konstrukcji ograniczającej przestrzeń ładunkową w czasie, gdy zbiorniki mają temperaturę eksploatacyjną, inspekcja jednej strony izolacji w przestrzeni ładunkowej nie jest wymagana.

2 ZBIORNIKI ŁADUNKOWE GAZU SKROPLONEGO I TECHNOLOGICZNE ZBIORNIKI CIŚNIENIOWE

2.1 Postanowienia ogólne

2.1.1 Postanowienia niniejszego rozdziału określają ogólne zasady stosowane przez PRS przy zatwierdzaniu i przeglądach, dla celów klasyfikacji, elementów konstrukcji statków przewożących gazy skroplone.

2.1.2 Wymagania niniejszego rozdziału mają zastosowanie do podstawowych typów zbiorników, zdefiniowanych w 4.1 *Kodeksu IGC*. Zbiorniki innego typu podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

2.1.3 Ze względu na fakt, że postęp technologiczny może wymuszać wprowadzenie zmian do zasad i postanowień zawartych w niniejszym rozdziale, wymagania niniejszego rozdziału podlegają stałej weryfikacji przez PRS.

2.2 Zakres zastosowania

Wymagania niniejszego rozdziału mają zastosowanie do niezależnych zbiorników ładunkowych typu C (zbiorniki ciśnieniowe), określonych w rozdziale 4.1 *Kodeksu IGC*. Jeśli PRS uzna to za właściwe, poniższe wymagania mogą być zastosowane do technologicznych zbiorników ciśnieniowych.

Pojęcie „zbiorniki ciśnieniowe”, stosowane w niniejszej *Publikacji*, obejmuje dwie wyżej wymienione kategorie zbiorników. Wymagania niniejszego rozdziału mają zastosowanie do zbiorników i zbiorników ciśnieniowych wykonanych z materiałów określonych w rozdziale 5.

2.3 Obliczenie grubości elementów zbiorników poddanych działaniu ciśnienia wewnętrznego

2.3.1 Postanowienia ogólne

Grubość i kształt elementów zbiorników ciśnieniowych poddanych działaniu ciśnienia wewnętrznego, łącznie z kołnierzami, powinny być określone zgodnie z wymaganiami *Przepisów, Część VII – Silniki*,

mechanizmy, kotły i zbiorniki ciśnieniowe. Obliczenia te powinny być oparte na powszechnie uznanej teorii projektowania zbiorników ciśnieniowych.

Otwory w elementach zbiorników ciśnieniowych powinny być wzmocnione zgodnie z wymaganiami *Przepisów*.

2.3.2 Ciśnienie projektowe

Przy wykonywaniu obliczeń zgodnie z 2.3.1 należy uwzględnić projektowe ciśnienie cieczy, określone w 1.3.1.

2.3.3 Współczynnik wytrzymałości złączy spawanych

Jeżeli przeprowadza się inspekcje i badania nieniszczące połączeń spawanych zgodnie z 2.8.2 (i), to współczynnik wytrzymałości złącza spawanego, który należy przyjąć do obliczeń wykonanych zgodnie z 2.3.1, powinien wynosić 0,95.

Wartość ta może być zwiększona do 1,0, biorąc pod uwagę inne czynniki, takie jak: materiał, z którego wykonany jest zbiornik, typ połączeń, proces spawania, sposób załadowania itp. W przypadku technologicznych zbiorników ciśnieniowych PRS może wyrazić zgodę na przeprowadzenie częściowe badań nieniszczących, jednakże ich zakres nie może być mniejszy niż zakres określony w p. 2.8.2 (ii), w zależności od materiału, z którego zbiornik jest wykonany, temperatury projektowej, progu kruchości materiału (temperatury przejścia w stan kruchy), typu połączenia, procesu spawania itp. – dla tego przypadku należy przyjąć wartość współczynnika równą 0,85.

W przypadku innych materiałów wartość współczynnika należy zmniejszyć w zależności od właściwości mechanicznych złącza spawanego.

2.3.4 Największe dopuszczalne naprężenia membranowe

Maksymalna wartość dopuszczalnych naprężeń membranowych, przyjmowana do obliczeń zgodnie z 2.3.1, powinna być mniejszą z następujących wartości:

$$\frac{\sigma_B}{A} \text{ lub } \frac{\sigma_F}{B}$$

gdzie A i B określono w tabeli 2.3.4;

σ_F – określona minimalna górna granica plastyczności w temperaturze otoczenia. Jeśli krzywa naprężenie-odkształcanie nie wykazuje określonej granicy plastyczności, przyjmuje się umowną granicę plastyczności jako naprężenie odpowiadające wydłużeniu trwałemu 0,2%. W przypadku połączeń spawanych w stopach aluminium, należy przyjąć umowną granicę plastyczności po wyżarzaniu.

σ_B – określona minimalna wytrzymałość na rozciąganie w temperaturze otoczenia. W przypadku połączeń spawanych w stopach aluminium, należy przyjąć wytrzymałość na rozciąganie po wyżarzaniu.

Powyższe wielkości powinny odpowiadać określonym minimalnym właściwościom mechanicznym materiału, włącznie ze spoiną, w stanie odpowiadającym warunkom wykonania. PRS może rozważyć zastosowanie wyższej wartości granicy plastyczności i wytrzymałości na rozciąganie w niskiej temperaturze.

Tabela 2.3.4
Wartości A ÷ D

Materiał	A	B	C	D
Stale C – Mn oraz Ni	3	2	3	1,5
Stale austenityczne	3,5	1,6	3	1,5
Stopy aluminium	4	1,5	3	1,5

2.3.5 Naddatki korozyjne

W przypadku zbiorników ciśnieniowych naddatki na korozję nie są w zasadzie wymagane, o ile zawartość zbiornika ciśnieniowego nie ma właściwości korozyjnych, a powierzchnia zewnętrzna zbiornika jest zabezpieczona poprzez zastosowanie atmosfery gazu obojętnego lub przez odpowiednią izolację oraz uznaną barierę dla oparów. Farby lub inne cienkie powłoki narażone na działanie warunków pogodowych lub uszkodzeń mechanicznych nie powinny być traktowane jako zabezpieczenia zewnętrzne. Jeżeli

stosowane są specjalne stopy o zadowalającej odporności na korozję, naddatki korozyjne nie są wymagane. Jeżeli powyższe warunki nie są spełnione, to wymiary elementów konstrukcyjnych obliczone zgodnie z 2.3.1 należy odpowiednio zwiększyć, biorąc pod uwagę przewożony ładunek.

2.3.6 Tolerancje produkcyjne

Grubości obliczone zgodnie z 2.3.1 lub wymagane w 2.4, powiększone o naddatki korozyjne, jeśli je zastosowano, należy traktować jako grubości minimalne bez jakichkolwiek ujemnych tolerancji.

2.3.7 Minimalna grubość powłoki i górnej części zbiornika

Grubość, wliczając naddatki korozyjne, każdej powłoki i górnej części zbiornika nie powinna być mniejsza niż 5 mm dla stali niestopowej (C-Mn) i stali niklowej (Ni), 3 mm dla stali austenitycznej oraz 7 mm dla stopów aluminium.

2.4 Kryteria stateczności konstrukcji

2.4.1 Postanowienia ogólne

Grubość i kształt elementów zbiorników ciśnieniowych poddawanych działaniu ciśnienia zewnętrznego oraz innych obciążeń wywołujących naprężenia ściskające należy obliczać zgodnie z wymaganiami *Przepisów*. W każdym przypadku obliczenia należy wykonywać w oparciu o powszechnie uznaną teorię wyboczenia zbiorników ciśnieniowych; obliczenia te powinny uwzględniać różnicę pomiędzy teoretycznymi naprężeniami krytycznymi i naprężeniami rzeczywistymi, wynikającą z braku współliniowości krawędzi blach, owalizacji i odchyłek od rzeczywistego kształtu okręgu na określonej długości łuku lub cięciwy.

2.4.2 Projektowe ciśnienie zewnętrzne

Projektowe ciśnienie zewnętrzne, P_e , stosowane do sprawdzania stateczności zbiorników ciśnieniowych, określa się wg wzoru:

$$P_e = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \text{ [N/mm}^2\text{] [bar]}$$

gdzie:

P_1 = nastawa podciśnieniowego zaworu nadmiarowego. W przypadku zbiorników nie wyposażonych w podciśnieniowe zawory nadmiarowe, wielkość P_1 podlega odrębnemu rozpatrzeniu; generalnie nie należy przyjmować wartości mniejszej niż 0,025 N/mm² (0,25 bara);

P_2 = ciśnienie nastawy nadciśnieniowego zaworu nadmiarowego dla całkowicie zamkniętych przestrzeni zawierających zbiorniki ciśnieniowe lub części zbiorników ciśnieniowych.

W pozostałych przypadkach należy przyjmować $P_2 = 0$;

P_3 = ciśnienie równoważne ściskaniu powłoki zbiornika ciężarem izolacji oraz jej kurczeniem, ciężarem powłoki zbiornika przy uwzględnieniu naddatku na korozję i innymi obciążeniami, których oddziaływaniami zbiornik ciśnieniowy może być poddany. Obejmują one, między innymi, ciężar kopuł, kolumn i rurociągów, oddziaływanie produktu przy częściowym napełnieniu zbiornika, przyspieszenia oraz ugięcia kadłuba. Dodatkowo należy uwzględnić miejscowy wpływ ciśnienia zewnętrznego, wewnętrznego lub obu tych ciśnień;

P_4 = ciśnienie zewnętrzne wywołane naporem wody na zbiorniki ciśnieniowe lub ich części na pokładach otwartych.

W pozostałych przypadkach należy przyjmować $P_4 = 0$.

2.5 Analiza naprężeń wywołanych obciążeniami statycznymi i dynamicznymi

2.5.1 Wymiary elementów konstrukcyjnych zbiorników ciśnieniowych należy określać zgodnie z punktami 2.3 i 2.4.

2.5.2 Należy wykonać obliczenia obciążeń i naprężeń w miejscach usytuowania podparć i ich zamocowań do poszycia, przyjmując obciążenia podane w 1.3. Wielkość naprężeń w miejscach usytuowania podparć powinna być zgodna z wymaganiami *Przepisów*.

W szczególnych przypadkach PRS może wymagać przeprowadzenia analizy zmęczeniowej.

2.5.3 Ponadto PRS może wymagać przeprowadzenia analizy naprężeń wtórnych i termicznych.

2.6 Złącza spawane

2.6.1 Wszystkie złącza spawane wzdłużne i obwodowe zbiorników ciśnieniowych należy wykonywać jako doczołowe z pełnym przetopem. Brzegi do spawania należy ukosować na X lub V. Pełny przetop złączy doczołowych należy uzyskać, stosując spawanie dwustronne, bądź jednostronne przy zastosowaniu podkładek. Jeżeli stosuje się podkładki, to po spawaniu należy je usunąć. Dla bardzo małych technologicznych zbiorników ciśnieniowych PRS może wyrazić zgodę na pozostawienie podkładek. PRS może zezwolić na inne przygotowanie brzegów do spawania, w zależności od wyników odpowiednich prób przeprowadzonych na etapie uznawania technologii spawania.

2.6.2 Przygotowanie brzegów do połączenia korpusu zbiornika ciśnieniowego z kopułami oraz kopuł ze związaną z nimi armaturą powinno być zgodne z wymaganiami *Przepisów*, dotyczącymi zbiorników ciśnieniowych. Przy temperaturze projektowej niższej niż -10°C wszystkie spoiny łączące króćce, kopuły i inne przejścia na zbiornikach oraz wszystkie spoiny łączące kołnierze ze zbiornikami lub z króćcami powinny być wykonane z pełnym przetopem na całej grubości ściany zbiornika lub króćca, z wyjątkiem króćców o małej średnicy, jeżeli PRS wyrazi na to zgodę.

2.7 Odprężanie zbiorników ciśnieniowych

Jeżeli temperatura projektowa jest niższa niż -10°C , to zbiorniki ciśnieniowe wykonane ze stali węglowej lub niestopowej należy po zakończeniu spawania poddać obróbce cieplnej (wyżarzaniu odprężającemu).

We wszystkich pozostałych przypadkach oraz w odniesieniu do materiałów innych niż wyżej wymienione, odprężenie po zakończeniu spawania podlega uzgodnieniu z PRS.

Temperaturę i czas wygrzewania należy uzgodnić z PRS. W przypadku dużych ciśnieniowych zbiorników ładunkowych wykonanych ze stali węglowej lub węglowo-manganowej, dla których przeprowadzenie obróbki cieplnej jest trudne, w miejsce obróbki cieplnej można wykonać odprężanie mechaniczne poprzez poddanie działaniu ciśnienia, po uzgodnieniu z PRS i pod warunkiem spełnienia poniższych wymagań:

- skomplikowane spawane elementy zbiorników ciśnieniowych (takie jak studzienki ściekowe lub kopuły z króćcami, itp.) wraz z sąsiadującymi płytami poszycia powinny zostać poddane obróbce cieplnej zanim zostaną przyspawane do większych elementów zbiorników ciśnieniowych;
- grubość poszycia nie powinna być większa niż grubość podana w *Przepisach*, wymagana dla zbiorników ciśnieniowych w zależności od rodzaju zastosowanego materiału;
- należy przeprowadzić szczegółową analizę naprężeń, aby upewnić się, że największe podstawowe naprężenie membranowe w czasie odprężenia mechanicznego nie przekroczy 0,9 granicy plastyczności materiału. W celu sprawdzenia obliczeń PRS może wymagać przeprowadzenia pomiarów naprężeń w czasie odprężenia mechanicznego;
- procedurę odprężania mechanicznego należy z odpowiednim wyprzedzeniem przedstawić PRS do zatwierdzenia.

2.8 Kontrola i badania nieniszczące

2.8.1 Produkcja i jakość wykonania

Tolerancje produkcyjne i wykonawcze (tj. odchyłki od kształtu kołowego, miejscowe odchyłki od założonego kształtu, przesunięcie liniowe płyt złączy spawanych, redukcja grubości płyt o różnych grubościach) powinny spełniać wymagania *Przepisów*. Wszystkie tolerancje powinny być uwzględnione w analizie stateczności konstrukcji (patrz 2.4).

2.8.2 Badania nieniszczące

Przy rozpatrywaniu wykonania i zakresu badań nieniszczących złączy spawanych należy uwzględnić poniższe postanowienia:

Zakres badań nieniszczących powinien obejmować wszystkie złącza lub ich część, zgodnie z *Przepisami* PRS, i nie powinien być mniejszy niż zakres określony poniżej:

- (i) Pełne badania nieniszczące (patrz 2.3.3)

Badania radiograficzne

- złącza doczołowe: 100%.

Wykrywanie pęknięć powierzchniowych

- wszystkie spoiny: 10%,
- spoiny kołnierzy wzmacniających wokół otworów, króćców itp.: 100%.

Badania ultradźwiękowe

- Za zgodą PRS badania radiograficzne mogą być częściowo zastąpione przez badania ultradźwiękowe. PRS może ponadto wymagać pełnych badań ultradźwiękowych spoin kołnierzy wzmacniających wokół otworów, króćców itp.

(ii) Częściowe badania nieniszczące (patrz 2.3.3)

Badania radiograficzne

- złącza doczołowe: wszystkie krzyżujące się złącza spawane i co najmniej 10% na całej długości spoiny w wybranych, równomiernie rozłożonych miejscach.

Wykrywanie pęknięć powierzchniowych

- spoiny kołnierzy wzmacniających wokół otworów, króćców itp.: 100%.

Badania ultradźwiękowe

- w każdym przypadku, jeśli PRS tego wymaga.

2.9 Próby hydrostatyczne

2.9.1 Każdy zbiornik ciśnieniowy, po jego całkowitym wykonaniu, należy poddać próbie hydrostatycznej zgodnie z obowiązującymi przepisami. Ciśnienie w czasie próby, mierzone na szczycie zbiornika, nie powinno być mniejsze od wartości równej $1,5P_0$, przy czym obliczone podstawowe naprężenia membranowe nie mogą w żadnym punkcie przekroczyć 0,9 granicy plastyczności materiału (definicję P_0 podano w rozdziale 1). Jeżeli obliczenia wskazują, że naprężenia przekroczą 0,75 granicy plastyczności, to aby zapewnić spełnienie powyższego warunku podczas próby prototypu zbiorników ciśnieniowych innych niż proste cylindryczne lub sferyczne zbiorniki ciśnieniowe, należy prowadzić monitoring naprężeń przy zastosowaniu tensometrów lub innych odpowiednich przyrządów.

2.9.2 Temperatura wody używanej do próby powinna wynosić co najmniej 30°C powyżej temperatury przejścia materiału w stanie dostawy w stan kruchy.

2.9.3 Ciśnienie należy utrzymywać przez 2 godziny na każde 25 mm grubości, lecz w żadnym przypadku nie krócej niż 2 godziny.

2.9.4 W przypadku ciśnieniowych zbiorników ładunkowych można, gdy jest to konieczne i za zgodą PRS, przeprowadzić próbę hydropneumatyczną w warunkach określonych w 2.9.1, 2.9.2 i 2.9.3.

2.9.5 Próby zbiorników, w których w zależności od temperatury eksploatacyjnej stosuje się wyższe naprężenia dopuszczalne, podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS. Niezależnie od powyższego, wymagania podane w p. 2.9.1 powinny być spełnione w całości.

2.9.6 Po wykonaniu i zmontowaniu każdy zbiornik ciśnieniowy i związaną z nim armaturę należy poddać odpowiedniej próbie szczelności.

2.9.7 Próba pneumatyczna zbiorników ciśnieniowych innych niż zbiorniki ładunkowe podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS. Próba taka może być dopuszczona wyłącznie dla tych zbiorników, które ze względu na konstrukcję lub podparcie nie mogą być bezpiecznie napełnione wodą lub dla takich zbiorników, których nie da się osuszyć, a które będą używane do celów, dla których nawet śladowe ilości medium użytego do prób nie mogą być zaakceptowane.

Uwaga:

Wymagania podane w punkcie 2.9 zawiera również *Publikacja Nr 21/P – Próby konstrukcji kadłubów okrętowych*.

3 RUROCIĄGI ŁADUNKOWE I TECHNOLOGICZNE

3.1 Postanowienia ogólne

3.1.1 Postanowienia niniejszego rozdziału określają ogólne zasady stosowane przez PRS przy zatwierdzeniu i przeglądach, dla celów klasyfikacji, elementów konstrukcji statków przewożących gazy

skroplone. Ze względu na fakt, że postęp technologiczny może wymuszać wprowadzenie zmian do zasad i postanowień zawartych w niniejszym rozdziale, wymagania niniejszego rozdziału podlegają stałej weryfikacji.

3.2 Zakres zastosowania

Wymagania niniejszego rozdziału mają zastosowanie do rurociągów ładunkowych i technologicznych, włącznie z rurociągami oparów oraz rurociągami wylotowymi z zaworów bezpieczeństwa, jak również do innych podobnych rurociągów.

3.3 Wymiary odpowiadające wartości ciśnienia wewnętrznego

3.3.1 Postanowienia ogólne

Z zastrzeżeniem wymagań punktu 3.3.4, grubość ścianek rurociągów nie powinna być mniejsza niż grubość obliczona według wzoru:

$$t = (t_0 + b + c) / \left(1 - \frac{a}{100}\right) \quad (3.3.1-1)$$

gdzie:

t – grubość minimalna, [mm];
 t_0 – grubość teoretyczna, [mm];

$$\left. \begin{array}{l} t_0 = pD/2Ke + p \\ \text{gdy } p \text{ [N/mm}^2\text{]}; \\ t_0 = pD/20 Ke + p \\ \text{gdy } p \text{ [bar]} \end{array} \right\} \quad (3.3.1-2)$$

p – ciśnienie projektowe, [N/mm²] lub [bar];
 D – średnica zewnętrzna, [mm];
 K – naprężenie dopuszczalne, [N/mm²] (patrz 3.3.2);
 e – współczynnik,

- (i) $e = 1$ dla rur bez szwu oraz dla rur spawanych wzdłużnie lub spiralnie, dostarczanych przez uznanych producentów rur spawanych, które traktuje się jako równoważne rurom bez szwu, jeżeli badania nieniszczące spoin wykonywane są zgodnie z wymaganiami *Przepisów*,
- (ii) w innych przypadkach PRS może wymagać współczynnika o wartości mniejszej niż 1,0, w zależności od procesu wytwarzania rur;

b – naddatek na gięcie, [mm]. Wielkość b powinna być tak dobrana, aby obliczone naprężenia w miejscu gięcia, wynikające wyłącznie z ciśnienia wewnętrznego, nie przekroczyły naprężeń dopuszczalnych. Jeżeli takie obliczenia nie są wykonywane, to b należy określać wg wzoru:

$$b = \frac{1}{2,5} \frac{D}{r} t_0 \quad (3.3.1-3)$$

gdzie:

r – średni promień gięcia, [mm];
 c – naddatek na korozję, [mm]. Jeżeli spodziewana jest korozja lub erozja, to grubość ścianki rurociągu powinna być zwiększona powyżej wymaganej przez inne wymagania projektowe. Wielkość naddatku korozyjnego powinna uwzględniać oczekiwany czas eksploatacji rurociągu.
 a – ujemna tolerancja wykonania dla grubości ścianki rury [%].

3.3.2 Ciśnienie projektowe

- (a) Ciśnienie projektowe, p , we wzorze (3.3.1-2) jest maksymalnym ciśnieniem, któremu instalacja może być poddana w trakcie eksploatacji.
- (b) W odniesieniu do rurociągów, instalacji rurociągów i ich elementów należy przyjmować odpowiednio najostrożniejsze z poniższych warunków projektowych:

- (i) dla instalacji rurociągów oparów i ich elementów, które mogą zostać odcięte od swoich zaworów nadmiarowych i które mogą zawierać nieco cieczy – ciśnienie pary nasyconej w temperaturze 45°C, bądź w wyższej lub niższej – po uzgodnieniu z PRS (patrz p. 1.2.5);
 - (ii) dla instalacji i ich elementów, które mogą zostać odcięte od swoich zaworów nadmiarowych i które przez cały czas wypełnione są jedynie oparami – ciśnienie pary przegrzanej w temperaturze 45°C, bądź w niższej lub wyższej – po uzgodnieniu z PRS (patrz p. 1.2.5), zakładając, że stanem początkowym w instalacji przy jej roboczym ciśnieniu i temperaturze jest para nasycona; lub
 - (iii) wartość MARVS zbiorników ładunkowych i instalacji przetwórczych ładunku; lub
 - (iv) nastawa ciśnienia zaworu upustowego na tłoczeniu związanej z instalacją pompy bądź sprężarki; lub
 - (v) maksymalne całkowite ciśnienie wyładunku lub załadunku instalacji rurociągów ładunkowych; lub
 - (vi) nastawa zaworu nadmiarowego instalacji rurociągów.
- (c) Ciśnienie projektowe nie powinno być niższe niż 1 N/mm² (10 barów), z wyjątkiem rurociągów z otwartymi końcami, dla których nie powinno być ono niższe niż 0,5 N/mm² (5 barów).

3.3.3 Naprężenie dopuszczalne

Dla rurociągów wykonanych ze stali, w tym stali odpornej na korozję, wartość naprężenia dopuszczalnego, które należy przyjąć we wzorze (3.3.1-2) powinna być wartością mniejszą z podanych poniżej:

$$\sigma_B / 2,7 \text{ lub } \sigma_F / 1,8^*$$

gdzie:

σ_B = minimalna wytrzymałość na rozciąganie w temperaturze pokojowej, [N/mm²];

σ_F = wyraźna granica plastyczności lub umowna granica plastyczności $R_{0,2}$, w temperaturze pokojowej, [N/mm²].

W przypadku rur wykonanych z materiału innego niż stal, wielkość dopuszczalnego naprężenia podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

3.3.4 Minimalna grubość ścianki

- (a) Minimalna grubość ścianki powinna być zgodna z wymaganiami *Przepisów*.
- (b) Biorąc pod uwagę wytrzymałość mechaniczną rur i aby zapobiec ewentualnemu uszkodzeniu, zgnieceniu, nadmiernemu ugięciu lub wyboczeniu pod wpływem obciążeń pochodzących od uchwytów, odkształceń kadłuba statku lub innych przyczyn, należy zwiększyć grubość ścianki ponad wartość wymaganą w punkcie 3.3.1 lub, jeżeli jest to niewykonalne bądź spowodowałoby nadmierne naprężenia lokalne, należy zastosować inne rozwiązania projektowe, które ograniczą te obciążenia, zabezpieczają przed ich skutkami lub je wyeliminują.

3.3.5 Kołnierze, zawory oraz inna armatura

- (a) Przy doborze kołnierzy, zaworów, innej armatury itp. należy stosować uznane normy, biorąc również pod uwagę ciśnienie projektowe określone w 3.3.2.
- (b) Jeśli kołnierze nie spełniają wymagań uznanej normy, ich wymiary oraz wymiary łączących je śrub powinny spełniać wymagania PRS.

3.4 Analiza naprężeń

3.4.1 Jeżeli temperatura projektowa wynosi –110°C lub poniżej, to dla każdego odgałęzienia rurociągu należy przedstawić PRS kompletną analizę naprężeń, uwzględniającą wszystkie naprężenia wywołane ciężarem rurociągów (łącznie z obciążeniami od przyspieszeń, jeżeli są one znaczne), ciśnienie wewnętrzne, skurcz cieplny i naprężenia spowodowane odkształceniami kadłuba w warunkach wygięcia i ugięcia. W przypadku temperatur wyższych niż –110°C, może być wymagane przedstawienie analizy naprężeń uwzględniającej

* PRS może wyrazić zgodę na zastosowanie współczynnika niższego niż 1,8, pod warunkiem przeprowadzenia szczegółowej analizy naprężeń zgodnie z metodą podaną w 3.4.

konstrukcję, sztywność instalacji rurociągów, dobór materiałów itp. W każdym przypadku należy zwrócić uwagę na naprężenia termiczne, nawet jeżeli przedstawienie obliczeń nie jest wymagane.

3.4.2 Analiza powinna uwzględniać takie obciążenia, jak ciśnienie, ciężar rurociągu wraz z izolacją i jego zawartością, a także obciążenia wywołane skurczem dla różnych warunków pracy. Metodę obliczeń należy uzgodnić z PRS.

3.5 Materiały

3.5.1 Dobór oraz badania materiałów stosowanych w instalacjach rurociągów powinny być zgodne z wymaganiami rozdziału 5, przy uwzględnieniu minimalnej temperatury projektowej. Dopuszcza się jednakże pewne złagodzenie wymagań w odniesieniu do jakości materiałów stosowanych na rurociągi odpowietrzające z otwartymi końcami, pod warunkiem że temperatura ładunku dla nastawy ciśnienia zaworu nadmiarowego będzie wynosić -55°C lub powyżej i nie nastąpi żaden wypływ cieczy do rurociągu odpowietrzającego. Podobne złagodzenie dla tych samych warunków temperaturowych może być dopuszczone w odniesieniu do rurociągów z otwartymi końcami znajdujących się wewnątrz zbiorników ładunkowych, z wyłączeniem rurociągów wyladunkowych oraz wszystkich rurociągów wewnątrz zbiorników membranowych i semimembranowych.

3.5.2 Materiały o temperaturze topnienia poniżej 925°C nie powinny być stosowane na rurociągi znajdujące się na zewnątrz zbiorników ładunkowych, z wyjątkiem krótkich odcinków rur zamocowanych do zbiorników ładunkowych, które w takim przypadku powinny posiadać ognioodporną izolację.

3.6 Próby elementów rurociągów i próby pomp przed ich zamontowaniem na statku⁵

3.6.1 Zawory

3.6.1.1 Próba prototypu

Każda wielkość i typ zaworu przeznaczonego do pracy w temperaturze poniżej -55°C podlega procedurze uznania, obejmującej ocenę projektu i próby prototypu.

Próby prototypu dla wszystkich zaworów powinny przebiegać w obecności inspektora PRS aż do minimalnej temperatury projektowej lub niższej oraz do ciśnienia nie niższego niż maksymalne ciśnienie projektowe przewidywane dla zaworów.

Próby prototypu powinny obejmować próbę ciśnieniową korpusu zaworu przy ciśnieniu równym 1,5 raza ciśnienia projektowego oraz próbę kriogeniczną składającą się ze sprawdzenia działania zaworów lub sprawdzenia nastawy oraz szczelności zaworu bezpieczeństwa. Dodatkowo, w przypadku zaworów innych niż zawory bezpieczeństwa należy przeprowadzić próbę szczelności gniazda i trzonu zaworu przy ciśnieniu równym 1,1 raza ciśnienia projektowego.

W przypadku zaworów, które mają być stosowane w temperaturze roboczej powyżej -55°C , próba prototypu nie jest wymagana.

3.6.1.2 Próby u producenta

Każdy zawór powinien zostać wypróbowany w wytwórni, w obecności inspektora PRS.

Próby te powinny obejmować próbę ciśnieniową korpusu zaworu przy ciśnieniu równym 1,5 ciśnienia projektowego dla wszystkich zaworów i próbę szczelności gniazda i trzonu zaworu przy ciśnieniu równym 1,1 ciśnienia projektowego dla zaworów typów innych od zaworów bezpieczeństwa.

Dodatkowo, dla minimum 10% zaworów każdego rozmiaru i typu, innych od zaworów bezpieczeństwa, przewidywanych do użycia w temperaturach roboczych niższych niż -55°C , należy przeprowadzić próbę kriogeniczną, składającą się ze sprawdzenia działania zaworu i występowania przecieków. Próby ciśnienia nastawy zaworów bezpieczeństwa należy przeprowadzać w temperaturze otoczenia.

⁵ Wymagania zawarte w podrozdziale 3.6 będą obowiązywać dla elementów rurociągów i dla pomp:

- kiedy wniosek o przeprowadzenie prób będzie mieć datę 1 stycznia 2017 lub późniejszą;
- jeżeli te elementy i pompy będą montowane na nowym statku, dla którego datą kontraktu na budowę (tzn. datą, kiedy kontrakt na budowę statku został podpisany przez przyszłego właściciela i stocznicy) będzie 1 stycznia 2017 r. lub później.

W przypadku zaworów wykorzystywanych do odcinania oprzyrządowania rurociągów o średnicy nie większej od 25 mm, próby u producenta nie muszą być przeprowadzane w obecności inspektora. Protokoły z prób powinny być dostępne do przeglądu.

Zamiast stosowania powyższej procedury, wytwórca może wystąpić do PRS z prośbą o certyfikację zaworu, spełniwszy następujące warunki:

- prototyp zaworu został poddany próbom zgodnym z wymaganiami dla zaworów przeznaczonych do używania w temperaturach roboczych niższych niż -55°C , zawartymi w punkcie 3.6.1.1, oraz
- wytwórca posiada uznany system kontroli jakości, który został oceniony i zatwierdzony przez PRS i podlega okresowym audytorom, oraz
- plan kontroli jakości zawiera postanowienie o poddawaniu każdego zaworu hydrostatycznej próbie korpusu przy ciśnieniu równym 1,5 ciśnienia projektowego dla wszystkich zaworów oraz próbie szczelności gniazda i trzonu zaworu przy ciśnieniu równym 1.1 ciśnienia projektowego dla zaworów typów innych od zaworów bezpieczeństwa. Próby ciśnienia nastawy zaworów bezpieczeństwa należy przeprowadzać w temperaturze otoczenia. Wytwórca powinien przechowywać zapis wyników takich prób, oraz
- próba kriogeniczna, składająca się ze sprawdzenia działania zaworu i występowania przecieków, obejmująca minimum 10% zaworów każdego rozmiaru i typu, w odniesieniu do zaworów typów innych od zaworów bezpieczeństwa, przewidywanych do używania przy temperaturach roboczych niższych niż -55°C , jest przeprowadzona w obecności inspektora PRS.

3.6.2 Złącza kompensacyjne

Dla każdego typu kompensatora mieszkowego, przeznaczonego do zastosowania w rurociągach ładunkowych, zwłaszcza dla tych używanych na zewnątrz zbiornika ładunkowego, należy przeprowadzić następujące próby prototypu:

Próba nadciśnienia

Próbie ciśnieniowej ciśnieniem nie mniejszym niż pięciokrotna wartość ciśnienia projektowego należy poddać, w stanie nie ściśniętym, element falisty mieszka, który nie powinien ulec rozerwaniu. Czas trwania próby nie powinien być krótszy niż 5 minut.

Próbie ciśnieniowej, ciśnieniem równym dwukrotnej wartości ciśnienia projektowego przy maksymalnych dopuszczonych przez producenta odchyłkach montażowych, należy poddać reprezentatywne kompletne złącze kompensacyjne wraz ze wszystkimi akcesoriami (kołnierze, podpory, przeguby itp.). Nie dopuszcza się trwałych odkształceń.

W zależności od zastosowanych materiałów, może być wymagane przeprowadzenie próby w najniższej temperaturze projektowej.

Próba cykliczna (przemieszczeń termicznych)

Próbie cyklicznej należy poddać kompletne złącze kompensacyjne, które powinno wytrzymać co najmniej tyle cykli – w warunkach ciśnienia, temperatury, przemieszczeń poosiowych, obrotowych i poprzecznych – ile może wystąpić w eksploatacji. Dopuszczalne jest przeprowadzenie próby w temperaturze pokojowej, o ile warunki tej próby będą bardziej niekorzystne dla wytrzymałości mieszka, niż te w temperaturze projektowej.

Próba zmęczeniowa (odkształcenie statku)

Próbie zmęczeniowej należy poddać kompletne złącze kompensacyjne, przy braku ciśnienia wewnętrznego, poprzez symulację odkształceń mieszka odpowiadających kompensowanemu odcinkowi rury, przy czym liczba cykli powinna wynosić co najmniej 2 000 000, a ich częstotliwość nie powinna być wyższa niż 5 cykli na sekundę. Próba ta wymagana jest tylko wówczas, gdy rurociągi ze względu na prowadzenie podlegają obciążeniom wskutek odkształceń kadłuba. PRS może odstąpić od wymogu wykonania wyżej wymienionych prób, o ile zostanie przedstawiona kompletna dokumentacja, pozwalająca stwierdzić, że mieszki kompensacyjne są w stanie wytrzymać przewidywane warunki pracy.

Jeżeli maksymalne manometryczne ciśnienie wewnętrzne przekracza $0,1 \text{ N/mm}^2$ (1 bar), to dokumentacja techniczna powinna zawierać dane z prób, wystarczające do uzasadnienia przyjętej metody projektowej, a w szczególności potwierdzające zgodność wyników obliczeń i prób.

3.6.3 Pompy ładunkowe

3.6.3.1 Próby prototypu

Każda wielkość i typ pompy podlega procedurze uznania obejmującej ocenę projektu i próby prototypu. Próby prototypu powinny przebiegać w obecności inspektora PRS.

Zamiast prób prototypu, można rozważyć zadawalający zapis eksploatacyjny odnoszący się do istniejącego projektu pompy zatwierdzonego przez PRS, przedstawiony przez producenta.

Próby prototypu powinny uwzględniać próbę ciśnieniową korpusu pompy przy ciśnieniu równym 1,5 raza ciśnienia projektowego oraz próbę wydajności pompy.

W przypadku zanurzonych pomp napędzanych silnikami elektrycznymi, próba wydajności powinna być przeprowadzana z wykorzystaniem medium projektowego lub z medium o temperaturze poniżej minimalnej temperatury roboczej.

W przypadku pomp napędzanych wałem umieszczanych w głębokich studzienkach próba wydajności może być przeprowadzana z użyciem wody.

Dodatkowo, w przypadku pomp napędzanych wałem umieszczanych w głębokich studzienkach, należy przeprowadzić próbę wirowania w minimalnej temperaturze projektowej, w celu wykazania właściwego działania luzów łożyskowych, pierścieni ślizgowych oraz uszczelnień. Do celu próby nie jest potrzebna cała długość wału, ale taka jego długość, która zawiera co najmniej jedno łożysko i uszczelnienie.

Po zakończeniu próby pompę należy rozmontować w celu przebadania.

3.6.3.2 Próby u producenta

Każda pompa powinna zostać wypróbowana w wytwórni, w obecności przedstawiciela PRS.

Próby te powinny obejmować próbę hydrostatyczną korpusu zaworu przy ciśnieniu równym 1,5 ciśnienia projektowego i próbę wydajności.

W przypadku zanurzonych pomp napędzanych silnikami elektrycznymi, próba wydajności powinna być przeprowadzana z wykorzystaniem medium projektowego lub z medium o temperaturze poniżej minimalnej temperatury roboczej.

W przypadku pomp napędzanych wałem umieszczanych w głębokich studzienkach próba wydajności może być przeprowadzana z użyciem wody.

Zamiast stosowania powyższej procedury, wytwórca może wystąpić do PRS z prośbą o certyfikację pompy, spełniwszy następujące warunki:

prototyp pompy został poddany próbom zgodnym z wymaganiami zawartymi w punkcie 3.6.3.1, oraz wytwórca posiada uznany system kontroli jakości, który został oceniony i zatwierdzony przez PRS i podlega okresowym audytom, oraz plan kontroli jakości zawiera postanowienie o poddawaniu każdej pompy hydrostatycznej próbie korpusu przy ciśnieniu równym 1,5 ciśnienia projektowego i próbie wydajności. Wtwórca powinien przechowywać zapis wyników takich prób.

3.7 Montaż rurociągów oraz szczegóły ich łączenia

3.7.1 Postanowienia ogólne

Wymagania podrozdziału 3.7 mają zastosowanie do rurociągów znajdujących się wewnątrz i na zewnątrz zbiorników ładunkowych. PRS może wyrazić zgodę na odstępstwo od tych wymagań w odniesieniu do rurociągów znajdujących się wewnątrz zbiorników oraz rurociągów z otwartymi końcami.

3.7.2 Bezpośrednie łączenie odcinków rurociągu (bez kołnierzy)

Dopuszcza się następujące rodzaje połączeń:

- (i) Złącza doczołowe spawane z pełnym przetopem. Dla temperatur projektowych niższych niż -10°C złącza doczołowe powinny być spawane dwustronnie lub w sposób równoważny doczołowej spoinie dwustronnej. Można to osiągnąć poprzez stosowanie pierścieniowych podkładek spawalniczych, spawanie z wkładką łatwo topliwą tworzącą grań spoiny lub stosując osłonę gazową grani przy pierwszej warstwie. Dla ciśnień projektowych powyżej 1 N/mm^2 (10 barów) oraz temperatur projektowych wynoszących -10°C lub niższych, podkładowe pierścieniowe należy usuwać.

- (ii) Spawane połączenia przesuwne, z tulejami i spoinami o wymiarach zgodnych z wymaganiami *Przepisów*.
- (iii) Połączenia gwintowane zgodne z wymaganiami *Przepisów*.

Wymienione powyżej połączenia, zależnie od średnicy rurociągu i jego przeznaczenia, mogą być dopuszczone do poniższych zastosowań:

- połączenia typu (i) – wszędzie;
- połączenia typu (ii) – dla rurociągów z otwartymi końcami jeżeli temperatura projektowa jest nie niższa niż -55°C , a średnica zewnętrzna nie większa niż 50 mm;
- połączenia typu (iii) – dla rurociągów pomocniczych i rurociągów oprzyrządowania, o średnicy zewnętrznej ≤ 25 mm.

3.7.3 Połączenia kołnierzowe

- (a) W połączeniach kołnierzowych należy stosować przyspawane kołnierze z szyjką, kołnierze nasuwkowe lub z gniazdem.
- (b) Dobór kołnierzy pod względem typu, wykonania oraz wymaganych prób powinien być zgodny z wymaganiami *Przepisów*. W odniesieniu do wszystkich rurociągów, z wyjątkiem rurociągów z otwartymi końcami, obowiązują następujące ograniczenia:
 - (i) dla temperatury projektowej niższej niż -55°C mogą być stosowane tylko przyspawane kołnierze z szyjką;
 - (ii) dla temperatury projektowej niższej niż -10°C nie należy stosować kołnierzy przesuwnych dla średnic nominalnych większych niż 100 mm, a przyspawanych kołnierzy z gniazdem dla średnic nominalnych większych niż 50 mm.

3.7.4 Inne rodzaje połączeń rurociągów

Połączenia rurociągów inne niż wymienione w punktach 3.7.2 i 3.7.3 podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

3.7.5 Mieszki i złącza kompensacyjne

- (a) Jeżeli jest to konieczne, mieszki należy zabezpieczyć przed zamarzaniem.
- (b) Złącza przesuwne mogą być stosowane tylko wewnątrz zbiorników ładunkowych.

3.7.6 Spawanie, obróbka cieplna po spawaniu i badania nieniszczące

- (a) Spawanie powinno być wykonane zgodnie z wymaganiami podanymi w rozdziale 5.
- (b) Obróbka cieplna po spawaniu wymagana jest w odniesieniu do wszystkich spoin doczołowych wykonanych na rurach ze stali węglowych niestopowych i niskostopowych.

W zależności od projektowej temperatury i ciśnienia dla danej instalacji rurociągów, PRS może odstąpić od wymogu termicznego odprężania rur o grubości ścianki poniżej 10 mm.

- (c) W uzupełnieniu do normalnej kontroli przed i w trakcie spawania oraz oględzin zewnętrznych gotowych spoin, w celu wykazania, że spawanie zostało wykonane poprawnie i zgodnie z mającymi zastosowanie wymaganiami, należy przeprowadzić następujące badania połączeń spawanych:
 - (i) 100% spoin doczołowych na rurociągach instalacji o temperaturze projektowej poniżej -10°C oraz o średnicy wewnętrznej powyżej 75 mm lub o grubości ścianki większej niż 10 mm należy poddać badaniom radiograficznym;
 - (i) spoiny doczołowe na rurociągach innych niż wymienione w p. (i) należy – po uzgodnieniu z PRS – poddać miejscowym badaniom radiograficznym lub innym badaniom nieniszczącym, w zależności od przeznaczenia rurociągów, ich usytuowania oraz zastosowanych materiałów. Co najmniej 10% spoin doczołowych rurociągów należy poddać badaniom radiograficznym.

3.8 Próby na statku

3.8.1 Postanowienia ogólne

Wymagania podrozdziału 3.8 mają zastosowanie do rurociągów znajdujących się wewnątrz i na zewnątrz zbiorników ładunkowych. PRS może jednak wyrazić zgodę na odstępstwo od tych wymagań w odniesieniu do rurociągów znajdujących się wewnątrz zbiorników oraz do rurociągów z otwartymi końcami.

3.8.2 Próby ciśnieniowe (próby wytrzymałości i szczelności)

- (a) Po zmontowaniu wszystkie rurociągi ładunkowe i technologiczne należy poddać próbie hydrostatycznej ciśnieniem równym co najmniej 1,5 ciśnienia projektowego. Jeżeli instalacje rurociągów lub elementy tych instalacji zostaną całkowicie wykonane i wyposażone w kompletną armaturę, to próbę hydrostatyczną można przeprowadzić przed ich zamontowaniem na statku. Połączenia spawane wykonane na statku należy poddać próbie hydrostatycznej ciśnieniem równym co najmniej 1,5 ciśnienia projektowego. Jeżeli użycie wody jest niedopuszczalne, a rurociągi nie mogą zostać osuszone przed oddaniem ich do eksploatacji, to PRS należy przedstawić do zatwierdzenia propozycje dotyczące zastosowania alternatywnych czynników płynnych lub sposobów przeprowadzania prób.
- (b) Po zamontowaniu na statku każdą instalację rurociągów ładunkowych i technologicznych należy poddać próbie szczelności (przy użyciu powietrza, halogenków itp.) ciśnieniem zależnym od zastosowanej metody wykrywania nieszczelności.

3.8.3 Próby działania

Wszystkie instalacje rurociągów, łącznie z zaworami, armaturą i związanym wyposażeniem, przeznaczone do przetłaczania ładunku lub oparów należy poddać próbie w normalnych warunkach eksploatacji, nie później niż podczas pierwszej operacji załadunku.

4 PRZEGLĄDY OKRESOWE INSTALACJI ŁADUNKOWYCH STATKÓW PRZEWOŻĄCYCH SKROPLONE GAZY LUZEM

4.1 Postanowienia ogólne

4.1.1 Zakres zastosowania

4.1.1.1 Wymagania niniejszego rozdziału dotyczą przeglądów statków przeznaczonych do przewozu gazów skroplonych luzem. Przeglądy wymagane w niniejszym rozdziale są przeglądami dodatkowymi do przeglądów kadłuba i urządzeń maszynowych określonych w *Przepisach, Część I – Zasady klasyfikacji*.

4.1.2 Zakres i metodyka przeglądów

4.1.2.1 Zakres przeglądów obejmuje wszystkie instalacje i wyposażenie przeznaczone do przewozu i przeładunku gazów skroplonych. Zakres przeglądów nie obejmuje ochrony przeciwpożarowej, instalacji gaśniczych, przenośnego wyposażenia i wyposażenia ochronnego personelu.

4.1.2.2 Zaleca się, aby przegląd roczny przeprowadzany był w czasie operacji załadunkowych lub wyładunkowych. O ile nie postanowiono inaczej w *Przepisach*, dostęp do zbiorników ładunkowych lub przestrzeni ładunkowych zabezpieczonych gazem obojętnym, wymagających odgazowania/napowietrzenia, nie jest wymagany.

4.1.2.3 Przegląd pośredni wymagany w 4.3 stanowi uzupełnienie przeglądu rocznego i obejmuje próby działania urządzeń przeładunkowych, łącznie z przynależnym automatycznym sterowaniem, systemem alarmowym i systemem bezpieczeństwa. Zaleca się, aby przegląd pośredni przeprowadzany był wtedy, gdy atmosfera na statku jest gazobezpieczna.

Zakres wymaganych prób związanych z przeglądem pośrednim należy tak ustalić, aby nie można było przeprowadzać tego przeglądu w trakcie operacji załadunkowych lub wyładunkowych.

4.1.3 Terminy przeglądów

Terminy przeglądów powinny być zgodne z wymaganiami *Przepisów, Część I – Zasady klasyfikacji*, rozdział 5.

4.1.4 Przeglądy statków o nietypowej konstrukcji

4.1.4.1 Terminy i sposób przeprowadzania przeglądów statków o nietypowej konstrukcji podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

4.2 Przegląd roczny

4.2.1 Postanowienia ogólne

4.2.1.1 Należy sprawdzić zapisy w *Dzienniku okrętowym* dotyczące prawidłowego działania systemu bezpiecznego magazynowania ładunku gazu skroplonego i systemów przeładunkowych. Należy zwrócić uwagę na dzienną ilość godzin pracy urządzeń skraplających lub prędkość odparowywania oraz zużycie gazu obojętnego.

4.2.1.2 Oględzinom należy poddać wszystkie dostępne gazoszczelne przejścia przez grodzie, łącznie z gazoszczelnym uszczelnieniem wału.

4.2.1.3 Należy przeprowadzić oględziny urządzeń zapewniających gazoszczelność drzwi i okien w sterówce. Wszystkie okna i iluminatory burtowe, które z uwagi na lokalizację powinny być typu nieotwieralnego, należy poddać oględzinom pod kątem gazoszczelności. Oględzinom należy poddać zamknięcia wszystkich wlotów powietrza i otworów prowadzących do pomieszczeń mieszkalnych, służbowych, maszynowych, stanowisk kontrolno-manewrowych, jak również zaakceptowane otwory w ścianach nadbudówek i pokładówek, skierowane w stronę przestrzeni ładunkowej lub dziobowych i rufowych instalacji załadunkowych/wyładunkowych.

4.2.2 Systemy przeładunkowe

4.2.2.1 O ile jest to możliwe, rurociągi i urządzenia przeładunkowe, tj. rurociągi ładunkowe i technologiczne, wymienniki ciepła, odparowywacze, pompy, sprężarki oraz węże ładunkowe należy poddać oględzinom w czasie pracy tych urządzeń.

4.2.3 Odpowietrzanie systemu bezpiecznego magazynowania ładunku gazu skroplonego

4.2.3.1 Systemy odpowietrzania zbiorników ładunkowych, przestrzeni międzybarierowych oraz przestrzeni ładunkowych, łącznie z siatkami ochronnymi, jeśli je zastosowano, należy poddać oględzinom zewnętrznym. Należy sprawdzić, czy nadmiarowe zawory ciśnieniowe zbiorników ładunkowych są zaplombowane i czy na statku znajduje się świadectwo potwierdzające ustawienie wartości ciśnienia otwierającego/zamykającego zawory.

4.2.4 Oprzyrządowanie do pomiarów oraz systemy bezpieczeństwa

4.2.4.1 Należy sprawdzić, czy oprzyrządowanie instalacji ładunkowych do pomiaru ciśnienia, temperatury i poziomu ładunku działa prawidłowo, stosując jedną lub kilka z niżej podanych metod:

- oględziny zewnętrzne,
- porównanie odczytów różnych wskaźników,
- analizę bieżących odczytów w odniesieniu do ładunku i/lub warunków na statku,
- sprawdzenie zapisów dotyczących konserwacji przyrządów w oparciu o instrukcję konserwacji oprzyrządowania urządzeń ładunkowych,
- sprawdzenie kalibracji przyrządów pomiarowych.

4.2.4.2 Należy sprawdzić zapisy w *Dzienniku okrętowym*, dotyczące prób systemu awaryjnego odcinania.

4.2.5 Kontrola atmosfery w systemie bezpiecznego magazynowania ładunku gazu skroplonego

4.2.5.1 Należy sprawdzić prawidłowość działania instalacji gazu obojętnego/suchego powietrza, łącznie z urządzeniami zapobiegającymi przepływowi zwrotnemu par ładunku do pomieszczeń gazobezpiecznych.

4.2.5.2 W przypadku zastosowania membranowych systemów bezpiecznego magazynowania ładunku gazu skroplonego, kapitan statku powinien zademonstrować inspektorowi PRS prawidłowe działanie instalacji azotu przeznaczonej do kontroli atmosfery w obrębie izolacji i przestrzeni międzybarierowych.

4.2.6 Inne wymagania

4.2.6.1 Należy sprawdzić, czy wszystkie dostępne rurociągi instalacji ładunkowych są połączone elektrycznie z kadłubem.

4.2.6.2 Urządzenia do spalania gazu z odparowania metanu należy poddać oględzinom w zakresie możliwym do przeprowadzenia.

Należy sprawdzić, zgodnie z wymaganiami podanymi w p. 4.2.4.1, czy oprzyrządowanie i systemy bezpieczeństwa działają prawidłowo.

4.2.6.3 Należy sprawdzić, czy na statku znajdują się stosowne instrukcje i dokumenty, takie jak plany załadowania, informacje dotyczące limitów napełnienia granicznego zbiorników ładunkowych, procedury schładzania, itp.

4.2.6.4 Oględzinom należy poddać wentylatory wentylacji mechanicznej w pomieszczeniach i obszarach zagrożonych gazem.

4.3 Przegląd pośredni

4.3.1 Postanowienia ogólne

4.3.1.1 Do przeglądów pośrednich mają zastosowanie wymagania określone w 4.2 oraz dodatkowo wymagania określone w 4.3.2, 4.3.3 i 4.3.4.

4.3.2 Oprzyrządowanie do pomiarów oraz systemy bezpieczeństwa

4.3.2.1 Oprzyrządowanie instalacji ładunkowych do pomiaru ciśnienia, temperatury i poziomu ładunku należy poddać oględzinom i próbom, zmieniając odpowiednio ciśnienie, temperaturę oraz poziom ładunku i porównując ze wskazaniami przyrządów. W przypadku czujników, do których nie ma dostępu lub czujników umieszczonych wewnątrz zbiorników ładunkowych lub przestrzeni ładunkowych zabezpieczonych gazem obojętnym dopuszcza się przeprowadzenie prób symulowanych. Próby powinny obejmować próby sygnalizacji alarmowej i układów bezpieczeństwa.

4.3.2.2 Rurociągi systemu wykrywania gazu należy poddać oględzinom w celu wykrycia korozji lub uszkodzenia – w takim zakresie, jaki jest praktycznie możliwy. Integralność linii ssących pomiędzy punktami poboru a urządzeniami analizującymi należy sprawdzić w zakresie możliwym do przeprowadzenia. Urządzenia wykrywania gazu należy skalibrować i sprawdzić na próbkach gazu.

4.3.2.3 W celu sprawdzenia awaryjnego zatrzymania pomp ładunkowych i sprzężarek próbie należy poddać system awaryjnego odcinania, bez produktu w rurociągu.

4.3.3 Wyposażenie elektryczne

4.3.3.1 Wyposażenie elektryczne w pomieszczeniach i strefach zagrożonych gazem należy poddać oględzinom w zakresie możliwym do przeprowadzenia, ze szczególnym uwzględnieniem:

- uziemienia (kontrola wyrzykowa),
- szczelności obudów,
- ewentualnego uszkodzenia zewnętrznej powłoki kabli,
- próby działania wyposażenia działającego pod ciśnieniem oraz związanej z nim sygnalizacji alarmowej,

- próby urządzeń odcinających zasilanie wyposażenia elektrycznego nie posiadającego certyfikatu potwierdzającego, że jest ono typu bezpiecznego, instalowanego w przestrzeniach chronionych przez śluzy powietrzne, takich jak pomieszczenia silników elektrycznych, pomieszczenia kierowania operacjami ładunkowymi itp.,
- próby rezystancji izolacji sieci. Pomiaru takie można wykonać tylko wtedy, kiedy atmosfera na statku jest gazobezpieczna lub obojętna. W przypadku, gdy prowadzone są odpowiednie zapisy z prób, PRS może rozważyć uznanie aktualnych wyników pomiarów przeprowadzonych przez załogę.

4.3.4 Inne wymagania

4.3.4.1 Oprzyrządowanie do pomiarów oraz systemy bezpieczeństwa urządzeń do spalania ładunku jako paliwa należy poddać oględzinom zgodnie z wymaganiami podanymi w 4.3.2.1.

4.4 Przegląd dla odnowienia klasy

4.4.1 Postanowienia ogólne

4.4.1.1 Do przeglądów dla odnowienia klasy mają zastosowanie wymagania określone w podrozdziale 4.3 oraz dodatkowo wymagania określone poniżej.

4.4.2 Przegląd systemu bezpiecznego magazynowania ładunku gazu skroplonego

4.4.2.1 Wszystkie zbiorniki ładunkowe należy poddać oględzinom wewnętrznym.

4.4.2.2 Szczególną uwagę należy zwrócić na zbiorniki ładunkowe i izolację w rejonie uszczelnień, podpór i zamocowań. Jeżeli inspektor uzna to za konieczne, niezbędne może być zdjęcie izolacji celem sprawdzenia stanu technicznego zarówno zbiornika, jak i samej izolacji.

Jeżeli konstrukcja izolacji uniemożliwia jej oględziny, oględzinom należy poddać konstrukcje otaczające zbiorniki szczytowe, zbiorniki dna podwójnego i koferdamy, w celu wykrycia nadmiernie schłodzonych miejsc, chyba że zapisy z rejsu, jak również wskazania przyrządów pomiarowych dają wystarczającą podstawę do stwierdzenia, że stan techniczny izolacji jest dobry.

4.4.2.3 Badania nieniszczące

4.4.2.3.1 Badania nieniszczące powinny stanowić uzupełnienie przeglądu zbiornika ładunkowego. Szczególną uwagę, jeżeli inspektor PRS uzna to za konieczne, należy zwrócić na ciągłość głównych elementów konstrukcyjnych, stan poszycia zbiornika, części zbiornika podlegające dużym naprężeniom oraz na połączenia spawane. Nie oznacza to jednak, że dla zbiorników typu C można całkowicie odstąpić od przeprowadzenia prób nieniszczących. Jako podlegające dużym naprężeniom, należy traktować niżej wymienione elementy konstrukcyjne:

- podparcia zbiorników ładunkowych oraz urządzenia przeciwprzechyłowe,
- wręgi ramowe lub pierścienie usztywniające,
- konstrukcje otaczające grodzie przelewowe,
- połączenia kopyły i studzienki ściekowej z poszyciem zbiornika,
- fundamenty pomp, wież, drabin itp.,
- połączenia rurociągów.

4.4.2.3.2 W przypadku zbiorników niezależnych typu B zakres badań nieniszczących powinien być taki, jak zakres określony w programie badań opracowanym dla celów projektowych zbiornika ładunkowego.

4.4.2.4 Należy sprawdzić szczelność wszystkich zbiorników ładunkowych, stosując właściwą do tych celów procedurę. Jeżeli potwierdzona została skuteczność działania wyposażenia do wykrywania gazu, można dopuścić użycie tego wyposażenia do przeprowadzenia prób szczelności niezależnych zbiorników położonych poniżej pokładu.

4.4.2.5 Jeżeli w wyniku oględzin przeprowadzonych zgodnie z 4.4.2.1 do 4.4.2.4 lub analizy zapisów z rejsu zaistnieją wątpliwości co do dobrego stanu technicznego zbiornika ładunkowego, należy przeprowadzić próbę hydrauliczną lub hydropneumatyczną. W przypadku zbiorników integralnych i zbiorników

niezależnych typu A i B próby należy przeprowadzić zgodnie z wymaganiami punktu 1.10.5 lub 1.10.7. Dla zbiorników niezależnych typu C ciśnienie próby nie powinno być niższe niż 1,25 MARVS.

4.4.2.6 Podczas co drugiego przeglądu dla odnowienia klasy (tj. drugiego, czwartego, szóstego itd.) wszystkie zbiorniki niezależne typu C należy poddać następującym próbom:

- .1 próbie hydraulicznej lub hydropneumatycznej ciśnieniem równym 1,25 MARVS, a następnie badaniom nieniszczącym zgodnie z 4.4.2.3.1, lub
- .2 pełnym badaniem nieniszczącym zgodnie z programem badań specjalnie opracowanym dla tego typu zbiorników. W przypadku braku takiego programu, badaniom należy poddać niżej wymienione konstrukcje:
 - podpory zbiorników ładunkowych oraz urządzenia przeciwprzechyłowe,
 - pierścienie usztywniające,
 - połączenia gwiazdowe poszycia zbiornika i grodzi wzdłużnej zbiorników bliźniaczych,
 - konstrukcje ograniczające gródź przelewową,
 - połączenia kopuły i studzienki ściekowej z poszyciem zbiornika,
 - fundamenty pomp, wież, drabin itp.,
 - połączenia rurociągów.

Badaniom wewnętrznym i zewnętrznym, odpowiednio, należy poddać co najmniej 10% długości połączeń wyżej wymienionych konstrukcji.

Dla potrzeb badań nieniszczących wymagane jest zdjęcie izolacji.

(PRS może wybrać jedną z powyżej przedstawionych lub obie opcje badań).

4.4.2.7 Tam, gdzie to możliwe, należy poddać oględzinom wszystkie przestrzenie ładunkowe oraz izolację kadłuba (jeśli została zastosowana), bariery wtórne oraz konstrukcje podpierające zbiornika. Należy sprawdzić skuteczność barier wtórnych każdego zbiornika za pomocą próby ciśnieniowej/próżniowej, oględzin lub innej akceptowanej metody.

4.4.2.8 W przypadku systemów zbiorników membranowych i semimembranowych oględziny i próby należy przeprowadzić zgodnie z programem prób opracowanym specjalnie dla danego systemu zbiorników, przy czym:

- .1 w przypadku membranowych systemów bezpiecznego magazynowania ładunku gazu skroplonego należy przeprowadzić próbę szczelności bariery wtórnej zgodnie z zatwierdzonymi przez PRS wymaganiami projektowymi dla zbiorników membranowych.
- .2 w przypadku membranowych systemów bezpiecznego magazynowania ładunku gazu skroplonego należy przeprowadzić próbę barier pierwotnych i wtórnych zgodnie z procedurami i kryteriami oceny projektanta systemu zatwierdzonymi przez PRS. Próby z niskim ciśnieniem różnicowym mogą być stosowane do monitorowania działania systemu bezpiecznego magazynowania ładunku gazu skroplonego, ale nie są uznawane za odpowiednie dla badania szczelności bariery wtórnej.
- .3 Jeżeli w przypadku systemu zbiorników membranowych z przyklejoną barierą wtórną zostaną przekroczone wartości graniczne przyjęte przez projektanta, należy przeprowadzić analizę problemu oraz dodatkową próbę, jak termograficzna lub emisji akustycznej.

4.4.2.9 Nadmiarowe zawory ciśnieniowe, płytki bezpieczeństwa oraz inne zawory bezpieczeństwa przestrzeni międzybarierowych i przestrzeni ładunkowych należy zdemontować, poddać oględzinom, próbom i, w zależności od konstrukcji zaworu – w razie potrzeby wyregulować.

4.4.2.10 Nadmiarowe zawory ciśnieniowe należy zdemontować, poddać oględzinom, wyregulować, poddać próbie działania i zaplombować. Jeżeli główne lub sterujące zawory zbiorników ładunkowych wyposażone są w niemetalowe membrany bezpieczeństwa, to membrany takie należy wymienić. Jeżeli utrzymywane są odpowiednie zapisy dotyczące stałych przeglądów i prób po przeglądach poszczególnych zaworów bezpieczeństwa, PRS może rozważyć demontaż, oględziny wewnętrzne i próby reprezentatywnej grupy zaworów obejmującej wszystkie stosowane na statku rozmiary i typy zaworów nadmiarowych gazów skroplonych i oparów, pod warunkiem że w *Dzienniku okrętowym* istnieją zapisy zaświadczające o przeprowadzeniu przeglądów i prób pozostałych zaworów od czasu zakończenia poprzedniego przeglądu dla odnowienia klasy.

4.4.3 Instalacje rurociągów

4.4.3.1 Tam, gdzie to konieczne, rurociągi ładunkowe, ciekłego azotu oraz rurociągi technologiczne, łącznie z zaworami, urządzeniami uruchamiającymi, kompensatorami itd. należy zdemontować i poddać oględzinom. Aby ocenić stan techniczny rurociągu, może być konieczne zdjęcie izolacji. Jeżeli w wyniku oględzin istnieją wątpliwości co do szczelności rurociągów, należy przeprowadzić próbę ciśnieniową ciśnieniem równym 1,25 MARVS.

Po złożeniu, kompletne instalacje rurociągów należy poddać próbie szczelności.

4.4.3.2 Nadmiarowe zawory ciśnieniowe należy poddać próbie działania. Wyrzykowo wybrane zawory należy poddać oględzinom w stanie rozłożonym i ponownie je wyregulować.

4.4.4 Elementy składowe

4.4.4.1 Pompy ładunkowe, technologiczne zbiorniki ciśnieniowe, zbiorniki ciekłego azotu, wymienniki ciepła, jak również inne elementy, włączając silniki napędowe, związane z pracami przeładunkowymi i spalaniem gazu z odparowaniem metanu należy poddać oględzinom zgodnie z wymaganiami PRS, dotyczącymi okresowych przeglądów urządzeń maszynowych.

4.4.5 Inne wymagania

4.4.5.1 Tam, gdzie to konieczne, urządzenia usuwające wodę lub ładunek z pomieszczeń międzybarierowych i ładowni należy poddać oględzinom i próbom.

4.4.5.2 Wszystkie grodzie gazoszczelne należy poddać oględzinom. Należy sprawdzić gazoszczelność uszczelnienia wału.

4.4.5.3 Oględzinom należy poddać następujące wyposażenie: węże oraz demontowalne odcinki służące do oddzielenia rurociągów ładunkowych, gazu obojętnego i rurociągów zęzowych.

4.4.5.4 Należy sprawdzić połączenia elektryczne zbiorników ładunkowych z kadłubem.

5 MATERIAŁY I SPAWANIE

5.1 Zastosowanie

5.1.1 W niniejszym rozdziale zawarto wymagania dla blach, rur, odkuwek, odlewów oraz konstrukcji spawanych stosowanych przy budowie zbiorników ładunkowych, technologicznych zbiorników ciśnieniowych ładunku, rurociągów ładunkowych i technologicznych oraz barier wtórnych. W rozdziale podano także wymagania dla blach i kształtowników z konstrukcyjnej stali kadłubowej, które znajdują się pod działaniem niższych temperatur ze względu na kontakt z ładunkiem i które nie tworzą bariery wtórnej. (Patrz 5.1.2 oraz 5.1.3 poniżej).

5.1.2 Poszycie kadłuba i pokładu statku oraz wszystkie zamocowane do niego usztywnienia powinny być zgodne z Przepisami PRS, chyba że obliczona temperatura materiału w warunkach projektowych wynosi poniżej -5°C ze względu na działanie niskich temperatur ładunku, w którym to przypadku materiał powinien spełniać wymagania tabeli 5.3-5, przy założeniu temperatury otoczenia wody morskiej i powietrza odpowiednio 0°C oraz 5°C . W warunkach projektowych należy założyć, że temperatura pełnej lub częściowej bariery wtórnej jest równa temperaturze ładunku przy ciśnieniu atmosferycznym, a w przypadku zbiorników bez bariery wtórnej należy założyć że temperatura bariery pierwotnej jest równa temperaturze ładunku.

Materiały stosowane w budowie zbiorników ładunkowych powinny być zgodne z tabelą 5.3-2.

5.1.3 Wszystkie inne materiały stosowane w budowie statku, które znajdują się pod działaniem niższych temperatur ze względu na kontakt z ładunkiem i które nie wchodzą w skład bariery wtórnej powinny być zgodne z tabelą 5.3-5 dla temperatury określonej w 6.8. Obejmuje to poszycie dna wewnętrznego, poszycie grodzi poprzecznej, denniki, środniki, mocniki oraz wszystkie zamocowane do nich usztywnienia.

5.1.4 Wymagania dla wyrobów walcowanych, odkuwek i odlewów podano w tabelach 5.3-1 do 5.3-5. Wymagania dla konstrukcji spawanych podano w 5.4.

5.1.5 Produkcja, próby, inspekcje oraz dokumentacja powinny być zgodne z ogólną praktyką stosowaną w PRS oraz szczegółowymi wymaganiami podanymi w tym rozdziale.

5.2 Postanowienia ogólne

5.2.1 Próba rozciągania

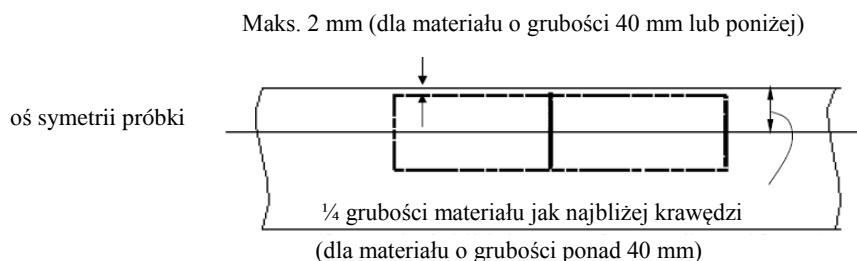
5.2.1.1 Próbki i procedury prób powinny być zgodne z *Przepisami PRS, Część IX – Materiały i spawanie*. Wytrzymałość na rozciąganie, granica plastyczności i wydłużenie powinny być zatwierdzone przez PRS.

5.2.1.2 W przypadku stali węglowo-manganowych i innych materiałów o określonych granicach plastyczności, należy rozpatrzyć ograniczenie stosunku granicy plastyczności do wytrzymałości na rozciąganie.

5.2.2 Próba udarności Charpy V

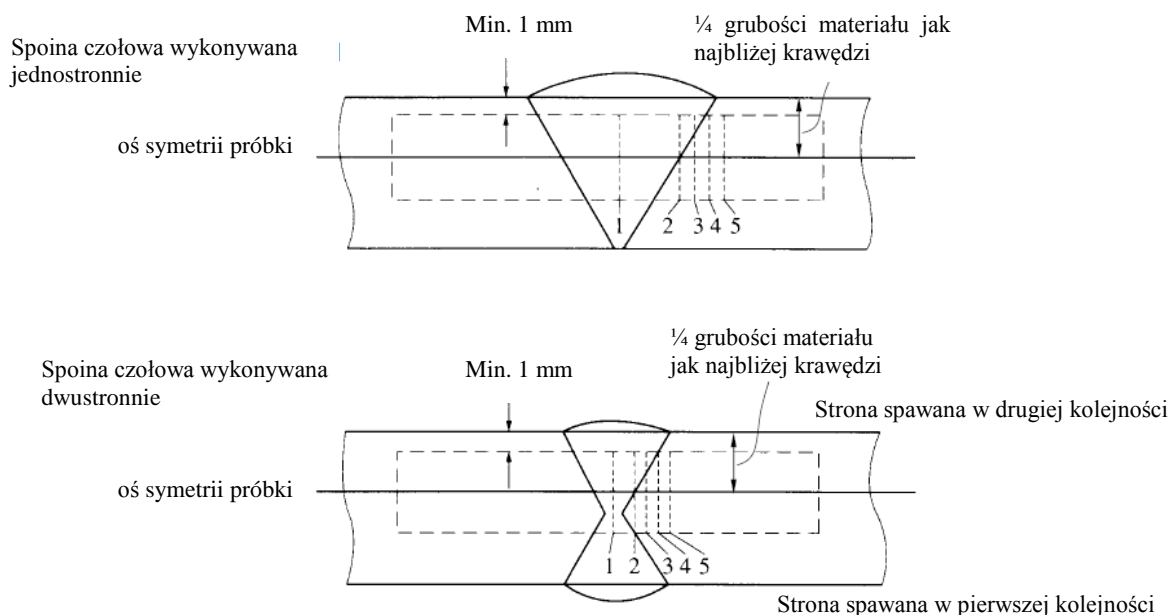
5.2.2.1 O ile nie postanowiono inaczej, próby odbiorcze powinny obejmować próbę udarności Charpy V. Wymagania dla próby Charpy V to: minimalna średnia wartość pracy łamania dla trzech pełnowymiarowych próbek (10 mm × 10 mm) oraz minimalna wartość pracy łamania dla poszczególnych próbek. Wymiary i tolerancje wykonania próbek Charpy V powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w *Przepisach, Część IX – Materiały i spawanie*.

5.2.2.2 W przypadku materiału podstawowego, próbki Charpy V o największym możliwym rozmiarze dla danej grubości materiału, powinny być wycinane metodą obróbki skrawaniem w taki sposób, aby znajdowały się możliwie najbliżej punktu położonego w połowie odległości pomiędzy powierzchnią wyrobu a środkiem jego grubości, natomiast karb powinien być prostopadły do powierzchni (patrz rys. 5.2.2.2). W przypadku gdy grubość materiału wynosi 40 mm lub poniżej, próbki Charpy V powinny być wycinane tak aby ich krawędź znajdowała się nie więcej niż 2 mm od powierzchni po walcowaniu, a ich osie wzdluzne mają być równoległe lub prostopadłe do ostatecznego kierunku walcowania materiału.



Rys. 2.2.2. Usytuowanie próbki Charpy V (metal podstawowy)

5.2.2.3 W przypadku próby spawania, próbki Charpy V o największym możliwym rozmiarze dla danej grubości materiału powinny być wycinane metodą obróbki skrawaniem w taki sposób, aby znajdowały się możliwie najbliżej punktu położonego w połowie odległości między powierzchnią wyrobu a środkiem jego grubości. W każdym przypadku odległość od powierzchni materiału do powierzchni pobieranej próbki powinna wynosić około 1 mm lub więcej. Dodatkowo, w przypadku złączy doczołowych typu X, próbki powinny być wycinane bliżej strony spawanej w drugiej kolejności. Próbki powinny być w zasadzie pobierane w każdym z poniższych miejsc, jak pokazano na rys. 5.2.2.3, w linii środkowej złączy, w linii wtopienia oraz 1 mm, 3 mm i 5 mm od linii wtopienia.



Usytuowanie karbu:

- 1 – w osi symetrii spoiny,
- 2 – w linii wtopienia,
- 3 – w strefie wpływu ciepła (SWC), 1 mm od linii wtopienia,
- 4 – w strefie wpływu ciepła (SWC), 3 mm od linii wtopienia,
- 5 – w strefie wpływu ciepła (SWC), 5 mm od linii wtopienia.

Rys. 5.2.2.3. Usytuowanie próbki Charpy V (stopiwo)

5.2.2.4 Ponowne próby z wykorzystaniem próbek Charpy V powinny być przeprowadzane zgodnie z *Przepisami PRS, Część IX – Materiały i spawanie*.

5.2.2.5 Jeśli średnia wartość z trzech pierwszych próbek Charpy V nie spełnia podanych wymagań, lub gdy wartość energii dla więcej niż jednej próbki jest niższa od wymaganej wartości średniej lub gdy wartość energii dla jednej próbki jest niższa od minimalnej wartości dla pojedynczej próbki, można poddać próbie trzy dodatkowe próbki z tego samego materiału, a uzyskane wyniki można powiązać z otrzymanymi wcześniej w celu obliczenia nowej średniej. Jeśli nowa średnia odpowiada wymaganiom i nie więcej niż dwa indywidualne wyniki są niższe od wymaganej wartości średniej, a nie więcej niż jeden wynik jest niższy od wymaganej wartości dla pojedynczej próbki, to dana sztuka lub partia może zostać przyjęta.

5.2.3 Próba zginania

5.2.3.1 Próbę zginania można pominąć jako próbę odbiorczą materiału, lecz wymagana jest ona przy badaniu złączy spawanych. Przygotowanie próbek oraz procedury prób powinny być zgodne z *Przepisami PRS, Część IX – Materiały i spawanie*. The test specimens and procedures shall be in accordance with *PRS Rules Part IX – Materials and Welding*. Próba zginania powinna być próbą zginania poprzecznego, z rozciągającym licem, rozciąganą granią lub ze zginaniem bocznym, według uznania PRS. Zamiast zginania poprzecznego mogą być jednak wymagane próby zginania wzdłużnego w przypadkach gdy materiał podstawowy i stopiwo mają różne poziomy wytrzymałości.

5.2.4 Definicje

5.2.4.1 W przypadku odniesienia w niniejszej publikacji do stali kadłubowych kategorii A, B, D, E, AH, DH, EH oraz FH, parametry tych kategorii stali zgodne są z *Przepisami PRS, Część IX – Materiały i spawanie*.

5.2.4.2 Definicje “arkusza blach” i “partii” podano w 3.9.1 *Części IX – Materiały i spawanie Przepisów PRS*.

5.2.4.3 Definicje “regulowanego walcowania (CR)”, “kontrolowanej obróbki termo-mechanicznej (TMCP)” oraz “przyspieszonego chłodzenia (AcC)” podano w p. 3.3 UR W11.

5.3 Wymagania dla materiałów

5.3.1 Wymagania dla materiałów konstrukcyjnych podano w poniższych tabelach

Tabela 5.3-1: Blachy, rury (bez szwu i spawane), kształtowniki i odkuwki na zbiorniki paliwowe oraz technologiczne zbiorniki ciśnieniowe dla temperatur projektowych nie niższych od 0°C.

Tabela 5.3-2: Blachy, kształtowniki i odkuwki na zbiorniki paliwowe, bariery wtórne oraz technologiczne zbiorniki ciśnieniowe dla temperatur projektowych poniżej 0°C do -55°C.

Tabela 5.3-3: Blachy, kształtowniki i odkuwki na zbiorniki paliwowe, bariery wtórne oraz technologiczne zbiorniki ciśnieniowe dla temperatur projektowych poniżej -55°C do -165°C.

Tabela 5.3-4: Rury (bez szwu i spawane), odkuwki i odlewy na rurociągi paliwa i technologiczne dla temperatur projektowych poniżej 0°C do -165°C.

Tabela 5.3-5: Blachy i kształtowniki na konstrukcje kadłuba wymagane w 5.1.2 oraz 5.1.3.

Wymagania dotyczące odlewów i odkuwek przeznaczonych na rurociągi ładunkowe i technologiczne dla temperatury projektowej powyżej 0°C są ustalane przez PRS.

Tabela 5.3-1
Blachy, rury (bez szwu i spawane)^{(1), (2)}, kształtowniki i odkuwki na zbiorniki paliwowe oraz technologiczne zbiorniki ciśnieniowe dla temperatur projektowych nie niższych od 0°C

SKŁAD CHEMICZNY I OBRÓBKA CIEPLNA		
STAL WĘGLOWO-MANGANOWA (Całkowicie uspokojona stal drobnoziarnista)		
Stal drobnoziarnista, jeśli grubość jest większa niż 20 mm		
Małe dodatki pierwiastków stopowych za zgodą Administracji		
Ograniczenia składu zatwierdzone przez Administrację		
Normalizowana lub ulepszana cieplnie ⁽⁴⁾		
WYMAGANIA DOTYCZĄCE PRÓB WYTRZYMAŁOŚCI NA ROZCIĄGANIE I UDARNOŚCI CHARPY V		
CZĘSTOTLIWOŚĆ PRÓBKOWANIA		
Blachy	Próbie podlega każdy arkusz	
Kształtowniki i odkuwki	Próbie podlega każda partia	
WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE		
Właściwości wytrzymałości na rozciąganie	Określona minimalna granica plastyczności nie może przekraczać 410 N/mm ² ⁽⁵⁾	
PRÓBA UDARNOŚCI (CHARPY V)		
Blachy	Próbki poprzeczne. Minimalna średnia wartość pracy łamania (KV) 27 J	
Kształtowniki i odkuwki	Próbki wzdłużne. Minimalna średnia wartość pracy łamania (KV) 41 J	
Temperatura próby	Grubość t (mm)	Temperatura próby (°C)
	$T \leq 20$	0
	$20 < t \leq 40$ ⁽³⁾	-20
Uwagi:		
(1) W przypadku rur bez szwu oraz armatury stosuje się normalną praktykę odbiorczą PRS. Stosowanie rur spawanych wzdłużnie lub spiralnie wymaga specjalnego zatwierdzenia przez PRS.		
(2) Próba udarności Charpy V-notch nie jest wymagana dla rur.		
(3) Niniejsza tabela ma ogólnie zastosowanie do grubości materiałów do 40 mm. W przypadku większych grubości potrzebne jest zatwierdzenie przez PRS.		
(4) Alternatywnie może być stosowany proces regulowanego walcowania lub kontrolowana obróbka termo-mechaniczna.		
(5) Materiały o określonej minimalnej granicy plastyczności przekraczającej 410 N/mm ² mogą zostać zatwierdzone przez PRS. W przypadku takich materiałów należy zwrócić szczególną uwagę na twardość spoiny i strefy wpływu ciepła.		

Tabela 5.3-2
Blachy, kształtowniki i odkuwki⁽¹⁾ na zbiorniki paliwowe, bariery wtórne⁽⁵⁾
oraz technologiczne zbiorniki ciśnieniowe dla temperatur projektowych poniżej 0°C do –55°C.
Grubość maksymalna 25 mm ⁽²⁾

SKŁAD CHEMICZNY I OBRÓBKA CIEPLNA					
STAL WĘGLOWO-MANGANOWA (Całkowicie uspokojona drobnoziarnista stal z dodatkiem aluminium)					
Skład chemiczny (analiza wytopowa)					
C	Mn	Si	S	P	
Maks. 0,16% ³	0,70 – 1,60%	0,10–0,50%	Maks. 0,025%	Maks. 0,025%	
Dodatki opcjonalne: pierwiastki stopowe oraz rozdrabniające ziarno mogą być stosowane zgodnie z poniższym schematem					
Ni	Cr	Mo	Cu	Nb	V
Maks. 0,80%	Maks. 0,25%	Maks. 0,08%	Maks. 0,35%	Maks. 0,05%	Maks. 0,10%
Całkowita zawartość aluminium min. 0,02% (rozpuszczalne w kwasach min. 0,015%)					
Normalizowana lub ulepszana cieplnie ⁽⁴⁾					
WYMAGANIA DOTYCZĄCE PRÓB WYTRZYMAŁOŚCI NA ROZCIĄGANIE I UDARNOŚĆ CHARPY V					
CZĘSTOTLIWOŚĆ PRÓBKOWANIA					
Blachy			Próbie podlega każdy arkusz		
Kształtowniki i odkuwki			Próbie podlega każda partia		
Właściwości mechaniczne					
Wytrzymałość na rozciąganie			Określona minimalna granica plastyczności nie może przekraczać 410 N/mm ² ⁽⁵⁾		
Próba udarności (Charpy V)					
Blachy			Próbki poprzeczne. Minimalna średnia wartość pracy łamania (KV) 27J		
Kształtowniki i odkuwki ⁽¹⁾			Próbki wzdłużne. Minimalna średnia wartość pracy łamania (KV) 41J		
Temperatura próby			5°C poniżej temperatury projektowej lub –20°C, przyjmując wartość niższą		
Uwagi:					
⁽¹⁾ PRS może specjalnie rozpatrzyć wymagania dotyczące próby udarności Charpy V oraz składu chemicznego odkuwek.					
⁽²⁾ W przypadku materiałów o grubości powyżej 25 mm, należy przyjąć następujące parametry próby udarności Charpy V:					
Grubość materiału	Temperatura próby (°C)				
25 < t ≤ 30	10°C poniżej temperatury projektowej lub –20°C, przyjmując niższą wartość.				
30 < t ≤ 35	15°C poniżej temperatury projektowej lub –20°C, przyjmując niższą wartość.				
35 < t ≤ 40	20°C poniżej temperatury projektowej lub –20°C, przyjmując niższą wartość.				
40 < t	Temperatura wg uznania PRS.				
Wartość pracy łamania powinna odpowiadać wartości podanej w tabeli dla danego typu próbki. Materiały na zbiorniki lub ich części, które po spawaniu są całkowicie odprężane termicznie mogą być poddawane próbom w temperaturze 5°C poniżej temperatury projektowej lub w temperaturze –20°C, przyjmując wartość niższą.					
Temperatura próby odprężanych termicznie elementów usztywniających i innych elementów powinna być taka sama, jaka wymagana jest dla grubości przyległego poszycia zbiornika.					
⁽³⁾ Po specjalnym uzgodnieniu z PRS, zawartość węgla może zostać zwiększona do maks. 0,18%, pod warunkiem że temperatura projektowa jest nie niższa od –40°C.					
⁽⁴⁾ Jako alternatywa mogą być stosowane proces regulowanego walcowania lub kontrolowana obróbka termomechaniczna (TMCP).					
⁽⁵⁾ PRS może zatwierdzić materiały o określonej minimalnej granicy plastyczności przekraczającej 410 N/mm ² . W przypadku takich materiałów należy zwrócić szczególną uwagę na twardość spoiny i strefy wpływu ciepła.					

Wytyczne:

W przypadku materiałów o grubości przekraczającej 25 mm, których temperatura próby wynosi –60°C lub niżej, może być konieczne zastosowanie stali poddanej specjalnej obróbce lub stali zgodnych z tabelą 5.3-3.

TABELA 5.3.3
Blachy, kształtowniki i odkuwki ⁽¹⁾ na zbiorniki paliwowe, bariery wtórne oraz technologiczne
zbiorniki ciśnieniowe dla temperatur projektowych poniżej –55°C do –165°C ⁽²⁾.
Grubość maksymalna 25 mm ^{(3), (4)}

Minimalna temperatura projektowa (°C)	Skład chemiczny ⁽⁴⁾ oraz obróbka cieplna	Temp. próby udarności (°C)								
–60	Stal zawierająca 1,5% niklu – normalizowana lub normalizowana i odpuszczana lub ulepszona cieplnie lub TMCP ⁽⁶⁾	–65								
–65	Stal zawierająca 2,25% niklu – normalizowana lub normalizowana i odpuszczana lub ulepszona cieplnie lub TMCP ^{(6),(7)}	–70								
–90	Stal zawierająca 3,5% niklu – normalizowana lub normalizowana i odpuszczana lub ulepszona cieplnie lub TMCP ^{(6),(7)}	–95								
–105	Stal zawierająca 5% niklu – normalizowana lub normalizowana i odpuszczana lub ulepszona cieplnie ^{(6), (7) i (8)}	–110								
–165	Stal zawierająca 9% niklu – podwójnie normalizowana i odpuszczana lub ulepszona cieplnie ⁽⁶⁾	–196								
–165	Stale austenityczne, takie jak typów 304, 304L, 316, 316L, 321 oraz 347, przesycone ⁽⁹⁾	–196								
–165	Stopy aluminium; takie jak typu 5083 wyżarzane	Nie jest wymagana								
–165	Austeniczny stop Fe-Ni (36% niklu). Obróbka cieplna według uzgodnienia	Nie jest wymagana								
WYMAGANIA DOTYCZĄCE PRÓB WYTRZYMAŁOŚCI NA ROZCIĄGANIE I UDARNOŚĆ CHARPY V										
CZĘSTOTLIWOŚĆ PRÓBKOWANIA										
Blachy	Próbie podlega każdy arkusz									
Kształtowniki i odkuwki	Próbie podlega każda partia									
PRÓBA UDARNOŚCI (CHARPY V)										
Blachy	Próbki poprzeczne. Minimalna średnia wartość energii (KV) 27 J									
Kształtowniki i odkuwki	Próbki wzdłużne. Minimalna średnia wartość energii (KV) 41J									
Uwagi:										
<p>⁽¹⁾ Próba udarności Charpy V wymagana dla odkuwek przewidzianych do ważnych zastosowań powinna być przedmiotem specjalnego rozpatrzenia.</p> <p>⁽²⁾ Wymagania dla temperatur projektowych poniżej –165°C podlegają specjalnemu uzgodnieniu.</p> <p>⁽³⁾ W przypadku materiałów o grubości powyżej 25 mm zawierających 1,5% Ni, 2,25% Ni, 3,5% Ni, oraz 5% Ni należy przyjąć następujące parametry próby udarności Charpy V:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">Grubość materiału (mm)</td> <td style="width: 50%;">Temperatura próby (°C)</td> </tr> <tr> <td>25 < t ≤ 30</td> <td>10°C poniżej temperatury projektowej</td> </tr> <tr> <td>30 < t ≤ 35</td> <td>15°C poniżej temperatury projektowej</td> </tr> <tr> <td>35 < t ≤ 40</td> <td>20°C poniżej temperatury projektowej</td> </tr> </table> <p>Wartość pracy łamania powinna odpowiadać wartości podanej w tabeli dla danego typu próbki. Dla materiału o grubości powyżej 40 mm, wartości pracy łamania Charpy V podlegają specjalnemu rozpatrzeniu.</p> <p>⁽⁴⁾ W przypadku stali zawierających 9% Ni, austenitycznych stali nierdzewnych oraz stopów aluminium może być stosowana grubość powyżej 25 mm.</p> <p>⁽⁵⁾ Zakresy składu chemicznego powinny być zatwierdzone przez PRS.</p> <p>⁽⁶⁾ Stale niklowe poddane kontrolowanej obróbce termo-mechanicznej będą podlegały akceptacji przez PRS.</p> <p>⁽⁷⁾ W przypadku stali ulepszanych cieplnie może być specjalnie uzgodnione z Administracją zastosowanie niższej minimalnej temperatury projektowej.</p> <p>⁽⁸⁾ Poddana specjalnej obróbce cieplnej stal o zawartości 5% Ni, np. potrójnie obrobiona cieplnie stal o zawartości 5% Ni, może być stosowana aż do temperatury –165°C po uzgodnieniu z PRS, pod warunkiem że próby udarności Charpy V są przeprowadzane w temperaturze –196°C.</p> <p>⁽⁹⁾ Próba udarności Charpy V może być pominięta pod warunkiem uzgodnienia z PRS.</p>			Grubość materiału (mm)	Temperatura próby (°C)	25 < t ≤ 30	10°C poniżej temperatury projektowej	30 < t ≤ 35	15°C poniżej temperatury projektowej	35 < t ≤ 40	20°C poniżej temperatury projektowej
Grubość materiału (mm)	Temperatura próby (°C)									
25 < t ≤ 30	10°C poniżej temperatury projektowej									
30 < t ≤ 35	15°C poniżej temperatury projektowej									
35 < t ≤ 40	20°C poniżej temperatury projektowej									

Tabela 5.3-4
Rury (bez szwu i spawane)⁽¹⁾, odkuwki⁽²⁾ i odlewy⁽²⁾ na rurociągi paliwa i technologiczne
dla temperatur projektowych poniżej 0°C do -165°C⁽³⁾.
Grubość maksymalna 25 mm

Min. temp. projektowa (°C)	Skład chemiczny ⁽⁵⁾ oraz obróbka cieplna	Próba udarności Charpy V	
		Temp. próby udarności (°C)	Minimalna średnia praca łamania (KV)
-55	Całkowicie uspokojona drobnoziarnista stal węglowo-manganowa, normalizowana lub zgodnie z uzgodnieniem ⁽⁶⁾	Patrz Uwaga ⁽⁴⁾	27
-65	Stal zawierająca 2,25% niklu – normalizowana lub normalizowana i odpuszczana lub ulepszona cieplnie ⁽⁶⁾	-70	34
-90	Stal zawierająca 3,5% niklu – normalizowana lub normalizowana i odpuszczana lub ulepszona cieplnie ⁽⁶⁾	-95	34
-165	Stal zawierająca 9% niklu ⁽⁷⁾ – podwójnie normalizowana i odpuszczana lub ulepszona cieplnie	-196	41
	Stale austenityczne, takie jak typów 304, 304L, 316, 316L, 321 oraz 347, przesycone ⁽⁸⁾	-196	41
	Stopy aluminium; takie jak typu 5083 wyżarzane		Nie jest wymagana
WYMAGANIA DOTYCZĄCE PRÓB WYTRZYMAŁOŚCI NA ROZCIĄGANIE I UDARNOŚĆ CHARPY V			
CZĘSTOTLIWOŚĆ PRÓBKOWANIA			
Próbie podlega każda partia			
PRÓBA UDARNOŚCI (CHARPY V)			
Próba udarności Charpy V: próbki wzdłużne			
Uwagi:			
⁽¹⁾ Stosowanie rur spawanych wzdłużnie lub spiralnie wymaga specjalnego zatwierdzenia przez PRS. ⁽²⁾ Wymagania dla odkuwek i odlewów mogą podlegać specjalnemu rozpatrzeniu. ⁽³⁾ Wymagania dla temperatur projektowych poniżej -165°C powinny być specjalnie uzgodnione. ⁽⁴⁾ Temperatura próby powinna być o 5°C niższa od temperatury projektowej lub równa -20°C, przyjmując niższą wartość. ⁽⁵⁾ Skład chemiczny powinien być zatwierdzony przez PRS ⁽⁶⁾ W przypadku stali ulepszanych cieplnie może być specjalnie uzgodnione zastosowanie niższej minimalnej temperatury projektowej. ⁽⁷⁾ Materiał o takim składzie chemicznym nie jest odpowiedni na odlewy. ⁽⁸⁾ Próba udarności Charpy V może być pominięta, pod warunkiem uzgodnienia z PRS.			

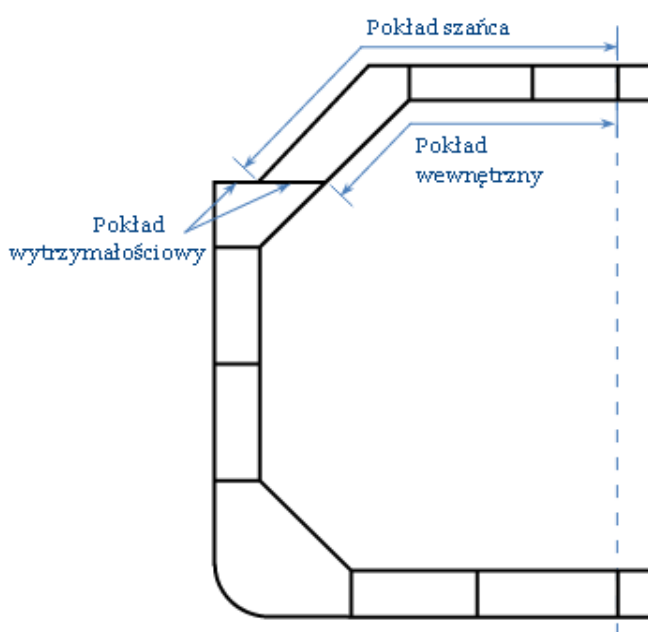
Tabela 5.3-5

BLACHY I KSZTAŁTOWNIKI NA KONSTRUKCJE KADŁUBA WYMAGANE W 5.2.1 ORAZ 5.1.3								
Min. temp. projektowa konstrukcji kadłuba (°C)	Grubość maksymalna (mm) dla kategorii stali zgodnie z 5.2.8							
	A	B	D	E	AH	DH	EH	FH
0 i powyżej ⁽¹⁾	Stosowana praktyka							
do -5 ⁽²⁾	15	25	30	50	25	45	50	50
do -10	x	20	25	50	20	40	50	50
do -20	x	x	20	50	x	30	50	50
do -30	x	x	x	40	x	20	40	50
poniżej -30	Zgodnie z tabelą 5.3-2, z wyjątkiem ograniczeń grubości podanych w tabeli 5.3-2 oraz w uwadze (2) do tej tabeli, które nie mają zastosowania.							
Uwaga:								
„x” oznacza, że ta kategoria stali nie może być stosowana.								
⁽¹⁾ W celu spełnienia 5.1.3								
⁽²⁾ W celu spełnienia 5.1.2								

Tabela 5.3-6*
Minimalne kategorie stali dla gazowców membranowych o długości większej niż 150 m

Rodzaj elementu konstrukcji		Kategoria stali
Podłużne elementy poszycia pokładu wytrzymałościowego, uwzględniane w obliczeniach wytrzymałości wzdłużnej		B/AH w rejonie 0,4L w środkowej części statku
Ciągłe podłużne elementy usztywnień powyżej pokładu wytrzymałościowego	Poszycie pokładu szańca	Grupa II rejonie 0,4L w środkowej części statku
	– Poszycie pokładu wewnętrznego – Podłużne elementy usztywnień pomiędzy pokładem szańca a pokładem wewnętrznym	B/AH w rejonie 0,4L w środkowej części statku

* Tabelę 5.3-6 należy stosować w przypadku gazowców z takim układem pokładów, jak to pokazano na rys.5.3. Może być ona stosowana również dla statków podobnych typów z „podwójnym pokładem” powyżej pokładu wytrzymałościowego.



Rys. 5.3. Typowy układ pokładów dla gazowca membranowego LNG

5.3.2 PRS może zaakceptować materiały o odmiennym składzie chemicznym lub odmiennych właściwościach mechanicznych.

5.3.3 Jeśli określona i wymagana jest obróbka cieplna po spawaniu, to właściwości materiału podstawowego powinny być określone dla stanu po obróbce cieplnej według odpowiedniej tabeli, a właściwości stopiwa powinny być określone dla stanu po obróbce cieplnej zgodnie z wymaganiami podanymi w podrozdziale 5.4. W przypadku zastosowania obróbki cieplnej PRS może zmienić wymagania dotyczące prób.

5.3.4 Do stali kadłubowych, o których mowa w niniejszym rozdziale mają zastosowanie dotyczące ich wymagania zawarte w *Przepisach, Część IX – Materiały i spawanie*.

5.4 Spawanie i badania nieniszczące

5.4.1 Postanowienia ogólne

Niniejszy podrozdział ma zastosowanie jedynie do barier pierwotnych i wtórnych, włącznie z kadłubem wewnętrznym, jeśli tworzy barierę wtórną. Podane niżej wymagania są wymaganiami stosowanymi głównie w odniesieniu do stali węglowych, węglowo-manganowych, stali zawierających nikiel, stali austenitycznych, stopów aluminium i mogą one stanowić podstawę dla prób odbiorczych innych materiałów.

Po uzgodnieniu z PRS próby udarności Charpy V złączy spawanych stali austenitycznych i stopów aluminium mogą zostać pominięte, natomiast dla innych materiałów mogą być wymagane inne próby.

5.4.2 Materiały dodatkowe do spawania

Materiały dodatkowe do spawania zbiorników ładunkowych gazowców powinny być uznane przez PRS.

O ile nie postanowiono inaczej, wymaga się przeprowadzenia badań własności mechanicznych stopiwa oraz złączy doczołowych. Wyniki uzyskane z próby rozciągania i próby udarności Charpy V podlegają uznaniu PRS. Należy przeprowadzić analizę składu chemicznego stopiwa i przedstawić do zatwierdzenia.

5.4.3 Procedury kwalifikowania technologii spawania zbiorników ładunkowych i technologicznych zbiorników ciśnieniowych

(a) *Ilość i sposób przygotowania płyt próbnych*

Przeprowadzenie procedury kwalifikowania technologii spawania zbiorników ładunkowych i technologicznych zbiorników ciśnieniowych wymagane jest dla wszystkich złączy doczołowych; płyty próbne powinny być reprezentatywne dla:

- (i) każdego materiału podstawowego,
- (ii) każdego typu materiału dodatkowego do spawania oraz procesu spawania,
- (iii) każdej pozycji spawania.

W przypadku złączy doczołowych blach płyty próbne powinny być tak przygotowane, aby kierunek walcowania blach był równoległy do kierunku spawania. Zakres grubości uznanej podczas badania każdej technologii spawania podlega zatwierdzeniu przez PRS. Można wykonywać badania radiograficzne lub ultradźwiękowe – wybór metody należy do wytwórcy bądź PRS.

(b) *Zakres wymaganych badań*

Poniżej wymienione próby kwalifikowania technologii spawalniczych zbiorników ładunkowych i technologicznych zbiorników ciśnieniowych powinny być przeprowadzone zgodnie z *Częścią IX – Materiały i spawanie* Przepisów PRS, przy czym próbki należy wyciąć z każdej płyty próbnej:

- (i) Próba rozciągania złącza.
- (ii) Próba rozciągania wzdłużnego spoiwa, jeśli jest to wymagane przez PRS.
- (iii) Próba zginania poprzecznego – które mogą dotyczyć lica, grani lub zginania bocznego, zależnie od decyzji PRS. W przypadku, gdy materiał podstawowy i metal spoiny mają różne poziomy wytrzymałości, zamiast próby zginania poprzecznego może być wymagana próba zginania wzdłużnego.
- (iv) Komplet trzech próbek próby udarności Charpy V powinien być wykonany dla każdego usytuowania karbu (patrz rys. 5.2.2.3):
 - (1) w osi spoiny,
 - (2) w linii wtopienia (F.L.),
 - (3) 1 mm od F.L.,
 - (4) 3 mm od F.L.,
 - (5) 5 mm od F.L.
- (v) PRS może również wymagać badań makrozglądu, mikrozglądu oraz pomiaru twardości.

5.4.4 Wymagania dotyczące prób i ich wyników

(a) *Próby rozciągania*

Wytrzymałość na rozciąganie w zasadzie nie powinna być mniejsza od minimalnej wytrzymałości na rozciąganie, podanej dla odpowiedniego materiału rodzimego. Jeżeli stopiwo materiału dodatkowego ma niższą wytrzymałość na rozciąganie niż materiał rodzimy, to PRS może, po rozpatrzeniu, wyrazić zgodę na niższą wytrzymałość złącza na rozciąganie, ale nie niższą niż wytrzymałość stopiwa na rozciąganie. W każdym przypadku należy podać, dla informacji, miejsce usytuowania rozerwania próbki.

(b) *Próby zginania*

O ile nie postanowiono inaczej, pęknięcia próbki po zgięciu jej o kąt 180° na trzpieniu o średnicy $4t$, gdzie t jest grubością próbki, są niedopuszczalne.

(c) **Próby udarności Charpy V**

Próby udarności Charpy V należy przeprowadzać w temperaturze badania udarności przewidzianej dla łączonego materiału podstawowego. Otrzymana w wyniku próby udarności Charpy V stopiwa minimalna średnia wartość pracy łamania (E) nie powinna być mniejsza od 27 J. Wymagania dotyczące stopiwa dla próbek o zmniejszonych wymiarach oraz wartości energii dla pojedynczych próbek powinny być zgodne z podanymi w 5.2.3. Wyniki prób udarności Charpy V dla linii wtopienia oraz dla strefy wpływu ciepła powinny wykazywać minimalną średnią wartość pracy łamania (KV) być ogólnie zgodne z wymaganiami dla próbki odpowiednio poprzecznej lub wzdłużnej materiału podstawowego, natomiast w przypadku próbek o zmniejszonych wymiarach minimalna średnia wartość pracy łamania (KV) powinna być zgodna z 5.2.3. Jeżeli grubość materiału nie pozwala na obróbkę skrawaniem próbek pełnowymiarowych lub próbek o zmniejszonych wymiarach, to procedura prób i kryteria uznania podlegają zatwierdzeniu przez PRS.

5.4.5 Procedura kwalifikowania technologii spawania pachwinowego

Próby procedur spawania pachwinowego powinny być zgodne z Przepisami PRS. W tym przypadku materiały dodatkowe do spawania powinny być tak dobrane aby wykazywać korzystne własności udarnościowe Charpy V.

5.4.6 Procedura kwalifikowania technologii spawania barier wtórnych

Procedura kwalifikowania technologii spawania barier wtórnych powinna być zgodna z Przepisami PRS.

5.4.7 Procedura kwalifikowania technologii spawania rurociągów

Wymagane jest przeprowadzenie procedury kwalifikowania technologii spawania rurociągów w podobny sposób jak przedstawiono w 5.4.3 dla zbiorników ładunkowych. O ile nie postanowiono inaczej, wymagania dotyczące prób powinny być zgodne z 5.4.4.

5.4.8 Próby produkcyjne złączy spawanych

Dla wszystkich zbiorników ładunkowych oraz technologicznych zbiorników ciśnieniowych, z wyjątkiem zbiorników integralnych i membranowych, próby produkcyjne złączy powinny być zasadniczo przeprowadzane dla mniej więcej każdych 50 m złączy doczołowych, przy czym próby te powinny być reprezentatywne dla każdej pozycji spawania. Bariery wtórne należy poddawać takim samym próbom produkcyjnym jak złącza spawane zbiorników podstawowych, z tym wyjątkiem, że po uzgodnieniu z PRS ilość prób może zostać zmniejszona. Według uznania PRS, dla zbiorników ładunkowych lub barier wtórnych mogą być wymagane inne próby niż omówione poniżej. Wymagania dotyczące prób powinny być zgodne z 5.4.4.

Program kontroli jakości/zapewnienia jakości powinien zapewnić stałą jakość spoin produkcyjnych, zgodnie z księgą jakości producenta materiału

(a) **Niezależne zbiorniki typu A i B oraz zbiorniki semimembranowe**

Badania złączy podczas prób produkcyjnych niezależnych zbiorników typu A i B oraz zbiorników semimembranowych (półmembranowych) powinny obejmować próby zginania i – jeżeli jest to wymagane dla prób spawania – komplet trzech prób udarności Charpy V dla każdych 50 m spoiny:

Próby udarności Charpy V należy wykonywać na próbkach z karbem usytuowanym na przemian w środku spoiny i w strefie wpływu ciepła (w najbardziej krytycznym usytuowaniu, biorąc pod uwagę wyniki badań dla kwalifikowania technologii spawania). W przypadku stali austenitycznych odpor-nych na korozję wszystkie karby powinny być usytuowane w środku spoiny.

(b) **Zbiorniki niezależne typu C i technologiczne zbiorniki ciśnieniowe**

Dodatkowo do prób wymienionych w (a), dla zbiorników niezależnych typu C oraz technologicznych zbiorników ciśnieniowych wymagane są próby rozciągania złączy spawanych.

(c) Zbiorniki integralne i membranowe

Wymagania dotyczące prób zbiorników integralnych i membranowych są takie same jak w przypadku wymagań opisanych w 5.4.3.

5.4.9 Badania nieniszczące

Wszystkie procedury prób oraz normy odbiorcze powinny być zgodne z Przepisami PRS, chyba że projektant określi normy wyższego rzędu w celu spełnienia założeń projektowych.

W celu wykrycia wad wewnętrznych należy stosować z zasady badania radiograficzne. Zamiast badania radiograficznego może być wykonana procedura próby ultradźwiękowej, jednakże w celu zweryfikowania wyników należy dodatkowo przeprowadzić uzupełniające badania radiograficzne w wybranych miejscach. Należy zachować zapisy dotyczące prób radiograficznych i ultradźwiękowych. Program kontroli jakości/zapewnienia jakości powinien zapewnić stałą zgodność badań nieniszczących, zgodnie z księgą jakości producenta materiału.

(a) Niezależne zbiorniki typu A i B oraz zbiorniki semimembranowe

(i) W przypadku zbiorników niezależnych typu A oraz zbiorników semimembranowych, gdzie temperatura obliczeniowa wynosi poniżej -20°C , oraz w przypadku zbiorników niezależnych typu B, niezależnie od temperatury, wszystkie spoiny doczołowe poszycia zbiorników paliwowych wykonane z pełnym przetopem powinny być poddane badaniu nieniszczącemu, które może wykryć wady wewnętrzne na całej ich długości. Zamiast badania radiograficznego może być wykonana procedura próby ultradźwiękowej, pod takimi samymi warunkami jak opisano w pierwszym podpunkcie 5.4.9.

(ii) Jeżeli temperatura projektowa dla zbiorników niezależnych typu A i zbiorników semi-membranowych jest wyższa niż -20°C , wszystkie krzyżujące się ze sobą połączenia doczołowe spawane z pełnym przetopem oraz co najmniej 10% pozostałych spoin z pełnym przetopem na konstrukcji zbiornika należy poddać badaniom radiograficznym lub badaniom ultradźwiękowym, pod takimi samymi warunkami jak opisano w pierwszym podpunkcie 5.4.9.

(iii) W każdym przypadku, pozostała konstrukcja zbiornika, włącznie ze spoinami usztywnień i innych elementów i zamocowań powinna zostać sprawdzona metodą defektoskopii magnetycznej lub przy użyciu penetrantów, w zakresie uznanym za konieczny przez PRS.

(b) Niezależne zbiorniki typu C oraz technologiczne zbiorniki ciśnieniowe

Badania nieniszczące niezależnych zbiorników typu C oraz technologicznych zbiorników ciśnieniowych należy przeprowadzić zgodnie z wymaganiami podanymi w UR G 2.8.2(i) lub (ii).

(c) Zbiorniki integralne i membranowe

W przypadku zbiorników integralnych i membranowych należy przedstawić do rozpatrzenia przez PRS specjalne procedury kontroli spoin oraz wymagania odbiorcze.

(d) Rurociągi

Badania rurociągów należy przeprowadzić zgodnie z wymaganiami podanymi w rozdziale 3.

(e) Bariery wtórne

Bariere wtórną należy poddać badaniom nieniszczącym w celu wykrycia wad wewnętrznych, o ile zostało to uznane za niezbędne. W przypadku gdy częścią bariery wtórnej jest zewnętrzne poszycie kadłuba, wszystkie złącza doczołowe mocnicy burtowej oraz przecięcia złączy doczołowych i połączeń na zakładkę w poszyciu burtowym należy poddać badaniu radiograficznemu.

6 BEZPIECZNE MAGAZYNOWANIE ŁADUNKU NA ZBIORNIKOWCACH NIEOBJĘTYCH KODEKSEM IGC

6.1 Postanowienia ogólne

6.1.1 Postanowienia niniejszego rozdziału określają ogólne zasady stosowane przez PRS przy zatwierdzaniu i przeglądach, dla celów klasyfikacji, konstrukcji i instalacji statków przewożących gazy skroplone.

6.1.2 Wymagania niniejszego rozdziału mają zastosowanie do podstawowych typów zbiorników, zdefiniowanych w 6.2. Zbiorniki innego typu podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

6.2 Definicje

6.2.1 Zbiorniki integralne

Zbiorniki integralne stanowią część konstrukcji kadłuba statku i są poddawane w taki sam sposób i takim samym obciążeniem, które wywołują naprężenia w konstrukcji kadłuba sąsiadującej z tymi zbiornikami. Ciśnienie projektowe par ładunku gazu ciekłego, p_0 , nie powinno zasadniczo przekraczać $0,025 \text{ N/mm}^2$ (0,25 bara). Jeżeli jednak wymiary konstrukcji kadłuba zostaną odpowiednio zwiększone, to p_0 może osiągać wartość wyższą niż wyżej określona, lecz nie większą niż $0,07 \text{ N/mm}^2$ (0,7 bara).

Zbiorniki integralne mogą być używane do przewozu gazów skroplonych pod warunkiem, że najniższa temperatura dowolnej części konstrukcji kadłuba w żadnych okolicznościach nie będzie niższa od -10°C . PRS może wyrazić zgodę na niższą temperaturę konstrukcji po odrębnym rozpatrzeniu każdego takiego przypadku.

6.2.2 Zbiorniki membranowe

Zbiorniki membranowe nie są konstrukcjami samonośnymi i mają formę cienkiej powłoki (membrany) podtrzymywanej przez sąsiadującą konstrukcję kadłuba za pośrednictwem izolacji. Membrana jest zaprojektowana w taki sposób, że może się rozszerzać lub kurczyć wskutek zmian temperatury lub wskutek innych czynników, a związane z tym naprężenia nie osiągają nadmiernych wartości. Ciśnienie projektowe par, p_0 , nie powinno zasadniczo przekraczać $0,025 \text{ N/mm}^2$ (0,25 bara). Jeżeli jednak wymiary konstrukcji kadłuba zostaną odpowiednio zwiększone, to p_0 może osiągać wartość wyższą niż wyżej określona, lecz nie większą niż $0,07 \text{ N/mm}^2$ (0,7 bara).

Definicja zbiorników membranowych nie wyklucza konstrukcji, w których stosowane są niemetalowe membrany, lub konstrukcji, w których membrany są zawarte wewnątrz izolacji bądź stanowią jej część. Takie konstrukcje podlegają jednakże każdorazowo odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

6.2.3 Zbiorniki semimembranowe

Zbiorniki semimembranowe (półmembranowe) nie są pod obciążeniem konstrukcjami samonośnymi i składają się z warstwy, której fragmenty są podparte przez sąsiadującą konstrukcję kadłuba za pośrednictwem izolacji, natomiast wyoblone części łączące ze sobą wyżej wymienione fragmenty są tak zaprojektowane, aby zapewnić kompensację rozszerzania lub kurczenia wywołanego zmianami termicznymi bądź innymi czynnikami. Ciśnienie projektowe par, p_0 , nie powinno zasadniczo przekraczać $0,025 \text{ N/mm}^2$ (0,25 bara). Jeżeli jednak wymiary elementów konstrukcji kadłuba zostaną odpowiednio zwiększone, to p_0 może osiągać wartość wyższą niż wyżej określona, lecz nie większą niż $0,07 \text{ N/mm}^2$ (0,7 bara).

6.2.4 Zbiorniki niezależne

Zbiorniki niezależne są konstrukcjami samonośnymi; nie stanowią części konstrukcji kadłuba i nie wpływają istotnie na jego wytrzymałość. Można wyróżnić trzy kategorie takich zbiorników:

- (i) **Zbiorniki niezależne typu A** są konstrukcjami zaprojektowanymi głównie w oparciu o klasyczne procedury analizy konstrukcji statku, stosowane przez instytucje klasyfikacyjne. Jeśli zbiorniki takie zbudowane są z płaskich powierzchni (zbiorniki grawitacyjne), to ciśnienie projektowe par, p_0 , powinno być niższe niż $0,07 \text{ N/mm}^2$ (0,7 bara).
- (ii) **Zbiorniki niezależne typu B** są zbiornikami, które zaprojektowano przy wykorzystaniu badań modelowych, zaawansowanych narzędzi analitycznych oraz metod analizy konstrukcji w celu określenia

poziomu naprężeń, trwałości zmęczeniowej i charakterystyk propagacji pęknięć. Jeśli zbiorniki takie zbudowane są z płaskich powierzchni (zbiorniki grawitacyjne), to ciśnienie projektowe par, p_0 , powinno być niższe niż $0,07 \text{ N/mm}^2$ (0,7 bara).

- (iii) **Zbiorniki niezależne typu C** (zwane także zbiornikami ciśnieniowymi) są zbiornikami spełniającymi kryteria odnoszące się do zbiorników ciśnieniowych, dla których ciśnienie projektowe par, p_0 , jest nie niższe niż:

$$p_0 = 0,2 + 0,1A\rho_0^{3/2} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$p_0 = 2 + AC\rho_0^{3/2} \text{ [bar]}$$

where: $A = 0,0185 \left(\frac{\sigma_m}{\Delta\sigma_A} \right)^2$

- σ_m – projektowa wielkość podstawowych naprężeń membrany $[\text{N/mm}^2]$;
 $\Delta\sigma_A$ – dopuszczalna wartość zakresu dynamicznych naprężeń membrany (podwójna amplituda przy poziomie prawdopodobieństwa $Q = 10^{-8}$), która wynosi,
 – 55 N/mm^2 dla stali ferrytyczno-perlitycznych, martenzytycznych i austenitycznych,
 – 25 N/mm^2 dla stopu aluminium (5083-0);
 (dla innych materiałów wartość A należy określić w uzgodnieniu z PRS);
 C – wymiar charakterystyczny zbiornika – należy przyjąć większą z następujących wartości h :
 $0,75b$ i $0,45l$;
 h – wysokość zbiornika (mierzona wzdłuż kierunku osi pionowej statku), [m];
 b – szerokość zbiornika (mierzona wzdłuż kierunku osi poprzecznej statku), [m];
 l – długość zbiornika (mierzona wzdłuż kierunku osi wzdłużnej statku), [m];
 ρ_0 – względna gęstość ładunku ($\rho_0 = 1$ dla wody słodkiej) w temperaturze projektowej.

PRS może zaliczyć zbiornik spełniający powyższe kryteria do typu A lub typu B, zależnie od jego konfiguracji oraz rozmieszczenia podparcia i zamocowań.

6.2.5 Ciśnienie projektowe par

Ciśnienie projektowe par, p_0 , jest maksymalnym ciśnieniem manometrycznym w górnej części zbiornika przyjętym do zaprojektowania zbiornika.

- (i) Dla zbiorników bez regulacji temperatury, w których ciśnienie ładunku jest zależne wyłącznie od temperatury otoczenia, wartość p_0 nie powinna być mniejsza od wartości ciśnienia par ładunku w temperaturze 45°C . Niższe wartości temperatury mogą być jednakże zaakceptowane przez PRS w odniesieniu do statków uprawiających żeglugę w ograniczonych rejonach lub odbywających podróże o ograniczonym czasie trwania; w takich przypadkach można rozważyć wykonanie odpowiedniej izolacji zbiorników. Wyższe wartości temperatury mogą być wymagane dla statków stale uprawiających żeglugę w rejonach o wysokiej temperaturze otoczenia.
- (ii) W każdym przypadku, łącznie z opisanym w p. (i), wartość p_0 nie powinna być niższa niż dopuszczalne maksymalne ciśnienie zaworu nadmiarowego (MARVS).
- (iii) Ciśnienie par wyższe niż p_0 może być zaakceptowane dla warunków portowych, w których obciążenia dynamiczne są zredukowane, ale w takim przypadku wymaga to odrębnego rozpatrzenia, jak również uwzględnienia ograniczeń dotyczących różnych typów zbiorników, podanych w punktach od 6.2.1 do 6.2.4.

6.2.6 Temperatura projektowa

Temperatura projektowa stosowana przy doborze materiałów jest najniższą temperaturą, przy której ładunek może być załadowywany i/lub przewożony w zbiornikach ładunkowych.

Należy przewidzieć odpowiednie środki, zgodne z wymaganiami PRS, aby zapewnić, by temperatura ładunku nie spadła poniżej temperatury projektowej.

6.3 Obciążenia projektowe

6.3.1 Postanowienia ogólne

- (a) Zbiorniki wraz ich podparciami i innymi elementami mocującymi powinny być zaprojektowane przy uwzględnieniu odpowiedniej kombinacji następujących obciążeń:
- ciśnienie wewnętrzne,
 - ciśnienie zewnętrzne,
 - obciążenia dynamiczne wywołane ruchami statku,
 - obciążenia termiczne,
 - obciążenia dynamiczne wywołane ruchem ładunku (sloshingiem),
 - obciążenie wywołane odkształceniem kadłuba,
 - ciężar zbiornika i ładunku wraz z odpowiadającymi im reakcjami w miejscach podparcia,
 - ciężar izolacji,
 - obciążenia w miejscu zamocowania kolumn i innych przyłączy.
- Zakres, w jakim należy uwzględniać powyższe obciążenia, zależy od typu zbiornika.
- (b) Należy uwzględnić obciążenia wynikające z próby ciśnieniowej, o której mowa w 6.10.
- (c) Należy uwzględnić wzrost ciśnienia par w warunkach portowych (patrz 6.2.5 (iii)).
- (d) Zbiorniki powinny być tak zaprojektowane, aby przy najbardziej niekorzystnym statycznym kącie przechyłu w przedziale od 0° do 30° naprężenia dopuszczalne, określone w 6.5, nie zostały przekroczone.

6.3.2 Ciśnienie wewnętrzne

- (a) Manometryczne ciśnienie wewnętrzne, h_{eq} , wyrażone w N/mm^2 lub barach, wynikające z ciśnienia projektowego par, p_0 , oraz ciśnienia cieczy, h_{gd} zdefiniowanego w 6.3.2 (b), bez uwzględnienia wpływu sloshingu należy obliczać według wzoru:

$$h_{eq} = p_0 \times (h_{gd})_{\max}$$

Można stosować równoważne metody obliczeniowe.

- (b) Ciśnienie wewnętrzne cieczy związane jest z przyspieszeniami środka ciężkości ładunku, wywołanymi ruchami statku (patrz 6.3.4). Poniższy wzór określa wartość wewnętrznego ciśnienia cieczy, h_{gd} , wyrażonego w N/mm^2 lub barach, wynikającego z oddziaływania grawitacji i przyspieszenia dynamicznego:

$$h_{gd} = a_\beta + Z_\beta \frac{\rho}{1,02 \times 10^5} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$h_{gd} = a_\beta + Z_\beta \frac{\rho}{1,02 \times 10^4} \text{ [bar]}$$

gdzie:

- a_β – przyspieszenie bezwymiarowe (względem przyspieszenia grawitacyjnego), wynikające z oddziaływania grawitacji i przyspieszeń dynamicznych, w dowolnym kierunku β (patrz rys. 6.3.7-1);
- Z_β – największa wysokość słupa cieczy, [m], powyżej punktu, w którym ciśnienie ma być określone, mierzona od poszycia zbiornika w kierunku β (patrz rys. 6.3.7-2). Kopuły małych zbiorników, nie wliczane do całkowitej objętości zbiornika, mogą nie być uwzględniane przy określaniu Z_β ;
- ρ = maksymalna gęstość ładunku, [kg/m^3], w temperaturze projektowej.

Należy uwzględnić kierunek β , dla którego ciśnienie, h_{gd} , osiąga wartość maksymalną $(h_{gd})_{\max}$.

Jeżeli istnieje konieczność uwzględnienia składowych przyspieszenia w trzech kierunkach, to zamiast elipsy przedstawionej na rys. 6.3.7-1 należy przyjąć elipsoidę. Powyższy wzór ma zastosowanie do zbiorników całkowicie zapełnionych.

6.3.3 Ciśnienie zewnętrzne

Obciążenia od ciśnień zewnętrznych należy przyjmować w oparciu o różnicę pomiędzy minimalnym ciśnieniem wewnętrznym (maksymalna próżnia) a maksymalnym ciśnieniem zewnętrznym, których równoczesnemu oddziaływaniu może być poddany dowolny fragment zbiornika.

6.3.4 Obciążenia dynamiczne wywołane ruchami statku

- (a) Określając obciążenia dynamiczne należy brać pod uwagę długoterminowy rozkład ruchów statku, uwzględniając efekty oscylacji wzdłużnej, poprzecznej, nurzania, kołysania, kiwania i myszkowania na fali nieregularnej, którym statek będzie poddawany w okresie eksploatacji (normalnie przyjmuje się 10^8 spotkań z falą). Można uwzględnić zmniejszenie obciążeń dynamicznych, spowodowane koniecznym zmniejszeniem prędkości statku oraz zmianami kursu, jeżeli zostały uwzględnione w obliczeniach wytrzymałości kadłuba.
- (b) W obliczeniach według kryteriów odkształceń plastycznych i wyboczenia konstrukcji należy przyjąć najbardziej prawdopodobne maksymalne obciążenia dynamiczne, którym statek będzie poddawany w okresie eksploatacji (normalnie przyjmuje się obciążenia na poziomie prawdopodobieństwa 10^{-8}). Wskazówki podano w Załączniku 1.
- (c) W obliczeniach według kryteriów wytrzymałości zmęczeniowej spektrum obciążeń dynamicznych powinno być określone jako rozkład długoterminowy odpowiadający przewidywanemu okresowi eksploatacji statku (normalnie przyjmuje się 10^8 spotkań z falą). Jeżeli do określenia trwałości zmęczeniowej stosuje się uproszczone widma obciążeń dynamicznych, to podlega to odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.
- (d) Przy wykonywaniu szacunkowych obliczeń propagacji pęknięć można stosować uproszczony rozkład obciążeń dla okresu 15 dni. Rozkłady takie można określić w sposób pokazany na rys. 6.3.7-3.
- (e) Statki o ograniczonym rejonie żeglugi podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.
- (f) Przyspieszenia, którym podlegają zbiorniki, są obliczane w ich środkach ciężkości i obejmują następujące składowe:
 - przyspieszenie pionowe: przyspieszenie od nurzania, kiwania i, jeśli trzeba, kołysania (prostopadle do płaszczyzny podstawowej statku);
 - przyspieszenie poprzeczne: przyspieszenie od oscylacji poprzecznej, myszkowania i kołysania oraz składowa poprzeczna przyspieszenia ziemskiego, wynikająca z kąta przechyłu;
 - przyspieszenie wzdłużne: przyspieszenie od oscylacji wzdłużnej oraz składowa wzdłużna przyspieszenia ziemskiego, wynikająca z kąta kiwania

Procedury okresowego sprawdzania bariery wtórnej w okresie eksploatacji statku należy przedstawić PRS jako warunek zatwierdzenia systemu bezpiecznego magazynowania ładunku.

6.3.5 Obciążenia od ruchu ładunku (sloshingu)

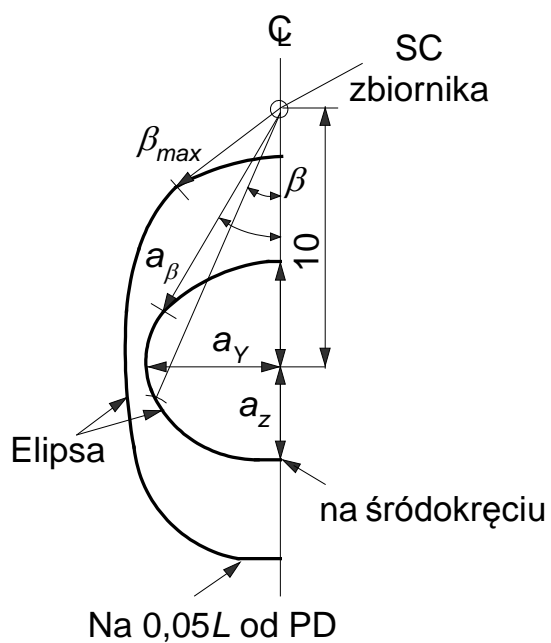
- (a) Jeżeli zakłada się, że zbiorniki mogą być częściowo zapełnione, to należy uwzględnić ryzyko wystąpienia znacznych obciążeń dynamicznych od sloshingu wywołanego przez jakikolwiek z ruchów statku, o których mowa w 6.3.4 (f).
- (b) Jeżeli stwierdza się niebezpieczeństwo występowania znacznych obciążeń dynamicznych wskutek ruchu ładunku (sloshingu), wymagane jest przeprowadzenie specjalnych prób oraz obliczeń.

6.3.6 Obciążenia termiczne

- (a) W przypadku zbiorników przewidzianych dla ładunków o temperaturze wrzenia niższej niż -55 °C , należy uwzględnić przejściowe obciążenia termiczne występujące w trakcie procesu schładzania.
- (b) W przypadku zbiorników, których konstrukcja, układ podparcia oraz temperatura eksploatacji mogą powodować powstawanie znacznych naprężeń termicznych, należy uwzględnić stałe obciążenia termiczne.

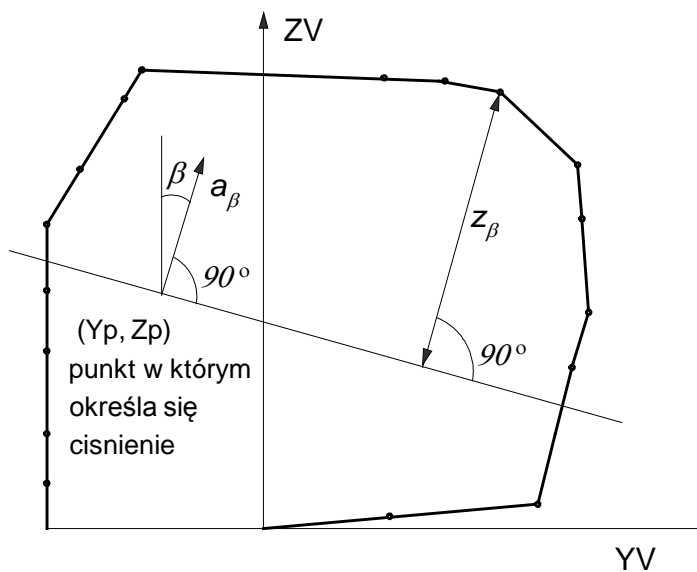
6.3.7 Obciążenia działające na podparcie zbiorników

Patrz 6.6.

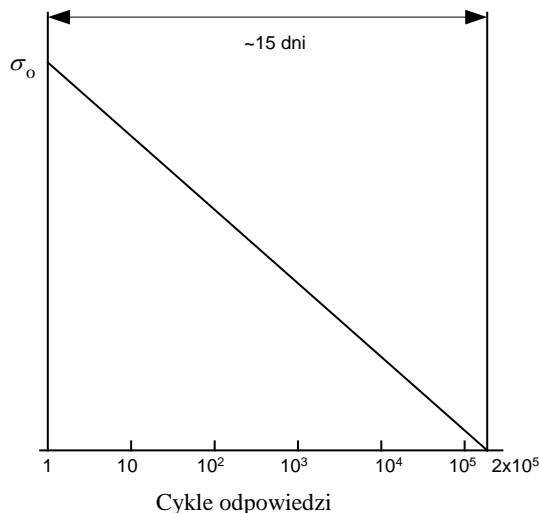


a_β = wypadkowe przyspieszenie (statyczne i dynamiczne) w dowolnym kierunku β ;
 a_γ = składowa poprzeczna przyspieszenia;
 a_z = składowa pionowa przyspieszenia.

Rys. 6.3.7-1. Elipsa przyspieszenia



Rys. 6.3.7-2. Określanie ciśnienia wewnętrznego



σ_0 = najbardziej prawdopodobne maksymalne naprężenia mogące wystąpić w całym okresie eksploatacji statku
 Cykle odpowiedzi przedstawiono w skali logarytmicznej; wartość 2×10^5 jest przykładowym oszacowaniem.

Rys. 6.3.7-3. Uproszczony rozkład obciążeń

6.4 Analiza konstrukcji

6.4.1 Zbiorniki wstawiane

Analizę konstrukcji zbiorników wstawianych należy przeprowadzić zgodnie z *Przepisami, Część II – Kadłub*, dotyczącymi kadłuba statku.

6.4.2 Zbiorniki membranowe

- W przypadku zbiorników membranowych, w celu określenia, czy membrana i związana z nią izolacja są odpowiednie, jeśli idzie o odkształcenia plastyczne i wytrzymałość zmęczeniową, należy uwzględnić efekty oddziaływania wszystkich obciążeń statycznych i dynamicznych.
- Przed zatwierdzeniem konstrukcji należy przeprowadzić próby modelowe zarówno bariery pierwotnej jak i wtórnej, łącznie z ich narożami i połączeniami, w celu sprawdzenia, czy wytrzymają one oczekiwane wypadkowe naprężenia wywołane obciążeniami statycznymi, dynamicznymi i termicznymi. Warunki prób powinny odpowiadać najbardziej ekstremalnym warunkom, jakim zbiornik może być poddany w całym okresie eksploatacji. Próby materiałowe powinny wykazać, że proces starzenia się materiałów nie uniemożliwi spełnienia przewidzianych dla nich funkcji.
- Dla celów prób, o których mowa w 6.4.2 (b), należy przeprowadzić pełną analizę poszczególnych ruchów i przyspieszeń oraz odzewu statku i zbiorników, chyba że dostępne są takie dane dla statków podobnych.
- Szczególne uwagi należy zwrócić na możliwość zniszczenia membrany na skutek nadciśnienia w przestrzeni międzybarierowej, podciśnienia w zbiornikach ładunkowych, sloshingu lub drgań kadłuba.
- Analizę konstrukcji kadłuba należy przeprowadzić zgodnie z wymaganiami *Przepisów, Część II – Kadłub* przy uwzględnieniu ciśnienia wewnętrznego określonego w 6.3.2.

Szczególne uwagi należy zwrócić na ugięcia kadłuba i ich kompatybilność z membraną i współpracującą izolacją. Grubość poszycia kadłuba wewnętrznego powinna spełniać co najmniej wymagania *Przepisów, Część II – Kadłub* dotyczące zbiorników wysokich, przy uwzględnieniu ciśnienia wewnętrznego określonego w 6.3.2. Dopuszczalne naprężenia dla membrany, materiału tworzącego podparcie dla membrany oraz dla izolacji w każdym poszczególnym przypadku, zostaną określone przez PRS.

6.4.3 Zbiorniki semimembranowe

Analizę konstrukcji zbiorników semimembranowych należy przeprowadzić zgodnie z wymaganiami dla zbiorników membranowych lub zbiorników niezależnych, przy uwzględnieniu ciśnienia wewnętrznego określonego w 6.3.2.

6.4.4 Zbiorniki niezależne typu A

- (a) Analizę konstrukcji należy przeprowadzić zgodnie z wymaganiami *Przepisów, Część II – Kadłub*, dotyczącymi konstrukcji kadłuba przy uwzględnieniu ciśnienia wewnętrznego określonego w 6.3.2. Grubość poszycia zbiorników ładunkowych powinna spełniać co najmniej wymagania *Przepisów, Część II – Kadłub*, dotyczące zbiorników wysokich, przy uwzględnieniu ciśnienia wewnętrznego określonego w 6.3.2 oraz naddatków na korozję wymaganych w 6.5.2.
- (b) Dla takich elementów, jak konstrukcja w miejscu usytuowania podparć, naprężenia należy określać za pomocą bezpośrednich obliczeń, przy uwzględnieniu mających zastosowanie obciążeń określonych w 6.3 oraz ugięć statku w miejscach usytuowania podparć.

6.4.5 Zbiorniki niezależne typu B

- (a) Należy rozważyć odzew konstrukcji na wszelkie obciążenia statyczne i dynamiczne w celu stwierdzenia, że konstrukcja spełnia wymagania dotyczące:
odkształceń plastycznych,
wyboczenia,
wytrzymałości zmęczeniowej,
propagacji pęknięć.
Należy przeprowadzić statystyczną analizę obciążeń falowych zgodnie z 6.3.4, analizę metodą elementów skończonych lub podobnymi metodami oraz analizę metodami mechaniki pęknięcia lub metodą równoważną.
- (b) Aby określić poziom naprężeń w kadłubie statku, należy przeprowadzić analizę z zastosowaniem trójwymiarowego modelu konstrukcji. Model taki powinien obejmować zbiornik ładunkowy z jego podparciami i zamocowaniami, jak i odpowiednio duży fragment kadłuba.
- (c) Należy przeprowadzić kompletną analizę ruchów i przyspieszeń danego statku na fali nieregularnej oraz odzewu statku i jego zbiorników ładunkowych na wynikające stąd obciążenia, chyba że dostępne są takie dane dla statków podobnych.
- (d) W analizie stateczności konstrukcji należy uwzględnić maksymalne tolerancje wykonawcze.
- (e) Jeżeli PRS uzna to za konieczne, może być wymagane przeprowadzenie prób modelowych w celu określenia współczynników koncentracji naprężeń i trwałości zmęczeniowej elementów konstrukcyjnych.
- (f) Parametr zużycia zmęczeniowego powinien spełniać następujący warunek:

$$\sum \frac{n_i}{N_i} + \frac{10^3}{N_j} \leq C_w$$

gdzie:

n_i = liczba cykli naprężeń o określonych wartościach występujących w całym okresie eksploatacji statku;

N_i = liczba cykli naprężeń o określonych wartościach, prowadząca do powstania pęknięcia, określona w oparciu o wykres Wöhlera (S-N);

N_j = liczba cykli obciążeń zmęczeniowych spowodowanych załadunkiem i wyładunkiem prowadząca do powstania pęknięcia.

$C_w \leq 0,5$; PRS może jednak rozważyć przyjęcie wartości większej niż 0,5, lecz nie większej niż 1,0, w zależności od zastosowanej procedury prób oraz danych przyjętych do sporządzenia wykresu Wöhlera (S-N).

6.4.6 Zbiorniki niezależne typu C

Analizę konstrukcji należy przeprowadzić zgodnie z wymaganiami rozdziału 2.

6.5 Naprężenia dopuszczalne – naddatki na korozję

6.5.1 Naprężenia dopuszczalne

- (a) Dla zbiorników wstawianych naprężenia dopuszczalne należy przyjmować zgodnie z wymaganiami *Przepisów, Część II – Kadłub*, dotyczących kadłuba statku.
- (b) Zbiorniki membranowe – patrz 6.4.2(e).

- (c) W przypadku zbiorników niezależnych typu A, zbudowanych głównie z płaskich powierzchni, naprężenia zginające w głównych i drugorzędnych elementach konstrukcji (wiązarach poprzecznych i wzdłużnych, usztywnieniach), obliczane klasycznymi metodami analitycznymi dla stali niestopowych oraz dla stopów aluminium nie powinny przekraczać mniejszej z dwóch wartości: $0,75\sigma_F$ lub $0,38\sigma_B$. Jednakże jeżeli dla głównych elementów konstrukcji wykonuje się szczegółowe obliczenia, to zredukowane naprężenia, σ_c , zdefiniowane w 6.5.1(g), mogą zostać zwiększone ponad wyżej podaną wielkość do wartości akceptowanej przez PRS; obliczenia powinny uwzględniać efekty zginania, ścinania, odkształceń osiowych i wskutek skręcania, jak również sił wzajemnego oddziaływania na siebie kadłuba i zbiornika ładunkowego związanych z ugięciem dna statku i den zbiorników ładunkowych σ_F i σ_B – patrz 6.5.1(h)
- (d) W przypadku zbiorników niezależnych typu B zaprojektowanych w kształcie brył obrotowych, naprężenia dopuszczalne nie powinny przekraczać podanych niżej wartości:

$$\begin{aligned}\sigma_m &\leq f \\ \sigma_L &\leq 1,5f \\ \sigma_b &\leq 1,5F \\ \sigma_L + \sigma_b &\leq 1,5F \\ \sigma_m + \sigma_b &\leq 1,5F\end{aligned}$$

gdzie:

- σ_m = wartość zredukowana podstawowych globalnych naprężeń membrany;
 σ_L = wartość zredukowana podstawowych lokalnych naprężeń membrany;
 σ_b = wartość zredukowana podstawowych naprężeń zginających;
 f = mniejsza z wartości σ_b/A lub σ_F/B ;
 F = mniejsza z wartości σ_b/C lub σ_F/D .

Wartości A, B, C i D są następujące:

Materiał	A	B	C	D
Stale niestopowe i niklowe	3	2	3	1,5
Stale austenityczne	3,5	1,6	3	1,5
Stopy aluminium	4	1,5	3	1,5

σ_B i σ_F – patrz 6.5.1(h).

- (e) Dla zbiorników niezależnych typu B, zbudowanych głównie z płaskich powierzchni, PRS może wymagać spełnienia dodatkowych lub innych kryteriów wytrzymałościowych.
- (f) Zbiorniki niezależne typu C – patrz rozdział 2.
- (g) Dla celów punktu 6.5.1(a) ÷ (f), naprężenia zredukowane σ_c (von Mises, Huber) należy określać wg wzoru:

$$\sigma_c = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau_{xy}^2}$$

gdzie:

- σ_x = całkowite naprężenie normalne w kierunku x;
 τ_{xy} = całkowite naprężenie styczne w płaszczyźnie y-x;
 σ_y = całkowite naprężenie normalne w kierunku y.

Jeżeli nie uznano za uzasadnione zastosowanie innych metod obliczeń, naprężenia całkowite należy obliczać zgodnie z podanymi niżej wzorami dla zbiorników typu B:

$$\sigma_x = \sigma_{x.st} \pm \sqrt{\Sigma(\sigma_{x.dyn})^2}$$

$$\sigma_y = \sigma_{y.st} \pm \sqrt{\Sigma(\sigma_{y.dyn})^2}$$

$$\tau_{xy} = \tau_{xy} \pm \sqrt{\Sigma(\tau_{xy.dyn})^2}$$

gdzie:

- $\sigma_{x.st}$, $\sigma_{xy.st}$ oraz $\tau_{xy.st}$ są naprężeniami statycznymi,
 $\sigma_{x.dyn}$, $\sigma_{xy.dyn}$ oraz $\tau_{xy.dyn}$ są naprężeniami dynamicznymi,

określonymi oddzielnie dla poszczególnych składowych przyspieszeń oraz dla składowych odkształceń kadłuba, wywołanych ugięciem i skręceniem.

(h) Dla celów punktu 6.5.1 (a) ÷ (g):

σ_F – minimalna granica plastyczności w temperaturze pokojowej. Jeżeli krzywa wykresu rozciągania nie wykazuje wyraźnie zdefiniowanej granicy plastyczności, to należy przyjmować umowną granicę plastyczności, $R_{0,2}$. Dla złączy spawanych stopów aluminium należy przyjmować granicę plastyczności dla materiału w stanie wyżarzonym.

σ_B – minimalna wytrzymałość na rozciąganie w temperaturze pokojowej. Dla złączy spawanych stopów aluminium należy przyjmować wytrzymałość na rozciąganie dla materiału w stanie wyżarzonym.

Powyższe wartości powinny odpowiadać minimalnym określonym własnościom materiału, łącznie ze spoiną w stanie odpowiadającym warunkom wykonania. PRS może rozważyć zastosowanie wyższej wartości granicy plastyczności i wytrzymałości na rozciąganie w niskiej temperaturze.

(i) Naprężenia dopuszczalne dla materiałów innych niż materiały określone w rozdziale 5 podlegają odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

Wartość naprężeń może także zostać ograniczona w wyniku przeprowadzenia analizy zmęczeniowej, analizy propagacji pęknięć oraz według kryteriów stateczności konstrukcji.

6.5.2 Naddatki korozyjne

(a) W zasadzie nie wymaga się zwiększenia grubości wynikającej z obliczeń konstrukcyjnych o naddatek korozyjny. Jednakże jeżeli nie zastosowano kontrolowanej atmosfery wokół zbiornika ładunkowego (atmosfery gazu obojętnego, etc.) lub jeżeli ładunek ma własności korozyjne, PRS może wymagać odpowiednich naddatków korozyjnych.

(b) Naddatki korozyjne dla zbiorników ciśnieniowych podane są w rozdziale 2.

6.6 Podparcie zbiornika

6.6.1 Zbiorniki ładunkowe powinny być podparte przez kadłub w taki sposób, aby, nie wywołując nadmiernych naprężeń w zbiorniku i kadłubie, zapobiegać ruchom całego zbiornika pod wpływem obciążeń statycznych i dynamicznych, a jednocześnie umożliwiać kurczenie i rozszerzanie się zbiornika przy zmianach temperatury oraz odkształceniach kadłuba.

6.6.2 Zbiorniki wraz z podparciami należy zaprojektować w taki sposób, aby przy statycznym przechylenie bocznym o kąt 30° nie zostały przekroczone naprężenia dopuszczalne określone w 6.5.

6.6.3 Podparcia należy obliczać dla najbardziej prawdopodobnych maksymalnych wypadkowych przyspieszeń, biorąc pod uwagę skutki ruchu obrotowego i postępowego. Przyspieszenia te w określonym kierunku można wyznaczyć w sposób przedstawiony na rys. 6.3.7-1. Półosie „elipsy przyspieszeń” należy określić zgodnie z wymaganiami zawartymi w p. 6.3.4 (b).

6.6.4 Należy zastosować takie podparcia, które wytrzymają, bez odkształceń mogących zagrazić konstrukcji zbiornika, siłę kolizyjną równą połowie ciężaru zbiornika i ładunku, działającą na zbiornik w kierunku dziobu, oraz siłę kolizyjną równą jednej czwartej ciężaru zbiornika, działającą na zbiornik w kierunku rufy.

6.6.5 Obciążenia wymienione w 6.6.2 i 6.6.4 nie muszą być rozpatrywane równocześnie, ani też w połączeniu z obciążeniami od fal.

6.6.6 W przypadku zbiorników niezależnych oraz – tam, gdzie ma to zastosowanie – zbiorników membranowych i semimembranowych należy przewidzieć środki zabezpieczające przed skutkami ruchu obrotowego, o którym mowa w 6.6.3.

6.6.7 Należy przewidzieć podkładki zabezpieczające zbiorniki niezależne przed unoszeniem się wskutek sił wyporu. Takie podkładki powinny wytrzymać, bez odkształceń plastycznych mogących zagrazić konstrukcji kadłuba, siłę działającą ku górze, wywołaną wyporem pustego zbiornika znajdującego się w ładowni zalanej wodą do poziomu letniej wodnicy ładunkowej.

6.7 Bariera wtórna

6.7.1 Jeżeli temperatura ładunku przy ciśnieniu atmosferycznym jest niższa niż -10°C , to, zgodnie z zasadami podanymi w p. 6.7.3, należy przewidzieć barierę wtórną, która będzie służyć jako tymczasowy system bezpiecznego magazynowania na wypadek jakichkolwiek potencjalnych wycieków ładunku skroplonego, przenikające przez barierę pierwotną.

6.7.2 Jeżeli temperatura ładunku przy ciśnieniu atmosferycznym jest nie niższa niż -55°C , to konstrukcję kadłuba można traktować jako barierę wtórną. W takim przypadku:

- (i) materiał kadłuba powinien być odpowiedni do temperatury ładunku przy ciśnieniu atmosferycznym (patrz rozdział 5);
- (ii) konstrukcję należy tak zaprojektować, aby temperatura ta nie powodowała powstania w kadłubie niedopuszczalnych naprężeń.

6.7.3 Wymagania dla bariery wtórnej w zależności od typu zbiornika podano w tabeli 6.7.3.

Tabela 6.7.3 podaje podstawowe wymagania dla bariery wtórnej. W przypadku zbiorników, które różnią się od podstawowych typów zbiorników podanych w tabeli, wymagania dla bariery wtórnej podlegają każdorazowo odrębnemu określeniu przez PRS.

Tabela 6.7.3

Temperatura ładunku t_b przy ciśnieniu atmosferycznym	$t_b < -55^{\circ}\text{C}$	$-55^{\circ}\text{C} \leq t_b < -10^{\circ}\text{C}$	$t_b \geq -10^{\circ}\text{C}$
Podstawowy typ zbiornika	Oddzielna bariera wtórna – jeśli jest wymagana	Barierę wtórną może stano- wić kadłub	Bariera wtórna nie jest wymagana
Integralny	Typ zbiornika zwykle niedopuszczalny ¹		
Membranowy	Całkowita bariera wtórna		
Semimembranowy	Całkowita bariera wtórna ²		
Niezależny typu A	Całkowita bariera wtórna		
Niezależny typu B	Częściowa bariera wtórna		
Niezależny typu C	Bariera wtórna nie jest wymagana		
Uwagi:			
¹ Całkowita bariera wtórna jest zazwyczaj wymagana, jeżeli zgodnie z 1.2.1 dopuszcza się ładunki, których temperatura przy ciśnieniu atmosferycznym jest niższa niż -10°C .			
² W przypadku zbiorników semimembranowych, które pod każdym względem, z wyjątkiem sposobu podparcia, odpowiadają wymaganiom dla zbiorników niezależnych typu B, PRS może rozważyć zastosowanie częściowej bariery wtórnej.			

6.7.4 Bariera wtórna powinna być tak zaprojektowana, aby:

- (i) była zdolna zatrzymać wszelkie możliwe przecieki ciekłego ładunku przez okres co najmniej 15 dni, o ile dla poszczególnych rejsów nie postanowiono inaczej. Wymaganie to powinno być spełnione przy wzięciu pod uwagę rozkładu obciążeń, określonego w 6.3.4 (d);
- (ii) mogła zapobiegać obniżeniu się temperatury konstrukcji statku do niebezpiecznego poziomu w przypadku przecieku przez barierę pierwotną (patrz 6.8.2);
- (iii) mechanizm powodujący uszkodzenie bariery pierwotnej nie powodował uszkodzenia bariery wtórnej i na odwrót.

6.7.5 Bariera wtórna powinna spełniać swoje funkcje przy statycznym kącie przechyłu wynoszącym 30° .

6.7.6 Jeżeli wymagana jest częściowa bariera wtórna, to jej wielkość należy określić na podstawie wycieku ładunku odpowiadającego zasięgowi uszkodzenia, wynikającemu z rozkładu obciążeń, o którym mowa w 6.3.4(d), tuż po wykryciu przecieku przez barierę pierwotną. Można uwzględnić odparowanie cieczy, natężenie przecieku, wydajność pompowania i inne mające wpływ czynniki. W każdym przypadku dno wewnętrzne, sąsiadujące ze zbiornikami ładunkowymi, powinno być chronione przed ciekłym ładunkiem. Należy przewidzieć odpowiednie zabezpieczenia niestykające się z częściową barierą wtórną, takie

jak osłony przeciwbryzgowe, które będą kierować ciekły ładunek w dół do przestrzeni pomiędzy barierą pierwotną i wtórną oraz będą utrzymywać temperaturę konstrukcji kadłuba na bezpiecznym poziomie.

6.7.7 Powinna istnieć możliwość okresowego sprawdzania skuteczności bariery wtórnej.

6.8 Izolacja

6.8.1 Jeżeli gaz skroplony przewożony jest w temperaturze poniżej -10°C , to należy przewidzieć odpowiednią izolację, tak aby temperatura konstrukcji kadłuba nie spadła poniżej minimalnej dopuszczalnej temperatury eksploatacyjnej dla rozpatrywanej kategorii stali, podanej w rozdziale 5, przy czym należy przyjmować, że zbiorniki ładunkowe mają temperaturę projektową, natomiast temperatury otoczenia wynoszą odpowiednio 5°C dla powietrza i 0°C dla wody morskiej. Powyższe warunki można generalnie przyjmować dla nieograniczonego rejonu żeglugi. W przypadku statków z ograniczonym rejonem żeglugi, PRS może zaakceptować wyższe wartości temperatur otoczenia. Należy jednakże pamiętać, że Administracja może ustalić niższe wartości temperatury otoczenia.

6.8.2 Jeżeli wymagana jest całkowita lub częściowa bariera wtórna, to przy uwzględnieniu założeń podanych w 6.8.1 należy wykonać obliczenia w celu sprawdzenia, że temperatura konstrukcji kadłuba nie spadnie poniżej minimalnej dopuszczalnej temperatury eksploatacyjnej dla rozpatrywanej kategorii stali, podanej w rozdziale 5. Należy przyjmować, że całkowita lub częściowa bariera wtórna ma temperaturę ładunku przy ciśnieniu atmosferycznym.

6.8.3 Obliczenia wymagane w 6.8.1 i 6.8.2 należy przeprowadzić przy założeniu bezwietrznej pogody i spokojnego morza. W przypadku, o którym mowa w 6.8.2, efekt chłodzenia związany z odparowaniem przecieku ładunku, powinien być uwzględniony w obliczeniach przepływu ciepła. W celu określenia kategorii stali na elementy łączące kadłub wewnętrzny z zewnętrznym można przyjąć temperaturę średnią.

6.8.4 We wszystkich przypadkach, o których mowa w 6.8.1 i 6.8.2, i przy temperaturach otoczenia wynoszących 5°C dla powietrza i 0°C dla wody morskiej, mogą być stosowane zatwierdzone urządzenia grzewcze poprzecznych elementów konstrukcyjnych kadłuba w celu zapewnienia, że temperatura tych elementów nie spadnie poniżej minimalnych dopuszczalnych wartości. Jeżeli przyjmuje się niższe temperatury otoczenia, to zatwierdzone urządzenia grzewcze mogą być również stosowane dla wzdłużnych elementów konstrukcyjnych, pod warunkiem że materiał tych elementów bez ogrzewania będzie odpowiedni dla temperatur wynoszących odpowiednio 5°C dla powietrza i 0°C dla wody morskiej. Takie urządzenia grzewcze powinny spełniać następujące wymagania:

- (i) ilość dostępnego ciepła powinna być wystarczająca do utrzymania temperatury konstrukcji kadłuba powyżej minimalnej dopuszczalnej temperatury w warunkach określonych w 6.8.1 i 6.8.2;
- (ii) system grzewczy powinien być tak wykonany, aby w przypadku wystąpienia uszkodzenia w jakiegokolwiek jego części można było utrzymywać ogrzewanie awaryjne o wydajności nie mniejszej niż 100% teoretycznego obciążenia cieplnego;
- (iii) system grzewczy powinien być traktowany jako system pomocniczy o ważnym przeznaczeniu;
- (iv) projekt i konstrukcja systemu grzewczego powinny być zgodne z wymaganiami PRS.

6.8.5 Przy określaniu grubości izolacji należy uwzględnić dopuszczalną wielkość odparowania ładunku, wynikającą z zainstalowanego na statku urządzenia do ponownego skraplania odparowanego ładunku, urządzeń napędu głównego i innych systemów sterowania temperaturą.

6.9 Materiały

6.9.1 Materiał poszycia kadłuba i pokładu statku oraz wszystkich ich usztywnień powinien odpowiadać wymaganiom *Przepisów, Część II – Kadłub*, chyba że obliczona temperatura tego materiału, wynikająca z oddziaływania niskiej temperatury ładunku w warunkach projektowych, jest niższa niż -5°C . W takim przypadku materiał powinien odpowiadać wymaganiom podanym w tabeli 5.3-5, przy założeniu, że temperatura otaczająca wody morskiej i powietrza wynosi odpowiednio 0°C i 5°C . W warunkach projektowych należy przyjmować, że temperatura całkowitej bądź częściowej bariery wtórnej jest równa temperaturze

ładunku przy ciśnieniu atmosferycznym, natomiast dla zbiorników bez bariery wtórnej należy przyjmować, że bariera pierwotna ma temperaturę ładunku.

6.9.2 Materiał kadłuba, który tworzy barierę wtórną, powinien odpowiadać wymaganiom zawartym w tabeli 5.3-2.

6.9.3 Materiały stosowane do budowy zbiorników ładunkowych powinny odpowiadać wymaganiom zawartym w tabelach 5.3-1, 5.3-2 lub 5.3-3.

6.9.4 Wszystkie inne materiały stosowane do budowy statku, które pod wpływem ładunku poddawane są działaniu obniżonych temperatur i które nie tworzą części bariery wtórnej, powinny odpowiadać wymaganiom tabeli 5.3-5 dla temperatur określonych w 6.8. Dotyczy to poszycia dna wewnętrznego, poszycia grodzi wzdłużnych, poszycia grodzi poprzecznych, denników, wręgów ramowych, wzdłużników i wszystkich połączonych z nimi elementów usztywniających.

6.9.5 Materiały izolacyjne powinny być dostosowane do przeniesienia obciążeń, które mogą być na nie wywierane przez sąsiadującą konstrukcję.

6.9.6 Tam, gdzie to ma zastosowanie, materiały izolacyjne powinny posiadać odpowiednią odporność ogniową oraz powinny być odpowiednio zabezpieczone przed przenikaniem pary wodnej i uszkodzeniami mechanicznymi.

6.9.7 Materiały izolacyjne należy poddać próbom, sprawdzającym podane poniżej właściwości, w celu upewnienia się, że są one zgodne z wymaganiami:

- kompatybilność z ładunkiem,
- rozpuszczalność w ładunku,
- absorpcję ładunku,
- kurczliwość,
- starzenie,
- zawartość komórek zamkniętych,
- gęstość,
- własności mechaniczne,
- rozszerzalność cieplną,
- ścieralność,
- spójność,
- przewodność cieplną,
- odporność na drgania,
- odporność ogniową i rozprzestrzenienie płomienia.

6.9.8 Procedury kontroli jakości wytwarzania materiałów izolacyjnych i budowania z nich powinny odpowiadać wymaganiom PRS.

6.9.9 Jeżeli używana jest izolacja w formie proszku lub granulatu, to należy przedsięwziąć środki w celu niedopuszczenia do zbijania się materiału pod wpływem drgań.

Projektując izolację należy zastosować rozwiązania zapewniające, że materiał pozostanie rozłożony wystarczająco równomiernie, tak aby była utrzymana wymagana przewodność cieplna oraz aby zapobiec niepożądanemu naciskowi izolacji na system bezpiecznego magazynowania ładunku gazu skroplonego.

6.10 Budowa i próby

6.10.1 Wszystkie połączenia spawane poszycia zbiorników niezależnych należy wykonywać jako złącza doczołowe, z pełnym przetopem. Za zgodą PRS, połączenia kopuły z poszyciem zbiornika mogą być wykonywane jako spoiny pachwinowe z pełnym przetopem. Z wyjątkiem małych przejść na kopułach, wszystkie króćce powinny być spawane z pełnym przetopem, zbiorniki typu C – patrz rozdział 2.

6.10.2 Jakość wykonania powinna spełniać wymagania PRS. Kontrola spoin zbiorników, łącznie z badaniem nieniszczącym, powinna być przeprowadzana zgodnie z wymaganiami określonymi w rozdziale 5.

6.10.3 W przypadku zbiorników membranowych środki zapewnienia jakości, procedury spawania, szczegóły projektowe, materiały, budowa, kontrola i próby elementów składowych podczas produkcji powinny odpowiadać standardom ustalonym podczas programu prób prototypu.

6.10.4 W przypadku zbiorników semimembranowych należy stosować odpowiednie wymagania dotyczące zbiorników niezależnych lub membranowych.

6.10.5 Zbiorniki integralne należy poddać próbie hydrostatycznej lub hydropneumatycznej zgodnie z wymaganiami *Publikacji Nr 21/P – Próby konstrukcji kadłubów okrętowych*. Zasadniczo próbę należy tak przeprowadzić, aby wywołane naprężenia były, tak dalece jak jest to praktycznie możliwe, zbliżone do naprężeń projektowych, a wartość ciśnienia na szczycie zbiornika odpowiadała co najmniej wielkości MARVS.

6.10.6 Na statkach posiadających zbiorniki membranowe lub semimembranowe, koferdamy oraz wszystkie inne przestrzenie, które normalnie mogą zawierać ciecz i które przylegają do konstrukcji kadłuba podpierającej membranę, należy poddać próbie hydrostatycznej lub hydropneumatycznej, zgodnie z wymaganiami *Publikacji Nr 21/P*. Tunele rurociągów i inne przedziały, które normalnie nie zawierają cieczy, nie muszą być poddawane próbie hydrostatycznej.

Dodatkowo, konstrukcję ładowni podpierającą membranę należy poddać próbie szczelności.

6.10.7 Każdy zbiornik niezależny należy poddać próbie hydrostatycznej lub hydropneumatycznej. W przypadku zbiorników niezależnych typu A próbę należy tak przeprowadzać, aby wywołane naprężenia były, tak dalece jak jest to praktycznie możliwe, zbliżone do naprężeń projektowych, a wartość ciśnienia na szczycie zbiornika odpowiadała co najmniej wielkości MARVS. Jeżeli wykonuje się próbę hydropneumatyczną, to warunki próby powinny, tak dalece jak jest praktycznie możliwe, odpowiadać rzeczywistym obciążeniom zbiornika i jego podparć. W przypadku zbiorników niezależnych typu B próbę należy przeprowadzać tak, jak dla zbiorników typu A. Ponadto, maksymalne podstawowe naprężenia membranowe lub maksymalne naprężenia zginające w poszyciu wytrzymałościowym nie powinny w warunkach i w temperaturze próby przekroczyć 90% granicy plastyczności materiału (w stanie dostawy).

Jeżeli obliczenia wskazują, że naprężenia przekraczają 75% granicy plastyczności, to w celu zapewnienia spełnienia powyższego warunku należy w trakcie próby prototypu prowadzić monitoring naprężeń przy zastosowaniu tensometrów lub innych odpowiednich przyrządów, zbiorniki typu C – patrz rozdział 2.

6.10.8 Wszystkie zbiorniki należy poddać próbie szczelności, którą można przeprowadzić w połączeniu z wymienioną powyżej próbą ciśnieniową lub osobno.

6.10.9 Wymagania dotyczące przeglądu barier wtórnych są określone przez PRS odrębnie dla każdego przypadku.

6.10.10 Na statkach posiadających zbiorniki niezależne typu B, co najmniej jeden zbiornik i jego podparcia powinny zostać wyposażone w przyrządy pomiarowe w celu określenia poziomu naprężeń, chyba że ich rozwiązania konstrukcyjne i rozplanowanie dla danej wielkości statku zostały sprawdzone badaniami modelowymi w skali naturalnej. Podobne przyrządy pomiarowe mogą być wymagane przez PRS dla zbiorników niezależnych typu C – w zależności od ich konfiguracji oraz rozmieszczenia podparć i zamocowań.

6.10.11 Wszystkie aspekty związane z funkcjonowaniem systemu bezpiecznego magazynowania ładunku gazu skroplonego należy zweryfikować na zgodność z założeniami projektowymi podczas pierwszego schładzania, załadunku i wyładunku.

Należy przechowywać zapisy dotyczące funkcjonowania poszczególnych elementów i wyposażenia, niezbędne do weryfikacji parametrów projektowych i udostępnić je PRS.

6.10.12 Jeżeli zgodnie z wymaganiami podanymi w 6.8.4 zainstalowane zostały urządzenia grzewcze, to powinny one zostać poddane próbie na zgodność z wymaganiami projektowymi.

6.10.13 Po pierwszym rejsie statku z ładunkiem kadłub należy poddać przeglądowi w celu wykrycia nadmiernie schłodzonych miejsc.

Uwaga:

Wymagania podane w punktach od 6.10.5 do 6.10.13 zawarte są również w *Publikacji Nr 21/P – Próby konstrukcji kadłubów okrętowych*.

ZAŁĄCZNIK 1

Wzory do obliczeń składowych przyspieszeń

W nawiązaniu do 6.3.4 poniżej podano wzory, które pozwalają obliczyć składowe przyspieszeń wywołanych ruchem statku o długości $L > 50$ m. Poniższe wzory mają zastosowanie do warunków północnego Atlantyku i podają wartości przyspieszeń z prawdopodobieństwem równym 10^{-8} .

Przyspieszenie pionowe

$$a_z = \pm a_0 \sqrt{1 + \left(5,3 - \frac{45}{L}\right)^2 \left(\frac{x}{L} + 0,05\right)^2 \left(\frac{0,6}{C_B}\right)^{3/2}}$$

Przyspieszenie poprzeczne

$$a_y = \pm a_0 \sqrt{0,6 + 2,5 \left(\frac{x}{L} - 0,05\right)^2 + K \left(1 + 0,6K \frac{z}{B}\right)^2}$$

Przyspieszenie wzdłużne

$$a_x = \pm \sqrt{0,06 + A^2 - 0,25A}$$

$$\text{gdzie } A = \left(0,7 - \frac{L}{1200} + 5 \frac{z}{L}\right) \left(\frac{0,6}{C_B}\right)$$

gdzie:

L – długość statku pomiędzy pionami, [m];

C_B – współczynnik pełnotliwości kadłuba;

B – największa szerokość konstrukcyjna, [m];

x – pozioma odległość, [m], od owręza do środka ciężkości zbiornika z ładunkiem; x jest dodatnie od owręza w kierunku dziobu, a ujemne od owręza w kierunku rufy;

z – pionowa odległość, [m], od wodnicy pływania do środka ciężkości zbiornika wraz z ładunkiem; z jest dodatnie powyżej, a ujemne poniżej tej wodnicy.

$$a_0 = 0,2 \frac{V}{\sqrt{L}} + \frac{34 - 600/L}{L}$$

V = prędkość eksploatacyjna, [węzły].

Zasadniczo, $K = 1,0$. Dla poszczególnych stanów załadowania i kształtów kadłuba konieczne może być określenie K według poniższego wzoru:

$$K = \frac{13G_M}{B}$$

$$K \geq 1,0$$

gdzie GM – wysokość metacentryczna, [m].

a_x, a_y, a_z – maksymalne przyspieszenia bezwymiarowe (tj. odniesione do przyspieszenia ziemskiego) w odpowiednich kierunkach, które dla celów obliczeniowych przyjmuje się jako działające niezależnie od siebie;

a_z nie zawiera składowej przyspieszenia ziemskiego;

a_y zawiera składową przyspieszenia ziemskiego działającą w kierunku poprzecznym wskutek kołysania statku;

a_x zawiera składową przyspieszenia ziemskiego działającą w kierunku wzdłużnym wskutek kiwania statku.

7 INSTALACJE ODGAZOWUJĄCE SYSTEMÓW BEZPIECZNEGO MAGAZYNOWANIA ŁADUNKU

7.1 Postanowienia ogólne

Wszystkie zbiorniki ładunkowe powinny być zaopatrzone w systemy redukcji ciśnienia, odpowiednie do konstrukcji systemu bezpiecznego magazynowania paliwa oraz przewożonego ładunku. Przestrzenie ładowni oraz przestrzenie międzybarierowe, które mogą być poddawane ciśnieniu wykraczającemu poza ich parametry projektowe, powinny być także wyposażone w odpowiedni system redukcji ciśnienia. System kontroli ciśnienia powinien być niezależny od systemu redukcji ciśnienia.

7.2 Systemy redukcji ciśnienia

7.2.1 Na zbiornikach ładunkowych, włącznie z pokładowymi, powinny być zainstalowane co najmniej dwa zawory nadmiarowe ciśnieniowe (PRV), z których każdy powinien być jednakowej wielkości w granicach tolerancji producenta i zaprojektowany oraz wykonany odpowiednio do swojej funkcji.

7.2.2 Przestrzenie międzybarierowe powinny być zaopatrzone w urządzenia nadmiarowe ciśnieniowe. W przypadku systemów membranowych projektant powinien wykazać, że przyjęto odpowiednie rozmiary zaworów nadmiarowych przestrzeni międzybarierowej.

7.2.3 Nastawa zaworu nadmiarowego ciśnieniowego nie może być wyższa od ciśnienia par, przyjętego dla danej konstrukcji zbiornika. Jeśli zainstalowano co najmniej dwa zawory PRV, te zawory, których wydajność upustu ciśnienia jest nie większa niż 50% zdolności całkowitej, mogą być nastawione na ciśnienie do 5% powyżej maksymalnej dopuszczalnej nastawy MARVS w celu umożliwienia ich sekwencyjnego podnoszenia, minimalizującego niepotrzebny upust par.

7.2.4 W przypadku nadmiarowych zaworów ciśnieniowych zainstalowanych w systemach redukcji ciśnienia mają zastosowanie poniższe wymagania dotyczące temperatury:

- .1** zawory PRV, zainstalowane na zbiornikach ładunkowych o temperaturze projektowej poniżej 0°C, powinny być tak skonstruowane i umieszczone, aby zapobiegać ich wyłączeniu z działania na skutek tworzenia się lodu;
- .2** przy budowie i rozmieszczeniu zaworów PRV należy uwzględniać skutki tworzenia się lodu ze względu na temperatury otoczenia;
- .3** zawory PRV powinny być wykonane z materiałów o temperaturze topnienia powyżej 925°C. Mogą być akceptowane materiały o niższej temperaturze topnienia, stosowane na części wewnętrzne i uszczelnienia, jeśli nie pogorszy to działania zaworów po ich uszkodzeniu; oraz
- .4** linie czujnikowe i wylotowe zaworów nadmiarowych z linią pilotową powinny być solidnej budowy zapobiegającej ich uszkodzeniu.

7.2.5 Próby zaworów

7.2.5.1 Zawory PRV należy poddawać próbom typu. Próby te powinny obejmować:

- .1** sprawdzenie wydajności upustowej;
- .2** próby kriogeniczne przy działaniu w temperaturach projektowych niższych niż -55°C;
- .3** próby szczelności gniazda zaworu; oraz
- .4** próby ciśnieniowe elementów ciśnieniowych przy ciśnieniu próbnym równym co najmniej 1,5-krotności ciśnienia projektowego.

Zawory PRV powinny być poddawane próbom zgodnie z uznanymi normami.

7.2.5.2 Każdy zawór PRV powinien być poddany próbie w celu upewnienia się, że:

- .1** otwiera się on przy ustalonej wartości nastawy ciśnienia, z odchyłką nieprzekraczającą $\pm 10\%$ dla zakresu od 0 do 0,15 MPa, $\pm 6\%$ dla zakresu od 0,15 do 0,3 MPa, $\pm 3\%$ dla zakresu 0,3 MPa i powyżej;
- .2** szczelność gniazda jest zadawalająca; oraz
- .3** elementy ciśnieniowe wytrzymują ciśnienie wynoszące co najmniej 1,5-krotną wartość ciśnienia projektowego.

7.2.6 Zawory nadmiarowe powinny być ustawione i zaplombowane przez Administrację lub uznaną organizację działającą w imieniu Administracji, a zapisy tych czynności, zawierające wartości nastawy ciśnienia zaworów, powinny być przechowywane na statku.

7.2.7 Dopuszcza się więcej niż jedną wartość nastawy zaworów nadmiarowych na zbiornikach ładunkowych w poniższych przypadkach:

- .1 zainstalowanie co najmniej dwu odpowiednio ustawionych oraz zaplombowanych zaworów nadmiarowych ciśnieniowych oraz zapewnienie niezbędnych środków służących do odcinania nieużywanych zaworów od zbiornika ładunkowego; lub
- .2 zainstalowanie zaworów nadmiarowych, których nastawy mogą być zmieniane poprzez użycie uprzednio zatwierdzonych elementów niewymagających przeprowadzania prób ciśnieniowych do zweryfikowania nowej wartości ustawionego ciśnienia. Wszystkie inne elementy regulacyjne zaworu powinny być zaplombowane.

7.2.8 Zmiana nastaw ciśnienia, zgodnie z postanowieniami 7.2.7 oraz odpowiednie ponowne ustawienie alarmów wysokiego ciśnienia i niskiego ciśnienia powinny być przeprowadzone pod nadzorem kapitana według zatwierdzonych procedur, opisanych w okrętowej instrukcji eksploatacji. Zmianę nastaw należy odnotować w dzienniku okrętowym, a w centrali ładunkowej i przy każdym zaworze nadmiarowym należy wywiesić tabliczki informujące o nastawie ciśnienia.

7.2.9 W przypadku awarii zaworu nadmiarowego zainstalowanego na zbiorniku ładunkowym, powinny być dostępne bezpieczne środki awaryjnego odcięcia:

- .1 należy ustanowić odpowiednie procedury i włączyć je do podręcznika obsługi ładunku.
- .2 procedury te powinny pozwalać na odcięcie tylko jednego zaworu nadmiarowego zainstalowanego na zbiorniku ładunkowym.
- .3 odcięcie zaworu nadmiarowego powinno nastąpić pod nadzorem kapitana. Czynność tę należy odnotować w dzienniku okrętowym i odpowiednią tabliczkę należy umieścić w centrali ładunkowej, jeśli taka istnieje, oraz przy tym zaworze nadmiarowym.
- .4 Zbiornik taki nie powinien być załadowany do czasu przywrócenia pełnej zdolności upustowej.

7.2.10 Każdy zawór PRV zainstalowany na zbiorniku ładunkowym powinien być podłączony do instalacji odgazowującej, która powinna być:

- .1 tak skonstruowana, aby wyrzut był niezakłócony i skierowany na wylocie pionowo do góry;
- .2 poprowadzona w taki sposób, aby zminimalizować możliwość przedostania się wody lub śniegu do systemu odgazowującego;
- .3 poprowadzona w taki sposób, aby wysokość wylotów przewodów odpowietrzających ponad pokładem otwartym nie była mniejsza niż $B/3$ lub 6 m, przyjmując wartość większą;
- .4 usytuowana 6 m powyżej rejonów roboczych i dróg komunikacyjnych.

7.2.11 Wyloty przewodów odprowadzających gaz z zaworów PRV powinny znajdować się w odległości co najmniej równej B lub 25 m, w zależności od tego który wymiar jest mniejszy, od najbliższego punktu poboru powietrza, wylotu lub otworu prowadzącego do pomieszczeń mieszkalnych, służbowych i stanowisk sterowania lub innych rejonów bezpiecznych. Na statkach o długości mniejszej niż 90 m można dopuścić mniejsze odległości.

7.2.12 Wszystkie inne wyloty przewodów odprowadzających gaz, podłączonych do systemu bezpiecznego magazynowania ładunku, powinny znajdować się w odległości co najmniej 10 m od najbliższego punktu poboru powietrza, wylotu lub otworu prowadzącego do pomieszczeń mieszkalnych, służbowych i stanowisk sterowania lub innych rejonów bezpiecznych.

7.2.13 Wszystkie inne wyloty przewodów odprowadzających gaz, które nie są omówione w innych rozdziałach, powinny znajdować się w miejscach określonych w punktach 7.2.10, 7.2.11 oraz 7.2.12. Należy uniemożliwić przelew cieczy z wylotów masztów odgazowujących, spowodowany ciśnieniem hydrostatycznym z przestrzeni, do których są one przyłączone.

7.2.14 W przypadku jednoczesnego przewozu ładunków, które mogą wzajemnie wchodzić w reakcje chemiczne w sposób niebezpieczny, dla każdego z tych ładunków należy zapewnić oddzielny system upustu ciśnienia.

7.2.15 W systemie odprowadzania gazów z rurociągów należy zapewnić możliwość usuwania cieczy z miejsc, w których może się ona gromadzić. Zawory PRV oraz rurociągi powinny być tak rozmieszczone, aby w żadnym przypadku ciecz nie gromadziła się w zaworach PRV lub w ich pobliżu.

7.2.16 Na wylotach przewodów odprowadzających gaz należy zainstalować odpowiednie ekrany ochronne z siatki o okach, których boki są nie większe niż 13 mm, aby uniemożliwić przedostanie się przedmiotów z zewnątrz bez zakłócenia przepływu. Podczas przewozu specyficznych ładunków mają zastosowanie inne wymagania dotyczące ekranów ochronnych.

7.2.17 Wszystkie przewody odprowadzające gaz powinny być tak zaprojektowane i prowadzone, aby nie uległy uszkodzeniu w wyniku zmian temperatury, na które mogą być narażone, sił wywołanych przepływem lub ruchami statku.

7.2.18 Zawory PRV powinny być podłączone do najwyższej części zbiornika ładunkowego powyżej poziomu pokładu. Zawory PRV powinny być tak usytuowane na zbiorniku ładunkowym, aby pozostały one w fazie parowej przy limicie napełnienia (*FL*) określonym w 1.2.4, w warunkach przechyłu bocznego o 15° oraz przegłębienia 0,015*L*, gdzie *L* zostało określone w *Międzynarodowej konwencji o liniach ładunkowych*.

7.2.19 Adekwatność systemu odprowadzania gazów zainstalowanego na zbiornikach załadowanych zgodnie z punktem 15.5.2 *Międzynarodowego kodeksu budowy i wyposażenia statków przewożących skroplone gazy luzem (Kodeks IGC)* powinna być wykazana przez Administrację z uwzględnieniem zaleceń opracowanych przez IMO. Odpowiednie świadectwo powinno być stale dostępne na statku. Dla celów niniejszego punktu system odprowadzania gazów oznacza:

- .1 wylot ze zbiornika oraz przewody prowadzące do zaworu PRV;
- .2 zawór PRV; oraz
- .3 przewody prowadzące od zaworu PRV do miejsca wyrzutu do atmosfery wraz z wszelkimi połączeniami z innymi przewodami i przewodami łączącymi inne zbiorniki.

7.3 Podciśnieniowe systemy ochronne

7.3.1 Zbiorniki ładunkowe, które nie są zaprojektowane, aby wytrzymać maksymalną zewnętrzną różnicę ciśnień wynoszącą 0,025 MPa lub zbiorniki, które nie mogą wytrzymać maksymalnej zewnętrznej różnicy ciśnień, jaką można uzyskać przy maksymalnych natężeniach wyrzutu bez nawrotu par do zbiorników ładunkowych lub poprzez działanie systemu schładzania ładunku, czy też przez zastosowanie metody oksydacji termicznej, powinny być wyposażone w:

- .1 dwa niezależne presostaty, które będą kolejno sygnalizowały i następnie przy użyciu odpowiednich środków zatrzymają ssanie ciekłego ładunku lub jego par ze zbiornika ładunkowego oraz urządzeń chłodniczych, jeżeli będą zainstalowane, przy wartości ciśnienia wystarczająco poniżej maksymalnej zewnętrznej różnicy ciśnień zbiornika ładunkowego; oraz
- .2 zawory podciśnieniowe o przepustowości gazu co najmniej równej maksymalnemu natężeniu wyrzutu ładunku w przeliczeniu na zbiornik ładunkowy, nastawione tak, aby otworzyły się przy wartości ciśnienia wystarczająco niższej od maksymalnej zewnętrznej różnicy ciśnień zbiornika ładunkowego.

7.3.2 W zależności od wymagań dotyczących określonych ładunków, zawory podciśnieniowe powinny wpuścić do zbiornika ładunkowego gaz obojętny, pary ładunku lub powietrze i powinny być tak rozmieszczone, aby zminimalizować możliwość przedostania się wody lub śniegu. Jeżeli pary ładunku zostaną wypuszczone, to powinny one pochodzić ze źródła innego niż ładunkowe przewody parowe.

7.3.3 Powinna istnieć możliwość testowania podciśnieniowego systemu ochronnego w celu sprawdzenia, czy działa on przy wymaganym ciśnieniu.

7.4 Określanie wymiarów systemu redukcji ciśnienia

7.4.1 Określanie wielkości nadmiarowych zaworów ciśnieniowych

Dla każdego zbiornika ładunkowego zawory PRV powinny mieć łączną przepustowość upustu większą z niżej podanych, przy wzroście ciśnienia w zbiorniku ładunkowym nie większym od 20% powyżej MARVS:

7.4.1.1 Maksymalna wydajność instalacji zubożniania zbiornika ładunkowego, jeżeli maksymalne ciśnienie robocze tej instalacji przekroczy wartość MARVS zbiornika ładunkowego; lub

7.4.1.2 Natężenie przepływu par powstałych w wyniku narażenia na ogień, obliczone za pomocą poniższego wzoru:

$$Q = FGA^{0,82} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

gdzie:

Q = wymagana minimalna szybkość usuwania powietrza w warunkach normalnych, przy 273,15 K i 0,1013 MPa;

F = współczynnik narażenia pożarowego dla różnych rodzajów ładunku wynoszący:

- 1 dla zbiorników bez izolacji umieszczonych na pokładzie;
- 0,5 dla zbiorników umieszczonych powyżej pokładu, których izolacja została uznana przez Administrację. Uznanie powinno być oparte na stosowaniu materiału ognioodpornego, przewodności cieplnej izolacji i jej stabilności w warunkach narażenia na działanie ognia;
- 0,5 dla zbiorników niezależnych nieposiadających izolacji zainstalowanych w ładowniach;
- 0,2 dla zbiorników niezależnych posiadających izolację zainstalowanych w ładowniach (lub zbiorników niezależnych nieposiadających izolacji zainstalowanych w izolowanych ładowniach);
- 0,1 dla zbiorników niezależnych posiadających izolację zainstalowanych w ładowniach wypełnionych gazem obojętnym (lub zbiorników niezależnych nieposiadających izolacji zainstalowanych w izolowanych ładowniach wypełnionych gazem obojętnym);
- 0,1 dla zbiorników membranowych i semimembranowych. W przypadku zbiorników niezależnych częściowo wystających ponad pokład otwarty, współczynnik narażenia pożarowego należy określić na podstawie pól powierzchni powyżej i poniżej pokładu.

G = współczynnik gazowy określany zgodnie z poniższym wzorem:

$$G = \frac{12,4}{LD} \sqrt{\frac{ZT}{M}}$$

gdzie:

T = temperatura w Kelvinach w warunkach upustu, tj. 120% ciśnienia nastawy ciśnieniowego zaworu nadmiarowego;

L = utajone ciepło odparowywanego materiału w warunkach upustu, [kJ/kg];

D = stała wyrażająca ciepła właściwe k określana zgodnie z poniższym wzorem:

$$D = \sqrt{k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{k-1}}}$$

gdzie:

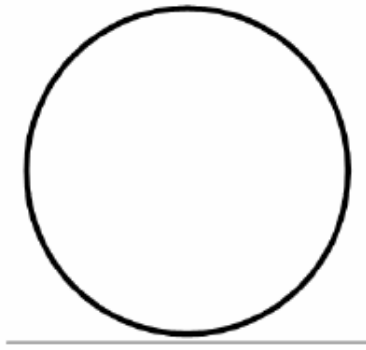
k = stosunek wartości ciepła właściwego w warunkach upustu, który mieści się w przedziale między 1,0 a 2,2. Jeżeli k nie jest znane, należy przyjąć $D = 0,606$.

Z = współczynnik ściśliwości gazu w warunkach upustu. Jeżeli współczynnik nie jest znany, należy przyjąć $Z = 1,0$; oraz

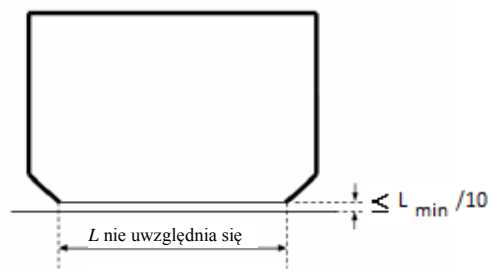
M = masa cząsteczkowa wyrobu.

Należy określić współczynnik gazowy każdego ładunku, który ma być przewożony i do doboru wielkości zaworów PRV należy przyjąć wartość największą.

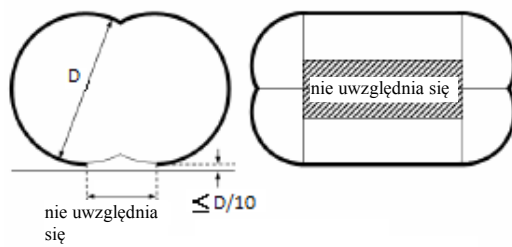
A = zewnętrzna powierzchnia zbiornika [m^2], określona w punkcie 1.2.3, dla różnych rodzajów zbiorników i pokazana na rys 7.



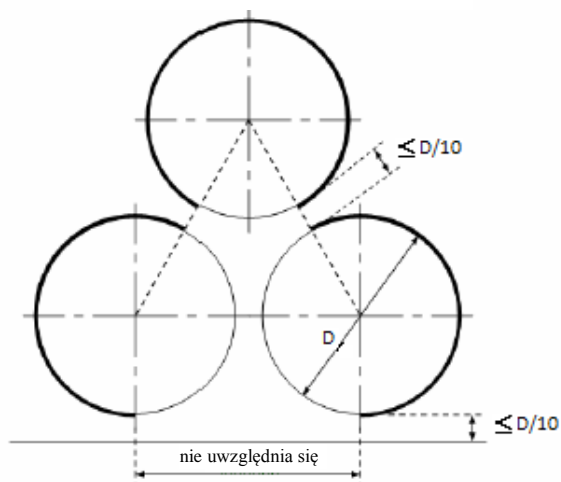
Zbiorniki cylindryczne z kulistymi wklęsłymi, półkulistymi lub półelipsoidalnymi kopolami lub zbiorniki kuliste



Zbiorniki pryzmatyczne



Zbiorniki o podwójnych kopolach



Poziomy układ zbiorników cylindrycznych

Rys. 7

W przypadku zbiorników pryzmatycznych:

L_{min} dla zbiorników o konstrukcji niestożkowej jest mniejszym z poziomych wymiarów płaskiego dna zbiornika. W przypadku zbiorników o konstrukcji stożkowej, która może być stosowana do zbiorników dziobowych, L_{min} jest mniejszym z wymiarów: długości lub szerokości średniej.

W przypadku zbiorników pryzmatycznych, dla których odległość pomiędzy płaskim dnem zbiornika a dnem przestrzeni ładowni jest równa lub mniejsza od $L_{min}/10$:

A = różnica między zewnętrzną powierzchnią zbiornika a powierzchnią płaskiego dna.

W przypadku zbiorników pryzmatycznych, dla których odległość pomiędzy płaskim dnem zbiornika a dnem przestrzeni ładowni jest większa od $L_{min}/10$:

A = zewnętrzna powierzchnia zbiornika.

7.4.1.3 Wymagane natężenie przepływu powietrza w warunkach upustu określa się zgodnie z poniższym wzorem:

$$M_{air} = Q\rho_{air} \quad [\text{kg/s}]$$

gdzie:

ρ_{air} = gęstość powietrza; dla temperatury powietrza 273,15 K oraz ciśnienia 0,1013 MPa: $\rho_{air} = 1,293 \text{ kg/m}^3$.

7.4.2 Określanie wymiarów instalacji odprowadzania gazu

Przy określaniu parametrów i charakterystyk technicznych zaworów należy uwzględnić straty ciśnienia przed i za nadmiarowym zaworem ciśnieniowym, aby zapewnić przepływ wymagany w 7.4.1.

7.4.3 Straty ciśnienia przed zaworem

7.4.3.1 Spadek ciśnienia w przewodzie odprowadzania gazów na odcinku od zbiornika do zaworu nadmiarowego nie powinien przekraczać 3% wartości nastawy zaworu przy obliczanej szybkości przepływu, zgodnie z 7.4.1.

7.4.3.2 Straty ciśnienia w przewodzie dolotowym zaworu nie powinny mieć wpływu na zawory nadmiarowe z linią pilotową, jeśli czujka działa bezpośrednio z kopuły zbiornika; oraz

7.4.3.3 W przypadku linii pilotowych przepływowych należy uwzględnić straty ciśnienia w przewodach pilotowych ze zdalnym odczytem.

7.4.4 Straty ciśnienia za zaworem

7.4.4.1 W przypadku gdy zainstalowane są wspólne kolektory i maszty odprowadzania gazów, w obliczeniach należy uwzględnić przepływ ze wszystkich dołączonych zaworów nadmiarowych.

7.4.4.2 Tworzące się ciśnienie wsteczne w rurociągu odprowadzającym gazy od wylotu zaworu do miejsca ich usuwania do atmosfery, z uwzględnieniem połączeń rurociągów wentylacyjnych z innymi zbiornikami, nie powinno przekraczać poniższych wartości:

- .1 dla zaworu nadmiarowego niewyważonego: 10% MARVS;
- .2 dla zaworu nadmiarowego wyważonego: 30% MARVS; oraz
- .3 dla zaworów nadmiarowych z linią pilotową: 50% MARVS.

Mogą być zaakceptowane inne wartości przewidziane przez producenta zaworu.

7.4.5 W celu zapewnienia stabilnego działania zaworu nadmiarowego, przedmuch nie powinien być mniejszy niż suma strat ciśnienia dolotowego i 0,02 wartości MARVS przy wydajności znamionowej.

8 INNE POSTANOWIENIA

8.1 Urządzenia zamykające wloty powietrza

8.1.1 Sterowanie urządzeniami zamykającymi, które nie musi odbywać się z tych samych pomieszczeń, może być prowadzone z centralnych stanowisk sterowania.

8.1.2 Szyby siłowni, przestrzenie maszynowni ładunkowych, pomieszczenia silników elektrycznych oraz przedziały maszyny sterowej generalnie nie są uważane za przestrzenie objęte postanowieniami paragrafu 3.2.6 *Kodeksu IGC* i w związku z tym wymagania dotyczące urządzeń zamykających nie muszą być stosowane do tych przestrzeni.

8.1.3 Urządzenia zamykające powinny zapewniać odpowiedni stopień gazoszczelności. Zwykle stalowe kłapy pożarowe nie wyposażone w uszczelki nie powinny być uważane za dostateczne urządzenie zamykające.

8.1.4 Niezależnie od tej interpretacji, powinno być możliwe operowanie urządzeniami zamykającymi od zewnątrz pomieszczenia brzońskiego (prawidło II-2/5.2.1.1 *Konwencji SOLAS*).

8.1.5 W odniesieniu do otworów, które mogą być zanurzone w zakresie określonym w 2.7.2.1 *Kodeksu IGC*, otwory wentylacyjne spełniające wymagania *Międzynarodowej konwencji o liniach ładunkowych*, prawidło 19(4), które ze względów eksploatacyjnych muszą pozostać otwarte w celu dostarczania powietrza do siłowni lub pomieszczenia generatorów pomocniczych (jeśli jest ono uważane za wypornościowe w obliczeniach stateczności lub za zabezpieczające otwory prowadzące niżej) w celu efektywnego działania statku, nie są włączane do "innych otworów, które mogą być zamknięte strugoszczelnie".

8.2 Sprawdzenie przed pierwszą podróżą z ładunkiem i po niej

8.2.1 Certyfikaty

8.2.1.1 W chwili dostawy gazu płynnego należy "warunkowo" wystawić następujące certyfikaty wstępne po przeglądzie pierwszego załadunku i wyładunku paliwa stwierdzającego zgodność z poniższymi wymaganiami wykonanego w obecności inspektora:

- a) *Świadectwo klasy*,
- b) *Krótkoterminowe świadectwo zdolności do przewozu skroplonych gazów luzem*.

Uwaga: Warunki mogą być podane w Świadectwie klasyfikacyjnym lub jako Warunki klasy/Niezrealizowane zalecenia w Dzienniku statku.

8.2.1.2 Wymagania dotyczące przeglądów

.1 Pierwszy załadunek (uznawany za załadunek pełny):

- a) Sprawdzenie dotyczące przede wszystkim ostatniego etapu załadunku (w przybliżeniu ostatnie 6 godzin).
- b) Przegląd dzienników ładunkowych oraz sprawozdań dotyczących alarmów.
- c) Nadzorowanie próby działania:
 - Systemu wykrywania gazu.
 - Systemów kontroli i monitorowania ładunku, takich jak mierniki poziomu cieczy, czujniki temperatury, manometry, pompy i sprężarki ładunku, odpowiednia kontrola wymienników ciepła, jeśli są zainstalowane, itp.
 - Urządzenia do wytwarzania azotu lub gazu obojętnego, jeśli są zainstalowane.
 - System kontroli ciśnienia azotu w przestrzeniach izolacji, międzybarierowych lub pierścieniowych, o ile są stosowane.
 - System ogrzewania koferdamów, jeśli jest eksploatowany.
 - Urządzenie do ponownego skraplania, jeśli jest zainstalowane.
 - Wyposażenie służące spalaniu oparów ładunku, takie jak kotły, silniki, zespoły spalania gazu, itp., jeśli są zainstalowane.
- d) Sprawdzenie instalacji rurociągów ładunkowych na pokładzie z uwzględnieniem urządzeń kompensacyjnych i podpierających.
- e) Nadzorowanie procesu dopełniania zbiorników ładunkowych z uwzględnieniem sygnalizacji alarmowej wysokiego poziomu aktywowanej podczas zwykłego załadunku.
- f) Doradzanie kapitanowi statku w kwestii przeprowadzenia sprawdzenia zimnych miejsc kałduba oraz izolacji zewnętrznej podczas przejścia tranzytowego do portu wyładunku.

.2 Pierwszy rozładunek:

- a) Sprawdzenie przede wszystkim na etapie rozpoczęcia rozładunku (w przybliżeniu pierwsze 4-6 godzin).
- b) Przed rozpoczęciem rozładunku nadzór nad próbami systemu wyłączenia awaryjnego.
- c) Przegląd dzienników ładunkowych oraz sprawozdań alarmowych.
- d) Sprawdzenie działania:
 - Sytemu wykrywania gazu.
 - Systemów kontroli i monitorowania ładunku, takich jak mierniki poziomu cieczy, czujniki temperatury, manometry, pompy i sprężarki ładunku, odpowiednia kontrola wymienników ciepła, jeśli są eksploatowane, itp.
 - Urządzenia do wytwarzania azotu lub gazu obojętnego, jeśli są zainstalowane.
 - System kontroli ciśnienia azotu w przestrzeniach izolacji, międzybarierowych lub międzyrurowych, o ile są stosowane.
 - Na statkach ze zbiornikami membranowymi, sprawdzenie czy odczyty czujników temperatury koferdamu i kadłuba wewnętrznego nie są poniżej wartości dopuszczalnej dla wybranego gatunku stali. Przegląd poprzednich odczytów.
 - System ogrzewania koferdamów, jeśli jest eksploatowany.
 - Urządzenie do ponownego skraplania, przegląd zapisów z poprzedniej podróży.
 - Wyposażenie służące spalaniu oparów ładunku, takie jak kotły, silniki, zespoły spalania gazu, itp., jeśli są zainstalowane.
- e) Sprawdzenie instalacji rurociągów ładunkowych na pokładzie z uwzględnieniem urządzeń kompensacyjnych i podpierających.
- f) Uzyskanie pisemnego oświadczenia od kapitana statku, że przeprowadził sprawdzenie miejsc zimnych podczas przejścia tranzytowego i że wyniki tego sprawdzenia są pozytywne. Tam gdzie jest to możliwe inspektor powinien zbadać wybrane miejsca.

8.3 Tworzenie się kieszeni gromadzenia par w przypadku braku połączenia ze szczytowymi zbiornikami oparów/cieczy zbiornika ładunkowego

Zalecane jest aby Armatorzy/operatorzy zbiornikowców gazu skroplonego, w uzgodnieniu z projektantami systemów bezpiecznego magazynowania ładunku/systemów przeładunkowych, opracowywali procedury dotyczące sytuacji awaryjnych, służące zmniejszaniu zagrożenia statku ze względu na tworzenie się wyizolowanych kieszeni gromadzenia par. Procedury te powinny określać warunki, w których mogą tworzyć się takie kieszenie oraz podawać środki służące redukowaniu lub eliminowaniu ich i/lub łagodzeniu ich skutków, takich jak wyrzucanie ładunku za burtę w celu poprawy stateczności statku, przenoszenie ładunku między zbiornikami oraz odparowanie/utylicacja ładunku, w oparciu o różne scenariusze, włącznie co najmniej z utratą mocy, bądź zmniejszoną zdolnością redukowania kąta przechyłu lub przegłębienia (dalsze szczegóły patrz IACS Rec. No. 150).

SUPLEMENT

1 Urządzenia zamykające wlotów powietrza

(statki zbudowane w dniu 1 stycznia 1986 lub po tej dacie, ale przed 1 lipca 2016).

1.1 Wymaganie dotyczące wyposażania wlotów powietrza i otworów w urządzenia zamykające sterowane od wewnątrz pomieszczenia na statkach przeznaczonych do przewozu produktów toksycznych powinno mieć zastosowanie do przestrzeni, w których znajdują się: wyposażenie radiowe i podstawowy sprzęt nawigacyjny statku, kabiny, mesy, łazienki, szpitale, kuchnie, itp., ale nie będzie miało zastosowania do przestrzeni, które zwykle nie są obsadzone załogą, takich jak magazynki pokładowe, magazynki w dzio-bówkach, szyby siłowni, przedziały urządzeń sterowych, warsztaty. Wymaganie nie dotyczy także pomieszczeń kontroli ładunku znajdujących się wewnątrz rejonu ładunkowego.

1.2 Jeśli wymagane jest wewnętrzne urządzenie zamykające powinno ono obejmować zarówno wloty jak i wyloty wentylacji.

1.3 Urządzenia zamykające powinny zapewniać odpowiedni stopień gazoszczelności. Zwykle stalowe klapy pożarowe bez uszczelek nie powinny być zwykle uważane za odpowiednie.

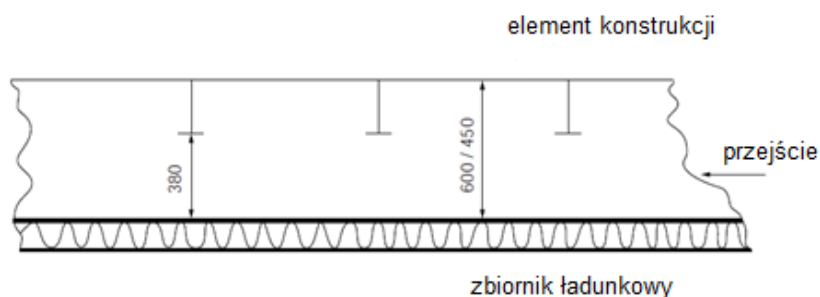
2 Dostęp do przestrzeni w rejonie ładunkowym

(Dotyczy statków zbudowanych w dniu 1 stycznia 1986 r. i po tej dacie, ale przed 1 lipca 2016)

2.1 Wyznaczone przejścia poniżej i powyżej zbiorników ładunkowych powinny mieć co najmniej następujące przekroje: minimalne wymiary w świetle otworów pionowych lub włazów zapewniających przejście przez przestrzeń powinny wynosić 600 mm × 800 mm a ich wysokość nad podłogą przejścia nie powinna być większa od 600 mm, chyba że przewidziano kraty lub inne konstrukcje wspomagające przejście.

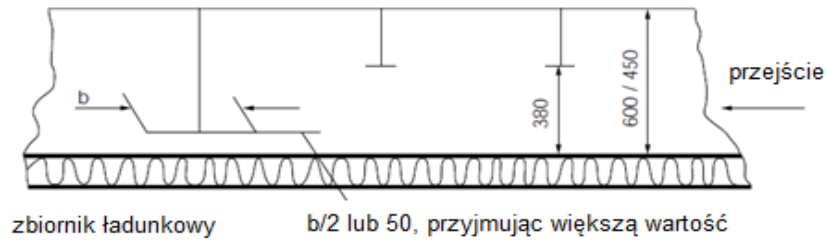
2.2 W celu określonym w 1.6.3 podstawowego tekstu niniejszej publikacji zastosowanie powinny mieć następujące wymagania:

- 1** W przypadku gdy inspektor musi przejść między płaską lub zakrzywioną powierzchnią poddaną inspekcji a elementami konstrukcji takimi jak pokładniki, usztywnienia, wręgi, wzdluzniki, itp, odległość między tą powierzchnią a swobodną krawędzią elementu konstrukcji powinna wynosić co najmniej 380 mm. Odległość między powierzchnią poddawaną inspekcji a powierzchnią do której zamocowane są powyższe elementy konstrukcji kadłuba, taką jak pokład, gródź lub burta, powinna wynosić co najmniej 450 mm w przypadku zakrzywionej powierzchni zbiornika (np. zbiornika typu C) lub 600 mm w przypadku płaskiej powierzchni zbiornika (np. zbiornika typu A). (Patrz rys. 2.2.1).



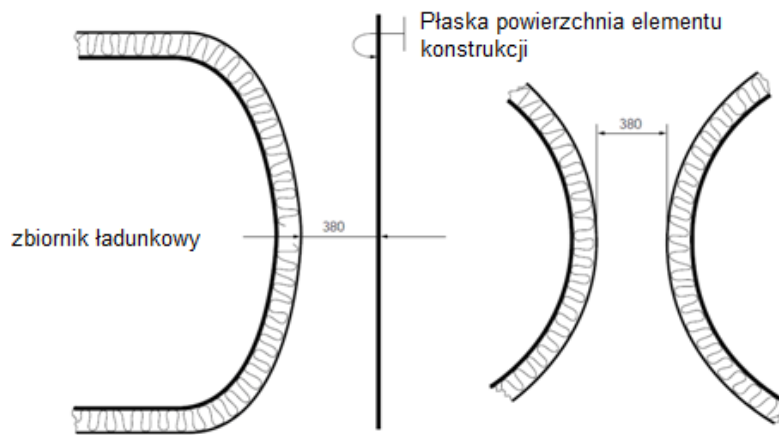
Rys. 2.2.1

- 2** W przypadku gdy inspektor nie potrzebuje przechodzić pomiędzy powierzchnią poddawaną inspekcji a jakąkolwiek częścią konstrukcji kadłuba, dla lepszej widoczności odległość między swobodną krawędzią tego elementu konstrukcji a powierzchnią poddawaną inspekcji powinna wynosić co najmniej 50 mm lub połowę szerokości mocnika elementu, przyjmując wartość większą. (Patrz rys. 2.2.2).



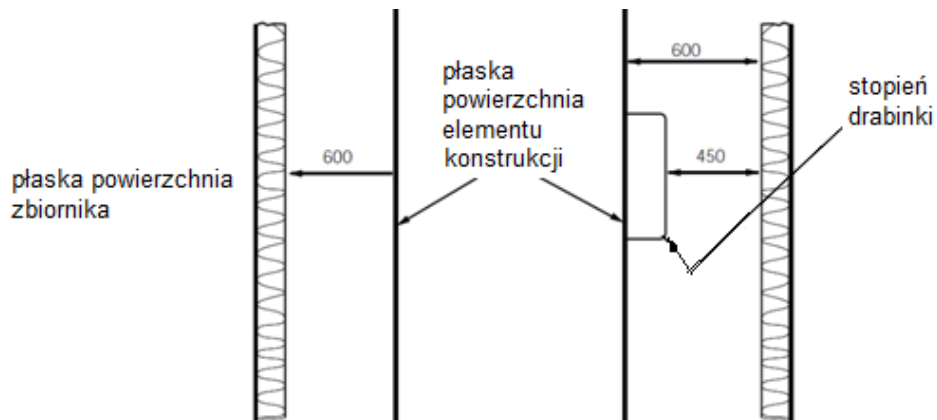
Rys. 2.2.2

- .3 jeśli w przypadku prowadzenia inspekcji powierzchni zakrzywionej inspektor musi przejść między tą powierzchnią a inną powierzchnią, płaską lub zakrzywioną, do której nie zamocowano żadnych elementów konstrukcji, wówczas odległość pomiędzy obiema powierzchniami powinna wynosić co najmniej 380 mm (patrz rys. 2.2.3). W przypadku gdy inspektor nie potrzebuje przechodzić pomiędzy powierzchnią zakrzywioną a inną powierzchnią, można przyjąć odległość pomiędzy nimi mniejszą od 380 mm z uwzględnieniem kształtu powierzchni zakrzywionej.

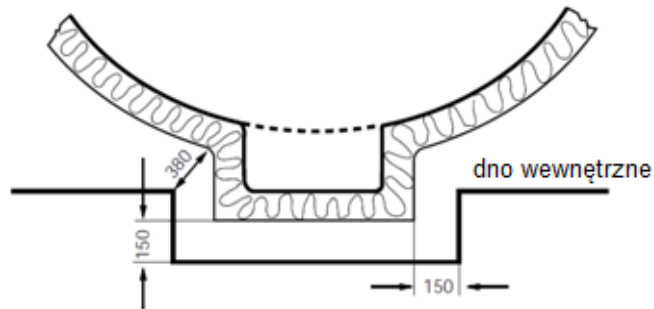


Rys. 2.2.3

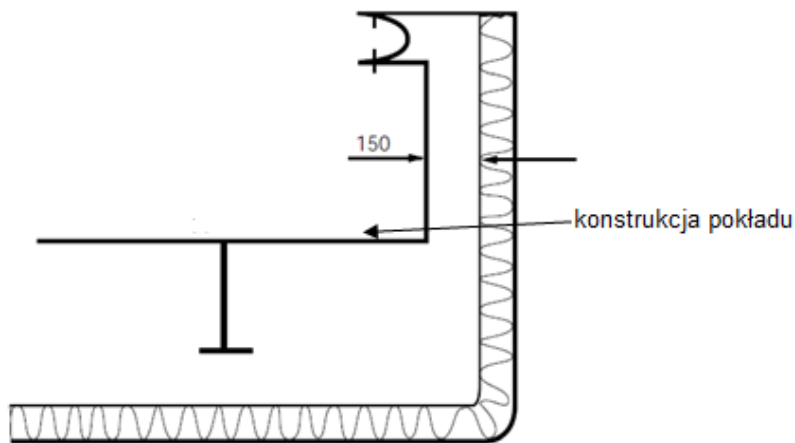
- .4 jeśli w przypadku prowadzenia inspekcji w przybliżeniu płaskiej powierzchni inspektor musi przejść między dwiema powierzchniami w przybliżeniu płaskimi i równoległymi do siebie, do których nie zamocowano żadnych elementów konstrukcji, wówczas odległość między tymi powierzchniami powinna wynosić co najmniej 600 mm. (Patrz rys. 2.2.4).



Rys. 2.2.4



Rys. 2.2.5



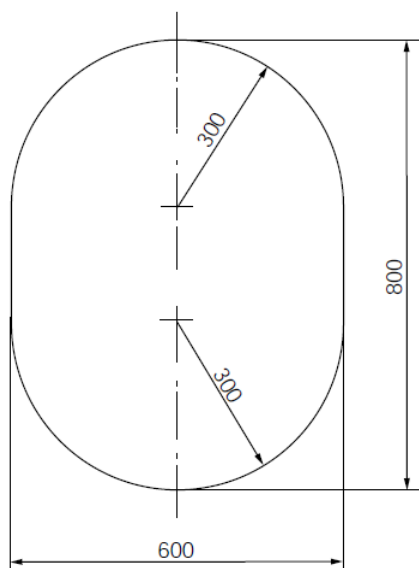
Rys. 2.2.6

- .5 minimalne odległości pomiędzy studzienką zbiornika ładunkowego a przyległą konstrukcją dna podwójnego w rejonie studzienek zasysających nie powinny być mniejsze od tych, które pokazano na rys. 2.2.5. Jeśli nie ma studzienek zasysających, odległość między studzienką zbiornika ładunkowego a dnem wewnętrznym powinna być nie mniejsza od 50 mm.
- .6 Odległość pomiędzy kopułą zbiornika ładunkowego a konstrukcją pokładu nie powinna być mniejsza od 150 mm (patrz rys. 2.2.6).
- .7 Jeśli jest to niezbędne do inspekcji, należy zainstalować stałe lub ruchome rusztowania. Rusztowania te nie powinny zmieniać odległości wymaganych w p. .1 do .4.
- .8 W przypadku gdy w przestrzeniach do których normalnie nie ma wstępu mają być zainstalowane stałe lub przenośne kanały wentylacyjne, zgodnie z *Międzynarodowym kodeksem budowy i wyposażenia statków przewożących skroplone gazy luzem*, takie kanały nie mogą wpływać negatywnie na odległości wymagane w .1 do .4.

2.3 W celu określonym w 1.6.1.1.2 oraz 1.6.1.1.3 podstawowego tekstu niniejszej publikacji zastosowanie powinny mieć następujące wymagania:

- .1 określenie "minimalny otwór w świetle 600 × 600 mm" oznacza, że otwory takie mogą mieć maksymalny promień naroża wynoszący 100 mm.
- .2 określenie "minimalny otwór w świetle 600 × 800 mm" obejmuje także otwór pokazany na rys. 2.3⁶:
- .3 okrągłe otwory wejściowe w zbiornikach ładunkowych typu C powinny mieć średnice nie mniejsze od 600 mm.

⁶ Patrz także rozwiązania alternatywne podane w p. 11.6.5.12 *Przepisów klasyfikacji i budowy statków morskich, Część III – Wyposażenie kadłubowe*.



Rys. 2.3

3 Ładowanie zbiorników ładunkowych typu C

(statki zbudowane przed 1 lipca 2016 objęte Kodeksem IGC, ze zmianami wprowadzonymi rez. MSC.32(63)).

3.1 Zbiorniki ładunkowe typu C mogą być ładowane zgodnie z postanowieniami paragrafu 15.1.5 lub, alternatywnie, paragrafu 15.1.2 odpowiedniej wersji kodeksu.

4 Sprawdzenie przed i po pierwszej podróży z ładunkiem

(dotyczy wszystkich statków przewożących skroplony gaz ziemny luzem, które pozytywnie zakończyły próby morskie, ale które jeszcze nie podjęły swej pierwszej podróży z ładunkiem).

4.1 Wymagania dotyczące sprawdzeń i wystawiania świadectw, patrz 7.2 powyżej.

Wykaz zmian obowiązujących od 1 stycznia 2018 roku

Pozycja	Tytuł/Temat	Źródło
1.2.3, 1.2.4\ dodany Rozdział 7 (kolejne rozdziały przenu-merowane)	Instalacje odgazowujące systemu bezpiecznego magazynowania ładunku	GC19 (08/2017) Rozdz. 8 Kodeksu IGC