

РЕГІСТР СУДНОПЛАВСТВА УКРАЇНИ

**ПРАВИЛА
КЛАСИФІКАЦІЇ ТА ПОБУДОВИ
СУДЕН ВНУТРІШНОГО ПЛАВАННЯ**

**Том
2**



Київ 2022

**Регістр судноплавства України.
Правила класифікації та побудови суден внутрішнього плавання. Том 2**

Це видання Правил класифікації та побудови суден внутрішнього плавання підготовлене на основі їх другого видання 2016р., з врахуванням змін і доповнень, включених у Бюлетені змін і доповнень №1 (2017р.), №2 (2018р.), №3 (2020р.), та врахуванням змін до застосовних резолюцій Європейської економічної комісії ООН і директив Європейського Парламенту та Ради, змін і доповнень, прийнятих за результатами аналізу Правил інших Класифікаційних товариств, а також з досвіду їх застосування (більш детально див. Вступ).

У другому томі містяться частини:

II «Корпус» ;

IV «Остійність, поділ на відсіки і надводний борт».

Правила класифікації та побудови суден внутрішнього плавання Регістру судноплавства України затверджені згідно з діючим положенням і вступають в силу 01.01.2022 року.

Правила публікуються українською та англійською мовами. У разі розбіжностей між текстами українською та англійською мовами та сумнівів щодо тлумачення Правил текст українською мовою переважатиме.

**Офіційне видання
Регістр судноплавства України**

Вступ

Під час підготовки видання Правил класифікації та побудови суден внутрішнього плавання 2022 року, порівняно з їх виданням 2016 року з внесеними в них бюлетенями змінами та доповненнями, були також, додатково враховані:

- 1.** Мінімальні технічні вимоги для суден внутрішнього плавання в зонах **1, 2, 3 і 4** згідно з стандартом ES-TRIN 2021/1.
- 2.** Правила, додані до Європейської угоди про міжнародне перевезення небезпечних вантажів внутрішніми водними шляхами в редакції 2021 року (ВОПНВ 2021).
- 3.** Пропозиції підрозділів РУ та користувачів стосовно Правил СВП з досвіду їх застосування.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
ЧАСТИНА II. КОРПУС	
1	Принципи проектування 8
1.1	Загальні положення 8
1.2	Матеріали 14
1.3	Загальні вимоги до конструкції корпусу судна 15
1.4	Зварні деталі і з'єднання 26
2	Елементи конструкції корпусу 35
2.1	Зовнішня обшивка 35
2.2	Набір днища на судах без подвійного дна і в районах, де подвійне дно відсутнє 37
2.3	Бортовий набір 44
2.4	Настил палуби 51
2.5	Палубний набір і пілерси 55
2.6	Комінгси палубних вирізів 61
2.7	Перегородки 63
2.8	Вантажні/баластні відсіки і цистерни 69
2.9	Подвійне дно і подвійний борт 70
2.10	Штевні, кілі, кронштейни руля і гребного вала, неповоротні насадки гребного гвинта 75
2.11	Фундаменти під механізми і котли 79
2.12	Надбудови і рубки 82
2.13	Фальшборт 84
3	Додаткові вимоги до конструкцій спеціалізованих суден 85
3.1	Наливні судна 85
3.2	Буксири, штовхачі, баржі, яких штовхають, ліхтери 93
3.3	Судна – площадки 95
3.4	Судна з широким розкриттям палуби 99
3.5	Судна для перевезення контейнерів в трюмі 101
3.6	Льодове підкріплення корпусу 106
3.7	Криголами 109
3.8	Корпус суден з легких сплавів 115
3.9	Водотоннажні багатокорпусні судна 122
3.10	Корпус суден з інших матеріалів. 128
3.11	Підкріплення суден для роботи навантажувачів 129
3.12	Судна технічного флоту 130
3.13	Судна довжиною 50 м та менше 130
3.14	Судна довжиною менше 25 м 132
3.15	Водотоннажні пасажирські судна 134
3.16	Плавучі крани 135
3.17	Сушвантажні судна для перевезення небезпечних вантажів..... 137
3.18	Наливні судна з поздовжніми вбудованими вантажними танками 138
3.19	Судна на підводних крилах 140
3.20	Судна на повітряній подушці 152
3.21	Судна довжиною більше 110 м 167
4	Розрахунки міцності і стійкості 168
4.1	Розрахункові навантаження при загальному вигині 168
4.2	Розрахункові місцеві навантаження 177
4.3	Розрахунки загальної міцності 184
4.4	Розрахунки місцевої міцності..... 187

4.5	Підсумовування напружень.....	195
4.6	Допустимі напруження.....	196
4.7	Розрахунки стійкості	198
4.8	Розрахунки загальної граничної міцності.....	200
4.9	Розрахунки загальної міцності корпусу в кінці терміну служби судна. Оцінка термінів служби окремих в'язей корпусу	202
5	Вібраційна міцність.....	211
5.1	Загальні вимоги	211
5.2	Розрахунок загальної вібрації.....	211
5.3	Розрахунок місцевої вібрації.....	212
5.4	Норми вібрації.....	217
5.5	Заходи щодо зменшення вібрації.....	218
	Додаток 1 Контроль водонепроникності корпусу	219
	Додаток 2 Типові конструкції фундаментів	223
	Додаток 3 Методика розрахунку міцності сполучних конструкцій корпусів катамаранів	228

ЧАСТИНА IV. ОСТІЙНІСТЬ, ПОДІЛ НА ВІДСІКИ І НАДВОДНИЙ БОРТ

1	Загальні положення	237
1.1	Область поширення	237
1.2	Визначення і пояснення	237
1.3	Обсяг нагляду	240
1.4	Загальні технічні вимоги	240
1.5	Дослід кренування	242
1.6	Умови достатньої остійності	243
2	Загальні вимоги до остійності	244
2.1	Критерій погоди	244
2.2	Кренувальний момент від тиску вітру	244
2.3	Гранично допустимий момент при перевірці остійності за критерієм погоди	245
2.4	Метацентрична висота	247
3	Додаткові вимоги до остійності	248
3.1	Пасажирські судна	248
3.2	Прогулянкові та роз'їзні судна	250
3.3	Вантажні судна	251
3.4	Судна-контейнеровози	252
3.5	Буксирні судна	255
3.6	Штовхачі	256
3.7	Плавуче обладнання	256
3.8	Плавучі крани	259
3.9	Перевантажувачі	261
3.10	Риболовецькі судна	261
3.11	Катамарани	262
3.12	Високошвидкісні судна	264
3.13	Додаткові вимоги до суден для району плавання В1	268
3.14	Судна для перевезення небезпечних вантажів	271
4	Поділ на відсіки	272
4.1	Загальні вимоги	272
4.2	Аварійні посадка і остійність пасажирських самохідних суден	273
4.3	Аварійні посадка і остійність суден, крім пасажирських самохідних..	276
5	Надводний борт і вантажна марка	280
5.1	Загальні положення	280
5.2	Палубна лінія, вантажна марка та марки осадок	281

5.3	Умови призначення надводного борту	285
5.4	Надводний борт та відстань безпеки	286
5.5	Устрій отворів і комінгсів	291
Додаток 1 Вказівки щодо складання Інформації про остійність і непотопність судна		293
Додаток 2 Вимоги до натурних випробувань і експериментальних даних при обґрунтуванні остійності суден на повітряній подушці		299

ЧАСТИНА II. КОРПУС

1. ПРИНЦИПИ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1.1 Визначення і пояснення

Визначення і пояснення, що стосуються загальної термінології Правил, викладені у «Загальних положеннях класифікаційної та іншої діяльності» та в 1.2 і 1.3.3.4 частини I «Класифікація» Правил класифікації та побудови суден.

У цій частині Правил прийняті наступні визначення.

1.1.1.1 Головні розміри, осадка

Ватерлінія вантажна – ватерлінія, що розташована на рівні центра кільця вантажної марки в стані судна без крену і диференту.

Висота борта судна D – відстань по вертикалі, виміряна на міделі, від верхньої крайки горизонтального кіля чи від точки дотику внутрішньої поверхні зовнішньої обшивки до брускового кіля, до верхньої кромки бімса верхньої палуби біля борту. На судах, що мають заокруглене з'єднання палуби з бортом, висота борта вимірюється від точки перетину продовжених теоретичних ліній верхньої палуби і борта, так, якби це з'єднання було кутовим.

Довжина судна L – відстань, виміряна в площині вантажної ватерлінії між точками її перетину з носовою і кормовою частинами корпусу судна в діаметральній площині.

Осадка судна d – відстань по вертикалі, виміряна на міделі, від верхньої крайки горизонтального кіля чи від точки дотику внутрішньої поверхні зовнішньої обшивки до брускового кіля, до площини вантажної ватерлінії.

Ширина судна B – найбільша ширина судна, виміряна на міделі, між зовнішніми кромками шпангоутів.

Примітка: якщо не зазначене інше, головні розміри, що застосовуються у формулах цієї частини Правил, задаються в метрах.

1.1.1.2 Ділянки довжини, відсіки і приміщення судна

Вантажне насосне відділення – службове приміщення, в якому встановлені вантажні і зачисні насоси, а також їхнє експлуатаційне устаткування.

Вантажний простір підпалубний – простір наливного судна між двома вертикальними площинами, перпендикулярними діаметральній площині судна, у якому знаходяться вантажні ємкості, трюмні приміщення, кофердами, міжбортові і міждонні простори. Ці площини часто збігаються з перегородками кофердамів чи з кінцевими перегородками вантажних ємкостей. Лінія їх перетину з палубою називається палубною границею підпалубного вантажного простору. На судні з тронком або на судні з вкладними вантажними танками палуба збігається з палубою вантажних танків (див. також частину V «Протипожежний захист» цих Правил).

Вантажний танк – встановлена на наливному судні цистерна (ємкість), яка призначена для перевезення вантажів наливом.

Вантажний танк вбудований – стаціонарно встановлена на судні вантажна ємкість, що є частиною конструкції судна.

Вантажний танк вкладний – стаціонарно встановлена на судні вантажна ємкість, що не є частиною конструкції судна.

Ємкість високого тиску – вантажний танк, цистерна, ємкість, спроектовані і затверджені з розрахунку на робочий тиск в 400кПа і більше.

Кінцеві частини – частини судна від носового та кормового кінців довжини L до відповідних точок, що розташовані на відстані $0,15L$ в сторону міделя відповідно від носового і кормового перпендикулярів.

Кoferдам – поперечний відсік, що обмежений непроникними перегородками і доступний для огляду. Кофердам прилягає до вантажних ємкостей по всій площині їхніх кінцевих перегородок. Перегородка кофердаму, що не прилягає до вантажного простору, тягнеться по всій ширині судна та від днища до палуби в площині одного шпангоута.

Машинне відділення в кормі – означає, що середина довжини машинного відділення перебуває далі за $0,3L$ у корму від міделя.

Мідель – поперечний переріз корпусу, що проходить через середину довжини L .

Носовий і кормовий перпендикуляри – вертикальні лінії в ДП, що проходять через точки

відповідно носового і кормового кінців довжини L .

Перехідні ділянки – ділянки довжини судна між середньою частиною судна і кінцевими частинами.

Піки судна – крайні відсіки судна - форпик і ахтерпик, що відділені від інших відсіків судна перегородками.

Середня частина судна – частина судна в районі міделя довжиною $0,5L$ (по $0,25L$ у ніс та корму від міделя), якщо в тексті Правил немає інших вказівок.

Службове приміщення – приміщення, доступне під час експлуатації судна, яке не є частиною житлових приміщень, частиною вантажних танків, форпиком, ахтерпиком. В службових приміщеннях не повинно бути встановлене машинне устаткування.

Трюм – частина судна, що обмежена носовою та кормовою перегородками, відкрита або закрита люковим закриттям, яка призначена для перевезення вантажів, упакованих або навалом, чи в цистернах, які не є частиною корпусу.

Верхньою межею трюму є верхня кромка комінгса люку. Вантаж, що виходить за цей рівень комінгса люка, вважається вантажем на палубі.

Трюмне приміщення – закрита частина наливного судна, обмежена поперечними водонепроникними перегородками і призначена винятково для розташування вкладних вантажних танків.

1.1.1.3 Типи суден

Вантажне – судно, призначене для перевезення вантажів (суховантажне, наливне, комбіноване, рефрижераторне тощо)

Штовхач – судно, спеціально обладнане для забезпечення руху іншого судна, складу суден, що штовхаються.

Буксир-штовхач – судно, призначене як для буксирування самохідних чи несамохідних суден, так і для штовхання несамохідних суден.

Вантажне судно-штовхач – самохідне судно, призначене як для перевезення різних вантажів, крім рідких вантажів наливом, так і для водіння відповідно обладнаних несамохідних суден методом штовхання.

Пором – судно, що здійснює на поромних переправах регулярні перевезення пасажирів, перевезення на відкритій та/або закритій палубі колісної техніки з паливом у баках та/або залізничного рухомого складу з горизонтальним способом навантаження та вивантаження

1.1.1.4 Палуби

Палуба верхня – найвища палуба, яка є безперервною по всій довжині судна.

Палуба надводного борту – палуба, від якої розраховується надводний борт.

Палуба розрахункова – палуба, що складає верхній пояс розрахункового перерізу корпусу судна. Такою палубою може бути верхня палуба або палуба міцної середньої надбудови, що враховується в розрахунках поздовжньої міцності корпусу судна, див. 2.12.1.1.2.

Палуба перегородок – сама верхня палуба, до якої доведені поперечні водонепроникні перегородки.

Палуби нижні – палуби, які розташовані нижче верхньої палуби.

Платформа – нижня палуба, що простягається лише на частині довжини чи ширини судна.

Палуба надбудови – палуба, що обмежує ярус надбудови зверху.

Палуба рубки – палуба, що обмежує ярус рубки зверху.

1.1.1.5 Споруди:

Надбудова – закрита палубою споруда на верхній палубі, що простягається від борту до борту або віддалена від будь-якого з бортів судна на відстань не більше 4% ширини судна B .

Рубка – закрита палубою споруда на верхній палубі або на палубі надбудови, що віддалена від обох бортів на відстань більшу за 4% ширини судна.

Примітка: за наявності декількох ярусів надбудов (рубок) вони та їх палуби мають назву надбудови (рубки) I ярусу, II ярусу і т.д. знизу вгору.

1.1.1.6 Характеристики набору і конструкції корпусу судна

.1 Визначення

Водонепроникність – водонепроникними вважаються елемент конструкції або пристрій (закриття), виготовлені таким чином, щоб не допустити будь-яке проникнення води всередину судна.

Газонепроникність – газонепроникними вважаються елемент конструкції або пристрій (закриття), виготовлені таким чином, щоб не допустити проникнення газів та пари.

Листовий елемент – ділянка обшивки чи настилу, що обмежена підкріплюючим набором. До листових елементів відносяться ділянки:

- настилів палуб, платформ, подвійного дна;
- обшивок днища, зовнішнього і внутрішнього бортів, перегородок; і
- стінок балок рамного набору.

Набір корпусу – балки основного і рамного набору, що підкріплюють листові елементи. Балки рамного набору є також опорами для балок основного набору.

До балок *основного набору* відносяться:

- поздовжні балки по палубах, бортах, поздовжніх перегородках, настилу подвійного дна і днищу,
- стояки і горизонтальні балки перегородок,
- бортові і днищові шпангоути,
- бімси, балки бракетних флорів тощо.

До балок *рамного набору* відносяться: рамні бімси, карлінгси, рамні шпангоути борта, бортові стрингери, флори, кільсони, днищові стрингери, вертикальний киль, рамні стояки і горизонтальні рами перегородок тощо.

Примітка: в контексті цих Правил днищовий стрингер означає посилену поздовжню балку набору днища, встановлену перпендикулярно до основної площини або до обшивки днища і яка, зазвичай, має Г-образний профіль (у вигляді листа з фланцем). Кільсон означає поздовжню балку рамного набору днища, зазвичай, у вигляді листа чи таврового профілю.

Шпангоут проміжний – додатковий шпангоут, встановлений між шпангоутами основного набору.

Шпація a – відстань між балками основного набору поздовжнього чи поперечного напрямку.

Шпація рамного набору a_р – відстань між сусідніми (суміжними) балками рамного набору.

.2 Геометричні характеристики

До геометричних характеристик набору відносяться розміри балок рамного набору (товщина і висота стінки, товщина і ширина вільного пояска чи фланця) і основного набору (товщина і висота стінок, площа поперечного перерізу прокатного профілю).

Геометричні характеристики балок, якщо не зазначено інше, визначаються з урахуванням приєданого пояска, виходячи з необхідних моменту опору, моменту інерції, площі поперечного перерізу стінки, що підлягають розрахунку за формулами цієї частини Правил.

Якщо балка встановлюється не перпендикулярно до приєданого пояска, момент опору повинний бути збільшений пропорційно співвідношенню $1/\cos \alpha$, де α – кут, в градусах, між площиною стінки балки і перпендикуляром до обшивки (настилу) у розглянутому поперечному перерізі балки.

При $\alpha \leq 15^\circ$ збільшення моменту опору, як правило, не потрібне.

Округлення необхідних розмірів елементів, крім товщини листів, виконується, як правило, убік збільшення. Товщина листів повинна округлятися до найближчого меншого значення за сортаментом при дробовій частині до 0,25мм або для значень товщини більше 6мм при дробовій частині до 0,5мм, в інших випадках округлення проводиться в більшу сторону.

Величина від'ємних допусків на товщину листового матеріалу, якщо вона застосовується, повинна відповідати вимогам 3.2.7 частини XIII «Матеріали» Правил класифікації та побудови морських суден.

.3 Прогони балок та ширина приєданого пояска

Довжина прогону балки основного і рамного набору l вимірюється вздовж вільного пояска балки як відстань між її опорними перерізами. Якщо не зазначено інше, при встановленні кінцевих кінців опорні перерізи приймаються в середині сторони кінці. При цьому положення опорного перерізу вибирається таким чином, щоб висота кінцевої кінці не перевищувала висоти стінки балки, що розглядається (рис. 1.1.1.6.3). Для криволінійної балки довжина прогону приймається рівною довжині хорди, що з'єднує її опорні перерізи.

Товщина приєданого пояска приймається рівною його середній товщині в перерізі балки набору, що розглядається.

Ширина приєданого пояска a_n , м, балок основного набору визначається за формулами, залежно від того, що менше:

$$a_n = l/6; \text{ або}$$

$$a_n = 0,5(a_1 + a_2),$$

(1.1.1.6.3-1)

де: a_1, a_2 – відстань від балки, що розглядається, до найближчих балок того ж напрямку, розташованих по обидва боки від цієї балки, м.

Ширина приєднаного пояска балок рамного набору $c_{п}$, м, визначається за формулою:

$$c_{п} = k \cdot c, \quad (1.1.1.6.3-2)$$

$$\text{де: } c = 0,5(c_1 + c_2); \quad (1.1.1.6.3-3)$$

c_1, c_2 - відстань від рамної балки, що розглядається, до найближчих рамних балок того ж напрямку, розташованих по обидва боки від цієї балки, м;

k - коефіцієнт, який визначається за табл. 1.1.1.6.3 залежно від величини c , приведеного прогону $l_{пр}$ і кількості балок n , які підтримуються рамною балкою, що розглядається, в межах прогону.

Для рамних балок довжина приведенного прогону визначається за формулою (1.1.1.6.3-4) - для балок вільно обпертих по кінцях, і за формулою (1.1.1.6.3-5) - для жорстко закріплених балок.

$$l_{пр} = l; \quad (1.1.1.6.3-4)$$

$$l_{пр} = 0,6 \times l. \quad (1.1.1.6.3-5)$$

Умови обпирання кінців балок набору (жорстке закріплення, вільна опора) визначаються виходячи з загальних інженерних принципів з урахуванням реального конструктивного виконання (наявність книць, приварювання стінок, поясків тощо) і характеризуються наявністю чи відсутністю згинаючого моменту в опорному перетині балки.

Ширина приєднаного пояска комінгсів вантажних люків має дорівнювати 1/12 їхнього прогону, але не більше половини відстані між вантажним люком і бортом для поздовжнього комінгса і половини відстані між вантажним люком і поперечною перегородкою (чи найближчим до вантажного люка бімсом) для поперечного комінгса вантажного люка.

Ширина приєднаного пояска рамних балок, розташованих перпендикулярно до напрямку гофрів, повинна прийматися рівною $15s$ і $20s$ для коробчастих і хвилястих гофрів відповідно (s - товщина гофрованих листів чи обшивки настилу, мм) або $0,1c$ залежно, від того, що менше,

де: c - визначається за формулою (1.1.1.6.3-3), мм.

Приєднаний поясок навісних рамних балок, що встановлюються поверх основного набору дорівнює нулю (докладніше див. 3.1.3.1.5).

Якщо по ширині приєднаного пояска рамних балок встановлені рівнобіжні їм балки основного набору, при визначенні моменту опору і моменту інерції рамних балок повинні враховуватися повні площі поперечного перерізу зазначених балок основного набору.

Визначення моменту опору і моменту інерції поперечного перерізу рамних балок є предметом спеціального розгляду Регістра, якщо площа приєднаного пояска менша за площу вільного пояска. Це положення поширюється на рамні балки гофрованих конструкцій.

Таблиця 1.1.1.6.3

Кількість балок n	k при $l_{пр}/c$						
	1	2	3	4	5	6	7 і більше
≥ 6	0,38	0,62	0,79	0,88	0,94	0,98	1,00
≤ 3	0,21	0,40	0,53	0,64	0,72	0,78	0,80

Примітка: для проміжних значень $l_{пр}/c$ і n коефіцієнт k визначається лінійною інтерполяцією.

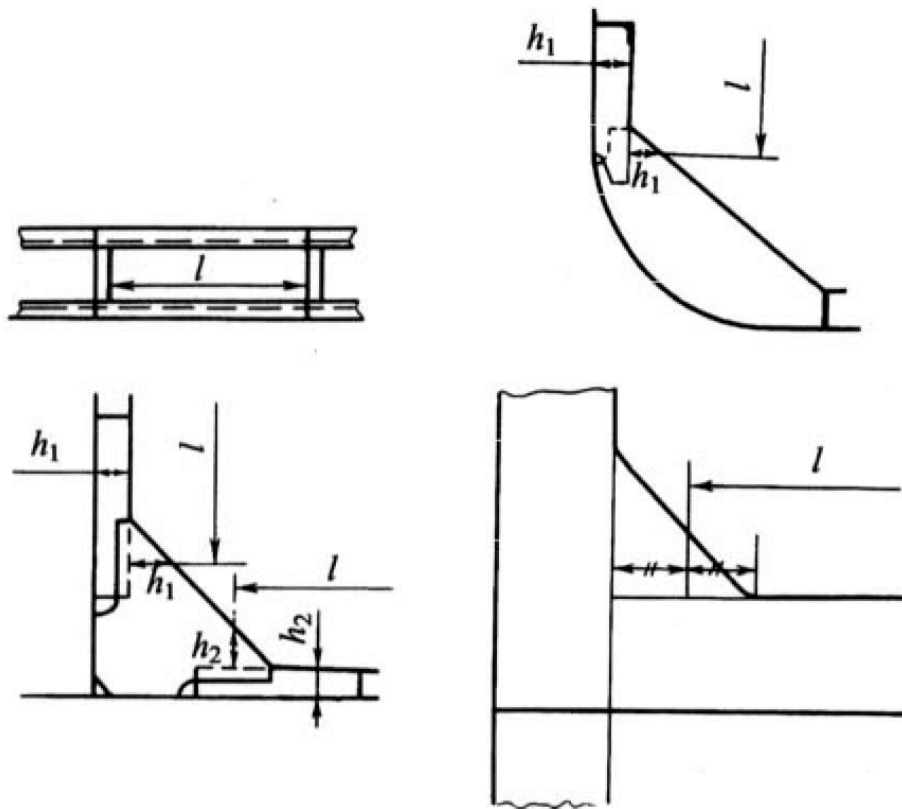


Рис. 1.1.1.6.3

1.1.2 Область поширення

1.1.2.1 Ця частина Правил поширюється на судна внутрішнього плавання зі сталі та алюмінієвих сплавів зварної конструкції, наступного призначення:

.1 суховантажні судна:

- самохідні, у т.ч. вантажні судна-штовхачі,
- несамохідні (яких буксирують і штовхають);

.2 наливні судна:

- самохідні,
- несамохідні (яких буксирують і штовхають);

.3 водотоннажні, на підводних крилах та повітряній подушці пасажирські судна;

.4 буксири і штовхачі;

.5 криголами;

.6 судна технічного флоту та стоянкові всіх типів;

.7 риболовецькі судна;

.8 прогулянкові та роз'їзні судна.

На самохідних суховантажних і наливних суднах (у тому числі і комбінованих) припускається розташування машинного відділення в кормі, а на інших суднах - у середній частині судна.

На судна внутрішнього плавання з корпусом і надбудовами із полімерних композиційних матеріалів, дерева та залізобетону та композитні судна з корпусом і надбудовами із цих матеріалів чи сталі або алюмінієвих сплавів ця частина Правил застосовується згідно з 3.10.

1.1.2.2 Вимоги цієї частини Правил поширюються на судна з корпусом зі сталі, співвідношення головних розмірів яких не виходять за межі, наведені в табл. 1.1.2.2.

Таблиця 1.1.2.2

Типи суден	Максимальне співвідношення головних розмірів для суден класів			
	B1		B2 ÷ B4	
	L/D	B/D	L/D	B/D
1. Самохідні і несамохідні суховантажні трюмні судна	27	5,0	28	5,0
2. Самохідні наливні судна	27	5,0	35	6,0
3. Самохідні і несамохідні судна-площадки і несамохідні наливні судна	35	6,0	40	7,0
4. Пасажирські водотоннажні судна	27	5,0	28	5,0
5. Буксири і штовхачі	18	3,5	20	4,0
6. Судна технічного флоту	20	4,0	22	5,0
7. Риболовецькі, прогулянкові та роз'їзні судна	18	3,5	18	4,0
<i>Примітка:</i> Для наливних суден з поздовжніми вбудованими вантажними танками, що включаються в еквівалентний брус, як висоту D слід приймати висоту до верхньої крайки вантажного танка.				

Для вантажних і пасажирських суден довжиною більше 50м, буксирів з потужністю силової установки більше 1200кВт або штовхачів - більше 2200кВт і суден технічного флоту довжиною більше 50м, а також для перерахованих або інших типів суден зі співвідношенням головних розмірів, що виходять за межі, регламентовані табл. 1.1.2.2, або при $L/B > 10$, повинен бути виконаний перевірений розрахунок елементів корпусу згідно з вимогами розділу 4 або за методикою, узгодженою з Регістром.

1.1.2.3 За потреби оптимізації конструкції корпусу суден допускається зменшувати товщину і розміри в'язей за узгодженням з Регістром. Для такого судна, незалежно від його головних розмірів і призначення, виконання розрахунку міцності є обов'язковим. Перевірка міцності повинна бути проведена згідно з розділом 4 або за методикою, узгодженою з Регістром.

1.1.2.4 Розміри елементів поздовжнього і поперечного набору, обшивки днища і настилів палуб суховантажних суден визначаються в цих Правилах залежно від послідовності завантаження (розвантаження) судна.

.1 Враховані наступні способи завантаження (розвантаження) суховантажних суден:

Спосіб «А» – завантаження (розвантаження) судна за один прохід від однієї кінцевої частини судна до іншої на повну вантажопідйомність таким чином, що кількість вантажу, що завантажується, завжди відповідає довжині трюму, що заповнюється.

Спосіб «В» – завантаження (розвантаження) судна за два проходи від однієї кінцевої частини судна до іншої і назад на повну вантажопідйомність таким чином, що за перший прохід завантажується приблизно половина вантажу, а при другому проході - решта вантажу.

Наведені в подальших розділах вимоги, в яких спеціально не вказана послідовність завантаження (розвантаження), відповідають способу «А».

Прийнято, що на самохідних суднах навантаження починають з корми, розвантаження - з носа. На несамохідних суднах навантаження (розвантаження) може проводитися в довільному напрямку.

.2 У випадках, коли на суховантажному судні передбачається спосіб завантаження (розвантаження), відмінний від наведеного в підпункті **.1**, Регістру повинен бути представлений розрахунок загальної і місцевої міцності корпусу судна. Перевірка міцності повинна бути проведена згідно з розділом 4 або за методикою, узгодженою з Регістром.

.3 Укладання вантажів на суховантажних суднах може бути реалізоване у вигляді суцільного штабелю, окремих «гірок» або окремих партій. В тих випадках, коли місцеве навантаження трюму від окремих «гірок» або окремих партій вантажу перевищує більше ніж на 33% навантаження від вантажу, рівномірно розподіленого по всій поверхні трюму, Регістру повинні бути надані розрахунки загальної і місцевої міцності корпусу судна. Перевірка міцності повинна бути проведена згідно з розділом 4 або за методикою, узгодженою з Регістром.

1.1.2.5 Для забезпечення міцності судна в експлуатації кожне суховантажне і наливне судно повинно бути забезпечене схваленою Регістром Інструкцією щодо завантаження, що регламентує порядок виконання навантажувально - розвантажувальних операцій, включаючи:

- варіанти завантаження судна, при яких допускається його експлуатація, включно часткове завантаження;
- типова послідовність завантаження від початку навантаження до прийому повного вантажу в

один, два і більше проходів;

- умови постановки судна під завантаження (маса і розміщення баласту, можливість одночасного проведення вантажних і баластних операцій);
- допустимість завантаження і розвантаження в умовах хвилювання;
- допустиму нерівномірність завантаження як по довжині, так і по ширині судна;
- способи укладання, розміщення і кріплення вантажу, що рекомендуються, методи контролю за розміщенням і кількістю вантажу, у тому числі зерна і навалювальних вантажів, які здатні до зміщення;
- прямі вказівки на можливість застосування грейферів, навантажувачів, бульдозерів та інших засобів механізації вантажних операцій, якщо така можливість була врахована при проектуванні корпусу судна;
- для наливних суден додатково повинен бути вказаний порядок завантаження і розвантаження, допустима продуктивність вантажних систем, допустимі перепади рівня вантажу в суміжних танках; методи контролю рівня вантажу тощо.

1.1.3 Обсяг нагляду

1.1.3.1 Загальні положення по нагляду за корпусом викладені в «Загальних положеннях класифікаційної та іншої діяльності».

1.1.3.2 Нагляду Регістра підлягають всі конструкції, що регламентуються цією частиною Правил. З цією метою повинен бути забезпечений доступ для їх огляду.

1.1.3.3 Конструкції, що регламентуються цією частиною Правил, в процесі виготовлення, підлягають нагляду відносно виконання вимог частин XIII «Матеріали» і XIV «Зварювання» Правил класифікації та побудови морських суден і відповідності схваленій технічній документації, указаній в частині I «Класифікація» Правил класифікації та побудови суден.

1.1.3.4 Випробування непроникності корпусів суден повинно проводитися відповідно до норм, наведених в Додатку 1.

1.2 МАТЕРІАЛИ

1.2.1 Викладені в цій частині Правил вимоги щодо визначення розмірів елементів корпусу дійсні при застосуванні вуглецевої сталі з границею плинності $R_{eH} = 235$ МПа та яка задовольняє вимогам частини XIII «Матеріали» Правил класифікації та побудови морських суден.

Застосування сталей категорії **A** допускається для всіх елементів корпусу, крім наступних конструкцій розрахункової палуби в середній частині корпусів суден, що експлуатуються при температурі, нижчій за -20°C : ширстрека, палубного стрингера, районів кутів вантажних люків палубного настилу і безперервних поздовжніх комінгсів.

Сталі категорії **A** підвищеної міцності і сталі категорій **D** і **E** застосовуються без обмежень. Для елементів льодового поясу слід застосовувати сталі категорій **D** і **E**.

Для зовнішньої обшивки криголамів слід застосовувати суднобудівну сталь категорій не нижче **E**, для решти елементів корпусів - не нижче категорії **D**.

1.2.2 При виготовленні елементів зі сталі підвищеної міцності, момент опору балок може бути зменшений помноженням його на коефіцієнт η , що приймається за табл. 1.2.2.

Мінімальні товщини елементів зі сталі підвищеної міцності можуть бути зменшені пропорційно величині $\sqrt{\eta}$. Зазначеному зменшенню не підлягають мінімальні товщини вертикального кіля, днищових стрингерів і флорів суховантажних суден і аналогічних їм за умовами експлуатації і мінімальні товщини конструкцій всередині вантажних і баластних танків наливних суден, суден для навалювальних вантажів, комбінованих суден та аналогічних їм за умовами експлуатації, а також обшивки і балок набору цистерн.

Таблиця 1.2.2

R_{eH} , МПа	235	315	355	390
η	1,0	0,78	0,72	0,68

1.3 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО КОНСТРУКЦІЇ КОРПУСУ

1.3.1 Загальні вимоги

1.3.1.1 Всі зміни форми або перерізу будь-яких в'язей в зварних конструкціях корпусу повинні виконуватися з плавними переходами.

1.3.1.2 По довжині корпусу повинна передбачатися плавна зміна розмірів профілів і товщини листів поздовжніх в'язей.

Зміна системи набору і товщини листів розрахункової палуби, днища, а також бортів і поздовжніх перегородок не повинна виконуватися в районах зміни властивостей міцності сталі.

1.3.1.3 Слід забезпечувати безперервність якомога більшої кількості основних поздовжніх в'язей, а в районах їх закінчення передбачати плавне зменшення поперечного перерізу разом з іншими заходами, які сприяють зменшенню концентрації напружень.

1.3.1.4 Перехід до меншої висоти стінок балок слід проводити на довжині, що дорівнює не менше подвоєної різниці висот стінок, пояски балок повинні плавно переходити один в інший.

1.3.1.5 Різниця товщин листів, що стикаються, не повинна перевищувати 30% товщини більш товстого листа або 5мм, залежно від того, що менше. Указане не відноситься до листів, що утворюють пази, а також до потовщених листів, що встановлюються біля кінців надбудов, під якірними клюзами, під судовими технічними засобами і т.п. При більшій різниці крайка більш товстого листа повинна бути зрізана. При цьому одно- чи двостороння «ласка» повинна бути виконана на довжині не меншій за 5-разову різницю товщини листів $5 \cdot \Delta s$, або відповідно до стандартів, визнаних Регістром.

1.3.1.6 Окремі елементи набору повинні бути розташовані в одній площині так, щоб вони утворювали рами, наприклад:

- карлінгс – рамний стояк перегородки – кільсон;
- палубна поздовжня балка – стояк поперечної перегородки – поздовжня балка днища;
- флор – рамний шпангоут борта – рамний стояк поздовжньої перегородки – бімс.

1.3.1.7 Районами інтенсивної вібрації в цій частині Правил вважаються:

.1 кормова кінцева частина судна:

• по довжині – до перерізу, віддаленого в ніс від кормової кромки маточини гребного гвинта на відстань не менше 3 діаметрів гвинта для одногвинтових суден і 4 діаметрів гвинта для багатогвинтових суден, але не менше ніж до перегородки ахтерпіка;

• по висоті – до найближчої зверху безперервної палуби;

.2 машинне відділення:

• по довжині – між перегородками відсіку;

• по висоті – до найближчої зверху безперервної палуби;

.3 місця встановлення невірноважених (незбалансованих) механізмів.

1.3.1.8 В водонепроникних конструкціях, а також в конструкціях, розташованих в районі інтенсивної вібрації, повинні бути передбачені ребра жорсткості та інші конструктивні елементи, що запобігають утворенню жорстких точок в обшивці (настилі) біля кромки поясків балок і кінців книць.

1.3.1.9 Довжина непідкріпленої ділянки листа настилу або обшивки, тобто зазор між кінцем балки, що підкріплює цей лист і найближчою до неї, перпендикулярною стінкою, повинен бути не більше $4s$ або 60мм, залежно від того, що менше, де s – товщина листа, мм. Вимоги до довжини непідкріпленої ділянки листа обшивки днища і настилу палуби при поздовжній системі набору викладені в 2.2.3.9 і 2.5.3.3.

1.3.1.10 В місцях закінчення фальшборту, скулових кілів і деталей, що приварені до корпусу, а також, як правило, смуг ватервейсу, їх висота повинна поступово зменшуватися на довжині не меншій 1,5 висоти цих в'язей. Кінці фальшборту повинні плавно сходити нанівець. Вказане рекомендується також для кінців ділянки ватервейсу.

1.3.2 Закріплення балок і ребер жорсткості до опор

1.3.2.1 При проходженні безперервної поздовжньої балки чи ребра жорсткості крізь виріз в листі опорного елемента, стінку балки і ребра слід приварювати до кромки вирізу безпосередньо або через з'єднувальний елемент – кницю, затулку, планку тощо. Конструктивні елементи вирізів, закладень і зварних швів при такому проходженні наведені на рис. 1.3.2.1-1 ÷ 1.3.2.1-4. При цьому мінімальна довжина зварного шва в місці приварювання балки чи ребра до кромки вирізу чи затулки або планки повинна бути не менше 0,5 висоти балки чи ребра жорсткості. За узгодженням з Регістром окремі конструкції можуть звільнятися від виконання цих вимог.

Приклади з'єднання за допомогою книці чи вертикального ребра жорсткості показані на рис. 1.3.2.1-1.

Конструктивні елементи вирізу такого перетинання, що підкріплюється кницею, показані на рис. 1.3.2.1-2 а), а без підкріплення кницею – на рис. 1.3.2.1-2 б).

Допускається виконувати кромку вирізу без нахилу (на рис. 1.3.2.1-2 показана пунктиром).

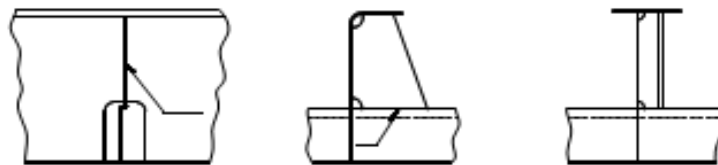


Рис. 1.3.2.1-1

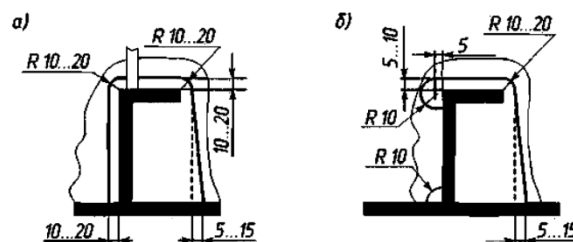


Рис. 1.3.2.1-2

З'єднання за допомогою затулок або планок, які встановлюють у стик або внапуск, показані відповідно на рис. 1.3.2.1-3 а) і б). Товщина затулки і планки повинна бути не менше товщини стінки балки рамного набору. При цьому форма вирізу для проходу балки основного набору – та ж, що при з'єднанні з кницею (див. рис. 1.3.2.1-2 а). На рис. 1.3.2.1-4 наведені можливі модифікації цього типу з'єднання. Планки зі скосом розміром 10мм × 10мм (див. рис. 1.3.2.1-4 а), рекомендується застосовувати на судах району плавання **В1**.

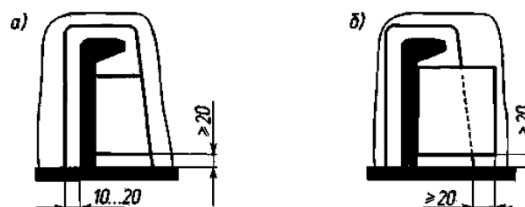


Рис. 1.3.2.1-3

Для підвищення надійності з'єднання балок або у випадку, коли необхідна висота вирізу перевищує допустиму (згідно з 1.3.6.4), можуть бути використані комбіновані варіанти, наприклад, одночасне приварювання стінки і установка планки або двох планок, як показано на рис. 1.3.2.1-4 д) і

е).

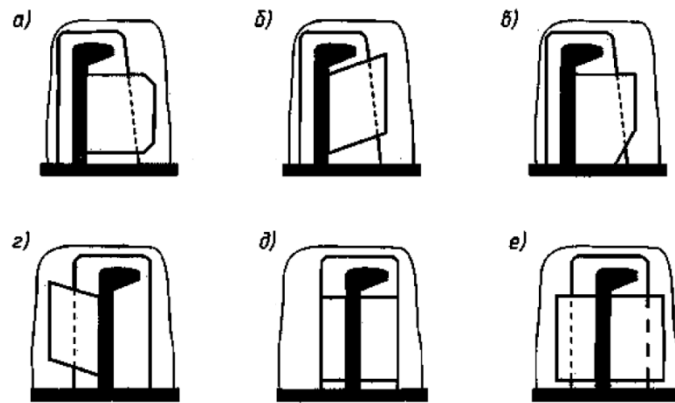


Рис. 1.3.2.1-4

1.3.2.2 В елементах корпусу, що не сприймають великих змінних навантажень і не піддаються впливу інтенсивної вібрації, зокрема в конструкціях вигоронок, платформ, перегородок, що не піддаються тиску вантажу або баласту, надбудов, можуть застосовуватися вузли з'єднання з вільним проходом балок основного набору. При цьому для штабобульба рекомендується використовувати форму вирізів, показану на рис. 1.3.2.2.

Розміри, показані на рис. 1.3.2.2, знаходяться як, мм:

$$A = 0,3 \cdot h + 20; B = b + 2 \cdot d; d = 0,04 \cdot h \text{ (але не більше 5мм)}; H = h + d; R = r + d,$$

де: b - ширина полиці штабобульба;

h - висота штабобульба;

r - радіус заокруглення полиці штабобульба.

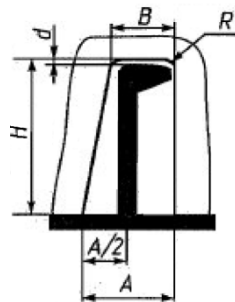


Рис. 1.3.2.2

1.3.3 Закінчення балок набору

1.3.3.1 В місцях закінчення рамних поздовжніх балок днища, бортів і палуби (карлінгси, днищеві стрингери, кільсони, бортові стрингери тощо), їх висота повинна плавно зменшуватися на довжині, що дорівнює 1,5 висотам стінки балки, а їх кінці повинні кріпитися до поперечних балок. При закінченні їх на поперечній перегородці вони повинні продовжуватися за перегородку у вигляді книць (бракет) не менше ніж на одну шпацию. Якщо балка, що закінчується, переходить в поздовжню балку основного набору, доводити кницю до поперечної балки не вимагається. Варіанти закінчення рамних балок показані на рис. 1.3.3.1.

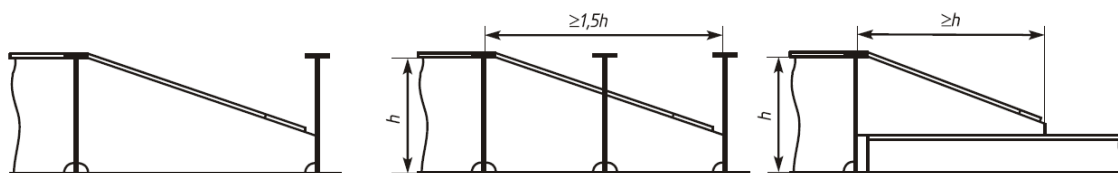


Рис. 1.3.3.1

1.3.3.2 В одному поперечному перерізі корпусу може одночасно закінчуватися не більше 1/3 поздовжніх балок, а також не більше двох поздовжніх рамних балок, розташованих по днищу або по палубі судна. Перерізи, в яких перериваються поздовжні балки, повинні відстояти один від одного не менше ніж на дві шпациї. Перехід від поздовжньої системи набору до поперечної має бути поступовим на протязі не менше 3 шпациї.

1.3.3.3 Поздовжні балки не повинні закінчуватися в місцях великих вирізів в корпусі і в зонах концентрації напружень, наприклад, біля заокруглень кутів прямокутних вирізів, закінчення надбудов та поздовжніх комінгсів. Вони повинні продовжуватися за ці райони не менше ніж на 3 шпациї.

1.3.3.4 Допускається зрізання «на вус» кінців фланцевого, штабового чи штабобульбового профілю основного набору, який використовується як:

- противібраційні ребра жорсткості;
- ребра жорсткості, що підкріплюють стінки набору;
- стояки поперечних перегородок на суднах з поперечною системою набору, за винятком перегородок пікових і машинного відділення;
- вертикальні стояки поздовжніх перегородок на суднах з поздовжньою системою набору.

Не допускається закінчення ребра «на вус» біля вирізу з невідкріпленою кромкою, у т.ч. біля вирізу для проходу балок основного набору.

1.3.3.5 Незакріплені кінцями кінці балок, повинні бути скошені під кутом 30° (див. рис. 1.4.4.1). При підході до зовнішньої обшивки, поперечних перегородок машинного відділення, піків, а також перегородок, що сприймають знакозмінні навантаження, пояски рамного набору повинні зрізуватися «на вус», як показано на рис. 1.3.3.5.

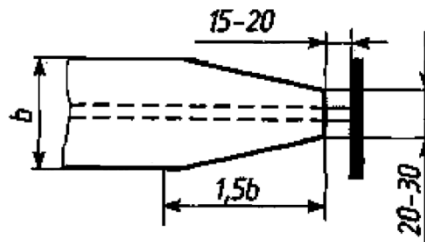


Рис. 1.3.3.5

1.3.3.6 Закріплення кінцями поздовжніх балок в місцях їх закінчення на поперечних в'язях обов'язкове для будь-яких конструкцій (див. рис. 1.3.3.6).

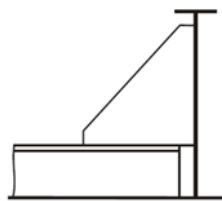


Рис. 1.3.3.6

1.3.4 Конструкція балок набору

1.3.4.1 Стінка балки рамного набору повинна бути підкріплена привареним вільним пояском або відігнутих фланцем. Товщина пояска повинна бути не менша за товщину стінки балки і не повинна перевищувати потрійної товщини стінки балки. Ширина відігнутого фланця не повинна перевищувати 12 товщин стінки балки, а ширина симетричного пояска – 24 товщин пояска.

1.3.4.2 Розміри балок, моменти опору і моменти інерції регламентуються відповідними розділами цих Правил. При цьому слід дотримуватися наступних вказівок:

- висота стінки балки h повинна бути не менше за $1/30$ її прогону;
- товщина стінки балки s , в мм, повинна бути не менша $h/100 + 2$. Рекомендується, щоб

товщина стінки балки не перевищувала товщину листа обшивки чи настилу, які балка підтримує.

1.3.4.3 Стінки рамного набору при співвідношенні висоти стінки до її товщини більше 80, а також стінки висотою більше 500мм, послаблені вирізами, повинні підкріплюватися ребрами жорсткості.

Вертикальні ребра жорсткості повинні встановлюватися не далі, ніж в площині кожної другої балки, що опирається на підкріплену рамну в'язь і, в будь-якому разі, відстань між ними не повинна перевищувати висоту стінки рамної в'язі.

Ребра жорсткості, паралельні до вільного пояска, повинні встановлюватися на відстані між ребрами жорсткості та від них до вільного пояска рамного набору чи до настилу (обшивки) (ширина непідкріпленого поля стінки балки), що не перевищує 65 товщин стінки рамної в'язі.

1.3.4.4 Момент інерції I вертикальних підкріплюючих ребер жорсткості повинен бути не меншим за визначений за формулою, см⁴:

$$I = \gamma \cdot a \cdot s^3 \cdot 10^{-3} \quad (1.3.4.4)$$

де: s - товщина стінки балки, мм;

a - відстань між ребрами, см;

γ - коефіцієнт, що визначається за табл. 1.3.4.4 залежно від співвідношення висоти стінки рамної балки h до відстані між ребрами жорсткості.

Таблиця 1.3.4.4

h/a	$\leq 1,0$	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	3,0	4,0
γ	0,3	0,6	1,3	2,0	2,9	4,0	8,3	17,6

Примітка: проміжні значення визначаються лінійною інтерполяцією

1.3.4.5 Момент інерції I ребер жорсткості, паралельних до вільного пояска рамного набору, повинен бути не меншим за визначений за формулою, см⁴:

$$I = 2,0 \cdot f \cdot l^2 \quad (1.3.4.5)$$

де: f - площа поперечного перерізу ребра жорсткості з приєднаним пояском, см²;

l - прогін ребра жорсткості, м.

1.3.4.6 Якщо балки вважаються вільно обпертими на кінцях, або, якщо вони знаходяться під дією тільки незначного опорного моменту (наприклад, флор, що з'єднується з бортовим шпангоутом основного набору), вільні пояски або фланці балок можуть не доводитися до кінця і не приварюватися. Відстань між пояском або фланцем і приєднуваним елементом повинна дорівнювати 2-разовій товщині фланця або пояска.

Якщо балка вважається закріпленою на кінцях (наприклад, флор, що з'єднується з рамним шпангоутом борта), поясок або фланець повинні бути приварені по всій ширині до пояска або фланця елемента, що приєднується. Пояски чи фланці таких балок не повинні приварюватися до вертикальних опор, а повинні закінчуватися на відстані, що дорівнює приблизно 2-разовій їх товщині, і бути скошені під кутом, близьким до 30° (див. рис. 1.3.3.5).

1.3.4.7 Книці (бракети), що підкріплюють балку рамного набору, повинні встановлюватися по стінці балки з одного боку на відстані, не більшій за 3,0м.

Товщина таких книць повинна прийматися не меншою ніж товщина стінки рамної балки, що вимагається. Книці повинні доводитися до вільного пояска рамної балки. Стінка книці повинна приварюватися до вільного пояска рамної балки.

Ширина підкріплюючої книці вздовж основи повинна бути не менше 1/2 її висоти, а в місці приварювання її до пояска – на 10мм менше ширини частини пояска, яку вона підтримує.

1.3.4.8 Стінки рамного набору, що примикають з обох боків до перегородок та інших листових елементів, повинні знаходитися в одній площині. Величина зміщення площин стінки набору, що розрізається, не повинна перевищувати 1/2 товщини стінки.

1.3.4.9 Злам балки з площини її стінки слід виконувати на поперечному рамному наборі або поперечній перегородці. Кут зламу, як правило, не повинен перевищувати 15°.

1.3.5 З'єднання балок набору

1.3.5.1 З'єднання балок набору, як правило, повинно виконуватися встик, кінці повинні бути встановлені в одній площині балок, що з'єднуються.

1.3.5.2 Допускається з'єднання внапуск, за винятком районів інтенсивної вібрації, з'єднань балок рамного набору і районів, що зазнають великих зосереджених навантажень.

Допускається встановлення книць для з'єднання балок набору внапуск в районах, де згинальний момент в опорному перерізі менше згинального моменту в прогоні балки, наприклад, верхні перерізи шпангоутів або вертикальних стояків перегородок.

1.3.5.3 Кинці повинні виготовлятися з матеріалу, що має, як правило, границю плинності однакою з матеріалом балок набору, що з'єднуються.

1.3.5.4 З'єднання балок набору, стінки яких розташовані в одній площині (бімс зі шпангоутом, шпангоут із флором тощо), повинно виконуватися за допомогою книць, встановлених в площині стінок балок, що з'єднуються. При цьому балки рамного набору повинні бути зварені одна з іншою. Балки поперечного основного набору допускається з'єднувати кницями, встановленими внапуск. Пояски книць не повинні приварюватися до поясків балок набору.

1.3.5.5 Розміри сторін кинці визначаються висотою меншого з профілів балок, що з'єднуються. При з'єднанні балок рамного набору кинці повинні перекривати балку по довжині (довжина зварювального шва) не менше однієї висоти меншого з профілів; при з'єднанні балок основного набору – не менше двох висот меншого профілю (для книць, що встановлюються внапуск, перекривання вимірюється від пояска балки).

1.3.5.6 Товщина книць повинна бути не меншою за товщину тоншої зі стінок балок, що з'єднуються, і не менше 2,5% довжини сторони для пласких книць і 2% – для книць з фланцем чи пояском, залежно від того, що більше.

1.3.5.7 Вільна кромка кинці, довжина якої перевищує 45 товщин кинці, повинна мати фланець шириною не менше $8s$, але не менше 40мм і не більше $15s$, або приварений поясок, обов'язково для книць, що з'єднують балки рамного набору, шириною не менше $8s$, але не менше 40мм і не більше 10 товщин пояска – по одну сторону від лінії приварки, де s – товщина стінки кинці. Площа перерізу пояска кинці, що з'єднує балки рамного набору, повинна бути не менше 0,8 меншої із площ поясків балок, що з'єднуються. Фланець кинці не слід доводити до фланців (поясків) балок, що з'єднуються (зазор $2\div 3s$) і приварювати до них (див. рис. 1.3.5).

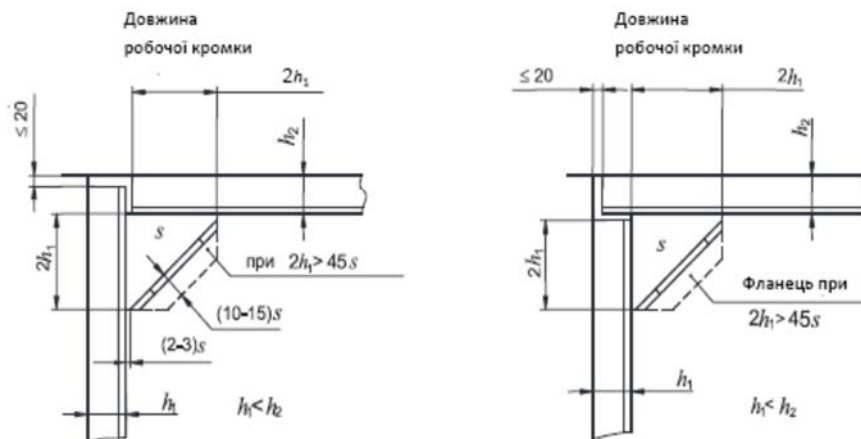


Рис. 1.3.5

1.3.6 Вирізи в корпусних конструкціях

1.3.6.1 Вимоги цього розділу застосовуються до вирізів в корпусних конструкціях з додатковим застосуванням вимог до вирізів в палубах згідно з 2.4.4.

Всі вирізи в поздовжніх в'язях корпусу судна рекомендується розташовувати більшою стороною вздовж судна.

1.3.6.2 Кути прямокутних вирізів в поздовжніх в'язях повинні мати заокруглення з радіусом не менше 0,1 розміру сторони вирізу, орієнтованої по ширині судна (вирізи в зовнішній обшивці) або по висоті балки.

1.3.6.3 Вирізи (якщо їх декілька) в зовнішній обшивці і поздовжніх перегородках слід розташовувати так, щоб вони не викликали значного ослаблення поперечного перетину корпусу.

У всіх випадках, коли за наявності вирізів можна чекати значного ослаблення загальної або місцевої міцності, в районі вирізів повинні бути передбачені підкріплення. Поздовжні в'язі набору, що перерізаються вирізами, повинні бути скомпенсовані відповідним чином.

В'язі біля вирізів необхідно закінчувати на спеціально встановленій в'язі та приварювати до неї (див. рис. 1.3.6.3).

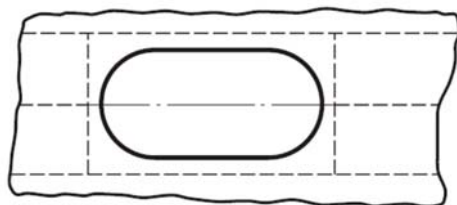


Рис. 1.3.6.3

1.3.6.4 В стінках кільсонів та проникних суцільних флорів допускається виконувати полегшуючі вирізи або лази без компенсації втрати площі поперечного перетину, якщо виконуються одночасно наступні умови:

- висота вирізу складає не більше 0,5 висоти стінки, а вісь вирізу розташована по середині висоти стінки;
- довжина вирізу складає не більше висоти стінки;
- відстань між кромками двох суміжних вирізів перевищує довжину меншого з цих вирізів;
- кути вирізів заокруглюють відповідним чином.

При необхідності виконати виріз більшого розміру висота стінки повинна бути збільшена (див. рис. 1.3.6.4).

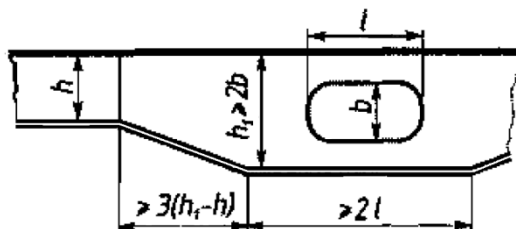


Рис. 1.3.6.4

Висота балки може бути збережена за умови виконання додаткових заходів щодо посилення стінки в районі вирізу і поданні розрахунків, що підтверджують достатню міцність і стійкість стінки.

При невиконанні указаних умов стінку набору слід підкріпити (див. **1.3.4.3 ÷ 1.3.4.5**).

1.3.6.5 У бракетах допускаються круглі невідкріплені вирізи діаметром, що не перевищує 0,3 меншої сторони бракети.

1.3.6.6 Не дозволяється робити вирізи в стінці балки безпосередньо поблизу опор, у т.ч. під пілерсами, та книць, що закріплюють балку. Близня кромка вирізу, крім вирізу для голубників та для проходу балок основного набору (див. **1.3.6.7**), повинна знаходитися на відстані не менше 0,5 висоти балки від кінця книці.

1.3.6.7 Висота вирізів в стінці рамного набору для проходу балок основного набору не повинна перевищувати 0,5 висоти балки рамного набору в даному перетині. Якщо стінки балок зварені та встановлені затулки чи планки згідно з **1.3.2.1** висота вирізу може бути збільшена до 0,6 висоти балки рамного набору. У районі подвійних бортів висоту вирізу для проходу балок основного набору в стінці рамного напівбімса допускається збільшувати до 0,6 висоти його стінки.

Сумарна висота таких вирізів в стінках суцільних флорів та кільсонів подвійного дна, а також в стінках суцільних рамних шпангоутів «діафрагм» та платформ подвійного борту не повинна перевищувати 0,4 висоти (ширини) стінки цих балок.

Відстань від кромки будь-яких вирізів у стінках балок рамного набору до кромки вирізів, що використовуються для проходу балок основного набору, повинна бути не менша за висоту останніх.

1.3.6.8 Висота вирізу для голубників в наборі не повинна перевищувати 0,2 висоти стінки балки і не більше 90мм, а їх довжина не більше 15 товщин обшивки або настилу, що примикає до набору, і не більше 100мм.

Відстань між сусідніми голубниками повинна бути не менше 20 товщин обшивки і не менше 200мм.

Для утворення протоків (голубників) біля поперечних водонепроникних конструкцій (перегородок, флорів) допускається при з'єднанні згідно з рис. 1.3.3.6 не доводити поздовжні балки до стінки цих конструкцій на відстань між торцем балки та стінкою не більше 20мм (див. також рис. 2.2.3.9).

1.3.6.9 При застосуванні відповідно до **1.3.4.3** ребер жорсткості для забезпечення стійкості стінок балок рамного набору з вирізами слід враховувати нижче наведені вимоги цього пункту та **1.3.6.10** ÷ **1.3.6.12**.

Якщо стисненню можуть піддаватися і верхній і нижній пояски стінки балки, необхідно встановлювати два ребра на відстані приблизно 0,25 висоти стінки від поясків, як показано на рис. 1.3.6.9, а). Момент інерції ребра жорсткості визначається згідно з **1.3.4.5**. При значній довжині стінки з метою зменшення розрахункової довжини поздовжніх ребер рекомендується встановлювати проміжне поперечне ребро, що створює для поздовжніх ребер жорстку опору [див. рис. 1.3.6.9, б)]. Профіль цього додаткового ребра повинен бути таким же, як і профіль горизонтальних ребер. У тих випадках, коли знак моменту не змінюється, допускається встановлювати одне поздовжнє ребро на відстані 0,25 висоти стінки від пояска, що стискається.

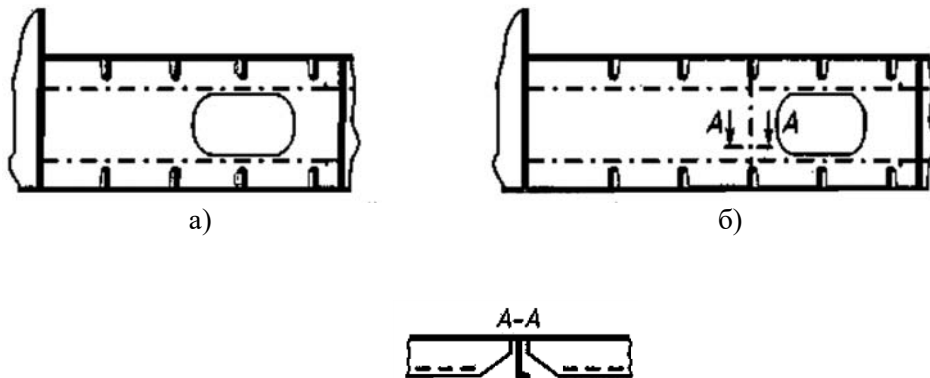


Рис. 1.3.6.9

1.3.6.10 Ділянки стінок рамного набору, що мають виріз і де одночасно діють значні згинальні моменти і перерізуючі сили (наприклад, біля внутрішнього борту, поперечних чи поздовжніх перегородок), рекомендується підкріплювати похилими ребрами жорсткості, як показано на рис. 1.3.6.10. Виріз має розташовуватися посередині стінки, яка підкріплюється. Похилі ребра жорсткості повинні мати площу f , см², поперечного перерізу (без приєднаного пояска) і момент інерції I , см⁴, такої площі не менше:

$$f = \frac{12,7 \cdot N - F_n \cdot \tau_0}{2 \cdot R_{\text{сн}} \cdot \sin \alpha}; \quad (1.3.6.10-1)$$

$$I = 5,1 \cdot 10^{-7} \cdot R_{\text{сн}} \left(f + \frac{h \cdot s}{6 \cdot \sin \alpha} \right) \cdot \frac{h^2}{\sin^2 \alpha}, \quad (1.3.6.10-2)$$

де: N , F_n – відповідно перерізуюча сила, в кН, і площа поперечного перерізу стінки рамного набору, в см², в найбільш ослабленому перерізі стінки;

τ_0 – небезпечне дотичне напруження матеріалу стінки згідно з **4.6.1**, МПа;

$R_{\text{сн}}$ – границя плинності матеріалу ребра, МПа;

h , s – висота і товщина стінки відповідно, см;

α – кут нахилу ребер жорсткості до нейтральної осі стінки, град.

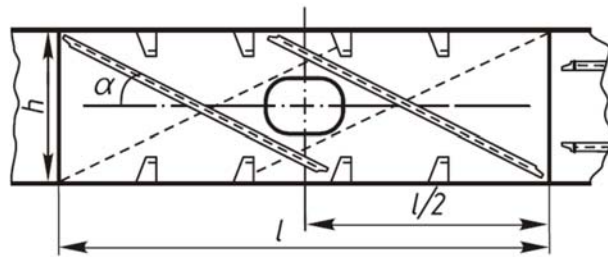


Рис. 1.3.6.10

1.3.6.11 Допускається для підкріплення рамного набору подвійного дна встановлювати вертикальні ребра, що перев'язують балки основного набору днища і подвійного дна за умови, що стійкість стінки між ребрами забезпечена, що підтверджується відповідним розрахунком. Момент інерції такого ребра жорсткості визначається згідно з 1.3.4.4. На ділянках, де умова стійкості не виконується, слід встановлювати додаткові проміжні ребра жорсткості [див. рис. 1.3.6.11, а)]. Вирізи на цих ділянках слід підкріпити додатковими поздовжніми ребрами, як показано на рис. 1.3.6.11, б) і в), або обичайкою [див. рис. 1.3.6.11, г)]. Товщина обичайки повинна бути не менше товщини стінки, а ширина дорівнювати приблизно десяти її товщинам. Рекомендується виконувати обичайку з двох симетричних половинок.

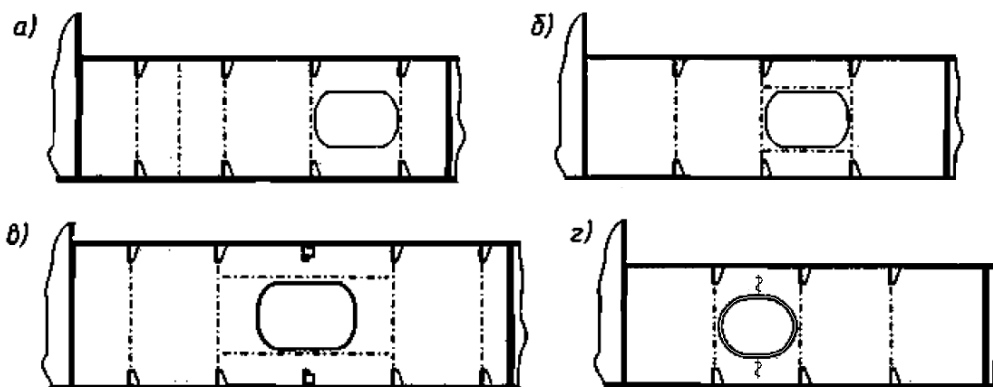


Рис. 1.3.6.11

1.3.6.12 Ребра, що підкріплюють рамний набір, слід розташовувати якомога ближче до кромки вирізу, але не ближче 10мм. Фланець горизонтальних ребер слід направляти вниз, якщо це не призводить до небажаного зменшення просвіту лазу. При застосуванні в якості ребра жорсткості штаби її товщина повинна бути не менша за товщину стінки набору, який вона підкріплює, а ширина має дорівнювати 10 її товщинам.

Кінці вертикальних ребер, що не приєднуються до балок основного набору безпосередньо або за допомогою книць, слід закінчувати «на вус». Зазор між кінцем ребра, що закінчується «на вус», і балкою має становити 10мм ÷ 20мм. Не допускається вільне закінчення («на вус») ребра поблизу непідкріпленої кромки вирізу, зокрема, вертикальних ребер біля кромки вирізу для проходу балок основного набору.

1.3.6.13 Не допускаються вирізи у верхній кромці ширстреку, а також в зовнішній обшивці борта, якщо відстань від верхньої точки вирізу до розрахункової палуби менша половини висоти вирізу.

Прямокутні вирізи в зовнішній обшивці борту повинні мати кути з радіусом заокруглення не менше 0,1 висоти або ширини вирізу, в залежності від того, що менше, але не менше 50мм.

В усіх випадках, коли за наявності вирізів можна очікувати значного ослаблення загальної або місцевої міцності корпусу судна, у районі цих вирізів повинні бути передбачені підкріплення.

1.3.6.14 Підкріплення у формі потовщених вварених листів обов'язкові для вирізів, розташованих у межах району, що відстоїть від міделя на $0,35L$, у яких відстань від розрахункової палуби до верхньої кромки вирізу становить менше висоти вирізу. Мінімальна ширина потовщеного ввареного листа, обмірювана в верх від верхньої та вниз від нижньої кромки вирізу, повинна становити $0,25$ висоти або довжини вирізу, в залежності від того, що менше; загальна ширина, обмірювана поза вирізом повинна бути більше мінімальної не менше ніж на $0,25$ висоти або довжини вирізу, в залежності від того, що менше.

Мінімальна відстань кінця потовщеного ввареного листа від найближчої до нього кромки вирізу, обмірювана уздовж судна, повинна становити $0,35$ висоти або довжини вирізу, в залежності від того, що менше. Кути потовщеного ввареного листа повинні бути округлені.

Товщина потовщеного ввареного листа повинна бути не менше:

$1,5s$ якщо $s < 20\text{мм}$;

30мм якщо $20 \leq s \leq 24\text{мм}$;

$1,25s$ якщо $s > 24\text{мм}$,

де: s — товщина зовнішньої обшивки борту в районі вирізу.

Допускається установка потовщеного ввареного листа по всьому периметру вирізу.

1.3.7 Мінімальні товщини листів і шпация

1.3.7.1 Товщини листів в'язей корпусу не повинні прийматися меншими наведених в табл. 1.3.7.1 залежно від довжини судна та району плавання.

Таблиця 1.3.7.1. Мінімальна товщина листів

Назва листових конструкцій	Товщина, мм				
	B1			B2÷B4	
	L=24м	L=80м	L=140м	L=24м	L=80м
1 Зовнішня обшивка					
1.1 Зовнішня обшивка (за винятком указаної в 1.2 ÷ 1.6)	4,0	6,0	7,0	3,0	5,0
1.2 Зовнішня обшивка, що обмежує баластні та паливні цистерни	4,5	7,0	8,0	3,5	6,0
1.3 Скуловий пояс зовнішньої обшивки	5,0	7,0	8,0	4,0	6,0
1.4 Ширстречний пояс в середній частині судна	5,0	7,0	8,5	4,0	6,0
1.5 Обшивка днища в носовій кінцевій частині на висоті до $0,04B$ від ОП	4,5	7,0	8,0	4,0	6,0
1.6 Обшивка борта в носовій кінцевій частині	4,5	7,0	8,0	4,0	6,0
2 Настили палуб і платформ					
2.1 Настил палуби (за винятком указанного в 2.2 ÷ 2.8)	4,0	6,0	7,0	3,5	5,5
2.2 Палубний стрингер в середній частині судна	5,0	7,0	8,5	4,0	6,0
2.3 Настил верхньої палуби в кінцевих частинах, в районі міжлюкових перемичок, палуб юта та надбудов (що не беруть участі в загальному вигині корпусу), на ділянках, не захищених надбудовами. Настил палуби бака	4,0	5,0	5,5	3,0	4,0
2.4 Настил верхньої палуби за межами середньої частини, палуб юта та надбудов (що не беруть участі в загальному вигині корпусу), на ділянках, захищених надбудовами. Настил платформ	3,0	4,0	4,0	3,0	3,5
2.5 Настил палуби наливних суден в районі вантажних танків	5,0	7,0	8,5	4,5	6,0
2.6 Настил палуби в кінцевих частинах суден, яких штовхають	4,0	7,0	8,0	4,0	6,0
2.7 Настил палуби надбудови, що бере участь в загальному вигині корпусу, в середній частині судна і на ділянках, не захищених надбудовами	4,0	5,0	5,5	3,0	4,0
2.8 Настил палуби надбудови, що бере участь в загальному вигині корпусу, за межами середньої частини судна на ділянках, захищених надбудовами	3,0	4,0	4,0	3,0	3,5
3 Вантажні настили					
3.1 Настил подвійного дна вантажних суден (за винятком указанного в 3.2 та 3.3)	4,0	5,5	6,5	3,0	5,0
3.2 Настил подвійного дна суховантажних суден під вантажними люками, якщо передбачене завантаження-розвантаження грейферами, і палуб суден-площадок в	7,0	9,5	10,0	7,0	9,0

межах вантажної площадки					
3.3 Настил подвійного дна наливних суден в районі розташування вантажних танків	5,5	7,0	8,0	5,0	6,0

Продовження табл.1.3.7.1

Назва листових конструкцій	Товщина, мм				
	B1			B2÷B4	
	L=24м	L=80м	L=140м	L=24м	L=80м
4 Перегородки та внутрішні борти					
4.1 Обшивка водонепроникних перегородок та внутрішніх бортів (за винятком указаної в 4.2 ÷ 4.12)	3,0	4,0	5,0	3,0	4,0
4.2 Обшивка перегородки форпіка	3,0	4,5	5,5	3,0	4,5
4.3 Обшивка внутрішніх бортів суховантажних суден в районі вантажних трюмів	4,0	5,5	6,5	3,0	5,0
4.4 Обшивка водонепроникних перегородок (за винятком нижніх листів) суховантажних суден в районі вантажних трюмів	3,5	5,0	5,5	3,0	4,0
4.5 Нижні листи водонепроникних перегородок суховантажних суден в районі вантажних трюмів	4,0	5,5	6,0	3,5	4,5
4.6 Обшивка внутрішніх бортів суден з повним розкриттям вантажних трюмів, нижні листи внутрішніх бортів суден з неповним розкриттям вантажних трюмів, нижні листи поперечних перегородок в районі вантажних трюмів, якщо передбачене завантаження-розвантаження грейферами	5,0	7,0	8,0	4,5	6,0
4.7 Верхній пояс перегородок суден-площадок в межах вантажних площадок	5,0	8,0	8,0	5,0	7,0
4.8 Обшивка внутрішніх бортів, а також поперечних перегородок, що розмежують заповнені та незаповнені вантажем відсіки наливних суден в районі вантажних танків (за винятком нижніх і верхніх поясів)	4,5	6,0	7,0	3,5	5,5
4.9 Верхній пояс внутрішніх бортів, а також поперечних перегородок, що розмежують заповнені та незаповнені вантажем відсіки наливних суден в районі вантажних танків	5,0	6,5	7,5	4,0	6,0
4.10 Нижній пояс внутрішніх бортів, а також поперечних перегородок, що розмежують заповнені та незаповнені вантажем відсіки наливних суден в районі вантажних танків	5,5	7,0	8,0	5,0	6,0
4.11 Обшивка поперечних перегородок, що розмежують на наливних суднах відсіки, заповнені вантажем (за винятком верхнього поясу)	4,0	5,5	6,5	3,5	5,0
4.12 Верхній пояс обшивка поперечних перегородок, що розмежують на наливних суднах відсіки, заповнені вантажем	4,5	6,0	7,0	4,0	5,5
5 Інші в'язі					
5.1 Листові конструкції та стінки балок рамного набору під вантажним настилом суден-площадок і настилом подвійного дна суховантажних суден під вантажними люками, якщо передбачене завантаження-розвантаження грейферами	5,0	8,0	8,0	5,0	7,0
5.2 Листові конструкції і балки набору всередині баластних цистерн	4,0	6,0	6,0	3,5	5,0
5.3 Підпалубний набір і набір перегородок всередині вантажних танків і паливних цистерн	4,5	7,0	7,0	4,0	5,5
5.4 Безперервні поздовжні комінгси вантажних люків	6,0	9,0	11,0	5,5	7,5
5.5 Поперечні комінгси вантажних люків	4,0	6,0	7,0	4,0	6,0
5.6 Листи шахт машино-котлових відділень і капів машинного відділення, стінок надбудов, що не беруть участь в загальному вигині корпусу	3,0	4,0	4,0	3,0	4,0
5.7 Обшивка стінок надбудов, що беруть участь в загальному вигині корпусу	3,5	5,0	5,0	3,5	5,0

Закінчення табл.1.3.7.1*Примітки.*

1. Товщини листів в'язей, наведені в таблиці, відповідають шпації, що дорівнює 550мм.
2. Мінімальна товщина листів для проміжних значень довжини визначається лінійною інтерполяцією. Якщо дробова частина товщини, отриманої шляхом інтерполяції, більша або дорівнює 0,25мм, то округляти товщину слід у більшу сторону, якщо менше 0,25мм – в меншу. При товщині більше 6мм допускається округляти: в меншу сторону, якщо дробова частина менше 0,50мм, і в більшу сторону, якщо дробова частина більше або дорівнює 0,50мм.
3. Для суден, призначених для експлуатації в районі **V1**, довжиною більше 50м у випадку використання поперечної системи набору конструкції корпусу в середній частині судна мінімальна товщина, визначена за таблицею, повинна бути збільшена, в мм:
для обшивки днища по **1.1** – на величину $1,2 (L-50)/90$;
для настилу подвійного дна по **3.1** та нижніх поясів внутрішніх бортів наливних суден в районі вантажних танків по **4.10** – на величину $0,7 (L-50)/90$.
4. Для суховантажних суден районів **B2 ÷ B4** вантажопідйомністю до 600т з осадкою до 1,2м за узгодженням з Регістром допускається обґрунтоване зменшення товщини настилів подвійного дна під вантажними люками, якщо передбачене завантаження-розвантаження грейферами, і палуб суден-площадок в межах вантажної площадки по **3.2**, якщо Інструкцією по завантаженню і розвантаженню судна передбачено виконання вантажних операцій кранами вантажопідйомністю не більше 5т. При цьому товщина листів повинна бути не менша 7мм для суден, довжина яких перевищує 35м, і 6мм для суден довжиною 35м і менше.
5. Для суден з санною формою обводів носової кінцевої частини вимога по **1.5** поширюється на ділянку корпусу, розташовану на 4% ширини судна вище плоскої ділянки днища в районі носового підйому.

1.3.7.2 Шпація повинна прийматися не більше 650мм. Шпація, що рекомендується – 550мм з додатковими вимогами до розміру шпації у вимогах відповідних розділів частини, наприклад для набору в кінцевих частинах судна.

1.3.7.3 Якщо шпація прийнята більшою або меншою за 550мм, то товщина листів в'язей, указаних в табл. 1.3.7.1, за винятком в'язей по **4.9, 5.1 ÷ 5.3**, визначена з врахуванням примітки **3** до таблиці (при застосуванні), відповідно повинна бути збільшена і може бути зменшена пропорційно співвідношенню значень шпацій з наступним застосуванням примітки **2** до таблиці.

Зменшення товщини листів не повинно перевищувати 10%.

1.3.7.4 Ширина потовщених поясів перегородок по **4.5, 4.7, 4.9** табл. 1.3.7.1 повинна бути не менше 0,6м.

1.3.7.5 Указана в **1.4** і **2.2** табл. 1.3.7.1 товщина відноситься до суден з висотою борта $D \geq 2,5$ м. Ширина ширстреку повинна бути не менше за $0,2D$, палубного стрингера не менше 0,6м.

При $D < 2,5$ м товщина ширстреку може дорівнювати товщині зовнішньої обшивки.

1.3.7.6 Товщини листових конструкцій, що піддаються в експлуатації специфічному зносу і пошкодженням (підвищений механічний знос, підвищений знос настилів палуб і набору в районі танків наливних суден, що перевозять сірчисті нафтопродукти, підвищений корозійний знос при перевезенні агресивних вантажів тощо), повинні бути збільшені порівняно з указаними в табл. 1.3.7.1, виходячи з фактичної швидкості зносу.

1.3.7.7 Товщину обшивки днища і скулового поясу суден, призначених для експлуатації на мілководді, рекомендується збільшувати на 1мм порівняно з указаними в **1.1 ÷ 1.3** і **1.5** табл. 1.3.7.1.

1.3.7.8 Зміна товщини листів в перехідних районах повинна бути поступовою, див. **1.3.1.2** і **1.3.1.5**.

1.3.7.9 Визначені згідно з цим розділом товщини приймаються як гранично мінімальні при визначенні розмірів в'язей згідно з розділами **2** і **3** з можливим належним застосуванням **1.1.2.3**.

1.4 ЗВАРНІ ДЕТАЛІ І З'ЄДНАННЯ**1.4.1 Розташування зварних швів**

1.4.1.1 Зварні шви повинні розташовуватися в найменш напружених перерізах конструкції,

якомога далі від місць різкої зміни розміру в'язей, вирізів і місць деформування в холодному стані.

1.4.1.2 Слід уникати скупчення зварних швів, перетину їх під гострим кутом, а також близького розташування паралельних стикових швів та паралельних кутових і стикових швів. Відстань між паралельними зварними швами незалежно від їх напрямку повинна бути не менше:

між паралельними стиковими швами – 200мм;

між паралельними кутовим і стиковим швами – не менше $10t$ при товщині листа $t = 3\text{мм} \div 10\text{мм}$ і 100мм при $t > 10\text{мм}$;

50мм – між паралельними кутовим і стиковим швами на довжині $\leq 2\text{м}$.

За узгодженням з Регістром допускається зменшення цих відстаней; при цьому відстань між паралельними кутовим і стиковим швами, розташованими всередині секції, повинна бути не менше 30мм.

Кут між двома стиковими швами повинен бути не менше 60° (див. рис. 1.4.1.2).

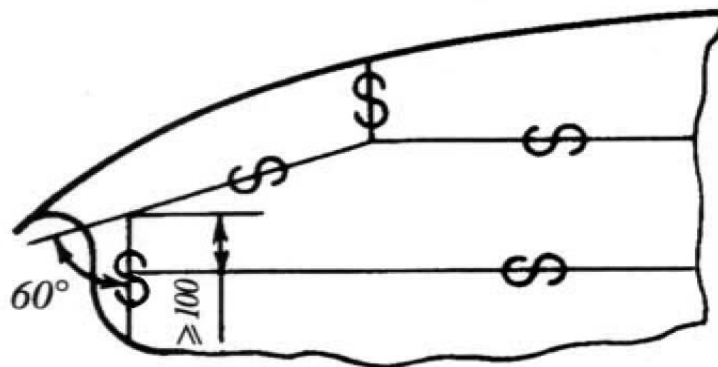


Рис. 1.4.1.2

1.4.1.3 Монтажні стики (пази) листів обшивки і настилів повинні розташовуватися на відстані не меншій за 200мм від паралельних їм перегородок, палуб, настилу подвійного дна і рамних в'язей, а також від монтажних стиків набору.

В монтажних стиках зварних балок набору стики стінки і пояска балки слід розносити на відстань не менше 150мм. За узгодженням з Регістром допускається поєднання стиків стінки і пояска в наступних випадках:

- при забезпеченні повного провару в з'єднанні стінки з пояском на ділянці не менше 100мм в кожену сторону від стика і виконанні неруйнівного контролю стика кожної третьої балки;
- при перекритті елементами набору (кницями, бракетами тощо, встановленими в площині стінки) на довжині не меншій за ширину пояска в кожену сторону від стика.

1.4.1.4 Зварні з'єднання не повинні передбачатися в місцях, що піддавалися холодному вигину внутрішнім радіусом меншим за 3 товщини листа. Відстань від зварного шва до початку такого вигину повинна бути не менше 3-кратної товщини листа.

1.4.1.5 При перетині стикових швів з кутовими в останніх, безпосередньо над місцями перетинів, повинні бути передбачені вирізи.

1.4.1.6 В зоні місцевих концентрацій напружень необхідно встановлювати потовщені листи без застосування накладних листів. Якщо неможливо уникнути застосування накладних листів, слід провести обварювання їх по всьому контуру, а при великій площі поверхні – закріпити ці листи електрозаклепками з кроком, що не перевищує 30 товщин накладного листа.

1.4.2 Зварювання деталей

1.4.2.1 Кромки книць, поясків і стінок балок повинні бути обварені навколо і не мати підрізів і кратерів. Це відноситься також до вирізів для водо-повітряних потоків, проходу балок і зварних швів.

1.4.2.2 З'єднання поясків комінгса і кінцевих люкових бімсів, а також балок, що перетинаються та сприймають динамічно змінні навантаження, повинні бути виконані з плавними переходами, як показано на рис. 1.4.2.2.

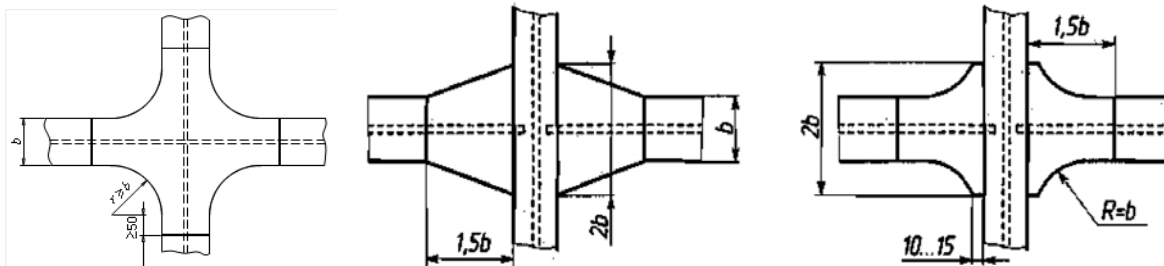


Рис. 1.4.2.2

1.4.2.3 Пояски книць та бракет, встановлених для підкріплення рамних балок (у тому числі поздовжніх фундаментних балок), не повинні приварюватися до поясків останніх.

1.4.2.4 Пояски поздовжніх фундаментних балок не рекомендується приварювати до обшивки поперечних перегородок або до настилу подвійного дна.

1.4.2.5 У вузлах проходу балок через проникні конструкції приварювання поясків балок до кромок вирізів не допускається.

1.4.3 Кутові (таврові) шви

1.4.3.1 Типи швів кутових (таврових) з'єднань конструкцій корпусів суден наведені в табл. 1.4.3.1-1.

Таблиця 1.4.3.1-1

Вид шва	Позначення	Ескіз шва
1. Двосторонній безперервний	ДК	
2. Односторонній безперервний	ОК	
3. Односторонній переривчастий	К-а/t	
4. Шаховий переривчастий	К-аZt	
5. Точковий односторонній	Т-б/t	
Позначення: Д – двосторонній; О – односторонній; Т – точковий; К – катет шва, мм; а – довжина провару, мм; t – крок, мм; b – ширина точки, мм.		

Конструктивні елементи швів кутових (таврових) з'єднань сталевих конструкцій без скосу кромки слід призначати по табл. 1.4.3.1-2, в якій коефіцієнт міцності, що відповідає номеру шва, є співвідношенням сумарної розрахункової товщини безперервного шва до товщини більш тонкого з листів, що з'єднуються. Розрахункова товщина шва приймається рівною 0,7 катета шва. Для переривчатих і точкових швів наведено коефіцієнт міцності безперервних швів, рівних з ними за міцністю.

Таблиця 1.4.3.1-2

Товщина тоншого з листів, що з'єднуються, мм	Номер шва				
	1	2	3	4	5
	Коефіцієнт міцності				
	1	0,75	0,50	0,35	0,20
3,0 і 3,5	Д3	Д2	О3	3-50/100 або Т- 10/40	3-50/100 або Т-10/50
4,0 і 4,5	Д3	Д3	О4	О3	4-75/200 або Т-10/50
5 і 5,5	Д4	Д4	О4	О3	4-75/200 або Т- 10/40
6 і 7	Д5	Д4	Д3,5	4-75 Z 150	4-75 Z 300
8 і 9	Д6	Д5	Д4	5-75 Z 150	4-75 Z 200
10	Д7	Д6	Д5	6-75 Z 150	5-75 Z 200
12	Д9	Д6	Д5	6-75 Z 150	5-75 Z 200

Примітка: Катети швів 5мм і більше, що виконуються автоматичним і напівавтоматичним зварюванням під шаром флюсу або у вуглекислому газі, допускається зменшувати на 1мм.

1.4.3.2 Вказані в табл. 1.4.3.1-2 шви за узгодженням з Регістром можуть бути замінені швами, рівними з ними за міцністю, іншого характеру з іншими розмірами конструктивних елементів.

1.4.3.3 Номери швів кутових (таврових) з'єднань для елементів корпусів суден залежно від району плавання призначають по табл. 1.4.3.3.

Таблиця 1.4.3.3

Елементи корпусу, які зварюються	№ шва по табл. 1.4.3.1-2, райони плавання	
	В1	В2-В4
Днищовий набір		
1. Стінки кільсонів, флорів і стрингерів до зовнішньої обшивки, крім указаних в 3 і 5	3	4
2. Стінки кільсонів, флорів до вільних поясків або до настилу подвійного дна, крім указаних в 3 ÷ 5	4	4
3. Стінки кільсонів, флорів до вільних поясків, настилу подвійного дна і зовнішньої обшивки в машинних відділеннях в районі фундаментів	2	3
4. Стінки кільсонів, флорів до настилу подвійного дна суховантажних суден, завантаження і розвантаження яких проводять рейферами	3	3
5. Стінки водонепроникних флорів і кільсонів до зовнішньої обшивки і до настилу подвійного дна	2	2
6. Стінки флорів і кільсонів/стрингерів один до одного і до перегородок	2	2
7. Основний набір до зовнішньої обшивки в машинному відділенні, а також на 0,2 довжини судна в кінцевих частинах корпусу	3	3
8. Основний набір до зовнішньої обшивки в районах, крім указанного в 7	5	5
9. Основний набір до настилу другого дна суховантажних суден, завантаження і розвантаження яких проводять рейферами	3	3
10. Основний набір до настилу подвійного дна для суден, крім указанного в 9	4	4
11. Настил подвійного дна до зовнішньої обшивки і до внутрішнього борту	2	2
Набір палуб і платформ		
16. Набір палуби до палубного настилу в районах встановлення опорних барабанів на плавучих кранах	1	1
17. Набір палуби до палубного настилу на суднах-площадках	2	2
18. Набір палуби до палубного настилу на суднах, крім указанного в 17	5	5
19. Стінки рамного набору до їхніх поясків	4	4
20. Стінки рамних бімсів і карлінгсів один до одного, до бортової обшивки і до перегородок	2	2
21. Комінгси люків до палуби і до бімсів	2	2
Перегородки		
22. Перегородки форпіка, ахтерпіка і перегородки цистерн для води і нафти до зовнішньої обшивки і до палуби	2	2
23. Водонепроникні перегородки, крім указаних в 22 , до зовнішньої обшивки, настилу подвійного дна і до настилу палуби	2	2
24. Стінки рамного набору до їхніх поясків і до листів перегородок	4	4

Закінчення табл. 1.4.3.3

Елементи корпусу, які зварюються	№ шва по табл. 1.4.3.1-2, райони плавання	
	B1	B2÷B4
25. Стінки рамного набору перегородок одна до одної і до днищового, бортового і палубного набору	2	2
26. Поздовжні перегородки до поперечних перегородок	2	2
27. Основний набір перегородок до їхньої обшивки	5	5
Палуби, платформи і надбудови		
28. Палубні стрингери верхніх розрахункових палуб до зовнішньої обшивки	1	1
29. Палубні стрингери палуб, крім указаних в 28, і платформи до зовнішньої обшивки	2	2
30. Пілерси до поясів рамного набору і подвійного дна	2	2
31. Зовнішні стінки рубок і надбудов до палуби	3	3
32. Набір надбудов і рубок до їх стінок	5	5
33. Перегородки надбудов і рубок до палуби	4	4
Книці, підкріплення рамного набору		
34. Книці до набору і до листових елементів	2	2
35. Пояски книць до стінок книць	2	3
36. Підкріплюючі ребра жорсткості і обичайки, що окантовують вирізи до стінок рамного набору	4	5
Фундаменти		
37. Стінки, бракети і книці фундаментів двигунів внутрішнього згоряння одна до одної, до зовнішньої обшивки, до настилу подвійного дна і до опорних поясів	1	1
38. Стінки, бракети і книці фундаментів, крім вказаних в п. 37, до зовнішньої обшивки, до настилу подвійного дна і до опорних поясів	2	2
39. Пояски бракет і книць до їх стінок	2	3

1.4.3.4 Односторонні переривчасті кутові (таврові) шви допускається виконувати в з'єднаннях з товщиною деталей до 5мм.

1.4.3.5 У переривчастих кутових (таврових) швах довжина l повинна бути не менше 50мм, а крок t не повинен перевищувати 150мм. Товщина такого шва не повинна перевищувати 0,6 товщини листа при $s \geq 6$ мм і 0,7 товщини листа при $s < 6$ мм.

1.4.3.6 Для приварювання набору нафтоналивних суден допускається застосовувати тільки двосторонні безперервні таврові шви і гребінчасті шви.

1.4.3.7 В кутових (таврових) з'єднаннях корпусних конструкцій, що піддаються дії значних ударних і змінних навантажень (наприклад, фундаменти під двигуни внутрішнього згоряння), кромки стінок, що примикають, товщиною більше 8мм повинні мати двосторонній або односторонній скіс, а зварні шви повинні мати в перерізі увігнуту форму з плавним переходом до поверхні листів, що зварюються (див. рис. 1.4.3.7).

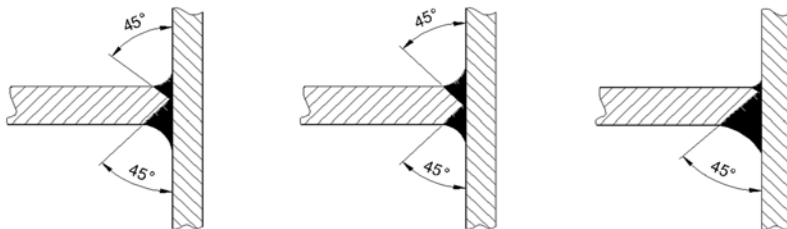


Рис. 1.4.3.7

1.4.3.8 На буксирах-штовхачах і суднах, яких штовхають, приварювати набір до зовнішньої обшивки і до палуби в районі зчіпних пристроїв слід безперервними швами. Шви кутових (таврових) з'єднань конструкцій зчіпних пристроїв і упорів повинні бути безперервними двосторонніми.

1.4.3.9 Для таврових з'єднань, що працюють на відрив, повинен застосовуватися шов №1 згідно

до табл. 1.4.3.1-2, що забезпечує рівномірність зі стінкою, що приварюється (на зріз та відрив).

1.4.3.10 Вільні кінці стінок балок і ребер при односторонньому приварюванні повинні бути обварені навколо з переходом шва на іншу сторону на довжину не менше 30мм.

Стінки, на кромках яких виконані вирізи довжиною більше 20мм, повинні бути приварені двостороннім швом по обидві сторони від вирізу на довжині, що дорівнює довжині застосованого переривчастого шва (див. рис. 1.4.3.10).

При застосуванні одностороннього таврового шва, кромки вирізу повинні бути обварені навколо з переходом на іншій бік стінки набору чи перегородок біля вирізу не менше ніж на 30мм.

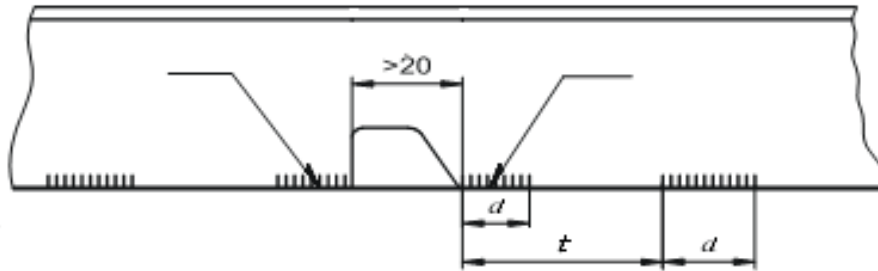


Рис. 1.4.3.10

1.4.3.11 Застосування точкових швів, вказаних в табл. 1.4.3.1-2, не допускається в районі корпусу судна нижче максимальної осадки, а також в районах дії місцевого вібраційного і ударного навантажень (в районах машинного відділення, гребних гвинтів, льодових підкріплень, носової кінцевої частини).

1.4.3.12 Приварювання основного набору до стінок рамного набору, обшивки проникних і легких перегородок та платформ при проході його крізь вирізи і за відсутності книць (планок, ребер жорсткості) виконують швом №2 за табл. 1.4.3.1-2.

1.4.3.13 Кінці балок рамного набору (стінки і вільні пояски), не закріплені кницями, повинні приварюватися швом №2 за табл. 1.4.3.1-2 на довжині, що дорівнює висоті профілю балки.

Для розрізних балок рамного набору під кінцями слід розуміти ділянки, що примикають до перехресних в'язей (бортів, перегородок, рамного набору в площині розкисних ферм) які є для цих балок жорсткими опорами.

Кінці балок основного набору, не закріплені кницями, повинні приварюватися швом №2 за табл. 1.4.3.1-2 на довжині, що дорівнює подвоєній висоті профілю балки (див. рис. 1.4.3.13).

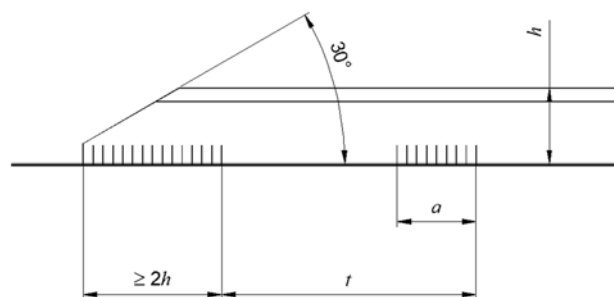


Рис. 1.4.3.13

1.4.3.14 На ділянках балок, закріплених кницями (на відстані a і a' від опори до зовнішньої кромки книці (див. рис. 1.4.3.14), стінки балок повинні приварюватися до поясків і листів обшивки швами, номери яких призначаються рівними номерам швів приварювання книць.

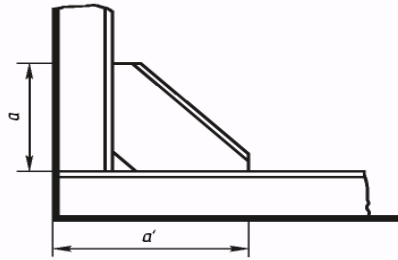


Рис. 1.4.3.14

1.4.3.15 Фланці стаканів у водонепроникних перегородках повинні приварюватися до них з двох сторін безперервними швами.

1.4.3.16 Інші вимоги щодо зварних з'єднань викладені в частині XIV «Зварювання» Правил класифікації та побудови морських суден.

1.4.4 Зварювання внапуск

1.4.4.1 Зварні з'єднання, виконані внапуск, допускається використовувати для корпусних конструкцій, за винятком:

- конструкцій танків і цистерн, призначених для перевезення чи зберігання небезпечних рідин і газів;
- конструкцій у районі інтенсивної вібрації, вказаних в **1.3.1.7**, з палубним перекриттям машинного відділення;
- конструкцій в районі фундаментів допоміжних двигунів (агрегатів) на несамохідних судах та технологічного устаткування суден технічного флоту;
- рамного набору, за винятком зварювання внапуск для з'єднання кінців основних шпангоутів одинарного борту з кінцями бімсів і флорів [див. приклад на рис. 2.3.3.1 в), г)], з'єднання елементів бракетних флорів подвійного дна і шпангоутних рам подвійного борту (див. приклад на рис. 2.9.1.4.1), а також з'єднання елементів шпангоутних рам суден – площадок (див. приклад на рис. 3.3.2.3-1 і рис. 3.3.2.3-2);
- поздовжнього рамного набору і поздовжніх перегородок у районі упорів штовхачів і суден, яких штовхають;
- районів, що сприймають значні зосереджені навантаження;
- елементів конструкцій, що знаходяться під дією значних зусиль (на межі допустимих напружень), а також в'язей, в яких у процесі експлуатації може створюватися перевантаження.

1.4.4.2 До розташування зварних швів, виконаних внапуск, застосовні вимоги вимоги **1.4.1.1** ÷ **1.4.1.2**.

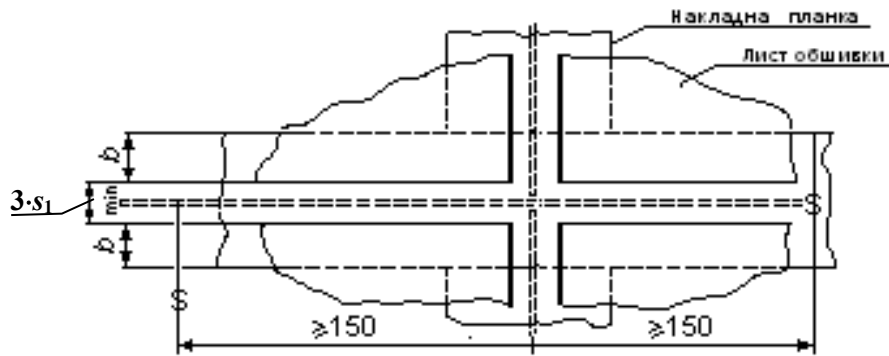
1.4.4.3 Перекриття деталей при з'єднанні внапуск b повинно бути не менше, мм:

$$b = 1,5s + 20, \quad (1.4.4.3-1)$$

де: s – менша з товщин деталей в з'єднанні, мм.

1.4.4.4 З'єднання внапуск корпусних конструкцій повинно бути виконане по периметру безперервним кутовим швом по обидва боки таким чином, щоб вони утворювали замкнуті контури. Коефіцієнт міцності зварного кутового шва повинний складати на нижче $\alpha = 0,4$.

1.4.4.5 Стики і пази зовнішньої обшивки, обшивки внутрішніх бортів і настилу подвійного дна допускається з'єднувати зварюванням на накладній планці, товщина якої повинна бути не менше товщини більш товстого з листів обшивки, що з'єднуються. Планка повинна розташовуватися на внутрішній стороні обшивки. Кромки листів обшивки при цьому повинні бути розташовані по можливості на одній лінії (див. рис. 1.4.4.5). Відстань між кромками листів повинна бути не менше $3 \cdot s_1$, де s_1 — більша з товщин деталей, що зварюються, мм.



Перекриття деталей при з'єднанні внапуск b див. 1.4.4.3.

Рис. 1.4.4.5

1.4.4.6 Накладна планка, указана в 1.4.4.5, для стиків обшивки повинна бути з'єднана з листом поперечної перегородки чи поперечної рами, для пазів обшивки повинна бути з'єднана з листом внутрішнього дна, бортового стрингера чи платформи. Допускається використання прокатних профілів, як накладних планок (див. рис. 1.4.4.6). При цьому розмір полиці профілю повинен задовольняти вимогам 1.4.4.5.

З'єднання стінки рамного набору чи листа перегородки з накладною планкою зовнішньої або внутрішньої обшивки повинно розташовуватися між двома внутрішніми швами з'єднання на планці див. рис. 1.4.4.6 б).

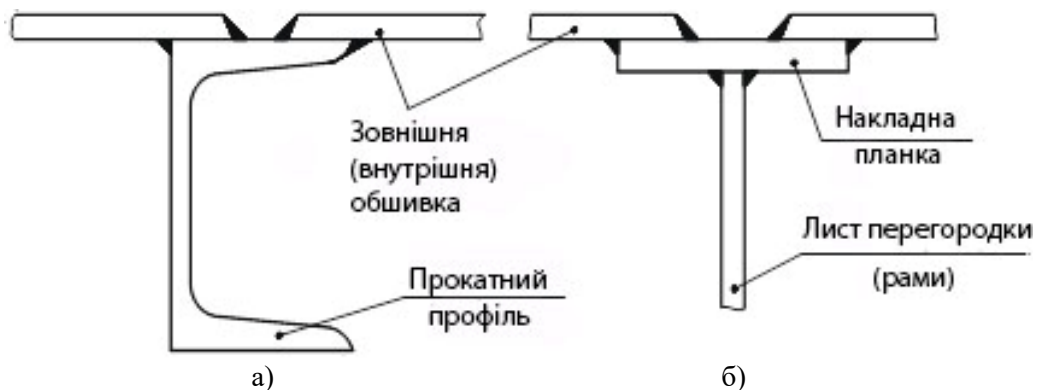


Рис. 1.4.4.6

1.4.4.7 Виконання скулового з'єднання листів обшивки днища і борта внапуск на профілі з косинця, як накладній планці, допускається тільки за узгодженням з Регістром.

1.4.4.8 Не допускається виконувати стики листів стінок і поясків рамного набору на відстані меншій за 150мм від відповідних крамок листів обшивки, з'єднаних зварюванням внапуск (див. рис.1.4.4.8).

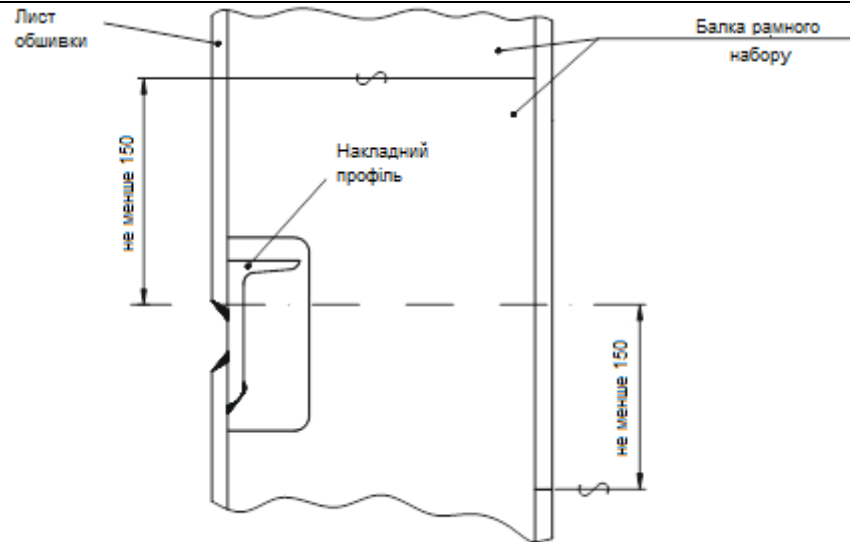


Рис.1.4.4.8

1.4.4.9 Зварні з'єднання, зварювальні матеріали, методи зварювання, контролю і випробувань зварних з'єднань повинні відповідати вимогам частини XIV «Зварювання» Правил класифікації та побудови морських суден.

2 ЕЛЕМЕНТИ КОНСТРУКЦІЇ КОРПУСУ

2.1 ЗОВНІШНЯ ОБШИВКА

2.1.1 Обшивка днища

2.1.1.1 При поперечній системі набору днища товщина листів обшивки днища s повинна бути не менше визначеної за формулами, мм:

.1 На вантажних несамохідних суднах:

$$s = 1,4 \cdot k \cdot a \cdot \sqrt{L \cdot (d + 0,3 \cdot h_{XB})} / D \quad (2.1.1.1.1)$$

де: $k = 1$ по всій довжині судна при послідовності завантаження «В» і для кінцевих частин судна при послідовності завантаження «А»;

$k = (0,35 + c_b)$, але не менше 1, при послідовності завантаження «А» у межах $0,5L$ в середній частині судна;

a – відстань між флорами, але не менше 0,5м;

c_b – коефіцієнт загальної повноти судна;

h_{XB} – висота хвиль 5% забезпеченості в зонах експлуатації (згідно з **2.2.5.6.2.1.1** частини I «Класифікація»

Правил класифікації та побудови суден): зона **1** – 2,0м, зона **2** – 1,2м, зона **3** – 0,6м і зона **4** – 0,3м;

d - осадка судна, м;

D - висота борта судна, м;

L - довжина судна, м.

Примітка. Враховуючи класифікацію басейнів внутрішніх водних шляхів України, крім річки Дунай, залежно від нормативної висоти хвилі 1% забезпеченості, для судна, призначеного для плавання тільки в цих басейнах (без річки Дунай та інших європейських внутрішніх водних шляхів) у виразі « $1,24h_{XB}$ » у формулах тексту цієї частини Правил коефіцієнт 1,24 може не враховуватися. При цьому обмеження умов експлуатації за хвилюванням призначаються для $h_{1\%}$.

.2 На вантажних самохідних суднах у межах $0,5L$ в середній частині судна:

$$s = 1,5 \cdot k \cdot a \cdot \sqrt{(L + N_e/L)(d + 0,3 \cdot h_{XB})} / D \quad (2.1.1.1.2)$$

де: a, k, h_{XB}, d, D, L – див. **.1**;

N_e – сумарна потужність головних двигунів за специфікацією, кВт.

Поза зазначеним районом, у напрямку до кінцевих частин судна товщина листів може поступово зменшуватися по 1мм до товщини, що визначається за формулою в **.1**.

.3 На пасажирських суднах у межах $0,5L$ в середній частині судна:

$$s = 1,3 \cdot a \cdot \sqrt{(L + N_e/L) \cdot (d + h_{XB})} / D \quad (2.1.1.1.3)$$

де: a, N_e, h_{XB}, d, D, L визначаються в **.1** і **.2**.

.4 На буксирах і суднах технічного флоту в межах $0,5L$ в середній частині судна:

$$s = 1,7 \cdot a \cdot \sqrt{(L + N_e/L) \cdot (d + 0,3 \cdot h_{XB})} / D \quad (2.1.1.1.4)$$

де: a, N_e, h_{XB}, d, D, L визначаються в **.1** і **.2**.

.5 На штовхачах по всій довжині судна:

$$s = 1,8 \cdot a \cdot \sqrt{(L + N_e/L) \cdot (d + 0,3 \cdot h_{хв})} / D \quad (2.1.1.1.5)$$

де: a , N_e , $h_{хв}$, d , D , L визначаються в .1 і .2.

.6 Визначена згідно з .3 і .4 товщина обшивки днища в середній частині судна повинна бути не менше, відповідно, мм:

для пасажирських суден -

$$s = 3,25 + 0,025L \quad (2.1.1.1.6-1)$$

для буксирів і суден технічного флоту -

$$s = 1,7a\sqrt{L} + 0,5 \quad (2.1.1.1.6-2)$$

де: a – шпация флорів або поздовжніх балок днища, м;
 L - довжина судна, м.

Шпация a не повинна прийматися менше 0,5м.

2.1.1.2 На пасажирських судах, буксирах і судах технічного флоту поза середньою частиною товщина листів обшивки днища, визначена в **2.1.1.1**, може поступово зменшуватися до товщини, що дорівнює, мм:

$$s_0 = 5,5a\sqrt{d + 0,5h_{хв}} \quad (2.1.1.2)$$

де: a , $h_{хв}$, d – див. **2.1.1.1**.

Якщо товщина $s_0 > s$, визначеної згідно з **2.1.1.1**, товщина всіх листів днища по всій довжині судна повинна дорівнювати товщині s_0 , але не менше 3мм, а на нафтоналивних судах не менше 5мм.

2.1.1.3 Якщо по днищу встановлені кільсони відповідно до вимог **2.2.4**, товщина s , визначена за формулами, зазначеними в **2.1.1.1**, може бути зменшена на 6% при встановлених трьох кільсонах і додатково на 3% при встановленні кожного наступного кільсона.

2.1.1.4 При поздовжній системі набору днища товщина обшивки днища, визначена згідно з **2.1.1.1**, може бути зменшена на 30%. При цьому у формулах значення a приймається рівним шпация поздовжніх днищевих балок.

2.1.1.5 На всіх типах суден і при будь-якій системі набору товщина днищевої обшивки не повинна бути меншою за s_0 , що визначена згідно з **2.1.1.2**, але в будь-якому випадку не менше 3мм.

2.1.2 Місцеве потовщення обшивки днища

2.1.2.1 Товщина обшивки днища вантажних суден, за винятком барж, яких штовхають, на довжині, що дорівнює відстані від форштевня до перерізу, що розташовується на 1м далі в корму за перегородку форпіка, повинна бути збільшена не менше ніж на 1мм порівняно з товщиною, яка вимагається згідно з **2.1.1.1** і **2.1.1.3** або **2.1.1.4**.

Якщо перед вантажним трюмом розташовується підпалубне житлове приміщення, указане потовщення обшивки повинно продовжуватися до кормової перегородки такого приміщення.

2.1.2.2 Товщина s листів обшивки днища, що з'єднуються з фундаментами під головні двигуни, повинна бути не менше визначеної за формулою, мм:

$$s = 0,8\sqrt{L} \left(1 + \frac{16,3N_1}{nL} \right) \quad (2.1.2.2)$$

але не менше товщини суміжних листів,

де: N_1 – потужність одного головного двигуна за специфікацією, кВт;
 n – число обертів двигуна, об/хв.

2.1.2.3 Кільовий пояс

Судна з кілеватістю без брускового кіля повинні мати кільовий пояс обшивки днища. Ширина поясу повинна бути не менша $0,1B$. Товщина кільового поясу повинна бути збільшена на 2мм відносно товщини, необхідної для обшивки днища відповідно до **2.1.1**.

2.1.3 Скулові листи

2.1.3.1 Товщина скулових листів s вантажного судна повинна бути не менше визначеної за формулою, мм:

$$s = 1,15\sqrt{L} \quad (2.1.3.1)$$

але не менше товщини суміжних листів обшивки днища чи борту, залежно від того, що більше.

2.1.3.2 Товщина скулових листів на суднах, інших ніж вантажні, повинна перевищувати не менше ніж на 1мм товщину суміжних листів обшивки днища чи борту, залежно від того, що більше.

2.1.3.3 За межами циліндричної вставки корпусу судна товщина скулових листів може бути зменшена до фактично прийнятої товщини обшивки днища.

2.1.3.4 Обидві кромки скулового поясу повинні переходити за межі заокруглення не менше ніж на 100мм. У будь-якому випадку верхня кромка скулового поясу повинна бути на 60мм вище верхньої кромки флорів.

2.1.4 Обшивка бортів

2.1.4.1 Товщина обшивки борта s вантажного судна повинна бути не менше визначеної за формулою, мм:

$$s = 1,55a\sqrt{L} \quad (2.1.4.1)$$

але не більше товщини обшивки днища у відповідному районі.

На суднах інших типів товщина обшивки борта повинна дорівнювати товщині обшивки днища у відповідному районі.

У районі якірних ключів товщина обшивки борту повинна бути збільшена на 50%.

2.1.4.2 Ширина ширстрека в середній частині судна або в межах вантажних трюмів вантажного судна повинна бути не менше визначеної за формулою:

$$b_{ш} = 0,1D \quad (2.1.4.2-1)$$

Товщина ширстрека s повинна бути не менше визначеної за формулою, мм:

$$s = 2,8a\sqrt{L} \quad (2.1.4.2-2)$$

Товщина ширстрека в середній частині судна повинна бути не менша за товщину суміжних листів обшивки борту або палубного стрингера, залежно від того, що більше.

За указаними межами товщина ширстрека може поступово зменшуватися до товщини бортової обшивки.

2.2 НАБІР ДНИЩА НА СУДНАХ БЕЗ ПОДВІЙНОГО ДНА І В РАЙОНАХ, ДЕ ПОДВІЙНЕ ДНО ВІДСУТНЄ

2.2.1 Суцільні флори

2.2.1.1 При поперечній системі набору днища суцільні флори повинні встановлюватися відповідно до розташування шпангоутів (згідно з **2.3.1.1**), тобто на кожному шпангоуті в машинному відділенні та у піках, а також у трюмах суден, призначених для перевезення руди і важких вантажів. В інших відсіках суцільні флори повинні встановлюватися, принаймні, на кожному четвертому шпангоуті. Між суцільними флорами повинні бути встановлені днищеві шпангоути основного набору відповідно до **2.2.2**.

2.2.1.2 При поздовжній системі набору днища суцільні флори повинні встановлюватися відповідно до розташування рамних шпангоутів борта згідно з **2.3.1.2**, принаймні, на кожному четвертому шпангоуті. При цьому відстань між суцільними флорами або від поперечної перегородки до флора не повинна перевищувати 2,4м.

2.2.1.3 Момент опору суцільних флорів у вантажному трюмі W при способі навантаження «А» повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = 4,4 \cdot k \cdot a_1 \cdot B_1^2 \cdot (d + 0,5 \cdot h_{\text{хв}}) \quad (2.2.1.3)$$

де: a_1 – відстань між суцільними флорами, м;

$h_{\text{хв}}$ – розрахункова висота хвилі згідно з 2.1.1.1.1, м;

B_1 – прогін суцільного флора, виміряний між його опорами, але не менший $0,5B$, м. Опорами для суцільного флора вважаються борти корпусу судна, поздовжні перегородки, а також внутрішні борти, якщо вони виконані відповідно до вимог 2.9.2;

k – коефіцієнт, що дорівнює:

$k = 1,2$ при поздовжній системі набору днища і бортів;

$k = 1,6$ при поперечній або поздовжній системі набору днища і поперечній системі бортового набору;

$k = 1,75$ при поперечній системі набору днища і поздовжній системі бортового набору;

$k = 2,0$ при поздовжній системі набору днища і бортів на судах, призначених для перевезення руди і важких вантажів;

$k = 3,0$ при поперечній або поздовжній системі набору днища і поперечній або поздовжній системі набору борта на судах, призначених для перевезення руди і важких вантажів.

При способі навантаження «В» момент опору W , який розраховується за формулою (2.2.1.3), може бути зменшений на 20%.

Важкий вантаж – вантаж, вага одного місця якого перевищує 0,5т, або 1т ваги якого займає менше 2м³.

2.2.1.4 Момент інерції суцільних флорів у вантажному трюмі I_p , при поздовжній системі набору днища повинен бути не менше, см⁴:

$$I_p = 0,145 I_v n \left(\frac{B_1}{a_1} \right)^3 \quad (2.2.1.4)$$

де: I_v – момент інерції поздовжньої балки днища з приєднаним пояском, см²;

n – кількість поздовжніх балок днища, що перетинають прогін B_1 ;

a_1, B_1 – визначаються згідно з 2.2.1.3.

2.2.1.5 За наявності кільсонів, виконаних відповідно до 2.2.4.5, момент опору суцільних флорів у вантажному трюмі, що вимагається у 2.2.1.3, може бути зменшений помноженням його на коефіцієнт k_1 , що визначається за формулою:

$$k_1 = k_0 \left[1 + 0,25 \left(\frac{I_p}{I_n} - 0,83 \right) \right] \quad (2.2.1.5)$$

де: I_p – момент інерції флора, см⁴;

I_n – момент інерції кільсона, см⁴;

k_0 – коефіцієнт, визначений за графіком 2.2.1.5 залежно від l / B_1 ;

l – прогін кільсона, виміряний між перегородками, м;

B_1 – визначається згідно з 2.2.1.3.

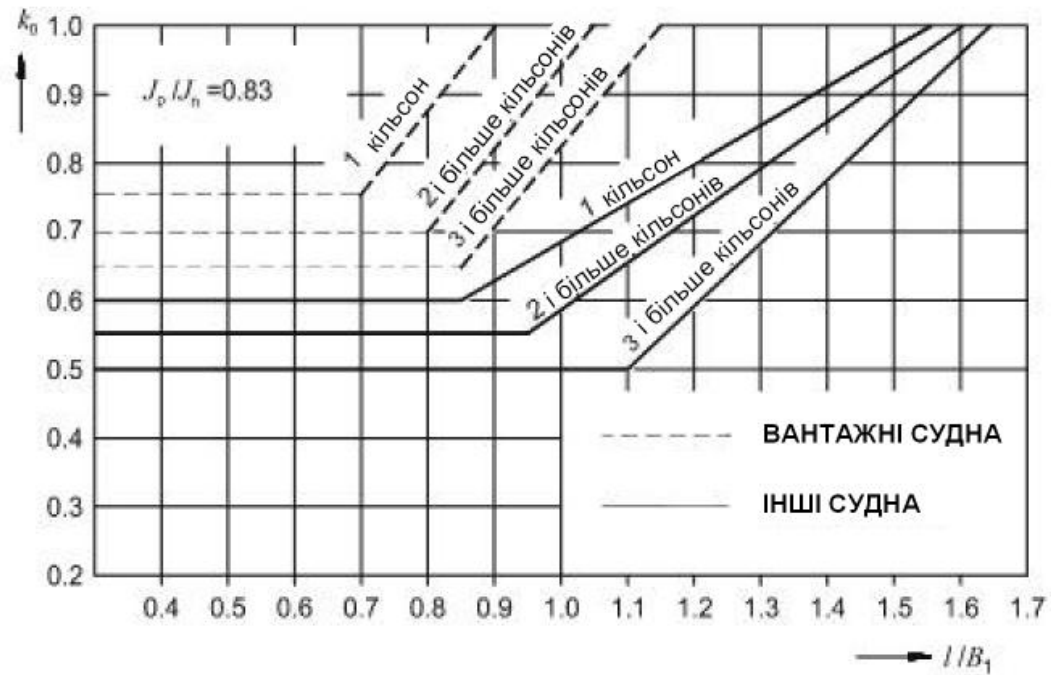


Рис. 2.2.1.5

2.2.1.6 У суден, що мають кільватість днища, висота флора у вантажному трюмі повинна бути збільшена в районі ДП на 1/3 висоти кільватості, виміряної біля борта. Біля бортів висота стінки флора повинна бути не менше подвійної висоти бортового шпангоута.

2.2.1.7 На судах із широким розкриттям палуби суцільні флори у вантажному трюмі повинні бути посиленої конструкції (див. 3.4.5).

2.2.1.8 Момент опору суцільних флорів в машинному відділенні W повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = 6,5 \cdot a \cdot d \cdot B^2 + 20 \tag{2.2.1.8}$$

Флори повинні бути виконані зі зварних таврових профілів. Висота флора в місці вирізу під двигун повинна бути якомога більшою, а момент опору флора в цьому перерізі повинен складати не менше 75% визначеного за формулою (2.2.1.8). Поясок флора повинен бути підкріплений кницями, встановленими по кутах злому вільного пояска (див. рис. 2.2.1.8).

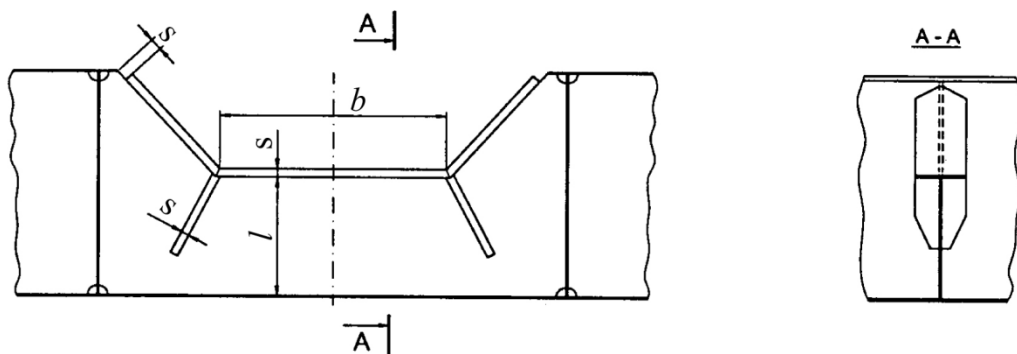


Рис. 2.2.1.8

2.2.1.9 В тому випадку, коли по всій довжині машинного відділення розташовані кільсони в кількості 4 і більше, які є фундаментами головних двигунів з пружним встановленням, допускається момент опору флорів, отриманий за формулою (2.2.1.8), знизити на 20% у випадку, якщо співвідношення довжини до ширини машинного відділення складає 1 і менше.

2.2.1.10 Товщина стінок флорів у форпіку і ахтерпіку повинна бути $0,8\sqrt{L}$, але не менше 4мм. Момент опору цих флорів повинен бути не менше визначеного для флорів вантажних трюмів згідно з формулою (2.2.1.3) з використанням $k = 1,6$.

В ахтерпіках самохідних суден з гострими обводами корми флори повинні бути, по можливості, виведені поверх дейдвудної труби.

2.2.1.11 Для суден зон плавання **В3** і **В4** виконання вимоги **2.2.1.10** не є обов'язковим; при цьому суцільні флори в піках можуть мати такі ж розміри, як і суцільні флори в середній частині судна.

2.2.1.12 Момент опору суцільних флорів W в інших відсіках, не вказаних в **2.2.1.3**, **2.2.1.8** і **2.2.1.10**, повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = k \cdot k_1 \cdot a_1 \cdot (d + 0,5 \cdot h_{\text{хв}}) \cdot B_1^2 \quad (2.2.1.12)$$

де: $k = 4,5$ – при поздовжній системі набору днища;

$k = 6,0$ – при поперечній системі набору днища;

k_1 – визначається згідно з **2.2.1.5**;

$a_1, h_{\text{хв}}, B_1$ – визначаються згідно з **2.2.1.3**.

2.2.1.13 Флори, що з'єднуються з рамними шпангоутами борта, розташованими згідно з **2.3.6.1**, повинні бути виконані зі зварного таврового профілю. Площа поперечного перерізу їх вільного пояса повинна бути, в цьому випадку, не меншою за двократну площу поперечного перерізу пояса суцільного флора. Підсилення суцільних флорів, що мають прогін 2м і менше та з'єднуються з рамними шпангоутами борта, не потрібне.

2.2.2 Днищеві шпангоути

2.2.2.1 Момент опору днищевих шпангоутів W , розташованих між суцільними флорами, повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = 5,5 \cdot a \cdot c^2 \cdot (d + 0,5 \cdot 1,24 h_{\text{хв}}) \quad (2.2.2.1)$$

де: a – шпация, м;

c – найбільша відстань між кільсонами або між кільсоном і поздовжньою перегородкою (бортом), м;

d – максимальна осадка судна в цьому перетині корпусу, м;

$h_{\text{хв}}$ – розрахункова висота хвилі згідно з **2.1.1.1.1**, м.

2.2.2.2 Момент інерції днищевих шпангоутів I повинен бути не менше визначеного за формулою, см⁴:

$$I = 3 \left[2 - \frac{a}{a_p - a} \right] \left(\frac{s}{a} \right)^3 c^4 \quad (2.2.2.2)$$

де: a, c – визначаються згідно з **2.2.2.1**;

s – товщина обшивки днища, см;

a_p – відстань між флорами, м.

2.2.2.3 На суднах прямокутної понтонної форми в межах форпіка між суцільними флорами повинні бути встановлені проміжні днищеві шпангоути з моментом опору, що дорівнює 60% моменту опору бортових шпангоутів згідно з **2.3.2**, але не менше 6см³.

2.2.3 Поздовжні балки днища

2.2.3.1 Поздовжню систему набору днища рекомендується застосовувати у всіх відсіках судна, за винятком машинного відділення і ахтерпіка самохідних суден. Шпация поздовжніх балок днища не повинна перевищувати 0,60м.

2.2.3.2 Якщо скула має радіус заокруглення більше 500мм і бортовий набір виконаний по поздовжній системі, то, принаймні, одна поздовжня балка повинна бути розташована в районі заокруглення скули.

2.2.3.3 На суховантажних суднах, крім указаних в **2.2.3.5**, момент опору поздовжніх балок днища W , що сприймають навантаження від вантажу, повинен бути не менше визначеного за формулами, см^3 :

при послідовності завантаження "А"

$$W = 1,8a \left(D + d + \frac{L}{40} \right) l^2 \quad (2.2.3.3-1)$$

при послідовності завантаження "В"

$$W = 1,3a \left(D + d + \frac{L}{30} \right) l^2, \quad (2.2.3.3-2)$$

де: a – шпация (відстань між поздовжніми балками днища), м;

l – прогін поздовжніх балок, включаючи кріплення їх кінців, м.

Опорами поздовжніх балок вважаються поперечні перегородки і суцільні флори.

2.2.3.4 На суховантажних суднах момент опору поздовжніх балок днища W , що не мають навантаження від вантажу, повинен бути не менше визначеного за формулою, см^3 :

$$W = 5,2a \left(d + 0,5h_{\text{хв}} + \frac{L}{80} \right) l^2 \quad (2.2.3.4)$$

де l – визначається згідно з **2.2.3.3**.

2.2.3.5 На вантажних суднах, призначених для перевезення руди або інших важких вантажів, момент опору поздовжніх балок днища W , що сприймають навантаження від вантажу, повинен бути не менше визначеного за формулами, см^3 :

при послідовності завантаження «А» -

$$W = 3a \left(D + d + \frac{L}{70} \right) l^2 \quad (2.2.3.5-1)$$

при послідовності завантаження «В» -

$$W = 2,1a \left(D + d + \frac{L}{50} \right) l^2 \quad (2.2.3.5-2)$$

де: l – визначається згідно з **2.2.3.3**.

2.2.3.6 На інших суднах, не вказаних вище, момент опору поздовжніх балок днища W повинен бути не менше визначеного за формулою, см^3 :

$$W = 5,2a \left(d + 0,5h_{\text{хв}} + \frac{L}{200} \right) l^2 \quad (2.2.3.6)$$

де: l – визначається згідно з **2.2.3.3**.

2.2.3.7 Гнучкість поздовжньої балки днища повинна задовольняти умові:

$$\lambda = \frac{100l}{\sqrt{I_v/f_e}} \leq 100 \quad (2.2.3.7)$$

де: f_e – площа поперечного перерізу поздовжньої балки з приєднаним пояском, см²;

I_v – момент інерції поздовжньої балки, см⁴;

l – прогін поздовжньої балки, включаючи кріплення її кінців, м.

2.2.3.8 Поздовжні балки днища повинні проходити безперервно від однієї поперечної перегородки до іншої. З'єднання їх з суцільними флорами повинно виконуватись відповідно до 1.3.2.1.

2.2.3.9 Поздовжні балки днища, перервані біля поперечних водонепроникних перегородок, повинні бути приєднані до перегородки за допомогою книць, розміри яких визначаються згідно з 1.3.5 та рис. 2.2.3.9.

Відстань кінців поздовжніх балок від обшивки перегородки не повинна перевищувати 20мм (див. також рис. 2.2.3.9).

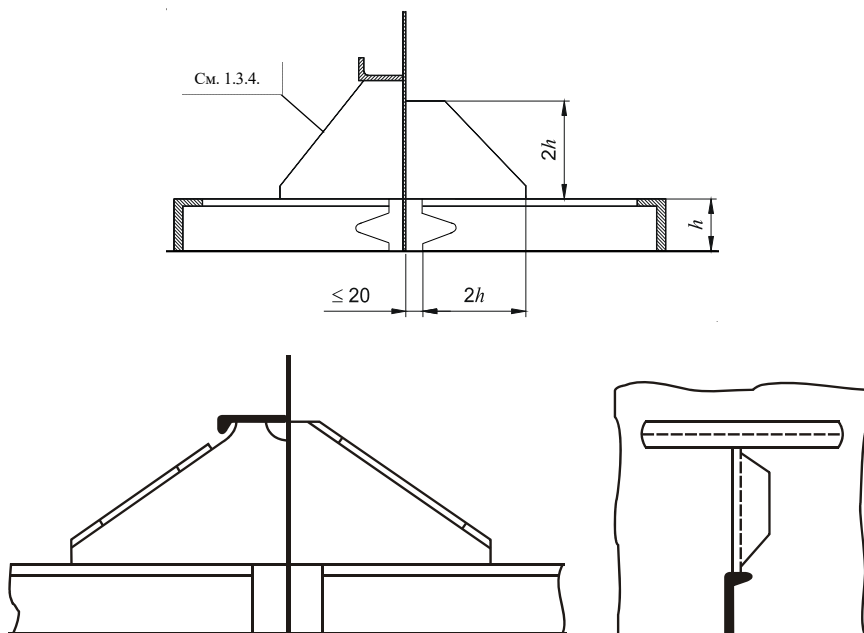


Рис. 2.2.3.9

2.2.3.10 Поздовжні балки днища великої висоти можуть не приєднуватися до перегородки вертикальними кницями в тому випадку, якщо їх фланець чи поясок проходить крізь перегородку або кріпиться до перегородки горизонтальними кницями, ширина яких дорівнює дворовій ширині фланця (пояска), а стінка приварюється до перегородки швом згідно з 1 і 2 табл. 1.4.3.3.

2.2.4 Кільсони, днищеві стрингери і вертикальний кіль

2.2.4.1 На всіх самохідних вантажних суднах, на несамохідних вантажних суднах при послідовності завантаження «А», незалежно від системи набору днища і на всіх суднах з набором днища з переміжних суцільних флорів і днищевих шпангоутів, повинні бути встановлені кільсони в такій кількості, щоб відстань між ними, а також між крайнім кільсоном і бортом не перевищувала 2,5м. На ділянках, де вказані судна мають кільоватість днища, один з кільсонів повинен бути розташований в діаметральній площині судна.

2.2.4.2 На суднах, не вказаних в 2.2.4.1, що мають ширину B менше 6м або кільоватість днища, незалежно від системи набору днища, достатньо встановити тільки вертикальний кіль в діаметральній площині судна.

2.2.4.3 Вертикальний кіль повинен простягатися вздовж судна від форштевня до ахтерштевня, на

суднах понтонної форми – до кінцевих транців. В машинному відділенні вертикальний кіль дозволяється не встановлювати, якщо поздовжні балки фундаменту під двигуни простягаються безперервно між перегородками машинного відділення і закінчуються за перегородками кницями, що плавно понижуються на довжині подвійної висоти стінки фундаменту (див. також 1.3.3.1), і кінцеві частини вертикального кіля протягнуті в машинне відділення не менш ніж на 2 шпациї.

2.2.4.4 Якщо в діаметральній площині судна не встановлюється вертикальний кіль, то в межах форпіка і ахтерпіка встановлення такого вертикального кіля необхідне, за винятком суден понтонної форми.

2.2.4.5 В межах вантажних трюмів висота і товщина стінки вертикального кіля повинні бути не менші висоти і товщини стінки, що вимагається для суцільних флорів. При цьому площа поперечного перерізу вертикального кіля з вільним пояском повинна бути не менше ніж вказана в табл. 2.2.4.5.

Стінка вертикального кіля може бути безперервною або перериватись на флорах. В обох випадках поясок повинен бути безперервним між поперечними перегородками.

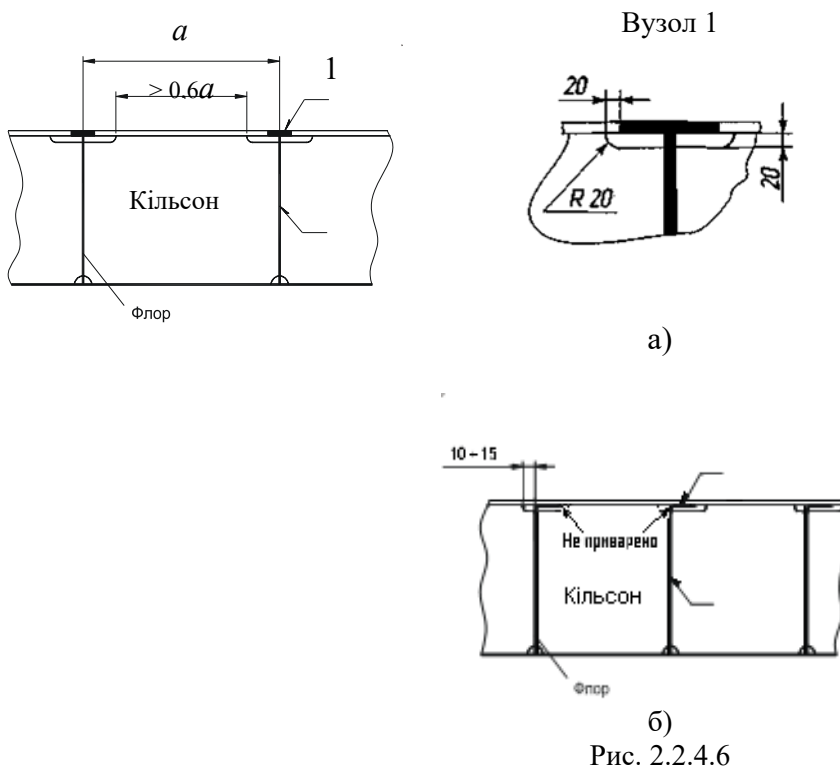
В межах інших відсіків судна вертикальний кіль виконується аналогічно вище вказаному, проте, при цьому безперервний верхній поясок може мати площу поперечного перерізу, що дорівнює площі поперечного перерізу фланця або пояса суцільних флорів.

Таблиця 2.2.4.5

Ширина судна B , м	Площа поперечного перерізу вертикального кіля / кільсона, см^2
$2,5 < B < 6$	6,0
$6 \leq B < 9$	9,0
$9 \leq B < 12$	11,0
$12 \leq B < 15$	13,5

2.2.4.6 Кільсони повинні мати такі ж самі розміри, як і суцільні флори, за винятком суден з послідовністю завантаження «А», на яких кільсони повинні бути виконані аналогічно вертикальному кілю відповідно до 2.2.4.5. Поясок кільсона може бути приварений до вільних поясків флорів таврового профілю, див. рис. 2.2.4.6-а). З метою полегшення зборки допускається технологічний зазор між стінкою кільсона і пояском флора, див. рис. 2.2.4.6, а).

Приварювання пояса кільсона до фланців флорів устик не допускається при використанні вузла згідно з рис. 2.2.4.6 б), поясок кільсона в такому разі повинен бути безперервним (тобто пропущеним над фланцями флорів), з приварюванням зверху внапуск, див. рис. 2.2.4.6 б).



2.2.4.7 В місцях закінчення кільсонів на поперечних перегородках за перегородками повинні бути встановлені книці протяжністю не менше двох шпаций.

2.3 БОРТОВИЙ НАБІР

2.3.1 Розташування балок бортового набору, шпация

2.3.1.1 При поперечній системі набору борта шпация повинна бути не більше 0,6м. Для невеликих суден з товщиною зовнішньої обшивки 4мм і менше, а також для суден технічного флоту рекомендується приймати шпацию не більше 0,5м.

2.3.1.2 При поздовжній системі бортового набору відстань між поздовжніми бортовими балками не повинна перевищувати 0,6м, а відстань між рамними шпангоутами повинна бути не більше 2,4м. Поздовжня система бортового набору може застосовуватися у всіх відсіках судна.

2.3.2 Бортові шпангоути

2.3.2.1 Момент опору бортових шпангоутів W повинен бути не менше, см³:

$$W = 3,8aDl^2 + 2 \quad (2.3.2.1)$$

де: l – відстань, виміряна по борту, між верхньою кромкою флора і нижньою кромкою бімса, м.

При встановленні одного бортового стрингера згідно з **2.3.7.4** момент опору W може бути зменшений на 35%, проте, W повинен бути не менше за 10см³, а у пасажирських суден – не менше 6см³.

2.3.2.2 На суднах технічного флоту і пасажирських момент опору, визначений за формулою (2.3.2.1), може бути зменшений на 25%, проте, він не повинен бути менше за 6см³.

2.3.2.3 Момент опору шпангоутів, що встановлені в районі паливних або баластових відсіків, повинен бути збільшений на 10% порівняно з моментом, визначеним згідно з **2.3.2.1**. При цьому він повинен бути не менше за момент опору стояка перегородки відсіку, визначений згідно з **2.8.3**.

2.3.2.4 Момент опору бортових шпангоутів, що з'єднуються з рамними бімсами при поздовжній системі набору палуби і поперечній системі набору бортів і днища, повинен бути збільшений вдвічі порівняно з визначеним згідно з **2.3.2.1**.

2.3.2.5 Для суден з широким розкриттям палуби бортові шпангоути повинні мати посилену конструкцію (див. **3.4**).

2.3.3 Приєднання шпангоутів

2.3.3.1 З'єднання кінців бортових шпангоутів з флорами повинно виконуватися, як показано на рис. 2.3.3.1 або іншим рівноцінним способом. При з'єднанні внапуск потрібне обварювання по всьому контуру.

З'єднання бортових шпангоутів з бімсами повинно виконуватися за допомогою книць, розміри яких повинні задовольняти вимогам **1.3.5**.

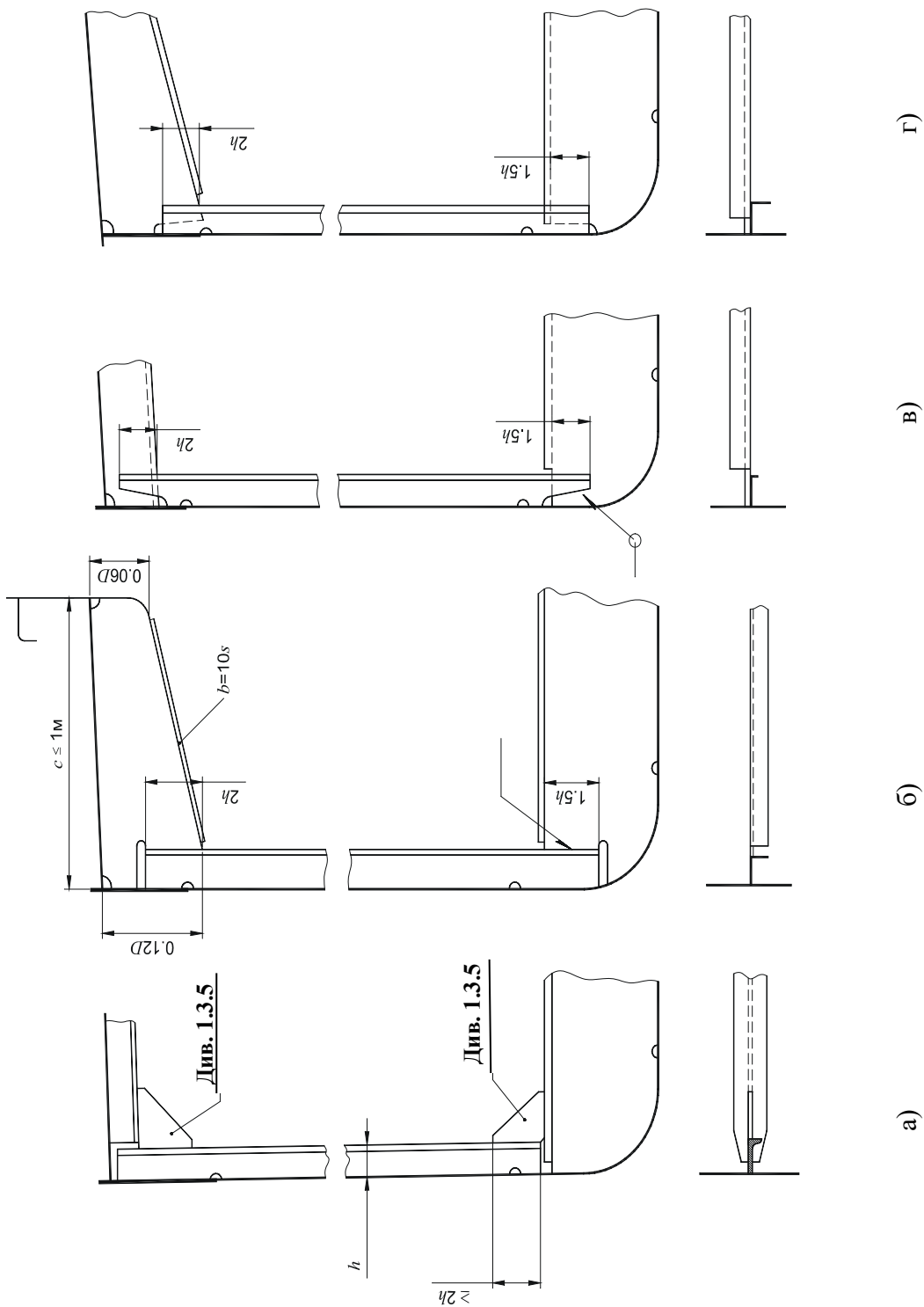


Рис. 2.3.3.1

2.3.3.2 З'єднання бортових шпангоутів з крайніми поздовжніми балками днища і палуби при поздовжній системі набору днища та палуби і поперечній системі бортового набору виконується за допомогою скулових книць, як показано на рис. 2.3.3.2. Висота і товщина скулової книці повинні дорівнювати висоті і товщині стінки флора.

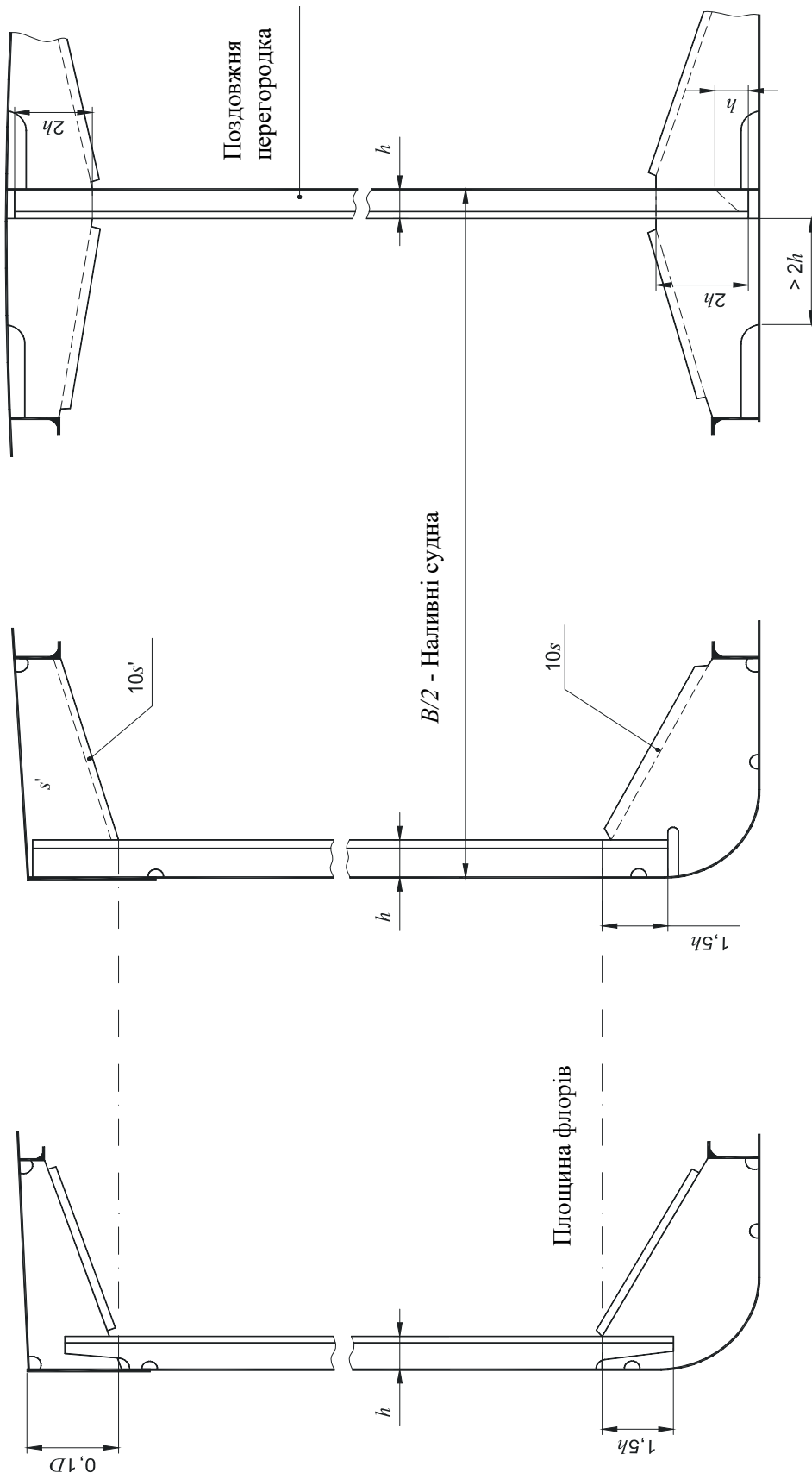


Рис. 2.3.3.2

2.3.4 Проміжні шпангоути в носовій частині судна

2.3.4.1 В носовій частині судна на відстані, що дорівнює ширині судна B від носового перпендикуляра, нормальна шпация повинна бути зменшена до половини за допомогою встановлення проміжних шпангоутів.

Момент опору проміжних шпангоутів повинен складати 60% моменту опору шпангоутів згідно з 2.3.2. У будь-якому випадку він повинен бути не менше 6см^3 .

2.3.4.2 При плоскому днищі в носовій частині судна проміжні шпангоути встановлюються тільки по бортах, в їх площині флори можуть не встановлюватися. Проте, за наявності кильватості днища в носовій частині судна проміжні шпангоути повинні бути протягнені до діаметральної площини судна.

2.3.4.3 На суднах з прямокутною понтонною формою корпусу застосування бортових проміжних шпангоутів не обов'язкове; щодо днищевих шпангоутів див. 2.2.2.3.

2.3.4.4 Кінці проміжних шпангоутів допускається виконувати зі скосом і приварюванням відповідно до рис. 1.4.3.13.

2.3.5 Балки бортові поздовжні

2.3.5.1 Момент опору поздовжніх бортових балок W повинен бути не менше визначеного за формулою, см^3 :

$$W = 5,3 \cdot a \cdot (d + 0,5 \cdot h_{\text{хв}}) \cdot l^2 \quad (2.3.5.1)$$

де: l – прогін поздовжньої бортової балки, виміряний між її опорами, якими вважаються рамні шпангоути і поперечні перегородки, м.

Для всіх суден, крім пасажирських, момент опору поздовжніх бортових балок повинен бути не менше 10см^3 , а для пасажирських суден – не менше 6см^3 .

2.3.5.2 На пасажирських суднах, суднах технічного флоту, момент опору, що вимагається в 2.3.5.1, може бути зменшений на 15%, проте, він не повинен бути менше вказаного вище мінімального значення.

2.3.5.3 На суднах з поздовжньою системою набору днища або палуби розміри крайньої поздовжньої бортової балки біля днища або палуби повинні дорівнювати розмірам балок поздовжніх днища або палуби відповідно.

2.3.5.4 Поздовжні бортові балки повинні бути нерозрізними від перегородки до перегородки. Їх з'єднання з рамними шпангоутами борта повинно виконуватись відповідно до вимог 1.3.2.

Поздовжні бортові балки повинні приєднуватися до перегородки за допомогою книць, розміри яких повинні відповідати 1.3.5. Відстань кінців балок від обшивки перегородки повинна бути не більше 20мм.

На перегородках з вертикальними стояками, поздовжні бортові балки закріплюються, як показано на рис. 2.2.3.9.

2.3.6 Рамні шпангоути борта

2.3.6.1 При поперечній системі бортового набору рамні шпангоути борта у всіх відсіках поза машинним відділенням повинні розташовуватись на відстані не більше 5м один від одного або від поперечної перегородки.

2.3.6.2 В машинних відділеннях відстань між рамними шпангоутами борта або відстань до них від поперечних перегородок не повинна перевищувати 2м. Їх розташування повинно бути таким, щоб вони знаходилися в поперечному перетині, що співпадає з місцями закінчення фундаментів під головні двигуни.

2.3.6.3 Розміри рамних шпангоутів борта у всіх відсіках судна, крім машинного відділення, визначаються:

.1 при застосуванні наступних систем набору:

- поперечна по днищу і по бортах;
- поздовжня по днищу і по бортах;
- поздовжня по днищу і поперечна по бортах,

момент опору рамних шпангоутів повинен дорівнювати моменту опору суцільних флорів в даному відсіку згідно з 2.2.1.3, 2.2.1.10 (з можливим застосуванням 2.2.1.11) або 2.2.1.12, якщо відстань між рамними шпангоутами складає 5м. Якщо відстань між рамними шпангоутами менше 2м,

момент опору повинен бути не менше 50% цього значення. При відстані між рамними шпангоутами в межах від 2м до 5м момент опору визначається лінійною інтерполяцією між цими значеннями;

.2 при застосуванні поперечної системи набору по днищу і поздовжньої по бортах момент опору рамних шпангоутів борта W повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = W_{\phi} \left(\frac{a_p}{a_{p\max}} + \frac{a_p}{5} \right) \quad (2.3.6.3-1)$$

де: W_{ϕ} – момент опору флорів згідно з 2.2.1.3, см³;
 a_p – прийнята відстань між рамними шпангоутами борта), м;
 $a_{p\max}$ – відстань, розрахована за формулою, м:

$$a_{p\max} = 0,5 a \left(\frac{B}{D} \right)^2 + \frac{5,6}{D^2} \quad (2.3.6.3-2)$$

2.3.6.4 Момент опору рамних шпангоутів борта в машинному відділенні W_p повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W_p = \frac{a_p}{a} \cdot W \cdot \left(1 + 0,82 \sqrt{\frac{N_1}{n}} \right) \quad (2.3.6.4)$$

де: W – момент опору шпангоутів, визначений за формулою (2.3.2.1), см³;
 N_1 – потужність одного головного двигуна за специфікацією, кВт;
 n – кількість обертів двигуна, об/хв.

2.3.6.5 Рамні шпангоути борта рекомендується виконувати зі зварного таврового профілю; їх з'єднання з суцільними флорами і рамними б'імсми повинно бути виконано, як показано на рис. 2.3.6-1, 2.3.6-2, 2.3.6-3, або іншим рівноцінним способом. Заміна вільних поясів рамних шпангоутів відігнутими фланцями допускається за узгодженням з Регістром.

2.3.6.6 У суден з широким розкриттям палуби рамні шпангоути борта повинні мати посилену конструкцію (див. 3.4).

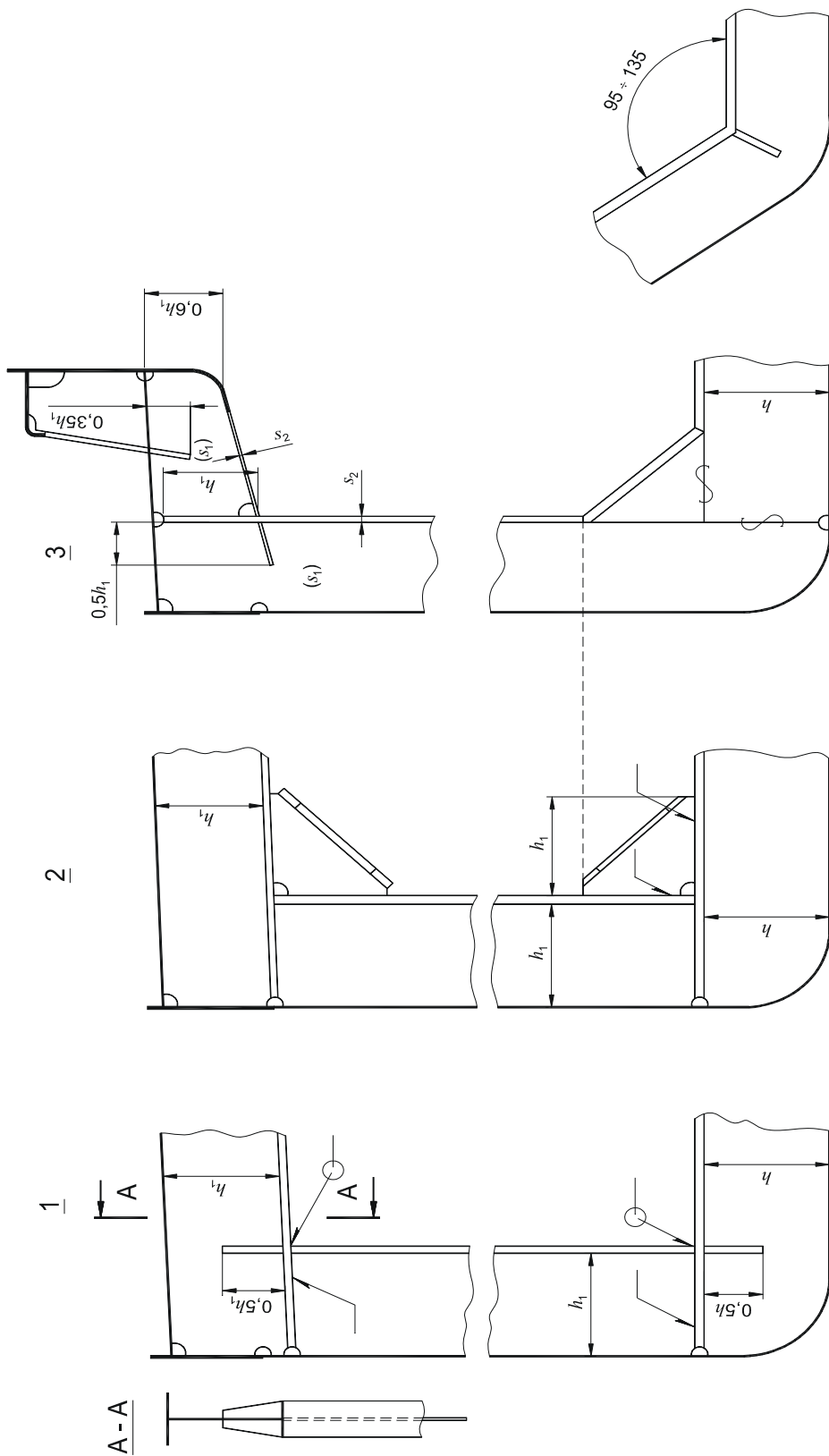


Рис. 2.3.6-3

Рис. 2.3.6-2

Рис. 2.3.6-1

2.3.7 Бортові стрингери

2.3.7.1 Якщо висота борту, виміряна на відстані $0,05L$ від носового перпендикуляра, більше $2,5\text{м}$, в носовій частині судна повинен бути встановлений бортовий стрингер на висоті приблизно $0,6D$ від днища, а при висоті борту більше 4м необхідно встановлювати два бортових стрингера.

У суден прямобортної понтонної форми бортові стрингери, що вимагаються вище, можуть не встановлюватися.

Бортові стрингери повинні бути встановлені від форштевня до місця, в якому судно має повну ширину, проте вони повинні розташовуватися в межах всього підпалубного носового житлового простору.

Момент опору бортового стрингера повинен не менше ніж в 5 раз перевищувати момент опору бортових шпангоутів основного набору в носовій кінцевій частині судна, визначений відповідно до **2.3.2**.

2.3.7.2 Якщо висота борту в машинному відділенні перевищує 2м , то приблизно на половині висоти борта повинен бути встановлений бортовий стрингер. Його розміри повинні дорівнювати розмірам рамних шпангоутів в машинному відділенні.

Бортовий стрингер повинен продовжуватися за носову і кормову перегородки машинного відділення перехідними кницями на довжині не менше двох шпаций.

2.3.7.3 Паливні відсіки, що тягнуться від днища до палуби і обмежені бортом судна, довжина яких перевищує одну шпацию, повинні мати посередині висоти бортовий стрингер, момент опору W якого повинен бути не менше визначеного за формулою, см^3

$$W = 5zhl^2 \quad (2.3.7.3)$$

де: z – висота паливного відсіку, м;

h – висота кінця повітряної труби відсіку над бортовим стрингером, м;

l – довжина паливного відсіку (відстань між його поперечними перегородками), м.

2.3.7.4 При наборі бортів з проміжних бортових шпангоутів основного набору з моментом опору, зменшеним на 35% згідно з **2.3.2.1**, і рамних шпангоутів борта за наявності одного бортового стрингера, момент інерції I_n цього стрингера повинен бути не менше визначеного за формулою, см^4 :

$$I_n = 1,45 I_m \frac{d}{a} \left(\frac{a_p}{D} \right)^4 \quad (2.3.7.4)$$

де: I_m – момент інерції бортового шпангоута основного набору, що відповідає моменту опору, визначеному по **2.3.2.1**, але без зменшення на 35%, см^4 .

2.3.7.5 Бортовий стрингер в носовій кінцевій частині, що вимагається згідно з **2.3.7.1**, повинен бути приєднаний (підкріплений) на кожному другому шпангоуті вертикальною кницею.

2.3.7.6 Якщо привальний брус приварюється до зовнішньої обшивки борта нижче ширстрека, необхідна ширина якого визначається згідно з **2.1.4.2**, то в площині однієї зі стінок привального бруса, з внутрішньої сторони обшивки повинен бути встановлений інтеркостельний бортовий стрингер, приварений до кожного шпангоута.

2.4 НАСТИЛ ПАЛУБИ

2.4.1 Настил розрахункової палуби

2.4.1.1 При поперечній системі набору товщина настилу розрахункової палуби s повинна бути не менше визначеної за формулами, мм:

.1 на вантажних суднах в межах $0,5L$ середньої частини судна, а також в межах вантажних трюмів

$$s = 3 \cdot k \cdot \sqrt{L} \cdot \sqrt[3]{(a^2 \cdot d / D)(1 - l_c / L)(2,34c_b^4 - 1)} \quad (2.4.1.1.1)$$

де: $k = 1$ – при послідовності завантаження «В»;

$k = 1,34 - \sqrt[3]{1,41 - c_b}$ при послідовності завантаження «А»;

l_c – загальна довжина вантажного трюму, м;

c_b – коефіцієнт загальної повноти, не повинен прийматися менше 0,8;

.2 на пасажирських суднах в межах $0,5L$ середньої частини судна, мм:

$$s = 2 \cdot \sqrt[3]{L + (N_e - 588) / 20} \cdot \sqrt[3]{a^2(m \cdot c_b^3 - n) \cdot (2,1 - 1,3 \cdot l_n / L) \cdot (1,7 - 3,5 \cdot l_m / L) + \Delta s} \quad (2.4.1.1.2)$$

де: m, n – величини, що приймаються згідно з табл. 2.4.1.1;

c_b – коефіцієнт загальної повноти;

l_n – довжина I ярусу надбудови, м;

l_m – довжина машинного відділення, м;

N_e – сумарна потужність головних двигунів за специфікацією, кВт;

$\Delta s = 0,02L$ для суден районів плавання **V1** ÷ **V2**, мм;

$\Delta s = 0$ для суден районів плавання **V3** ÷ **V4**, мм.

При $N_e = 0$ кВт і при $N_e \leq 588$ кВт застосовується формула (2.4.1.3-1).

Таблиця 2.4.1.1

L, м	Сумарна потужність головних двигунів N, кВт													
	≤ 220		330		440		590		740		880		≥ 1100	
	m	n	m	n	m	n	m	n	m	n	m	n	m	n
20	5,20	0,13	2,73	-0,41	2,35	-0,30	2,20	-0,32	2,20	-0,32	2,20	-0,52	2,20	-0,52
30	5,35	0,16	3,34	-0,28	2,80	-0,40	2,54	-0,451	2,34	-0,431	2,54	-0,431	2,30	-0,451
40	5,90	0,27	4,67	+0,01	3,81	-0,178	3,28	-0,291	3,03	-0,335	2,76	-0,415	2,45	-0,450
50	7,30	0,58	5,63	+0,223	4,77	-0,03	3,81	-0,178	3,48	-0,23	3,00	-0,352	2,50	-0,440
60	8,87	0,92	7,00	+0,31	6,02	0,00	4,21	-0,09	3,75	-0,19	3,21	-0,308	2,55	-0,413

.3 на буксирах в межах $0,5L$ середньої частини судна

$$s = 1,8 \cdot \sqrt[3]{L + 6} \cdot \sqrt[3]{a^2[m(c_b - 0,15)^3 - n](1,7 - 2,34 \cdot l_m / L) + \Delta s} \quad (2.4.1.1.3)$$

де: m, n – величини, що приймаються згідно з табл. 2.4.1.1;

c_b – коефіцієнт загальної повноти, не повинен прийматися менше 0,6;

l_m – довжина машинного відділення, м;

$\Delta s = 0,02L$ для суден районів плавання **V1** ÷ **V2**, мм;

$\Delta s = 0$ для суден районів плавання **V3** ÷ **V4**, мм.

.4 на штовхачах по всій довжині судна

$$s = 2,0 \cdot \sqrt[3]{L} \cdot \sqrt[3]{a^2 [m(c_b - 0,15)^3 - n](1,7 - 1,4 \cdot l_m / L)} + \Delta s, \quad (2.4.1.1.4)$$

де: m, n – величини, що приймаються згідно з табл. 2.4.1.1;
 c_b – коефіцієнт загальної повноти, не повинен прийматися менше 0,6;
 l_m – довжина машинного відділення, м;
 $\Delta s = 0,02(L+30)$ для суден районів плавання **V1** ÷ **V2**, мм;
 $\Delta s = 0,5$ для суден районів плавання **V3** ÷ **V4**, мм.

.5 на судах технічного флоту в межах $0,5L$ середньої частини судна

$$s = 2,3 \cdot \sqrt[3]{L+4} \cdot \sqrt[3]{a^2 (0,28 + 0,8c_b)(1,7 - 1,75 \cdot l_m / L)} + \Delta s, \quad (2.4.1.1.5)$$

де: c_b – коефіцієнт загальної повноти, не повинен прийматися менше 0,6;
 l_m – довжина машинного відділення, м;
 $\Delta s = 0,02(L+30)$ для суден районів плавання **V1** ÷ **V2**, мм;
 $\Delta s = 0,5$ для суден районів плавання **V3** ÷ **V4**, мм.

2.4.1.2 При поздовжній системі набору палуби товщина настилу, визначена згідно з **2.4.1.1**, може бути зменшена на 35%. При цьому у формулах значення a приймається як величина шпациї підпалубних поздовжніх балок.

2.4.1.3 Товщина настилу палуби s при будь-якій системі набору в межах $0,5L$ середньої частини судна повинна бути не менше визначеної за формулою, мм:

$$s = k \cdot \sqrt{L}, \quad (2.4.1.3-1)$$

але не менше 3мм, а для нафтоналивних суден - не менше 5мм,

де: $k = 0,7$ – для вантажних суден, буксирів і суден технічного флоту;
 $k = 0,6$ – для пасажирських суден.

Товщина настилу палуби s штовхачів по всій довжині палуби повинна бути не менше визначеної за формулою, мм:

$$s = 0,7 \sqrt{L+30} \quad (2.4.1.3-2)$$

2.4.1.4 Товщина настилу палуби, що вимагається для середньої частини судна, у напрямку до кінцевих частин судна може плавно зменшуватися до мінімальної товщини, що вимагається згідно з **2.4.1.3**.

2.4.1.5 При встановленні на судні надбудови, що бере участь в загальному поздовжньому вигині корпусу судна і конструкція якої відповідає вимогам **2.12**, товщина настилу розрахункової палуби приймається згідно з **2.4.1.3**.

2.4.2 Палубний стрингер розрахункової палуби

2.4.2.1 Ширина палубного стрингера b по всій довжині судна, крім його піків, повинна бути не менше визначеної за формулою, мм:

$$b = 300 + 5L \quad (2.4.2.1-1)$$

Товщина палубного стрингера s по всій довжині на штовхачах, в середній частині судна в межах $0,7L$ на вантажних судах і в межах $0,5L$ на решті суден повинна бути не менше визначеної за формулою, мм:

$$s = k\sqrt{L}$$

(2.4.2.1-2)

де: $k = 1,0$ – для вантажних суден і суден технічного флоту;
 $k = 0,8$ – для пасажирських суден, буксирів і штовхачів.

В крайніх частинах судна, за винятком штовхачів, товщина палубного стрингера може бути зменшена на 20%.

Товщина палубного стрингера повинна бути не менше за товщину палубного настилу, визначену згідно з 2.4.1.

2.4.2.2 Ширина палубного стрингера в межах кормової надбудови несамохідних суден і біля носової надбудови самохідних і несамохідних суден може бути зменшена на 30%. На вантажних самохідних суднах не слід зменшувати ширину палубного стрингера в межах кормової надбудови. У всіх випадках і по всій довжині судна ширина палубного стрингера повинна бути достатньою для того, щоб забезпечити ширину вільного проходу в 400мм.

2.4.3 В кутах вирізу кормової кінцевої частини крайнього вантажного люка та/або передньої стінки втопленої кормової надбудови повинен бути розташований потовщений лист настилу палуби. Носова і кормова кромки потовщеного листа повинні знаходитися на відстані не менше 2,5 шпациї від кутів вирізу. Потовщений лист повинен мати товщину, збільшену на 40% відносно товщини настилу палуби – для суден з послідовністю завантаження «А» і на 25% – для суден з послідовністю завантаження «В».

2.4.4 Вирізи в палубах

2.4.4.1 Якщо в палубі є вирізи завширшки більше за $0,2B$, товщина настилу палуби, визначена згідно з 2.4.1.1 і 2.4.1.2, повинна бути збільшена в районі вирізів пропорційно значенню, визначеному за формулою:

$$\sqrt[3]{\frac{0,8B}{B-b}} \quad (2.4.4.1)$$

де: b – ширина палубного вирізу, м.

Збільшення товщини листів можна замінити встановленням поздовжніх підкріплень або комінгсів, довжина яких повинна бути не менше 3 довжин вирізу або $2D$, залежно від того, що більше.

2.4.4.2 На розрахунковій палубі в середній частині довжини судна на ділянці довжиною $l \geq 0,5L$, м, радіус заокруглення r кутів вирізів вантажних люків повинен бути не менше розрахованого за формулами, м:

- для суміжних кутів послідовно розташованих вирізів

$$r \geq 0,1a \quad (2.4.4.2-1)$$

де: a – відстань між поперечними кромками суміжних вирізів, м.

При відстані між поперечними кромками суміжних вирізів, що перевищує їх ширину, вирізи вважаються ізольованими:

- для кутів ізольованих вирізів

$$r \geq 0,1b \quad (2.4.4.2-2)$$

проте не більше $0,04B$.

Кути носових (відповідно кормових) кромки крайніх з послідовно розташованих вирізів вантажних люків або одиночного люка, розглядаються як кути ізольованих вирізів. При цьому радіуси заокруглення цих кутів не повинні бути менші за $0,1b$ і можливість їх зменшення повинна бути обґрунтована розрахунком міцності.

За наявності безперервних поздовжніх комінгсів вантажних люків на розрахунковій палубі радіуси заокруглення кутів r на цій палубі можуть бути зменшені в 1,5 рази.

2.4.4.3 Кути ізольованих вирізів, а також кути біля носових (відповідно кормових) кромek крайніх в групі вирізів можуть підкріплюватися встановленням вварених листів завтовшки в 1,2 товщини підкріплюваного листа (рис. 2.4.4.3). При цьому радіус заокруглення r кутів може бути зменшений в 1,5 рази.

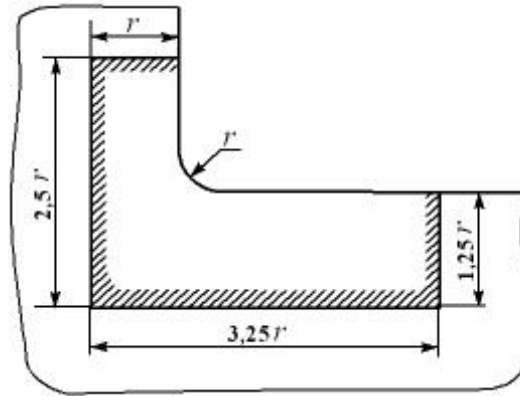


Рис. 2.4.4.3

2.4.4.4 При необхідності підкріплення відносно коротких ізольованих вирізів з $l/b < 1,5$ при $b < 0,4B$ підкріплення їх кутів повинно здійснюватися потовщеними ввареними листами, встановленими вздовж поздовжніх кромek вирізу, які мають розміри і форму, як показано на рис. 2.4.4.4.

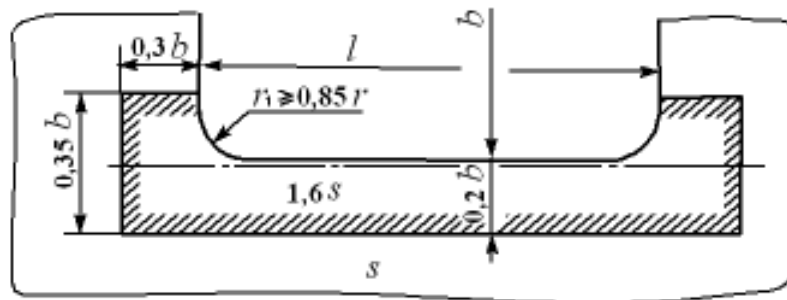


Рис. 2.4.4.4

2.4.4.5 У всіх випадках радіус заокруглення в середній частині довжини судна повинен бути не менше 0,2м, а в решті районів – не менше 0,15м.

2.4.4.6 Стиki листів палубного настилу в кутах вирізів не повинні співпадати зі стиками стінок комінгсів вантажних люків.

Якщо палубний настил закінчується у комінгса вантажного люка, має застосовуватися зварювання з повним проваром.

Якщо палубний настил прорізає комінгс, вільні кромки настилу всередині люків повинні бути заокругленими, до них не повинні приварюватися будь-які інші деталі.

Якщо поздовжній комінгс вантажного люка закінчується кницею, вона не повинна закінчуватися на стику листів палубного настилу.

Не допускається розташовувати стикові шви і вирізи настилів і комінгсів в зоні А, розміри якої для ширини вирізу $\leq 0,7B$ указані на рис. 2.4.4.6 а), а для ширини вирізу $> 0,7B$ – на рис.2.4.4.6 б).

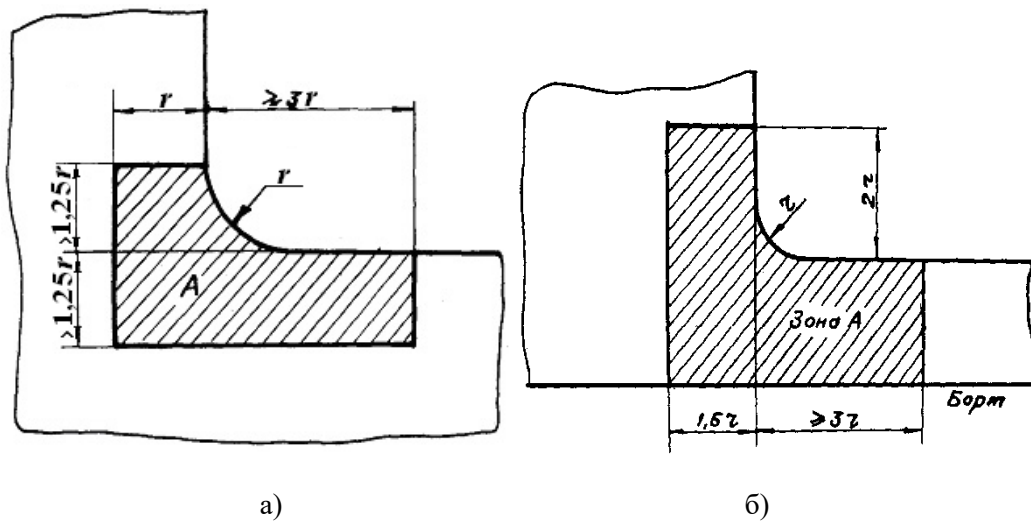


Рис. 2.4.4.6

2.4.4.7 Прямокутні і заокруглені вирізи в листах настилу палуби завширшки (діаметром) менше 350мм можуть не підкріплюватися. Не вимагається підкріплювати також вирізи (у тому числі прямокутні), розташовані всередині лінії великих вирізів не далі $0,25b$ від діаметральної площини і $0,5b$ від поперечних крамок вирізів, де b – ширина палубного вирізу (див. також заштриховану зону на рис. 4.3.3).

2.4.4.8 Якщо в палубному стрингері є вирізи діаметром більше $0,15$ його ширини, то втрачена площа його поперечного перетину повинна бути компенсована потовщенням листа палубного стрингера. Діаметр заокруглених вирізів в палубному стрингері у жодному разі не повинен перевищувати половину ширини палубного стрингера.

2.5 ПАЛУБНИЙ НАБІР І ПІЛЕРСИ

2.5.1 Розташування балок набору палуби

2.5.1.1 При поперечній системі набору палуби бімси (рамні бімси та бімси) повинні встановлюватися на кожній шпациї в площинах бортових шпангоутів. Встановлення бімсів в площинах проміжних шпангоутів в носовій частині судна не вимагається.

2.5.1.2 При поздовжній системі набору палуби відстань між підпалубними поздовжніми балками не повинна перевищувати $0,60$ м, а відстань між рамними бімсами – $2,4$ м. Поздовжня система набору палуби може застосовуватися у всіх відсіках судна.

2.5.2 Бімси основного набору

2.5.2.1 Момент опору бімсів W повинен бути не менше визначеного за формулою, см^3 :

$$W = 0,6 \cdot a \cdot p \cdot l^2 \quad (2.5.2.10)$$

де: l – прогін бімса, включаючи кінцеві кінці, м;

p – палубне навантаження, що приймається згідно з 4.2.11.

Опорами бімса вважаються борти судна, поздовжні перегородки, внутрішні борти, карлінгси, виконані відповідно до 2.5.5, і пілерси – відповідно до 2.5.6. Опорою бімса вважається також комінгс, виконаний відповідно до 2.6.1. За l повинно прийматися значення не менше за: $l_{\min} = B/6 + 1$.

Для суден шириною $3,0\text{м} < B \leq 4,5\text{м}$ прогін бімса повинен бути прийнятий без урахування карлінгсів як опор.

2.5.2.2 На вантажних самохідних суднах зі співвідношенням потужності N , кВт, до вантажопідйомності, т, більше $0,44$, момент опору бімсів, що знаходяться в корму від кормової перегородки вантажного трюму, повинен бути збільшений на 30% порівняно з величиною, що вимагається в 2.5.2.1.

2.5.2.3 Кріплення кінців бімсів

Кріплення бімсів до бортових шпангоутів, вертикальних стояків поздовжніх перегородок, стояків перегородок надбудов і до карлінгсів повинно здійснюватися кницями відповідно до **1.3.5**.

Безперервні бімси, що проходять крізь стінки карлінгсів або інших в'язей, повинні бути з'єднані з ними відповідно до **1.3.2.1**.

2.5.2.4 Бімси в межах вантажного люка

На суховантажних судах з'єднання бортових шпангоутів з підпалубною частиною комінгса вантажного люка в межах довжини вантажного трюму, якщо відстань між бортом судна і комінгсом не перевищує 1м, повинно виконуватися бімсами, які мають розміри не менше, мм:

товщина стінки $s = 0,75\sqrt{L}$,

висота біля шпангоута $h = 120D$,

висота біля комінгса – $60D$,

ширина фланця - не менше 10 товщин стінки бімса (див. рис. 2.3.3.1).

Якщо вказана вище відстань перевищує 1м, то бімси можуть з'єднуватися за допомогою книць.

2.5.3 Поздовжні підпалубні балки

2.5.3.1 Момент опору поздовжніх підпалубних балок W повинен бути не менше визначеного за формулами, см³:

- для вантажних суден в межах довжини вантажного трюму:

при послідовності завантаження «А»:

$$W = a \left(p + \frac{L}{10} \right) l^2 \quad (2.5.3.1-1)$$

при послідовності завантаження «В»:

$$W = a \left(p + \frac{L}{14} \right) l^2 \quad (2.5.3.1-2)$$

- для інших типів суден в середній частині судна:

$$W = a \left(p + \frac{L}{20} \right) l^2 \quad (2.5.3.1-3)$$

де: a – відстань між поздовжніми підпалубними балками, м;

p – палубне навантаження згідно з **4.2.11**, кПа;

l – прогін поздовжньої підпалубної балки, включаючи її кінцеві закріплення, м.

Опорами поздовжніх підпалубних балок вважаються поперечні перегородки і рамні бімси.

Для поздовжніх підпалубних балок, встановлених поза межами вказаних районів судна, значення моменту опору може визначатися без урахування впливу довжини судна.

Гнучкість поздовжніх підпалубних балок повинна задовольняти умові:

$$\lambda = \frac{100l}{\sqrt{I_v/f_e}} \leq 70 \quad (2.5.3.1-4)$$

де: f_e – площа поперечного перерізу поздовжніх підпалубних балок з врахуванням площі приєднаного пояска, см²;

I_v – момент інерції балки з приєднаним пояском, см⁴.

Площа приєднаного пояска визначається як: $f_n = a \times s$.

2.5.3.2 Поздовжні підпалубні балки повинні проходити безперервно від однієї поперечної

перегородки до іншої. З'єднання їх з рамними бiмсами повинно бути виконане відповідно до **1.3.2.1**.

2.5.3.3 Кінці підпалубних поздовжніх балок, що перериваються біля поперечних водонепроникних перегородок, повинні з'єднуватися з перегородкою або з її вертикальними стояками за допомогою книць. Розміри книць визначаються згідно з **1.3.5**.

Відстань від кінців підпалубних балок до листа перегородки повинна бути не більше 20мм.

До перегородок з горизонтальним набором підпалубні балки закріплюються, як показано на рис. 2.2.3.9.

2.5.4 Рамні бiмси

2.5.4.1 Рамні бiмси повинні встановлюватися в площинах рамних шпангоутів борта, виконаних відповідно до **2.3.6**, і в площинах поперечних комiнгсiв вантажних люків, шахт машинного відділення і інших великих палубних вирізів, якщо в місці вирізу не встановлено рівноцінне палубне підкріплення.

2.5.4.2 При поперечній системі набору палуби момент опору рамних бiмсiв повинен дорівнювати моменту опору рамних шпангоутів борта, до яких вони прикріплені.

Для підбору розмірів рамних бiмсiв, що приєднуються до рамних шпангоутів борта, які підсилюються відповідно до **3.4.4**, це підсилення можна не враховувати.

2.5.4.3 При поздовжній системі набору палуби в межах довжини вантажного трюму для вантажних суден і в середній частині для інших типів суден момент опору рамних бiмсiв W повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = 0,8a_p \left(p + \frac{L}{40} \right) l^2 \quad (2.5.4.3)$$

де: a_p – рамна шпация, м;

p – палубне навантаження відповідно до **4.2.11**, кПа;

l – прогін рамного бiмса, м.

Для рамних бiмсiв, встановлених поза вказаними районами, значення моменту опору може визначатися без урахування впливу довжини судна.

2.5.4.4 Рамні бiмси повинні мати таку саму конструкцію, як і рамні шпангоути борта, до яких вони приєднуються. При застосуванні поздовжньої системи набору рамні бiмси повинні бути виконані з таврового профілю.

2.5.4.5 З'єднання рамного бiмса з рамним шпангоутом повинно виконуватися, як показано на рис. 2.3.6-1 або 2.3.6-2.

2.5.5 Карлінгси

2.5.5.1 Карлінгси повинні бути встановлені у тих місцях, де довжина прогону бiмсiв перевищує $0,5B$. При цьому рекомендується, щоб карлінгс розташовувався в площині кільсона/днищового стрингера, з яким він зв'язується за допомогою пілерсiв/рамних стояків перегородок.

Для суден шириною $B < 3$ м встановлювати карлінгси не вимагається. У суден з $3,0\text{м} \leq B \leq 4,5\text{м}$ повинен бути встановлений карлінгс в ДП судна.

Карлінгси повинні бути протягнені до кінцевих частин судна настільки, наскільки це практично можливо.

2.5.5.2 Момент опору карлінгсiв W повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = k \cdot p \cdot b \cdot l^2 \quad (2.5.5.2)$$

де: p – палубне навантаження відповідно до **4.2.11**, кПа;

b – ширина, виміряна між серединами непідкріплених площ палуби по обидві сторони карлінгса, м;

$k = 0,66$ – для карлінгсiв, кінці яких закріплені кницями, або продовжених, принаймні, на дві шпациї за опори;

$k = 0,74$ – для карлінгсiв без закріплення кінців кницями або без продовження їх, принаймні, на дві шпациї за опори;

l – прогін карлінгса, м.

Опорами карлінгсiв вважаються поперечні перегородки і рамні бiмси, якщо вони в місці

перетину підкріплені пілерсами.

Для суден шириною $3,0\text{ м} \leq B \leq 4,5\text{ м}$ момент опору карлінгсів повинен бути не менше за момент опору бімсів.

2.5.5.3 Якщо карлінгс має декілька прогонів з різною площею поперечного перерізу, перехід від більшого її значення до меншого повинен бути виконаний плавно на $1/4$ довжини меншого прогону.

2.5.5.4 Книці, що використовуються для закріплення кінців карлінгсів, з належним застосуванням **1.3.5**, повинні мати довжину вільної кромки, що дорівнює висоті карлінгса, товщину – рівну товщині стінки карлінгса і поясок з розмірами, рівними розмірам пояса карлінгса.

2.5.5.5 Карлінгс повинен бути приєднаний, принаймні, до кожного четвертого бімса однією вертикальною кницею; в місці встановлення пілерса карлінгс повинен бути приєднаний до відповідного бімса двома вертикальними кницями, як це показано на рис. 2.5.5.5.

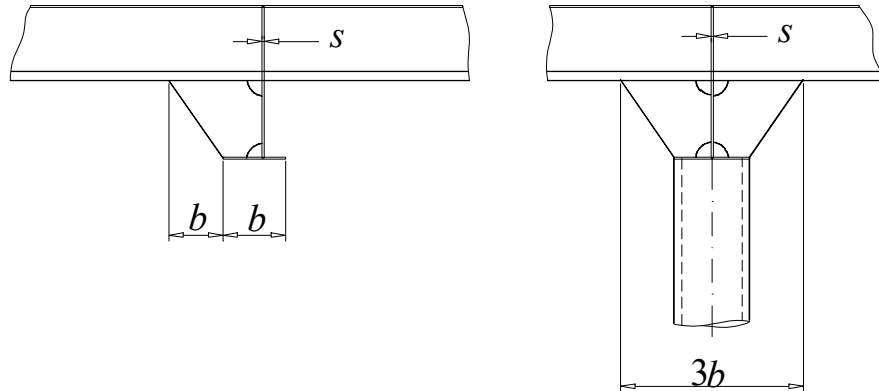


Рис. 2.5.5.5

2.5.6 Пілерси

2.5.6.1 Пілерси повинні встановлюватися в місцях, де великі місцеві навантаження не можуть бути сприйняті перегородками, бімсами або карлінгсами, і там, де необхідно зменшити прогін балок днища і палуби.

2.5.6.2 Пілерси в надбудові по можливості повинні розташовуватися безпосередньо над пілерсом в корпусі судна. Якщо таке розташування неможливе, то між верхніми і нижніми пілерсами повинен бути встановлений рамний бімс або карлінгс.

Пілерси в корпусі судна повинні опиратися на днищевий набір, як правило, на перетині суцільних флорів і кільсонів. У випадку, якщо пілерс встановлюється між флорами, то необхідно між сусідніми флорами помістити додаткову балку або бракету. При великих опорних зусиллях під пілерсом повинен бути встановлений поздовжній стрингер, за допомогою якого опорне зусилля розподіляється між декількома флорами.

У випадку, якщо пілерс опирається на суцільний флор або кільсон (днищевий стрингер) в прогоні, їх стінки підкріплюються відповідно до рис. 2.5.6.2.

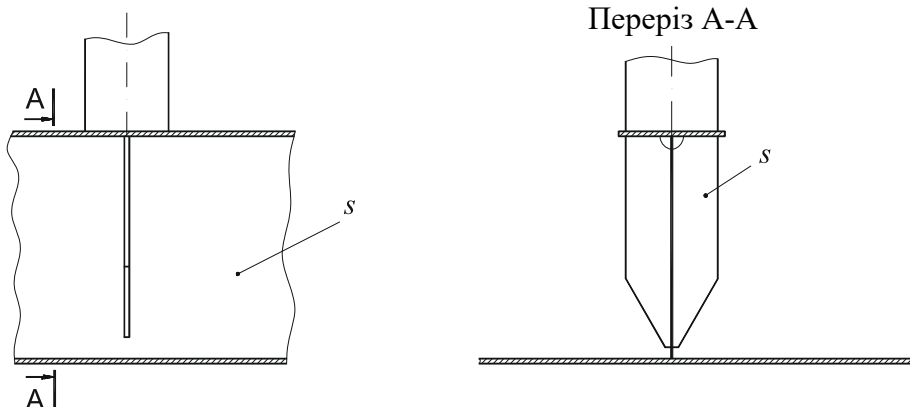


Рис. 2.5.6.2

Аналогічна конструкція повинна бути в з'єднанні пілерса з рамним палубним набором.

2.5.6.3 Кінці пілерсів, що підтримують вантажні палуби і палуби наливних суден, повинні кріпитися до днищового і палубного набору чотирма кницями. Кінці пілерсів, що підтримують інші палуби, допускається кріпити тільки двома кницями. Висота книці повинна бути не менше подвійної висоти поперечного перерізу пілерсів, а товщина – не менше за товщину стінок днищового/палубного набору. Розміри книць по кінцях пілерсів з поперечним перерізом в вигляді хреста, показані на рис. 2.5.6.3.

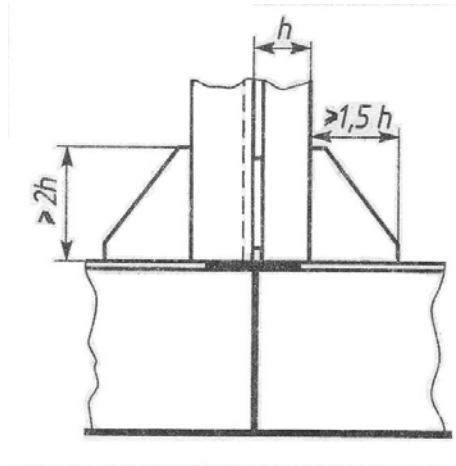


Рис. 2.5.6.3

2.5.6.4. Якщо набір, на який опирається пілерс, має фланець, вісь пілерса повинна збігатися з вертикальною стінкою набору. Трубчасті пілерси, що встановлюються на такий набір, повинні спиратися на горизонтальні книці, як показано на рис. 2.5.6.4 г). При застосуванні пілерсів зі швелера, косинця, здвоєних хрестом косинців, їх стінки слід розташовувати на плоских ділянках фланців якомога ближче до площини стінок балок.

У сухих відсіках допускається застосування накладних планок, товщина яких має бути не меншою за товщину поясів набору, див. рис. 2.5.6.4 б) і в).

Типові конструкції опори трубчастих пілерсів показані на рис. 2.5.6.4.

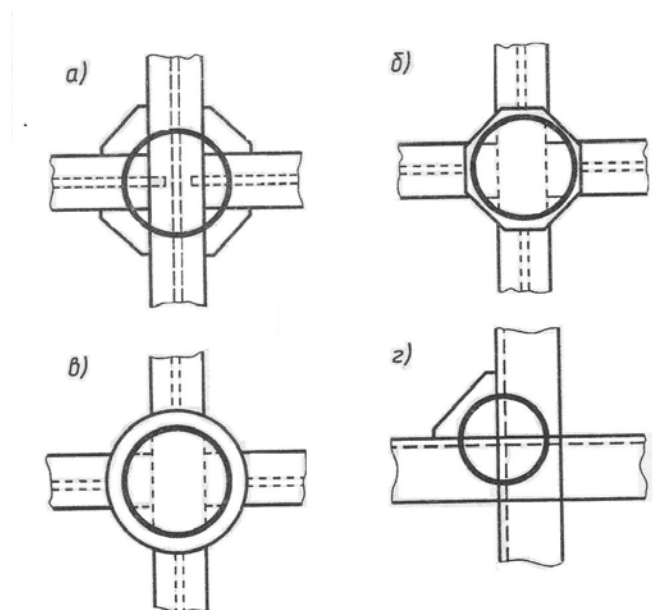


Рис. 2.5.6.4

2.5.6.5 Пілерси квадратного чи прямокутного перерізу, складені з косинців, рекомендується зварювати по всій довжині. На пілерсах хрестоподібного перерізу для забезпечення спільної роботи

косинців повинні бути встановлені з'єднувальні планки, розміри яких показані на рис. 2.5.6.5, а товщина повинна бути не менше 0,8 товщини стінки косинця. Відстань між планками не повинна перевищувати 1м.

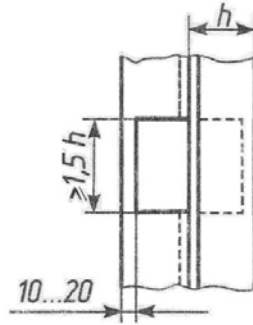


Рис. 2.5.6.5

2.5.6.6 У вантажних танках і в паливних цистернах повинні встановлюватися, як правило, пілерси відкритого складеного профілю.

2.5.6.7 Площа поперечного перерізу пілерса f повинна бути не менше визначеної методом послідовних наближень за формулою, см²:

$$f = 8 \cdot P \cdot (2 + \lambda) / \sigma_{cr}, \quad (2.5.6.7-1)$$

де: P – навантаження на пілерс, що визначається за формулою, кН:

$$P = b \cdot l \cdot p + \sum_i (b \cdot l \cdot p)_i \quad (2.5.6.7-2)$$

де: b – середня ширина площі палуби, що підтримується пілерсом (відстань між сусідніми пілерсами по ширині судна), м;

l – середня довжина площі палуби, що підтримується пілерсом (відстань між сусідніми пілерсами по довжині судна), м;

p – палубне навантаження згідно 4.2.11, кПа;

$\sum_i (b \cdot l \cdot p)_i$ – сума навантажень від розташованих вище пілерсів, що діють на пілерс, який

розглядається, кН;

σ_{cr} – критичне напруження згідно з 4.3.16 залежно від $\sigma_e = 203 / \lambda^2$, в першому наближенні рекомендується приймати $\lambda = 0,4/\eta$;

λ – гнучкість пілерса, визначена за формулою:

$$\lambda = \frac{l_1}{i} \quad (2.5.6.7-3)$$

де: l_1 – довжина пілерса, включаючи кінцеве кріплення, м;

i – радіус інерції поперечного перерізу пілерса, визначений за формулою, см:

$$i = \sqrt{I/f} \quad (2.5.6.7-4)$$

де: I – найменший момент інерції поперечного перерізу, см⁴.

2.5.6.8 Товщина стінок трубчастих пілерсів s повинна прийматися не менше, мм:

$$s = (d_0/50) + 3,5, \quad (2.5.6.8-1)$$

де: d_0 – зовнішній діаметр пілерса, мм.

Товщина стінок пілерсів іншого профілю (коробчастих, зі швелерів, двутаврів тощо) s повинна прийматися не менше, мм:

$$s = h_n/50, \quad (2.5.6.8-2)$$

де: h_n – висота стінки профілю, мм.

Товщина стінки пілерса, як правило, не повинна бути менше за 6мм.

На невеликих суднах за узгодженням з Регістром допускається зменшення товщини стінок пілерсів до 5мм при збереженні необхідної площі поперечного перерізу.

2.5.6.9 Під нижнім кінцем пілерса діаметром більше 125мм на настилі подвійного дна або палуби (якщо немає книць, конусів або вставок для розподілу навантаження) повинен бути встановлений накладний лист, який приварюється по контуру безперервним швом.

Товщина накладеного листа s повинна бути не менше, мм:

$$s = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot P + 10, \quad (2.5.6.9)$$

де: P – визначається за формулою (2.5.6.7-2).

Діаметр накладного листа повинен перевищувати діаметр пілерса на $\approx 6s$.

2.6 КОМІНГСИ ПАЛУБНИХ ВИРІЗІВ

2.6.1 Вирізи для вантажних люків повинні бути захищені по контуру комінгсами такої конструкції, щоб вантажні механізми не могли чіпляти внутрішню кромку палубного вирізу.

Висота комінгса, як правило, не повинна перевищувати 90 товщин стінки комінгса. Якщо висота перевищує це значення, на середині висоти стінки комінгса повинно бути встановлене горизонтальне ребро жорсткості з розмірами, що дорівнюють розмірам вертикальних стояків на середині їх висоти, визначеним згідно з 2.6.2.3.

2.6.2 Поздовжні комінгси

2.6.2.1 Поздовжні комінгси, що обмежують палубні вирізи або вантажні люки, можуть бути виконані:

- безперервними, завдовжки не менше $4D$, підкріпленими згідно з 2.6.2.2 і 2.6.2.3, які беруть участь в загальному поздовжньому вигині корпусу судна;
- короткими, завдовжки менше $4D$, які не беруть участі в загальному поздовжньому вигині корпусу судна і виконують тільки функцію огорожі. Такі комінгси складаються зі стінки та полиці.

2.6.2.2 Стінка поздовжнього безперервного комінгса повинна мати товщину, що дорівнює товщині суміжного палубного стрингера згідно з 2.4.2.1. Полиця верхньої кромки комінгса, виконана з профілю, що відповідає прийнятій конструкції для укладання кришки люка або для пересування люка, повинна мати площу поперечного перерізу f не менше визначеної за формулою, см²:

$$f = s \frac{h_0}{20} \quad (2.6.2.2-1)$$

де: s – товщина стінки комінгса, мм;

h_0 – висота комінгса, см, виміряна від палуби до нижньої поверхні горизонтального ребра жорсткості, але не повинна прийматися більше 60см.

Момент опору поперечного перерізу полиці комінгса щодо вертикальної осі W з урахуванням приєднаного пояса завширшки $25s$, повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = 2 \cdot s^2 \quad (2.6.2.2-2)$$

де: s – товщина стінки комінгса, мм.

Полиця комінгса повинна бути встановлена якомога ближче до верхньої кромки комінгса і приварена до стінки комінгса безперервним двостороннім швом.

Рекомендується уникати вирізів в стінці комінгсів. У випадку, якщо вирізи необхідні, вони повинні мати заокруглені крайки. В перерізі з вирізом зменшення площі повинно компенсуватися збільшенням товщини стінки комінгса або іншим конструктивним рішенням.

2.6.2.3 Комінгс повинен підкріплюватися вертикальними стояками, привареними двостороннім швом до полиці і стінки комінгсу та до палуби в площині розташування бімсів. Відстань між цими стояками не повинна перевищувати 4 шпациї, а висота стінки стояка на рівні половини висоти комінгса повинна бути не менше визначеної за формулою, мм:

$$h = 10s + 80 \quad (2.6.2.3)$$

де: s – товщина стінки комінгса, мм.

2.6.2.4 Поздовжній комінгс довжиною менше $4D$, який не бере участь в загальній поздовжній міцності судна, повинен мати момент опору відносно горизонтальної осі W не менше визначеного за формулою, см^3 :

$$W = k \cdot p \cdot l^2 \cdot (B + b) \quad (2.6.2.4)$$

де: $k = 0,19$ при підкріпленні кутів люка пілерсами;

$k = 0,14$ – при з'єднанні поздовжніх комінгсів з поперечними комінгсами, що проходять по всій ширині вирізу без підкріплення пілерсами;

p – середнє навантаження на палубу і кришки люків, але не менше 4кПа ;

l, b – довжина і ширина люка, м.

Якщо поздовжні комінгси продовжуються у вигляді карлінгсів до поперечних перегородок, а поперечні комінгси з'єднані з ними без застосування пілерсів, то $k = 0,19$, а l приймається рівною відстані між поперечними перегородками. Товщина листів стінок цих комінгсів повинна дорівнювати товщині настилу палуби.

2.6.3 Поперечні комінгси

2.6.3.1 Товщина стінок поперечних комінгсів повинна дорівнювати товщині стінок поздовжніх комінгсів, до яких вони приєднуються.

Якщо поперечний комінгс приєднуються без застосування пілерсів до поздовжніх комінгсів, які забезпечують загальну поздовжню міцність судна, то поперечний комінгс повинен мати момент опору відносно горизонтальної осі W не менше визначеного за формулою, см^3 :

$$W = 0,2 \cdot p \cdot b \cdot l \cdot \left(3 \cdot B - 2 \frac{b^2}{B} \right) \quad (2.6.3.1)$$

де: p, b, l – визначаються згідно з 2.6.2.4.

2.6.3.2 Верхня кромка поперечного комінгса вантажного люка повинна бути підкріплена горизонтальною полицею. Комінгс повинен підкріплюватися вертикальними стояками, привареними до полиці, стінки комінгса та палуби, розташованими на відстані не більше 2,4м одна від одної, або іншим рівноцінним способом. Висота стінки стояка повинна бути не менше $1/6$ висоти комінгса над палубою, а товщина – дорівнювати товщині стінки комінгса.

2.7 ПЕРЕГОРОДКИ

2.7.1 Розташування поперечних перегородок

2.7.1.1 На суднах, для яких відповідно до вимог розділу 4 «Поділ на відсіки» частини IV «Остійність, поділ на відсіки і надводний борт» цих Правил вимагається забезпечення непотопності, кількість та розташування водонепроникних поперечних перегородок повинні бути обґрунтовані відповідними розрахунками.

2.7.1.2 На всіх суднах повинна бути встановлена водонепроникна форпикова (таранна) перегородка з виконанням наступних умов:

.1 перегородка повинна простягатися від днища судна до верхньої палуби або, у випадку відсутності палуби, до верхньої кромки борту.

При наявності носової надбудови на пасажирських суднах форпикова перегородка повинна бути продовжена водонепроникною до палуби, розташованої безпосередньо над палубою перегородок. При цьому продовження може не збігатися з форпиковою перегородкою за умови виконання **2.7.1.2.3**;

.2 перегородка встановлюється так і на такій відстані від носа судна, щоб забезпечувалася посадка завантаженого з найбільшою осадкою судна з відстанню безпеки (визначення згідно з **1.2** частини IV «Остійність, поділ на відсіки і надводний борт» цих Правил) 100мм при надходженні води в водонепроникний відсік, розташований в сторону носа від форпикової перегородки;

.3 форпикова перегородка повинна бути встановлена в корму від носового перпендикуляра на рівні максимальної осадки на відстані, м, між $0,04L$ та $0,04L + 2$ на пасажирських суднах і на непасажирських суднах районів плавання **B2 ÷ B4** і на відстані між $0,04L$ та $0,08L$ на непасажирських суднах району плавання **B1**.

Як правило, вимога **2.7.1.2.2** вважається забезпеченою при розташуванні форпикової перегородки на відстані між $0,04L$ та $0,04L + 2$ від носового перпендикуляра на рівні максимальної осадки.

Якщо указана відстань більша $0,04L + 2$, можливість цього повинна бути підтверджена виконанням вимоги **2.7.1.2.2**;

.4 відстань від форпикової перегородки до носового перпендикуляра може бути зменшена до $0,03L$ у випадку, якщо розрахунком підтверджується виконання вимоги **2.7.1.2.2** при одночасному надходженні води в водонепроникний відсік, розташований в сторону носа від форпикової перегородки і суміжний з ним відсік в сторону корми.

2.7.1.3 На штовхачах, що експлуатуються в районах плавання **B3** та **B4**, встановлення форпикової перегородки не вимагається.

2.7.1.4 На суднах зі спрощеною формою корпусу форпикова перегородка не повинна розташовуватися в районі підйому плоского днища. Для належного виконання вимоги **2.7.1.2.3** на таких суднах форпикова перегородка може розташовуватися в районі підйому плоского днища на максимальній відстані від носового перпендикуляра згідно з **2.7.1.2.3**.

2.7.1.5 На суднах довжиною $L > 25$ м ахтерпикова перегородка встановлюється так і на такій відстані від кормової частини судна, щоб забезпечувалась посадка завантаженого з найбільшою осадкою судна з відстанню безпеки (визначення згідно з **1.2** частини IV «Остійність, поділ на відсіки і надводний борт» цих Правил) 100мм при надходженні води в водонепроникний відсік, розташований в сторону корми від ахтерпикової перегородки.

Як правило, ця вимога вважається забезпеченою при розташуванні ахтерпикової перегородки на відстані між $1,4$ м та $0,04L + 2$ м від кормового перпендикуляра на рівні максимальної осадки.

Якщо указана відстань більша $0,04L + 2$, можливість цього повинна бути підтверджена відповідними розрахунками.

Відстань від ахтерпикової перегородки до кормового перпендикуляра може бути зменшена до $1,0$ м у випадку, якщо розрахунком підтверджується виконання вимоги щодо відстані безпеки 100мм при одночасному надходженні води в водонепроникний відсік, розташований в сторону корми від ахтерпикової перегородки і суміжний з ним відсік, розташований в сторону носової частини судна.

2.7.1.6 На самохідних суднах і на несамохідних суднах з машинним устаткуванням в корпусі судна, машинне відділення повинно бути обмежене водонепроникними перегородками. Якщо машинне відділення розташоване в кормі, то ахтерпикова перегородка, що вимагається в **2.7.1.5**, вважається перегородкою, що обмежує машинне відділення з боку корми.

Машинне відділення повинно бути відокремлене водонепроникними перегородками від пасажирських приміщень або житлових приміщень для екіпажу та спеціального персоналу. Житлові приміщення, підлога яких знаходиться нижче рівня палуби перегородок, повинні бути обмежені водонепроникними підлогою та перегородками, що простягаються до палуби перегородок, та відгороджені газонепроникними перегородками від машинних приміщень та трюмів.

Повинні бути встановлені водонепроникні перегородки по кінцях вантажних відсіків.

2.7.1.7 На суховантажних суднах загальна мінімальна кількість водонепроникних поперечних перегородок, включаючи форпікову та ахтерпікову перегородки, повинна бути не менше вказаної в табл. 2.7.1.7.

Таблиця 2.7.1.7

Довжина судна, м	$L \leq 60$	$60 < L \leq 80$	$80 < L \leq 100$	$L > 100$
Кількість перегородок	3	4	5	6

2.7.1.8 Всі поперечні водонепроникні перегородки повинні простягатися від днища до палуби надводного борту по всій ширині корпусу судна.

2.7.1.9 На суднах з подвійним дном і подвійними бортами поперечні перегородки в межах вантажного трюму допускається не встановлювати.

В цьому випадку водонепроникні перегородки слід встановлювати в міжбортовому і міждонному просторі не рідше, ніж через 20м. Товщина водонепроникних перегородок повинна дорівнювати товщині суцільних флорів подвійного дна, а їх набір повинен відповідати вимогам **2.7.3**.

2.7.1.10 Якщо судно, яке штовхають, пристосоване для зчеплення із штовхачем будь-якою кінцевою частиною, обидві пікові поперечні перегородки повинні задовольняти вимогам, що пред'являються до форпікової перегородки.

2.7.1.11 В перегородках допускається улаштування водонепроникних уступів або виступів за умови, що ступінь безпеки щодо поділу на відсіки при цьому не знижується.

Перегородки форпіка і ахтерпіка можуть мати уступи або виступи (рецеси) за умови, що вони знаходяться в межах, зазначених в **2.7.1.2** і **2.7.1.5**.

2.7.2 Обшивка перегородок

2.7.2.1 Товщина листів обшивки перегородки s повинна бути не менше визначеної за формулою, мм:

$$s = 0,9 \cdot a \cdot z + k \quad (2.7.2.1)$$

де: a – шпация стояків основного набору перегородки, м;

z – висота в м, виміряна в діаметральній площині судна від нижньої кромки перегородки до палуби перегородок, а у вантажних суден – до верхньої кромки комінгса люка, але не повинна прийматися менше 1 м;

$k = 3,5$ – для форпікової перегородки;

$k = 2,8$ – для решти водонепроникних перегородок.

2.7.2.2 На вантажних суднах товщина поясу обшивки перегородки, що примикає до обшивки днища, повинна бути збільшена на 1мм відносно визначеної згідно з **2.7.2.1**.

Ширина цього поясу повинна перевищувати верхню кромку набору днища не менше ніж на 100мм.

2.7.2.3 В машинному відділенні нижній пояс обшивки перегородок, до якого приєднуються фундаменти під головні двигуни, повинен мати висоту не менше $0,1B$, при цьому верхня кромка поясу повинна бути вище рівня фундаменту не менше ніж на 100мм.

Товщина листів цього поясу s_m повинна бути не менше визначеної за формулою, мм:

$$s_m = s \cdot \left(1 + \frac{20,4 \cdot N_1}{L \cdot n} \right) \quad (2.7.2.3)$$

де: s – товщина листів обшивки перегородки машинного відділення, визначена згідно з **2.7.2.1**;

N_1 – потужність одного головного двигуна за специфікацією, кВт;

n – кількість обертів двигуна, об/хв.

2.7.2.4 Товщина листа горизонтальної ділянки обшивки перегородки, що утворює уступ або платформу, повинна бути на 1мм більше товщини, визначеної згідно з 2.7.2.1 при висоті, виміряній до рівня уступу (платформи).

2.7.3 Набір перегородок

2.7.3.1 Відстань між стояками перегородки не повинна перевищувати 0,6м для перегородки форпіка і 0,75м для решти перегородок. При поздовжній системі набору днища або палуби вертикальні стояки перегородки повинні розташовуватись в площинах поздовжніх днищових або підпалубних балок.

2.7.3.2 Момент опору стояків та горизонтальних балок перегородки W з кінцями, обрізаними «на вус», повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = k \cdot a \cdot z \cdot l^2 + 3 \quad (2.7.3.2)$$

де: k – коефіцієнт, що дорівнює:

$k = 5$ для форпікової перегородки;

$k = 4$ для водонепроникних перегородок,

$k = 3$ для перегородок вантажних трюмів;

z – для вертикального стояка перегородки: висота, виміряна від середини довжини стояка до палуби перегородок, а у вантажних суден – до верхньої кромки комінгса люка, м;

z – для горизонтальної балки перегородки: висота, виміряна від балки до палуби перегородок, а у вантажних суден – до верхньої кромки комінгса люка, м;

l – найбільший прогін стояка між опорами, м;

a – шпация стояків, м.

При закріпленні кінців стояків і горизонтальних балок кінцями визначене значення моменту опору може бути зменшене на 25%.

2.7.3.3 Момент опору ребер жорсткості горизонтальної ділянки уступу перегородки (платформи) повинен бути збільшений на 35% порівняно з тим, що вимагається згідно з 2.7.3.2. При цьому він повинен задовольняти також вимогам до палубного набору, викладеним в 2.5.

2.7.3.4 Момент опору рамних стояків перегородок, розташованих в площині кільсонів і карлінгсів, а також над балками фундаментів під головні двигуни, повинен бути на 100% більший порівняно з тим, що вимагається згідно з 2.7.3.2.

2.7.3.5 Вільні кінці стояків при обрізанні «на вус» повинні відстояти від настилу днища і палуби не більше ніж на 20мм; при цьому вони повинні бути скошені і приварені відповідно до 1.4.3.13 (див. рис. 1.4.3.13).

При поперечній системі набору палуби і днища та приєднанні кінців стояків перегородок до днищового і палубного набору кінцями, кінця повинна доходити до найближчого бімса або флора (див. рис. 2.7.3.5 а), а висота кінці повинна дорівнювати двохразовій висоті профіля стояка.

При поздовжній системі набору палуби і днища з'єднання і розміри кінців повинні бути виконані як показано на рис. 2.7.3.5 б).

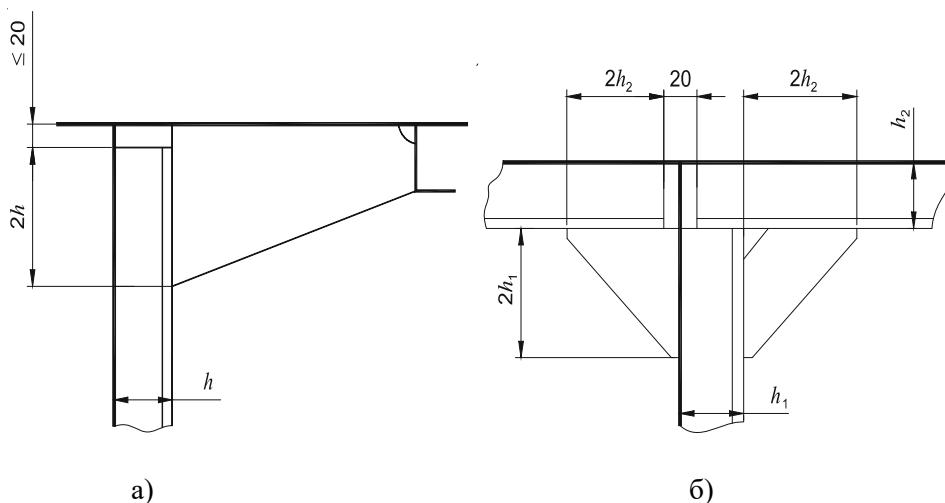


Рис. 2.7.3.5

2.7.3.6 При наявності бортових стрингерів в їх площині на перегородці повинна встановлюватися горизонтальна рама перегородки з моментом опору поперечного перерізу, визначеним згідно з 2.7.3.4.

2.7.4 Верхня балка перегородки

Якщо верхня кромка перегородки не примикає до палубного настилу, по ній повинна бути встановлена горизонтальна балка, момент опору якої W відносно вертикальної осі повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = 2 \cdot h^2 \cdot l^2 \quad (2.7.4)$$

де: h – висота перегородки в діаметральній площині судна, м;
 l – прогін горизонтальної балки, включаючи кінцеві кінці, м.

Спосіб закріплення кінців балки повинен забезпечувати жорстке зацмлення кінців.

Конструкція, до якої кріпиться балка (наприклад, комінгс люка), повинна бути підкріплена належним чином.

2.7.5 Гофровані перегородки

2.7.5.1 Товщина листа обшивки гофрованої водонепроникної перегородки визначається згідно з

2.7.2. При цьому за шпацию a для стояків з коробчастого гофру приймається більший з розмірів b або f , указаних на рис. 2.7.5.1 а).

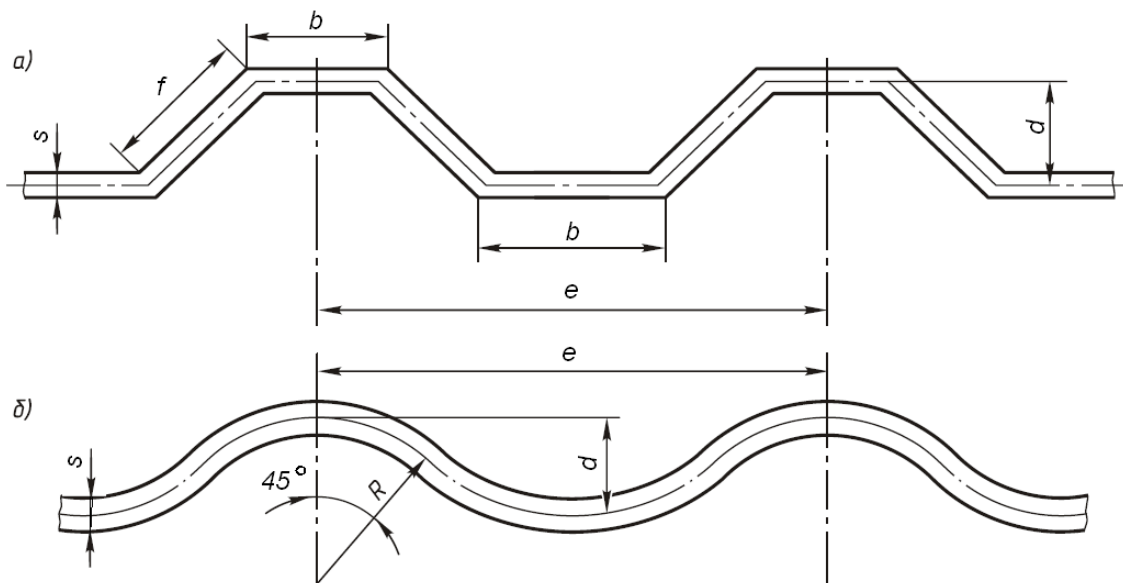


Рис. 2.7.5.1

2.7.5.2 Момент опору коробчастого гофру W [див. рис. 2.7.5.1 а)] повинен бути не меншим за визначеного за формулою, см³:

$$W = k \cdot e \cdot z \cdot l^2 \cdot \left(\frac{b}{80 \cdot s} \right)^2 \quad (2.7.5.2-1)$$

де: k – коефіцієнт, що дорівнює:

$k = 15$ – для форпикової і ахтерпикової перегородок,

$k = 12$ – для інших водонепроникних перегородок;

z – висота в м, виміряна від середини висоти l до палуби перегородок, а у вантажних суден – до верхньої кромки комінгса люків, але не повинна прийматися менше 1 м;

e, b, s – розміри, вказані на рис. 2.7.5.1 а), см;
 l – висота перегородки, м.

При розрахунках за формулою (2.7.5.2-1) співвідношення b/s не повинно прийматися більше 46, а кут перегину обшивки гофрів не повинен бути менше 45° .

Дійсний момент опору гофри коробчастої форми W [див. рис. 2.7.5.1 а)], визначається за формулою см^3 :

$$W = s \cdot d \cdot (b + f/3) \quad (2.7.5.2-2)$$

де: s, d, b, f – розміри, вказані на рис. 2.7.5.1 а), см.

Дійсний момент опору гофра коробчастої форми повинен бути не менше необхідного, визначеного за формулою (2.7.5.2-1).

2.7.5.3 Для форм гофрів, інших за коробчасту, повинна бути забезпечена рівна міцність з гофрами коробчастої форми.

Дійсний момент опору гофри хвилястої форми W [див. рис. 2.7.5.1 б)], визначається за формулою см^3 :

$$W = \gamma s R^2, \quad (2.7.5.3-1)$$

де:

$$\gamma = 2 \cdot (\beta_0 + 2\beta_0 \cdot \cos^2 \beta_0 - 1,5 \sin 2\beta_0) / (1 - \cos \beta_0), \quad (2.7.5.3-2)$$

R і s – розміри, вказані на рис. 2.7.5.1 б), см;

β_0 - кут перегину обшивки гофрів (на рис. 2.7.5.1 б) 45° , м.б. більшим), рад.

При цьому розміри гофрів хвилястої форми повинні бути вибрані такими [див. рис. 2.7.5.1 б)], щоб виконувалось співвідношення $R/s < 65$.

2.7.5.4 Для водонепроникних перегородок корпусу гофри повинні бути наскрізними коробчастої чи хвилястої форми, як показано на рис. 2.7.5.1. Гофри поперечних перегородок повинні бути розташовані вертикально, а поздовжніх - горизонтально чи вертикально. При вертикальному розташуванні гофрів на поздовжній перегородці, її площа не зараховується в поперечний переріз корпусу судна для розрахунку загальної міцності.

2.7.5.5 Для другорядних конструкцій гофровані конструкції вибираються на розсуд проектувальника.

2.7.5.6 Конструкцію гофрованих перегородок слід виконувати з дотриманням наступних вказівок:

1 гофровані поперечні перегородки корпусу встановлюють на суцільні водонепроникні флори або безпосередньо на обшивку днища чи настил подвійного дна. Вісь симетрії вертикальних гофрів поперечної перегородки повинна співпадати з площиною стінок повздовжнього рамного набору, що примикає до перегородки;

2 за наявності бортових стрингерів перегородки з гофрами, розташованими вертикально, повинні бути підкріплені горизонтальними рамами перегородки, що встановлюються в площині бортових стрингерів.

Карлінгси, кільсони та поздовжні балки палуби та днища (подвійного дна) закріплюють до гофрів кницями;

3 під кінцями книць балок, що з'єднуються з гофрованою обшивкою перегородки, повинні бути передбачені поперечні ребра, що йдуть до найближчих граней гофрів, горизонтальні рами або інші конструкції, які забезпечують розподіл зосередженого навантаження від кутів книць (див. рис. 2.7.5.6).

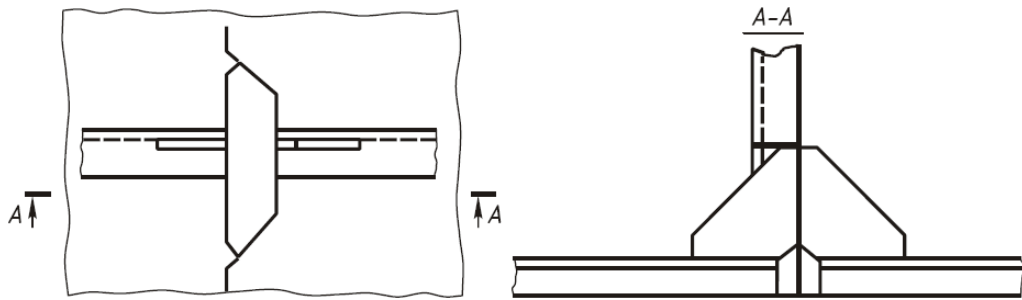


Рис. 2.7.5.6

2.7.5.7 Якщо необхідно встановлювати горизонтальні рами гофрованих перегородок згідно з вимогами **2.7.5.6.2**, вони повинні задовольняти вимогам для плоских перегородок. При підрахунку моменту опору площі перерізу балки за розрахунковий приймається переріз з найменшою висотою, а при перевірці стійкості стінки – з найбільшою висотою [відповідно h_1 і h_2 на рис. 2.7.5.7 а)]. Ширина приєднаного пояса балок рамного набору, розташованих поперек гофрів, зі стінкою, з'єднаною з обома гранями, паралельними площині перегородки, безпосередньо [див. рис. 2.7.5.7 а) і б)] або за допомогою планок [див. рис. 2.7.5.7 в)], приймається рівною 12 товщинам гофрованого листа. У балок, стінка яких з'єднана тільки з одними гранями [див. рис. 2.7.5.7 г)], приєднаний поясок відсутній. В сухих відсіках для забезпечення необхідного моменту опору допускається застосовувати балки з двома поясками типу швелера чи двутавра [див. рис. 2.7.5.7 г)].

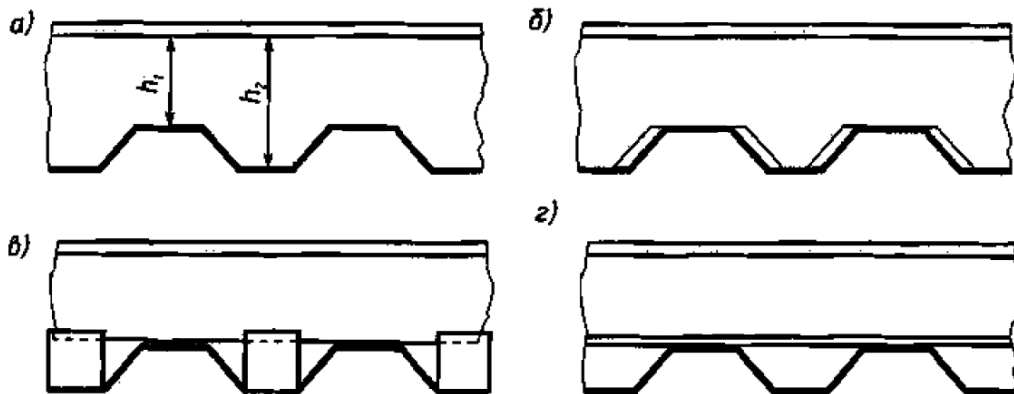


Рис. 2.7.5.7

2.8 ВАНТАЖНІ/БАЛАСТНІ ВІДСІКИ І ЦИСТЕРНИ

2.8.1 Вантажні відсіки, що простягаються від борту до борту і призначені для рідких вантажів, повинні бути розділені на окремі відсіки принаймні однією поздовжньою водонепроникною перегородкою, встановленою в діаметральній площині судна.

Міцність водонепроникних перегородок, що вимагаються згідно з 2.7 і обмежують відсіки та цистерни, повинна задовольняти вимогам розділу 2.7.

2.8.2 Товщина листів обшивки вертикальних перегородок відсіків і цистерн s повинна бути не менше визначеної за формулою, мм:

$$s = 4,3a\sqrt{z} + 1 \quad (2.8.2)$$

але не менше 4мм,

де: a – шпация стояків, м;

z – висота в м, виміряна від верхньої кромки перегородки до верху повітряної труби, але не менше 1м.

Товщина горизонтальних листів днища/палуби/платформи відсіку і цистерни повинна бути збільшена на 1мм порівняно з визначеною за формулою (2.8.4) при висоті z , що вимірюється відповідно від днища/палуби/платформи до верху повітряної труби.

2.8.3 Момент опору стояків вертикальних перегородок відсіків та цистерн W , у тому числі вкладних, повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = k \cdot a \cdot z' \cdot l^2 + m \quad (2.8.3)$$

де: $k = 4,0$ при закріпленні кінців стояків кницями;

$k = 5,6$ при закріпленні кінців стояків без книць;

a – шпация стояків, м;

z' – висота, м, виміряна від половини прогону стояка до верху повітряної труби, але не менше 1м;

l – прогін стояка, включаючи кінцеві кріплення, м;

$m = 3$ для вбудованих відсіків та цистерн;

$m = 2$ для вкладних відсіків та цистерн.

2.8.4 Набор палуби, що обмежує відсік або цистерну, повинен визначатися згідно з 2.5. При цьому за навантаження палуби p приймається висота верху повітряної труби над палубою, м, але не менше 1м.

Розміри карлінгсів палуби відсіку або цистерни, визначаються за вимогами 2.5.5.2, де за навантаження палуби p приймається висота z , вказана в 2.8.2, але не менше 1м.

2.8.5 Щодо шпангоутів корпусу судна, що встановлені в районі паливних або баластних відсіків/цистерн, див. 2.3.2.3.

Щодо бортових стрингерів паливних відсіків/цистерн див. 2.3.7.3.

2.8.6 Книці, що закріплюють кінці стояків, повинні задовольняти вимогам 1.3.5. При цьому вони повинні доходити до найближчого бімса, флора, шпангоута або до іншої поперечної балки.

2.8.7 Набір усередині відсіків/цистерн повинен приварюватися до листів обшивки перегородок двостороннім безперервним швом або повинен застосовуватися гребінчастий набір.

2.8.8 Цистерни палива і мастила, нафтовмісних і стічних вод, а також для інших речовин, що можуть забруднювати навколишнє середовище, повинні бути сконструйовані таким чином, щоб їх вміст не стикався з обшивкою днища і борта. Відстань від дна вбудованої цистерни в найнижчій її частині до обшивки днища повинна бути не менша за 800мм. Відстань між вертикальною стінкою цистерни і бортом слід приймати такою, щоб був забезпечений доступ для огляду і ремонту. До вкладних цистерн такий доступ необхідно забезпечити з усіх боків.

Для суден довжиною менше 50м за погодженням з Регістром можуть бути прийняті інші рішення, що забезпечують захист навколишнього середовища від забруднення.

2.9 ПОДВІЙНЕ ДНО І ПОДВІЙНИЙ БОРТ

2.9.1 Подвійне дно

2.9.1.1 Загальні вимоги.

.1 Якщо передбачається подвійне дно, воно повинно бути виконане як водонепроникна частина корпусу судна.

.2 При будь-якій конструкції подвійного дна повинна бути забезпечена можливість контролю наявності води в ньому і відкачування її, включаючи стан завантаження судна при повному використанні вантажопідйомності.

.3 Висота міждонного простору повинна бути не менше 650мм. На невеликих суднах може бути допущене зменшення висоти подвійного дна, за умови узгодження з Регістром заходів щодо забезпечення необхідної надійності конструкцій, зважаючи на обмеження доступу у відсіки для їх огляду, обслуговування і ремонту.

.4 Якщо висота подвійного дна не дозволяє проводити зварювання настилу зсередини, повинні бути представлені на узгодження Регістру технологія зварювання зовні і розрахунки місцевої міцності конструкцій подвійного дна. Умови включення листів настилу подвійного дна, приварених таким чином, як приєднаний поясок в перерізи балок подвійного дна повинні бути узгоджені з Регістром.

Можливі варіанти «низького» подвійного дна показані на рис. 2.9.1.1.4. Варіант, наведений на рис. 2.9.1.1.4, а), може застосовуватися як при поздовжній, так і при поперечній системах набору. При такій конструкції на звичайний рамний набір зі зварного таврового або фланцевого профілю накладаються листи, підкріплені розрізними ребрами жорсткості. Рекомендується поєднувати напрямки ребер панелей з напрямком балок основного набору днища. Частина настилу подвійного дна, прилегла до пояса балки рамного набору, може включатися як приєднаний поясок в переріз цих балок. При поздовжній орієнтації ребер жорсткості настил подвійного дна може вводитися до складу еквівалентного бруса як поздовжньо орієнтовані пластини. Розрізні ребра до складу приєднаного пояса і в переріз еквівалентного бруса не включаються. Варіант, наведений на рис. 2.9.1.1.4, б), застосовний при поперечній системі набору з флорами, встановленими на кожному шпангоуті.

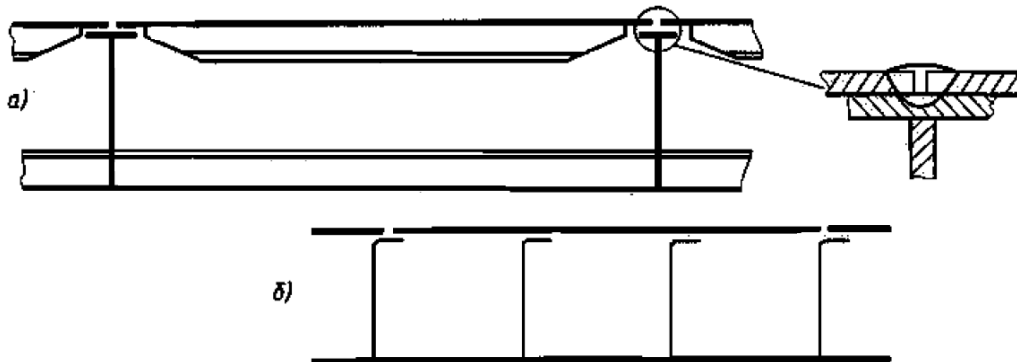


Рис. 2.9.1.1.4

.5 За межами подвійного дна листи настилу подвійного дна повинні бути продовжені за перегородки за допомогою горизонтальних книць, встановлених на кожному кільсоні, довжина яких повинна бути не менше $0,1B$, а ширина біля перегородки – $0,05B$ (див. рис. 2.9.1.1.5) або іншим рівноцінним способом.

Короткі платформи повинні закінчуватися горизонтальними кницями (див. рис. 2.9.1.1.5).

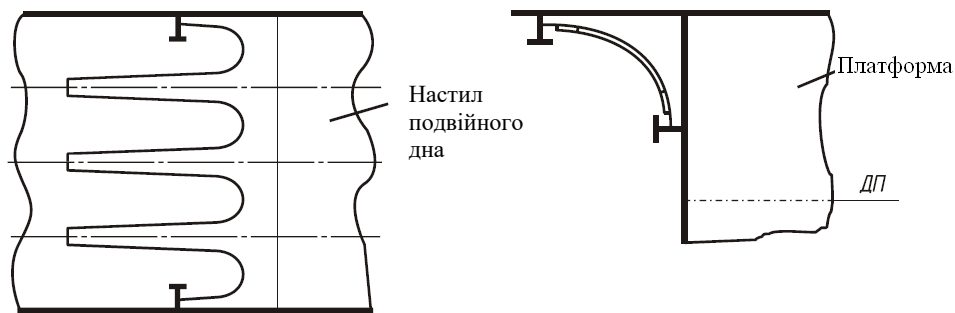


Рис. 2.9.1.1.5

2.9.1.2 Настил подвійного дна

Товщина настилу подвійного дна s повинна бути не менше визначеної за формулою, мм:

$$s = \left(\frac{L}{20} + 2 \right) \frac{a}{0,5} \quad (2.9.1.2)$$

де: a – шпация, м.

Якщо передбачається робота по настилу грейферами або іншими механізованими засобами навантаження/вивантаження вантажу, ця товщина повинна бути збільшена, щонайменше, на 3мм.

2.9.1.3 Суцільні флори

.1 Відстань між суцільними флорами визначається в 2.2.1.1 ÷ 2.2.1.2. При поперечній системі набору між суцільними флорами, розташованими не на кожному шпангоуті, повинні бути встановлені бракетні флори.

.2 На судах з подвійним бортом суцільні флори в межах міжбортового простору повинні бути продовженням суцільних флорів подвійного дна і можуть мати змінну висоту, що зменшується до борту. Висота флора біля зовнішнього борту повинна бути не нижче радіуса заокруглення скули.

.3 Стінка суцільного флора у відсіку подвійного дна, що не використовується як цистерна, повинна мати товщину s не менше, мм:

$$s = 0,60 \sqrt{L} \quad (2.9.1.3.3)$$

.4 Якщо суцільний флор у відсіку подвійного дна є перегородкою цистерни для прийому баласту чи запасів палива, його стінка повинна мати товщину s не менше, мм:

$$s = 0,60 \sqrt{L} + 0,5 \quad (2.9.1.3.4)$$

.5 Стінка суцільного флору у відсіку подвійного дна під вантажними трюмами, для навантаження-розвантаження яких застосовуються грейфери, повинна мати товщину s не менше, мм:

$$s = 0,60 \sqrt{L} + 2,5 \quad (2.9.1.3.5)$$

але не більше 8мм.

.6 Момент опору поперечного перерізу суцільного флора повинен задовольняти вимогам 2.2.1.3, 2.2.1.5, 2.2.1.7 та 2.2.1.12.

Приварювання листа подвійного дна, якщо він враховується в моменті опору суцільного флора, повинно виконуватися відповідно до табл. 1.4.3.3 (пункти 2, 4 і 5). У випадку іншого приварювання (див. також 2.9.9.1.4) це повинно бути предметом спеціального розгляду Регістра.

2.9.1.4 Бракетні флори

.1 Кінці верхніх і нижніх балок бракетних флорів повинні перекривати бракети на довжині не менше подвоєної висоти профілю відповідної балки (див. рис. 2.9.1.4.1).

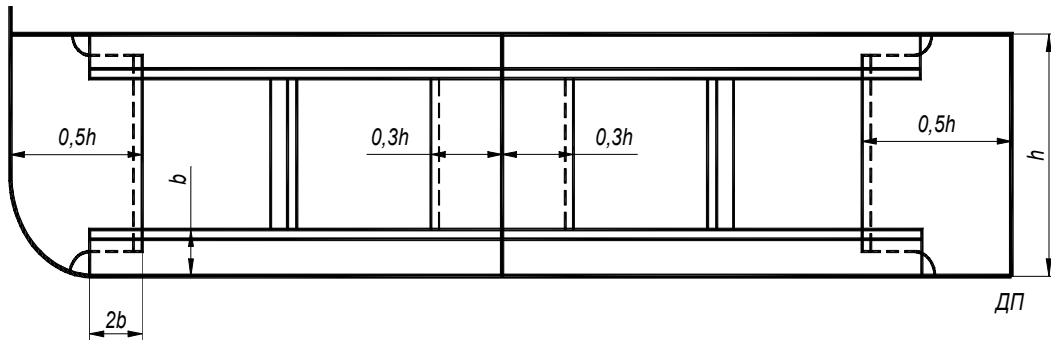


Рис. 2.9.1.4.1

.2 Товщина бракет повинна бути не менша за товщину стінки суцільних флорів, прийняту для цього району.

При висоті подвійного дна 800мм і більше вільні кромки бракет повинні мати відігнуті фланці або приварені пояски шириною, що дорівнює 10 товщин, але не більше 90мм.

.3 Ширина бракет з обох сторін вертикального кіля і біля скули повинна бути не менше за половину висоти міждонного простору. Ширина бракети біля кільсона повинна бути не менше 0,3 висоти міждонного простору.

.4 Момент опору нижньої балки бракетного флора повинен бути не менше визначеного за формулою (2.2.2.1).

.5 Момент опору верхньої балки бракетного флора повинен бути не менше визначеного за формулою (2.9.1.6.2), де $k = 7,1$; l – прогін балки, вимірний між опорами, але не менше $B/4$, м. Опорами вважаються поздовжні перегородки, зовнішні і внутрішні борти, пілерси та суцільні кільсони.

Для суден, призначених для перевезення навалювальних вантажів із завантаженням і розвантаженням грейферами, момент опору поперечного перерізу верхніх балок бракетних флорів W в межах вантажних люків повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = 91 \cdot k \cdot a \cdot c \quad (2.9.1.4.5)$$

де: k – коефіцієнт, що приймається рівним:

$k = 0,5$ для кранів вантажопідйомністю 5т,

$k = 1,0$ для кранів вантажопідйомністю 10т і 16т,

$k = 1,5$ для кранів вантажопідйомністю 20т;

a – відстань між флорами, м;

c – найбільша відстань між внутрішніми кромками бракет, м;

.6 Якщо між бракетами встановлюються розпірки (проміжні підкріплюючі стояки), що поділяють відстань між бракетами навпіл, моменти опору верхніх і нижніх балок можуть бути зменшені на 40%.

Площа поперечного перерізу розпірки повинна бути не меншою за площу перерізу меншої з балок бракетного флора.

При встановленні проміжних розпірок бракети біля кільсонів можуть бути замінені стояками, що мають профіль верхньої балки і встановлені з одного боку кільсона.

2.9.1.5 Вертикальний кіль і кільсони

.1 Стінка вертикального кіля, розташованого в діаметральній площині судна, повинна мати товщину s не менше, мм:

$$s = 0,8 \sqrt{L} \quad (2.9.1.5.1)$$

Товщина стінок кільсонів повинна дорівнювати товщині суцільних флорів.

.2 При поздовжній системі набору подвійного дна вертикальний киль та кільсони (за наявністю) повинні бути безперервними. З обох боків вертикального кіля на відстані, що не перевищує двох шпаций, повинні встановлюватися бракети, кожна з яких повинна бути доведена до найближчої поздовжньої балки або додаткового стрингера і приварена до них. Товщина стінки бракет повинна дорівнювати товщині стінки флорів. Вільні кромки бракет повинні бути підсилені фланцем або пояском.

.3 Відстань між кожними з таких елементів, як вертикальний киль, кільсон, поздовжня перегородка, борт, не повинна перевищувати 3м.

Кільсони повинні бути протягнуті якомога далі в ніс і корму.

.4 В районі машинного відділення положення кільсонів повинно бути узгоджене з розташуванням фундаментів під двигуни так, щоб, принаймні, одна з поздовжніх балок фундаменту знаходилась в площині кільсона.

За неможливості поєднання кільсонів з поздовжніми балками фундаменту під кожною з цих балок повинні бути поставлені додаткові кільсони. За узгодженням з Регістром замість додаткових кільсонів можуть бути допущені напівкільсони (стрингери), приварені тільки до настилу подвійного дна і до флорів.

2.9.1.6 Поздовжні балки днища і подвійного дна

.1 Поздовжні балки днища, крім зазначеного нижче, повинні задовольняти застосовним до них вимогам 2.2.3.

.2 Поздовжні балки подвійного дна повинні мати момент опору W не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = k \cdot a \cdot D \cdot l^2 \quad (2.9.1.6.2)$$

де: $k = 7,1$ для балок, що не мають розпірок по середині прогону між суцільними флорами;

$k = 4,25$ те ж, при наявності розпірок;

l – прогін балки, вимірний між суцільними флорами (без урахування бракет), м.

.3 Площа поперечного перерізу розпірки, якщо вона буде встановлена між поздовжніми балками днища і подвійного дна, повинна бути не менше за площу перерізу меншої з балок, що з'єднуються.

.4 Поздовжні балки днища і подвійного дна на проникних флорах не розрізаються та з'єднуються з ними згідно із застосовними вимогами 1.3.2.

.5 На непроникних флорах поздовжні балки, як правило, розрізаються та закріплюються згідно з 2.2.3.9. Зазор між кінцем балки і стінкою непроникного флора повинен бути не більше 20мм.

В разі використання нерозрізних ребер, на флорах слід встановлювати затулки згідно з 1.3.2.5.

.6 Для суден, призначених для перевезення навалювальних вантажів із завантаженням і розвантаженням грейферами, момент опору поперечного перерізу поздовжньої балки подвійного дна W в межах вантажних люків повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = 91 \cdot k \cdot a \cdot l \quad (2.9.1.6.6)$$

де: k – коефіцієнт, що приймається рівним:

$k = 0,5$ для кранів вантажопідйомністю 5т,

$k = 1,0$ для кранів вантажопідйомністю 10т і 16т,

$k = 1,5$ для кранів вантажопідйомністю 20т;

a – шпация (відстань між поздовжніми балками), м;

l – прогін поздовжньої балки подвійного дна, м (відстань між флорами або між флором і поперечною перегородкою).

При встановленні розпірок згідно з 2.9.1.4.6 значення W може бути зменшене на 30%.

2.9.1.7 Цистерни у подвійному дні

Вбудовані в подвійне дно цистерни повинні задовольняти наступні додаткові вимоги:

- товщина настилу подвійного дна над цистерною повинна відповідати вимогам 2.8.2 для настилу палуби (верх) цистерни;

- товщини стінок флорів та кільсонів, які є стінками, що обмежують цистерну, повинні бути не менше товщини вертикальних перегородок цистерн згідно з вимогами 2.8.2, див. також 2.9.1.3.4.

2.9.1.8 Стічні колодязі і кінгстонні ящики

Відкриті стічні колодязі в подвійному дні повинні мати глибину не більше половини висоти подвійного дна.

Товщина флорів, кільсонів і настилу подвійного дна, що є стінками кінгстонних ящиків і стічних колодязів, повинна бути на 2мм більше ніж вимагається в 2.9.1.3.4 та 2.9.1.2, а також задовольняти вимогам 2.9.1.7.

2.9.1.9 Приєднання набору подвійного дна

.1 Приєднання бортових шпангоутів до настилу подвійного дна повинно виконуватися за допомогою книць.

.2 Якщо подвійне дно закінчується на внутрішньому борті, висота флора в просторі між бортами біля внутрішнього борта повинна дорівнювати висоті подвійного дна. Повинен бути забезпечений плавний перехід від настилу подвійного дна до вільного пояса флора з допомогою фестонних або приставних книць, розташованих в площині пояса флора. Ширина фестонної книці або сумарна ширина полки і приставних книць в місці приєднання їх до внутрішнього борта повинна бути не менше 0,25 відстані між флорами. Товщину книць необхідно приймати рівною товщині настилу подвійного дна. Допускається зменшення товщини книці на 2мм порівняно з потовщеним за умовами навантаження/розвантаження рейфферами настилом подвійного дна.

.3 На суднах з подвійним дном і одинарними бортами рамні шпангоути та шпангоути борта необхідно закріплювати на подвійному дні за допомогою книць, розміри яких визначаються згідно з 1.3.5. Допускається заміна книць, що розташовуються в площині стінки шпангоута, приставними або фестонними кницями, встановленими в площині полки балки. Ширина фестонної книці або сумарна ширина полки і приставних книць в місці приєднання їх до настилу подвійного дна повинна бути не менше три ширини полки. В площині цих книць під настилом подвійного дна необхідно встановити ребра жорсткості або бракети, що усувають «жорсткі точки».

.4 При поздовжній системі набору днища та подвійного дна, що доходить до зовнішнього борта, на ділянці між флорами в площині кожного практичного шпангоута повинні бути встановлені скулові бракети, що доходять до ближніх поздовжніх балок днища і подвійного дна. Товщина бракет приймається рівною товщині флора.

2.9.2 Подвійний борт

2.9.2.1 Ширина подвійного борту повинна бути не менше 600мм.

2.9.2.2 Момент опору рамних шпангоутів визначається для всього поперечного перерізу подвійного борту з включенням приєднаних поясів зовнішньої обшивки і обшивки внутрішнього борта.

Момент опору рамних шпангоутів повинен задовольняти вимогам 2.3.6.3, 2.3.6.4, 2.3.6.6.

2.9.2.3 Момент опору W окремих стояків як зовнішнього, так і внутрішнього бортів, що утворюють рамний шпангоут, повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = 3,8 \cdot a_p \cdot D \cdot l^2 \quad (2.9.2.3)$$

де: l – відстань, виміряна по борту, між верхньою кромкою флора і нижньою кромкою бімса, м;

a_p – відстань між рамними шпангоутами, м.

2.9.2.4 Стояки, вказані в 2.9.2.3, повинні бути зв'язані розпіркою, що встановлюється в середині прогону, або іншим рівноцінним способом. Площа поперечного перерізу розпірки f повинна бути не менше визначеної за формулою, см²:

$$f = 1,4 \cdot a_p \cdot l^2 \quad (2.9.2.4)$$

2.9.2.5 Як альтернатива вимогам 2.9.2.3 ÷ 2.9.2.4 замість рамних шпангоутів можуть бути встановлені діафрагми. Товщина діафрагм повинна дорівнювати товщині флорів подвійного дна, що визначається за формулою (2.9.1.3.3), а при використанні діафрагм як перегородок цистерни - за формулою (2.9.1.3.4).

Сумарна ширина вирізів в одному перерізі діафрагми не повинна перевищувати 0,6 ширини подвійного борту.

Діафрагми повинні бути підкріплені згідно з 1.3.4.3.

2.9.2.6 Розміри поперечного перерізу шпангоутів основного набору зовнішнього борта визначаються згідно з **2.3.2**.

Розміри стояків основного набору внутрішнього борту визначаються згідно з **2.7.3** (для сухого міжбортового простору) або **2.8.3** (для баластних цистерн).

2.9.2.7 Розміри поперечного перерізу поздовжніх бортових балок визначаються згідно з **2.3.5**.

2.9.2.8 Товщина обшивки внутрішнього борта повинна дорівнювати товщині настилу подвійного дна, що вимагається за формулою (2.9.1.2).

Для міжбортового простору, що використовується як цистерни, товщина обшивки внутрішнього борту повинна задовольняти вимогам **2.8.2**.

2.10 ШТЕВНІ, КІЛІ, КРОНШТЕЙНИ РУЛЯ І ГРЕБНОГО ВАЛА, НЕПОВОРОТНІ НАСАДКИ ГРЕБНОГО ГВИНТА

2.10.1 Брусківий кіль

На самохідних суднах брусківий кіль суцільного прямокутного перерізу повинен мати розміри перерізу не менше визначених за формулами:

$$\begin{aligned} \text{висота, мм} \quad h &= 100 + L, \\ \text{товщина, мм} \quad s &= 12 + 0,4L. \end{aligned} \tag{2.10.1}$$

На несамохідних суднах площа поперечного перерізу брускового кіля може бути зменшена на 10%.

На пасажирських суднах та суднах технічного флоту площа поперечного перерізу брускового кіля може бути зменшена на 20%.

2.10.2 Форштевень

2.10.2.1 На самохідних суднах брусківий форштевень суцільного прямокутного перерізу повинен мати розміри перерізу не менше визначених за формулами:

$$\begin{aligned} \text{висота, мм} \quad h &= 1,0L + 70, \\ \text{товщина, мм} \quad s &= 0,40L + 1. \end{aligned} \tag{2.10.2.1}$$

На штовхачах і буксирах-штовхачах висота h і товщина s повинні бути збільшені на 25%.

На несамохідних суднах площа поперечного перерізу форштевня може бути зменшена на 10%.

2.10.2.2 Форштевні іншого суцільного перерізу (наприклад, круглого), а також відлиті форштевні повинні бути рівними за міцністю брусковому форштевню.

Литий форштевень повинен мати нескладну форму і, по можливості, великі ливарні радіуси.

2.10.3 Форштевень з гнutoго листа або косинця

2.10.3.1 Товщина s листа (див. рис. 2.10.3) або полиці косинця, що застосовані для виготовлення форштевня, повинна бути не менше визначеної за формулою, мм:

$$s = 1,25\sqrt{L + 2(v - 10)} \tag{2.10.3.1}$$

де: v – експлуатаційна швидкість судна, км/год, але не менше 11 км/год.

Для стоянкових суден значення виразу $2(v - 10)$ приймається рівним нулю.

На штовхачах і буксирах-штовхачах отримана по формулі (2.10.3.1) товщина листа або полиці косинця повинна бути збільшена на 40%; при цьому вона повинна складати не менше 8 мм.

На пасажирських суднах і суднах технічного флоту ця товщина може бути зменшена на 15%.

На несамохідних суднах площа поперечного перерізу форштевня може бути зменшена на 10%.

2.10.3.2 Ширина полиці косинця повинна бути не менше за 9-разову її товщину, що визначається за формулою (2.10.3.1).

Лист форштевня повинен бути протягнутий за початок заокруглення штевня не менше ніж на 100 мм (див. рис. 2.10.3).

2.10.3.3 Форштевень, виготовлений з листової сталі або косинця, повинен бути підкріплений бракетами, що встановлені не рідше ніж через 500мм і виступають за межі форштевня не менше ніж на 75мм. Товщина бракет повинна бути не менше 0,7 товщини форштевня. Бракети рекомендується доводити до найближчого шпангоута.

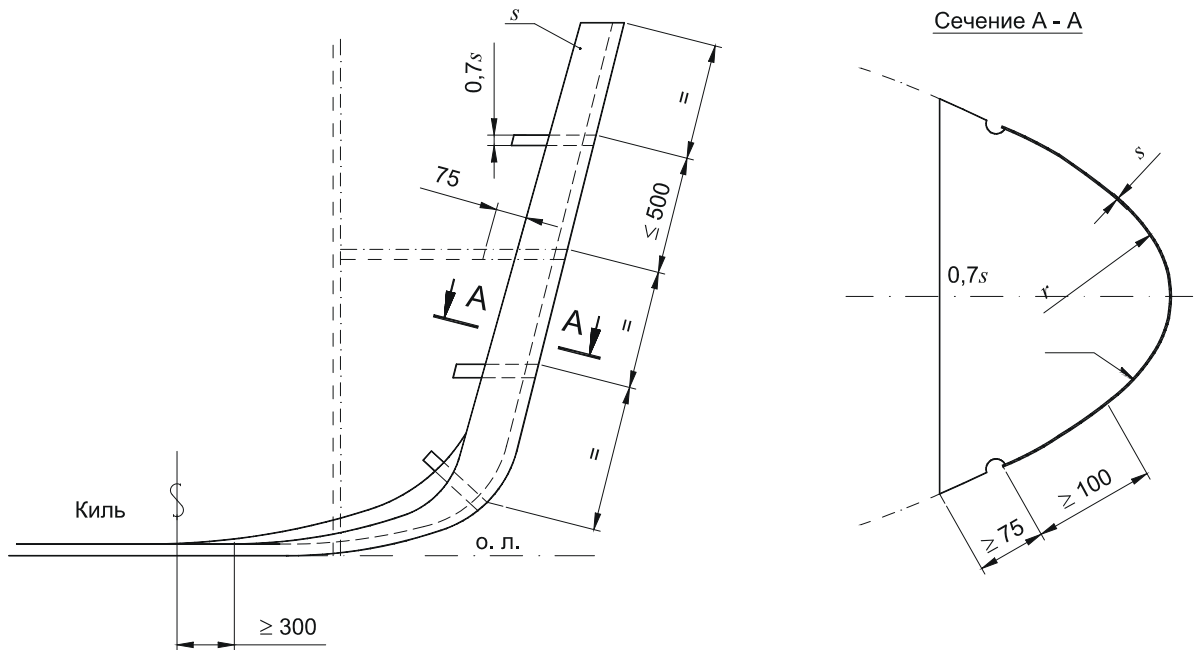


Рис. 2.10.3

2.10.4 Площа поперечного перерізу форштевня повинна бути постійною до рівня вантажної ватерлінії. Вгору від вантажної ватерлінії площа поперечного перерізу форштевня, визначена відповідно до 2.10.1 ÷ 2.10.3, може бути поступово зменшена на 30%.

2.10.5 Верхній кінець форштевня повинен бути доведений до палуби або платформи, найближчої над вантажною ватерлінією.

2.10.6 З'єднання форштевня з кілем повинно знаходитися, принаймні, на відстані 0,3м в корму від початку підйому контуру форштевня, як показано на рис. 2.10.3.

2.10.7 Брусковий ахтерштевень (див. рис. 2.10.7)

2.10.7.1 Ахтерштевень одногвинтового судна

Старнпост ахтерштевня з брускової сталі повинен мати розміри перерізу не менше визначених за формулами:

$$\text{висота, мм} \quad h = 1,25L + 85, \quad (2.10.7.1-1)$$

$$\text{товщина, мм} \quad s = (0,4L + 10) \cdot (1 + N_e/883). \quad (2.10.7.1-2)$$

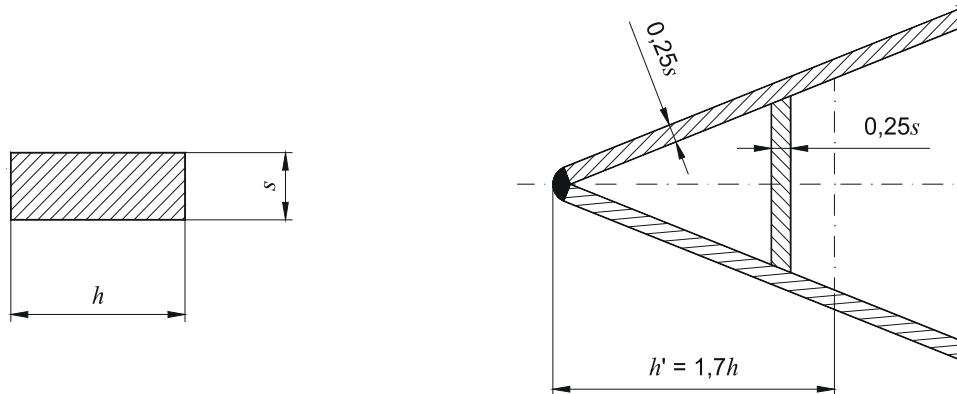


Рис. 2.10.7

Якщо п'ятка штевня не служить опорою стерна, а призначена тільки для захисту гребного гвинта, товщина старнпоста s може бути зменшена до наступного значення, мм:

$$s = (0,4L + 10) \cdot (1 + N_e/1324), \quad (2.10.7.1-3)$$

де: N_e – сумарна потужність головних двигунів за специфікацією, кВт.

2.10.7.2 Ахтерштевні двогвинтових суден

Розміри поперечного перерізу ахтерштевня прямокутного перерізу, який не служить опорою стерна, повинні дорівнювати розмірам поперечного перерізу брускового кіля несамохідних суден.

Якщо п'ятка ахтерштевня служить опорою стерна, то висоту перерізу ахтерштевня необхідно збільшити на 10%.

2.10.8 Складові частини ахтерштевня

2.10.8.1 Міцність старнпоста з гнutoго листа повинна бути такою, щоб момент опору його поперечного перерізу відносно поздовжньої осі був не менше за 1,5-разове відповідне значення моменту опору брускового ахтерштевня суцільного прямокутного перерізу.

Розрахункова довжина поперечного перерізу складеного ахтерштевня h' повинна прийматися не більше $1,7h$ (див. рис. 2.10.7).

Товщина листів повинна бути не менше 25% товщини брускового ахтерштевня, що вимагається згідно з 2.10.7.1.

Міцність відлитого ахтерштевня повинна бути не меншою за міцність брускового ахтерштевня суцільного прямокутного перерізу, вказаного в 2.10.7.

2.10.8.2 Старнпост повинен бути прикріплений до поперечної напівперегородки, що доходить до найближчої палуби, або до рамного флору з'єднаному з рамним бiмсом пілерсами.

Товщина листів напівперегородки або флора повинна бути не менше 20% товщини листів ахтерштевня. Ширина горизонтального фланця по верхній кромці флора повинна дорівнювати 10-разовій товщині листа. Напівперегородка може мати полегшуючі вирізи, що служать лазами в просторі ахтерпіка.

2.10.8.3 Товщина стінки дейдвудного яблука після обробки отвору повинна становити не менше 30% діаметра гребного вала.

2.10.8.4 Рудерпост повинен мати такі ж розміри поперечного перерізу, як і старнпост (див. 2.10.7 і 2.10.8.1).

2.10.8.5 П'ятка ахтерштевня, що має рудерпост, яка служить опорою стерна, при прямокутному поперечному перерізі повинна мати мінімальні розміри, визначені за формулами:

$$\text{висота, мм} \quad h = 1,65L + 75; \quad (2.10.8.5-1)$$

$$\text{товщина, мм} \quad s = 0,70L + 18. \quad (2.10.8.5-2)$$

2.10.8.6 Якщо ахтерштевень не має рудерпосту, то момент опору поперечного перерізу п'ятки W відносно вертикальної осі повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = 0,75 \cdot A \cdot v^2 \cdot l, \quad (2.10.8.6)$$

де: A – площа пера руля, м²;

v – максимальна швидкість судна, км/год;

l – відстань цього поперечного перерізу від вісі обертання руля, м.

Перехід від п'ятки до ахтерштевня повинен бути плавним.

Якщо п'ятка не служить опорою стерна, а призначена тільки для захисту гвинта, вона може мати розміри брускового кіля; при цьому її висота повинна дорівнювати висоті кіля.

Якщо п'ятка ахтерштевня має переріз, відмінний від прямокутного, то моменти опору прийнятого поперечного перерізу п'ятки відносно горизонтальної і вертикальної нейтральних осей повинні дорівнювати відповідним моментам опору прямокутного поперечного перерізу.

Для з'єднання ахтерштевня з горизонтальним кілем нижня частина ахтерштевня повинна бути протягнена в ніс від старнпоста не менше ніж на дві шпациї при збереженні поперечного перерізу ахтерштевня.

2.10.9 Кронштейни гребних валів**2.10.9.1** Кронштейни гребних валів можуть виконуватися одно- або дволапими.

Лапи дволапих кронштейнів бортових гребних валів повинні розташовуватися одна до одної під кутом, близьким до 90° . Осьові лінії лап повинні перетинатися на осі гребного вала.

Конструкція кронштейнів гребних валів, лапи яких розташовуються під кутом, меншим 80° і більшим 100° , і додаткові підкріплення корпусу судна в районі таких кронштейнів є предметом спеціального розгляду Регістром.

2.10.9.2 Розміри лап і маточини визначаються залежно від діаметра гребного вала d_b , мм, і повинні дорівнювати або перевершувати величини, зазначені в табл. 2.10.9.2.

Таблиця 2.10.9.2

Найменування розмірів	Дволапий кронштейн	Однолапий кронштейн
	під кутом від 80° і до 100°	
Товщина лапи, мм	$0,45d_b$	$0,75d_b$
Площа перерізу лапи, мм ²	$0,5d_b^2$	$1,5d_b^2$
Довжина маточини, мм	$3,0d_b$	$3,0d_b$
Товщина стінки маточини, мм	$0,35d_b$	$0,40d_b$

Товщину стінки маточини дволапих кронштейнів на судах довжиною L до 25м можна зменшити до $0,25d_b$.

2.10.9.3 Лапи повинні пропускатися крізь зовнішню обшивку корпусу і ретельно кріпитися приварюванням до флорів або до рамних шпангоутів. Площа поперечного перерізу зварних швів повинна бути не менше дворазової площі поперечного перерізу лапи.

2.10.9.4 Для зовнішньої обшивки в межах кронштейна повинні бути використані вварені листи, потовщені на 25% відносно листів обшивки, що вимагаються для цього району. Ширина ввареного листа повинна прийматися рівною приблизно $2d_b$, а довжина повинна перевищувати довжину лапи кронштейна в місці приварювання на величину d_b .

Допускається посилення зовнішньої обшивки накладними листами.

2.10.9.5 Зварні кронштейни гребного валу повинні бути еквівалентними за міцністю з відлитими.

2.10.10 Кронштейни руля.

2.10.10.1 Момент опору поперечного перерізу рульового кронштейна напівпідвісного руля, см³, відносно поздовжньої осі в місці прилягання до корпусу для руля з однією петлею на кронштейні повинний бути не менше визначеного за формулою:

$$W = 12R_4 z_s \eta, \quad (2.10.10.1)$$

де: z_s – відстань по вертикалі від середини товщини петлі руля на кронштейні до розгляданого перерізу, (не слід приймати z_s менше $0,5 l_k$ і більше l_k), м;

l_k – довжина прогону кронштейна, вимірювана по вертикалі від середини товщини петлі руля на кронштейні до точки перетинання осі кронштейна із зовнішньою обшивкою, м;

η – згідно 1.2.2.

Розрахункове навантаження для конструкцій кронштейна напівпідвісного руля береться таким, що дорівнює умовній розрахунковій реакції нижньої опори пера руля R_4 , кН, відповідно до 2.2.4.12 частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення» Правил класифікації та побудови морських суден, при цьому в формулах (2.2.4.7-2) ÷ (2.2.4.7-4) коефіцієнт α_4 необхідно брати таким, що дорівнює нулю.

У кронштейна зварної листової конструкції товщина листових елементів у всіх випадках повинна бути не менша 7мм.

2.10.11 Неповоротна насадка гребного гвинта.

Товщина зовнішньої і внутрішньої обшивки неповоротної насадки повинна відповідати 2.8 частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення. Сигнальні засоби» цих Правил, з урахуванням, що: ширина середнього поясу внутрішньої обшивки повинна прийматися не менше відстані від $0,03D_n$ до носа від кінцевих кромок лопатей гвинта та до $0,07D_n$ до корми від цих кромок;

товщина носової ділянки внутрішньої і зовнішньої обшивок повинна бути не менше необхідної для бортової обшивки (див. 2.1.4).

Ширина кріплення насадки гребного гвинта до корпусу судна повинна бути не менше $0,15D_n$, де D_n – внутрішній діаметр насадки гребного гвинта, м.

Площа поперечного перерізу з'єднання повинна бути не менше необхідної згідно з **2.10.7.1** для підшви ахтерштевня. За наявності опори пера руля у п'ятці ахтерштевня з'єднання насадки гребного гвинта з підшвою ахтерштевня є предметом спеціального розгляду Регістром.

Якщо насадка гребного гвинта не закріплена до корпусу судна в нижній частині, ширина верхнього кріплення її до корпусу повинна бути не менше $0,3D_n$.

Якщо насадка гребного гвинта кріпиться до корпусу судна за допомогою кронштейнів, їх міцність і конструкція повинна відповідати вимогам **2.10.9**.

У районі кріплення насадки гребного гвинта до корпусу товщина елементів набору повинна бути не менше необхідної, визначеної за формулою (2.8.3) частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення. Сигнальні засоби» цих Правил.

2.11 ФУНДАМЕНТИ ПІД МЕХАНІЗМИ І КОТЛИ

2.11.1 Загальні положення

2.11.1.1 Вимоги стосуються конструкції і розмірів фундаментів під головні механізми і котли, палубні, промислові, вантажопідіймальні, допоміжні та інші механізми, агрегати і пристрої, які встановлюються на ці фундаменти.

2.11.1.2 Вимоги підрозділу є мінімальними; повинні бути також виконані вказівки, стосовно конструкції і розмірів деталей фундаменту, що містяться в технічній документації механізму, агрегату чи пристрою, що встановлюється на цей фундамент.

2.11.2 Конструкція фундаментів

2.11.2.1 Конструкція фундаменту повинна відповідати наступним загальним вимогам:

1 фундамент повинний мати міцну і жорстку конструкцію, що забезпечує надійне кріплення механізму, агрегату або пристрою, передачу і розподіл діючих зусиль на жорсткі в'язі корпусу, які мають достатню міцність (див. **2.2.4.3**, **2.11.3.3** і **2.11.3.4**);

2 конструкція повинна виключати резонансну вібрацію фундаменту в цілому і його елементів на усіх специфікаційних режимах роботи механізмів;

3 у разі установки фундаменту на безперервні поздовжні в'язі розрахункової палуби і подвійного дна (днища) у районі $0,5L$ середньої частини судна довжиною більше 65 м висота поздовжніх стінок фундаменту на кінцях повинна зменшуватися поступово і плавно.

Якщо довжина поздовжньої стінки більше ніж в 6 раз перевищує її висоту, стінка та її опорний лист повинні бути виготовлені із такої ж сталі, як і в'язь палуби або подвійного дна (днища), на якій вона встановлена.

Елементи фундаменту не повинні закінчуватися на непідкріплених ділянках палуби. Кріплення фундаменту до верхньої кромки ширстреку підлягає погодженню з Регістром;

4 конструкція фундаменту повинна забезпечувати доступ для огляду настилу (обшивки) під ним. Повинно бути виключене скупчення води під фундаментом.

В окремих випадках за погодженням з Регістром допускається виконувати конструкцію фундаменту герметичною із заповненням внутрішньої порожнини хімічно нейтральним матеріалом з належною адгезією.

2.11.2.2 Фундамент під головні механізми і котли, зазвичай, повинний складатися з двох суцільних поздовжніх вертикальних листів (стінок), а для двигунів великої потужності і середньо-обертових – з чотирьох стінок (по дві з кожного боку двигуна) і опорних листів (горизонтальних поясків), призначених для безпосереднього кріплення до них механізму (котла). Стінки повинні бути підкріплені бракетами (кницями) з поясками (фланцями) по вільних кромках.

У фундаменті з чотирма стінками опорний лист кріпиться до двох стінок, розташованих з однієї сторони механізму. У конструкції з чотирма стінками зовнішні стінки фундаменту, в яких виконуються вирізи для доступу в фундамент, рекомендується виконувати похилими. Для середньо-обертових двигунів вирізи не можна доводити до опорного листа, але можна доводити до настилу подвійного дна.

Всі стінки фундаменту повинні суміщатися з основними або додатковими кільсонами (стрингерами) (див. **2.9.1.5.4**).

2.11.2.3 Якщо фундаментна рама головного двигуна і упорний підшипник встановлюються безпосередньо на настил подвійного дна, під опорними частинами фундаментної рами і упорного підшипника необхідно передбачати вварні опорні листи товщиною не менше необхідної згідно з **2.11.3.1**. Розміри вварних опорних листів повинні забезпечувати розміщення упорних елементів і кріплення механізму і бути принаймні не менше опорних частин фундаментної рами механізму. При встановлюванні фундаментної рами і упорного підшипника на настил подвійного дна в районі їх встановлення повинні бути передбачені по ширині кожного вварного опорного листа два кільсони або кільсон і напівкільсон (стрингер), верхня частина яких висотою не менше 0,2 висоти кільсона повинна мати товщину, що дорівнює товщині потовщеного листа, або по всій висоті мати товщину, необхідну згідно з **2.11.3.1** і **2.11.3.2** для стінки фундаменту.

Між стрингерами з урахуванням розташування отворів під болти кріплення механізму повинно бути встановлене подовжнє ребро жорсткості з розмірами, зазначеними вище для верхньої частини стрингерів.

Для двигунів малої потужності за погодженням з Регістром допускається встановлення по ширині потовщеного листа тільки одного стрингера.

2.11.2.4 Настил поглиблення під картер двигуна, а також частини кільсонів і флорів, що обмежують його, повинні мати товщину на 2мм більшу ніж товщина настилу подвійного дна в цьому районі.

Мінімальна відстань від настилу поглиблення до днищової обшивки повинна бути не менше 460мм.

2.11.2.5 Поздовжні балки фундаменту повинні бути безперервними по всій довжині машинного відділення і повинні бути приєднані до обмежуючих його поперечних перегородок. Якщо балки не мають продовження у вигляді кільсонів, вони повинні бути продовжені у вигляді книць за перегородки машинного відділення не менше ніж на дві шпациї.

2.11.2.6 Висота поздовжніх балок залежить від розташування двигуна, проте, вона повинна бути не менше за висоту флорів машинного відділення. Товщина балок повинна на 1мм перевищувати товщину флорів.

Розміри опорних листів (поясків) поздовжніх балок, на які встановлюється двигун, повинні відповідати опорним поверхням двигуна; при цьому площа поперечного перерізу пояска повинна щонайменше в 2 рази перевищувати площу перерізу пояска флорів машинного відділення.

2.11.2.7 Поздовжні балки фундаменту повинні бути підкріплені на кожному флорі поперечними бракетами, що зв'язують балки одна з одною, і кницями, поставленими із зовнішнього боку стінок фундаменту. Ширина бракет повинна бути не менше їх висоти, а товщина - на 20% більше товщини стінок флорів, в площині яких встановлені бракети. Вільні кромки бракет і книць при довжині кромки, що перевищує 40 їх товщин, повинні мати поясок або фланець. Кінці поясків, що не притикаються до опорного листа, повинні бути зрізані «на вус».

2.11.2.8 Поперечні балки повинні відповідати вимогам, що пред'являються до флорів машинного відділення (див. також **2.2.1.8**).

2.11.2.9 Установлення механізмів та іншого обладнання на зовнішній обшивці корпусу, на непроникних перегородках (у тому числі на стінках і дахах цистерн), палубах і платформах, настилі подвійного дна і обшивці тунелю гребного вала допускається при кріпленні їх до балок набору, до спеціально встановлених ребер жорсткості (див. **1.3.1.8**) або на кронштейнах, з'єднаних з балками набору або ребрами жорсткості.

Установлення малогабаритних механізмів і обладнання на зазначені вище конструкції на наварках не допускається.

2.11.2.10 Приклади конструкцій фундаментів наведені в Додатку 2.

2.11.3 Розміри конструкцій фундаментів

2.11.3.1 Товщина деталей конструкції фундаменту головного механізму або котла s повинна бути не менше визначеної за формулою, мм:

$$s = k_0 \sqrt[3]{Q} + k_1, \quad (2.11.3.1)$$

де: Q – маса механізму (котла) у робочому стані, т;

k_0 – коефіцієнт, значення якого наведені в табл. 2.11.3.1-1;

k_1 – коефіцієнт, що залежить від маси механізму, прийнятий за табл. 2.11.3.1-2.

Таблиця 2.11.3.1-1

Фундамент під механізм (котел)	k_0		
	опорний лист	стінка ¹	бракети, кінці
Головний двигун внутрішнього згоряння	4,65	3,0	2,5
Головний турбозубчастий агрегат, головний дизель-генератор і гребний електродвигун	4,15	2,7	2,7
Котел	3,65	2,4	2,4

¹У конструкції фундаменту, що має по дві стінки з кожного боку двигуна, товщину зовнішніх стінок можна приймати такою, що дорівнює товщині бракет і кінців.

Таблиця 2.11.3.1-2

Маса механізму (котла), т	≤ 20	> 20 ≤ 50	> 50 ≤ 100	> 100 ≤ 200	> 200
k_1	4	3	2	1	0

2.11.3.2 Товщина деталей конструкції фундаменту головного двигуна внутрішнього згоряння s повинна бути не менше визначеної за формулою, мм:

$$s = k_2 \sqrt[3]{N_e} + k_3, \quad (2.11.3.2)$$

де: N_e – потужність двигуна за специфікацією, кВт;
 k_2, k_3 – коефіцієнти, значення яких наведені в табл. 2.11.3.2,
але при цьому повинна бути не менше, ніж вимагається згідно з 2.11.3.1.

Таблиця 2.11.3.2

N , кВт	Кількість стінок	Коефіцієнт	Опорний лист	Стінка	Бракети, кінці
≤ 1000	2	k_2	1,7	1,1	0,9
		k_3	6	4	3
	4	k_2	1,4	0,9	0,9
		k_3	5	3	3
> 1000	2	k_2	1,0	1,0	0,7
		k_3	13	5	5
	4	k_2	0,8	0,7	0,7
		k_3	11	5	5

2.11.3.3 Рекомендована товщина елементів фундаментів під допоміжні та інші механізми залежно від їх маси та діаметрів приєднувальних болтів наведена в табл. 2.11.3.3.

Таблиця 2.11.3.3

Характеристика виробу		Фундамент	
Діаметр болта	Маса виробу	Товщина опорного листа	Товщина стінки бракети, поздовжньої балки
6 мм	до 400 кг включно	4 мм	3-4 мм
8 мм			
10 мм			
12 мм			
14 мм			
16 мм	від 400кг до 2000 кг включно	6 мм	4-5 мм
18 мм			
20 мм			
22 мм			
		8 мм	5-6 мм
		10 мм	6-8 мм

2.12 НАДБУДОВИ І РУБКИ

2.12.1 Настил палуби надбудов і рубок

2.12.1.1 Товщина настилу палуби s одноярусної надбудови і першого ярусу багатоярусних надбудов повинна бути не менше визначеної за формулами, мм:

.1 для всіх надбудов суден довжиною $L \leq 25$ м та надбудов, що не враховуються в розрахунках поздовжньої міцності корпусу судна довжиною $L > 25$ м:

$$s = \left(\frac{L}{50} + 2 \right) \frac{a}{0,6} \quad (2.12.1.1.1)$$

але не менше 2,5мм;

.2 для надбудов, що враховуються в розрахунках поздовжньої міцності корпусу судна, і всіх уступів головної палуби суден довжиною $L > 25$ м:

$$s_H = s \frac{D}{D_H + D} \quad (2.12.1.1.2)$$

але не менше товщини s , визначеної за формулою (2.12.1.1-1),

де: s – товщина листів настилу розрахункової палуби згідно з **2.4.1**;

D_H – висота надбудови над палубою, м.

Врахування надбудови в розрахунках поздовжньої міцності корпусу судна визначається наступними умовами:

- довжина надбудови повинна бути не менше $6D_H$, але не менше $0,5L$;
- надбудова повинна бути розташована в середній частині судна;
- кінцеві перегородки надбудови повинні розташовуватися в одній площині з поперечними перегородками корпусу або якомога ближче до них;
- всередині надбудов повинні бути передбачені рамні шпангоути або рамні стояки, перегородки або напівперегородки, встановлені в площині рамних в'язей і перегородок нижче розташованих конструкцій корпусу судна. Рамні стояки кінцевих перегородок повинні розташовуватися в одній площині з рамними стояками перегородок корпусу.

2.12.1.2 Товщина настилу палуби s другого і решти ярусів надбудов, а також всіх ярусів рубок повинна бути не менше визначеної за формулою, мм:

$$s = \left(\frac{L}{80} + 2 \right) \frac{a}{0,6} \quad (2.12.1.2)$$

але не менше 2мм.

2.12.2 На суднах довжиною $L \geq 25$ м яруси надбудов і рубок завдовжки $\geq 0,5L$, що не враховуються в розрахунках поздовжньої міцності судна, не повинні бути жорстко з'єднані з корпусом судна або їх палуба повинна бути розбита на короткі ділянки із застосуванням зазорів або розширювальних і ковзних з'єднань. Довжина таких ділянок не повинна перевищувати $5D_H$.

2.12.3 Включення другого і подальших ярусів в розрахунок поздовжньої міцності корпусу судна є предметом спеціального розгляду Регістром.

2.12.4 Зовнішні стінки надбудов і рубок

2.12.4.1 Товщина листів обшивки зовнішніх стінок надбудови s , що враховується в розрахунках поздовжньої міцності корпусу суден довжиною $L > 25$ м, не повинна бути менше визначеної за формулою, мм:

$$s = \left(\frac{L}{40} + 2,5 \right) \frac{a}{0,6} \quad (2.12.4.1)$$

але не менше 3мм і не більше товщини настилу палуби, що визначається згідно з **2.12.1.1.2**.

Листи обшивки зовнішніх стінок надбудови в районі вирізів для ілюмінаторів повинна бути підкріплені над вирізами і під ними ребрами жорсткості з площею поперечного перерізу, що дорівнює площі поперечного перерізу вирізаної частини листа.

У надбудов шириною менше B товщина листів пояса, що приєднується до верхньої палуби, повинна бути не менша за 4мм.

2.12.4.2 У решти надбудов і рубок, не указаних в **2.12.4.1**, товщина обшивки зовнішніх стінок повинна дорівнювати товщині палуби надбудови або рубки, що вимагається згідно з **2.12.1.1** ÷ **2.12.1.2**.

Товщина листів пояса, що приєднується до верхньої палуби, не повинна бути менша за 3мм.

2.12.5 Набір палуби повинен задовольняти вимогам **2.5**. При цьому, якщо надбудова не враховується в розрахунках поздовжньої міцності корпусу судна, при застосуванні формул із **2.5** для поздовжніх балок для цього розділу не слід враховувати доданки, що містять довжину судна L .

2.12.6 Стояки і рамні стояки стінок надбудов повинні бути розташовані в площині відповідного набору корпусу судна. Відстань між стояками основного набору не повинна перевищувати 0,6м. Момент опору вертикальних стояків стінок (шпангоути надбудови) одноярусної надбудови, надбудови I ярусу багатоярусної надбудови та уступів головної палуби повинен складати 80% моменту опору бортових шпангоутів основного набору корпусу, а для решти надбудов і рубок – 60%. Проте він не повинен бути менше 6см^3 . Якщо в наборі стінок відсутні рамні стояки (рамні шпангоути, вказані в **2.12.7**), момент опору, принаймні, кожного восьмого стояка повинен бути збільшений на 100%.

2.12.7 момент опору рамних шпангоутів та рамних б'імсів надбудов W_n , що враховуються в розрахунках поздовжньої міцності судна, повинен бути не менше визначеного за формулою, см^3 :

$$W_n = W \frac{D}{D_n + D} \quad (2.12.7)$$

де: W – момент опору відповідно рамних шпангоутів та б'імсів корпусу судна, см^3 ;

D_n – висота надбудови, м.

2.12.8 На суднах довжиною $L > 25\text{м}$ обшивка поздовжніх стінок надбудов, що співпадають з бортами судна, в кінці надбудови повинна бути продовжена за кінцеву перегородку і плавно зведена до ширстрека на довжині не менше за висоту надбудови (для спрощення технології допускається прямолінійне указане зведення обшивки до ширстрека, що охоплює плавну лінію).

Товщина листів нижнього поясу обшивки бортових стінок надбудови, що виступають за її кінці, повинна бути збільшена на 10% на довжині, що дорівнює 1,5 висоти надбудови.

Товщина ширстрека і палубного стрингера перед носовою і за кормовою перегородками надбудов повинна бути збільшена на 10% на довжині, що дорівнює 2,5 шпациям.

2.12.9 Конструкції бака і юта розглядаються як надбудови.

2.13 ФАЛЬШБОРТ

2.13.1 Загальні вимоги

Фальшборт міцної конструкції і необхідної висоти повинен бути встановлений згідно з вимогами 10.5.1 частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення. Сигнальні засоби» цих Правил.

2.13.2 Конструкція фальшборту

2.13.2.1 Конструкція фальшборту в середній частині суден довжиною $L > 50$ м повинна бути такою, щоб він не брав участь у загальному вигині корпусу.

2.13.2.2 Товщина листів фальшборту повинна дорівнювати товщині листів бортових стінок надбудов, визначеній по 2.12.4.1, при цьому за "а" слід приймати відстань між стояками, що підкріплюють обшивку фальшборту.

2.13.2.3 Відстань між стояками, що підкріплюють обшивку фальшборту, повинна бути не більше 1,2м. Ширина нижнього кінця стояка повинна бути не менше 1/3 висоти фальшборту. Стояки повинні розташовуватися в площині бімсів або бісових книць верхньої палуби.

2.13.2.4 Верхня кромка фальшборту повинна мати планшир зі штабової, листової або профільної сталі, момент опору W якого відносно вертикальної осі повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W=5 \cdot a/0,6, \quad (2.13.2)$$

де: a – відстань між стояками фальшборту, м.

2.13.2.5 Якщо до фальшборту кріпляться деталі суднового обладнання (ключи та кіпові планки), стояки фальшборту повинні бути підкріплені відповідним чином, наприклад, як показано на рис. 1.3.6.3, а товщина листів фальшборту в місці встановлення обладнання повинна бути збільшена на 1мм відносно зазначеної в 2.13.2.2.

3 ДОДАТКОВІ ВИМОГИ ДО КОНСТРУКЦІЙ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ СУДЕН

3.1 НАЛИВНІ СУДНА

3.1.1 Область поширення

3.1.1.1 Вимоги цього підрозділу поширюються на наливні судна, призначені для перевезення сирої нафти та нафтопродуктів. На ці судна додатково, а також на наливні судна (танкери) для перевезення інших небезпечних вантажів застосовуються вимоги **3.1** та **3.3** частини XIII «Судна для перевезення небезпечних вантажів» цих Правил.

Конструкція корпусу наливних суден, призначених для перевезення інших рідин, а також конструкція корпусу танкерів-газовозів, в частині не обумовленій в **3.1** та **3.3** частини XIII «Судна для перевезення небезпечних вантажів» цих Правил, є предметом спеціального розгляду Регістром.

Вимоги цього підрозділу застосовуються до конструкції корпусу наливних суден, призначених для перевезення інших рідин, в узгодженому з Регістром обсязі.

3.1.1.2 На конструктивні елементи корпусу судна, що не обумовлені в цьому підрозділі, поширюються вимоги розділів **1** та **2** для вантажних суден при способі завантаження «А».

3.1.1.3 Наливні судна за конструкцією корпусу можуть бути трьох основних типів:

- наливне судно без подвійного дна і подвійного борту, у якого днище, борт, палуба і перегородки утворюють вантажні танки;
- наливне судно з сухими або баластними відсіками в подвійних бортах і подвійному дні;
- наливне судно з вкладними, незалежними від корпусу судна незнімними вантажними танками.

Тип танкера та конструкція та тип вантажних танків (див. **1.5.1** частини XIII «Судна для перевезення небезпечних вантажів» цих Правил) залежно від небезпечного вантажу, що передбачається для перевезення, указані в таблиці **С** глави **3.2** Правил, що додаються до Європейської угоди про міжнародні перевезення небезпечних вантажів по внутрішніх водних шляхах (Правила ВОПНВ).

3.1.1.4 В цьому підрозділі викладені вимоги до однопалубного наливного судна, у якого днище (подвійне дно), борт (подвійний борт), палуба і перегородки утворюють вантажні танки.

Конструкція корпусу наливних суден з вкладними танками повинна відповідати вимогам розділу **2**. Вимоги цього підрозділу застосовуються до конструкції корпусу наливних суден з вкладними танками в узгодженому з Регістром обсязі.

3.1.2 Загальні вимоги

Трюмні приміщення та вантажні танки танкерів для перевезення небезпечних вантажів (див. таблицю **С** глави **3.2** Правил ВОПНВ) додатково до вимог цього пункту повинні відповідати вимогам **3.3.3** частини XIII «Судна для перевезення небезпечних вантажів» цих Правил. У випадку відмінностей між однаковими вимогами для указаних приміщень та вантажних танків пріоритет надається вимогам в названій частині XIII цих Правил.

3.1.2.1 Поділ вантажного простору на танки

3.1.2.1.1 На наливних суднах шириною від 6м до 12м включно, а також на суднах, у яких довжина вантажного простору, включаючи довжину носового і кормового кофердамів, перевищує $0,7L$, в діаметральній площині судна по всій довжині вантажного простору повинна бути встановлена поздовжня водонепроникна перегородка.

На наливних суднах шириною більше 12м в межах вантажного простору повинні бути встановлені дві поздовжні водонепроникні перегородки, відстань між якими не повинна перевищувати $0,6B$. На цих суднах з подвійними бортами може бути встановлена одна поздовжня водонепроникна перегородка в ДП.

За узгодженням з Регістром допускається встановлювати водонепроникні поздовжні перегородки, не встановлювати поздовжні перегородки або зменшити їх кількість, якщо розрахунком буде доведена достатність поздовжньої і поперечної міцності корпусу судна, а також його остійність, включаючи аварійну, при будь-яких можливих в експлуатації варіантах розміщення наливного вантажу (див. також **3.1.1.3** щодо типу танкера та конструкції та типу вантажних танків).

3.1.2.1.2 Вантажний простір наливних суден повинен бути розділений на незалежні вантажні

танки поперечними водонепроникними перегородками, що простягаються від борту до борту в одній площині без уступів. Відстань між цими перегородками повинна бути не більше 0,2L або 10м залежно від того, що більше.

При цьому необхідно враховувати вимоги 3.3.3 частини XIII «Судна для перевезення небезпечних вантажів» цих Правил.

3.1.2.2 Кофердами, трюмні приміщення, міждонні і міжбортові простори

3.1.2.2.1 Вантажні танки повинні бути відокремлені від машинного відділення, котельного відділення, житлових приміщень та піків судна кофердами не менше 600мм по довжині судна.

3.1.2.2.1 На наливних суднах, призначених для перевезення нафтопродуктів з температурою спалаху 60°C і нижче, вантажні танки і насосне відділення, якщо воно знаходиться під палубою, повинні бути відокремлені від всіх житлових і службових приміщень кофердами шириною або висотою не менше 600мм. Кофердами не повинні використовуватись для будь-якої мети.

3.1.2.2.2 Трюмні приміщення, в яких встановлені вкладні танки, і кофердами не повинні використовуватись для прийому водяного баласту.

Міжбортові та міждонні простори можуть заповнюватися водяним баластом за умови, що вантажні танки розвантажені.

У випадку, коли вантажні танки завантажені, міжбортові та міждонні простори можуть заповнюватися водяним баластом за умови, що стан навантаження врахований в Інструкції щодо завантаження, перевірена остійність судна в такому стані навантаження і баластні цистерни заповнюються не більше ніж на 90% їх повного об'єму.

3.1.2.3 Розширювальні шахти

Кожен вантажний танк повинен бути обладнаний розширювальною шахтою. Об'єм однієї розширювальної шахти повинен складати не менше 0,5% повного об'єму вантажного танка. Висота комінгса розширювальної шахти над палубою повинна бути не менше 300мм, а товщина стінок комінгса повинна дорівнювати товщині настилу палуби, але не менше 5,5мм.

Допускається не обладнувати вантажні танки розширювальними шахтами, якщо в Інструкції щодо завантаження судна буде вказаний об'єм і відповідна йому величина порожнини (відстані між палубою, що обмежує танк зверху, і рівнем вантажу) простору, що не заповнюється, необхідного для компенсації температурного розширення наливного вантажу в рейсі залежно від густини вантажу і різниці температур.

3.1.2.4 Надбудови та рубки

3.1.2.4.1 Надбудови, в яких знаходяться житлові приміщення для екіпажу і камбузи, не повинні розташовуватись над вантажними танками і вертикальними кофердами.

3.1.2.4.2 Вікна та ілюмінатори в зовнішніх конструкціях надбудов і рубок, звернені в бік вантажних танків, повинні бути глухими (що не відкриваються). Вікна рульової рубки, розташовані на висоті не менше 1м над підлогою рубки, можуть мати нахил в сторону носової частини судна.

3.1.3 Конструкція корпусу в межах вантажних танків

3.1.3.1 Суцільні флори

3.1.3.1.1 Суцільні флори повинні бути встановлені на кожному шпангоуті при поперечній системі набору і не рідше ніж на кожному четвертому шпангоуті при поздовжній системі набору.

3.1.3.1.2 Момент опору флорів W повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = k \cdot a_1 \cdot B_1^2 \cdot (D + h) \quad (3.1.3.1.2)$$

де: k – коефіцієнт, що дорівнює:

$k = 5,0$ при поперечній або поздовжній системі набору днища і поперечній системі бортового набору;

$k = 3,7$ при поздовжній системі набору днища і борту;

a_1 – відстань між суцільними флорами, м;

$B_1 = 1,0 \cdot B$ – без поздовжніх перегородок, м;

$B_1 = 0,5 \cdot B$ – при одній поздовжній перегородці, м;

$B_1 = 0,4 \cdot B$ – при двох поздовжніх перегородках, м;

$h = h_T + h_{рш} + 0,5$ – додатковий розрахунковий тиск, м;

h_T – висота тронка (відстань між верхньою кромкою тронка і палубою), м;

$h_{рш}$ – висота розширювальної шахти в ДП (відстань між верхньою кромкою розширювальної шахти і верхньою кромкою танка), м.

Для всіх типів наливних суден $h_{рш} + 0,5$ не повинна прийматися менше напору, який відповідає тиску, на який відрегульований запобіжний клапан, якщо він встановлений; $h_{рш} + 0,5$ не повинна прийматися менше 1,0м для танкерів типу N і 1,5м для танкерів типу С.

3.1.3.1.3 Стінки флорів рекомендується не розрізати на поздовжній перегородці.

Якщо стінки флорів не проходять крізь поздовжню перегородку, вони повинні бути приєднані до неї кницями, довжина сторони яких по флору повинна дорівнювати 1,5-разовій висоті флора, а висота – висоті флора. Товщина книць повинна бути на 2мм більше товщини стінки флора. Відстань кінців флорів від перегородки повинна бути не більше 40мм

3.1.3.1.4 При одинарному днищі і поздовжній системі набору днища у випадку, якщо прогін флора перевищує 4,5м, по середині прогону флора, з обох боків, повинні бути встановлені книці, що з'єднуються з поздовжньою балкою днища (див. рис. 3.1.3.1.4 а). Книці можуть бути замінені суцільним кільсоном, який також може замінити поздовжню балку днища.

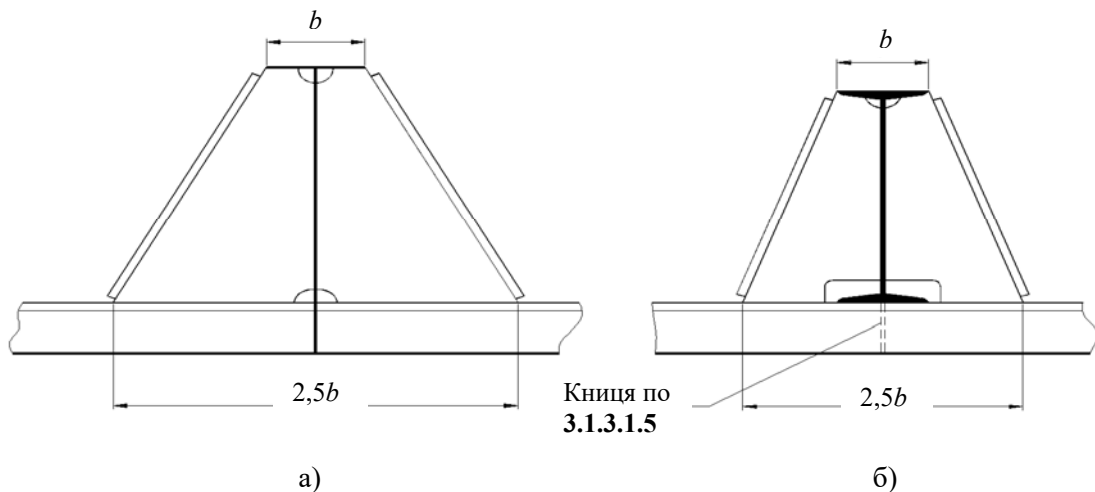


Рис. 3.1.3.1.4

3.1.3.1.5 При одинарному днищі за узгодженням з Регістром може застосовуватися навісний набір, коли суцільні флори встановлюються по верхніх кромках поздовжніх балок днища, як показано на рис. 3.1.3.1.5 та 3.1.3.1.4 б).

В цьому випадку флори повинні бути виконані так, щоб їх верхній і нижній пояски були однаковими. При цьому значення моменту опору флорів, що визначається згідно з **3.1.3.1.2**, дійсне тільки для профілю без урахування приєданого пояска. При застосуванні для поздовжніх балок днища штабобульбових профілів з'єднання з флором повинно бути підсилено за допомогою книць і проставок, як показано на рис. 3.1.3.1.5 та 3.1.3.1.4 б).

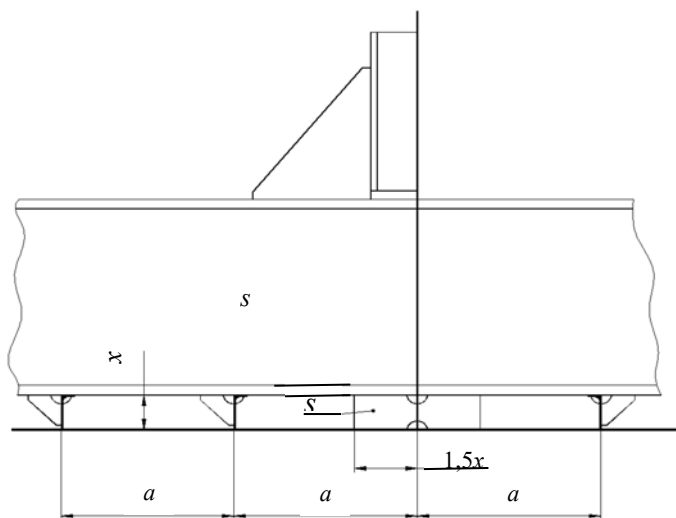


Рис.3.1.3.1.5

3.1.3.1.6 Товщина стінок суцільного флора повинна задовольняти вимогам **2.9.1.3.4**.

3.1.3.2 Балки днищеві поздовжні і поздовжні балки настилу подвійного дна

Момент опору балок днищевих поздовжніх (у т.ч. при одинарному днищі) і балок поздовжніх подвійного дна W повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = 4 \cdot a \cdot \left(D + h + \frac{L}{50} \right) \cdot l^2 \quad (3.1.3.2)$$

де: a, l – визначаються згідно з **2.2.3.3**;

h – визначається згідно з **3.1.3.1.2**.

За наявності подвійного дна поздовжні балки днища і подвійного дна повинні також задовольняти вимогам **2.9.1.6**.

3.1.3.3 Вертикальний кіль і кільсони

3.1.3.3.1 При одинарному днищі вертикальний кіль і кільсони повинні бути встановлені відповідно до вимог **2.2.4**. При цьому відстань між ними або між кільсоном і поздовжньою перегородкою або бортом може бути збільшена до 3м. Розміри кільсонів повинні відповідати вимогам **2.2.4.5**.

За наявності подвійного дна вертикальний кіль і кільсони повинні задовольняти вимогам **2.9.1.5**.

3.1.3.3.2 При поздовжній системі набору днища відсутність кільсонів повинна бути узгоджена з Регістром, за умови надання необхідних технічних обґрунтувань.

3.1.3.4 Поздовжні перегородки, що закінчуються на кінцевих поперечних перегородках вантажного танка, повинні бути продовжені бракетами, що плавно переходять в межах кофердама в поздовжні в'язі. Розміри бракет приймаються відповідно до рис. 3.1.3.4.

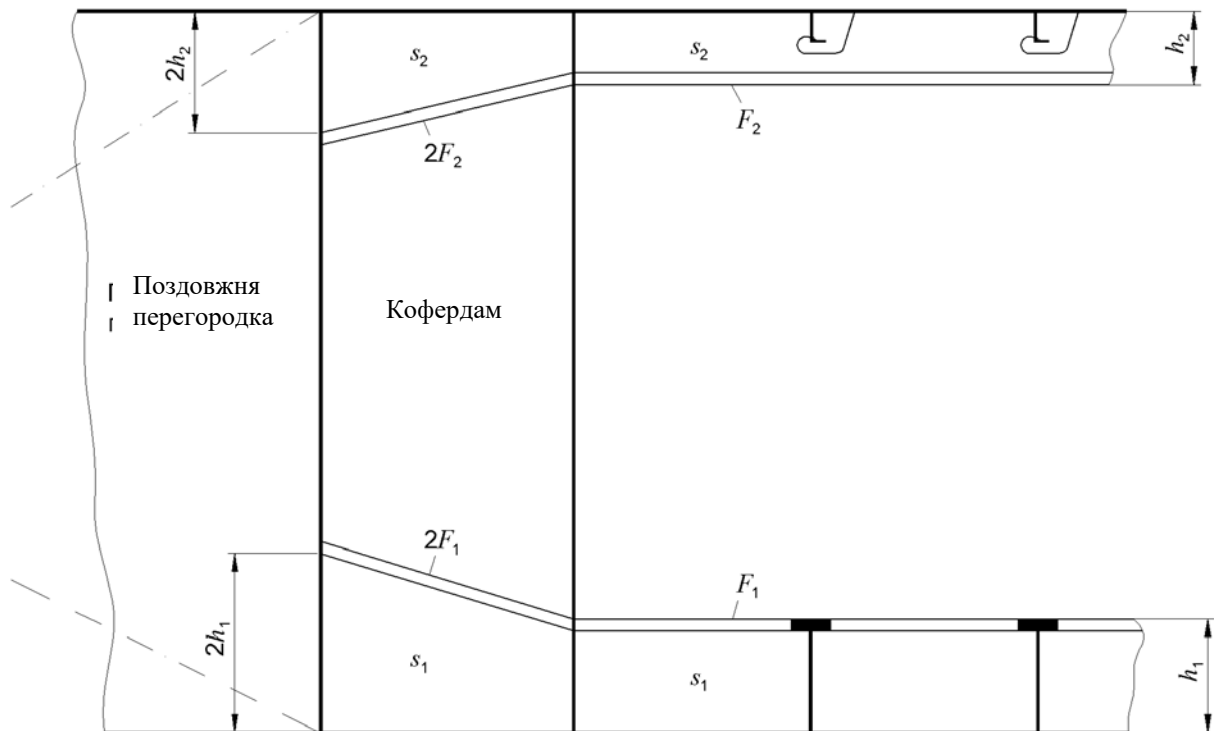


Рис. 3.1.3.4

3.1.3.5 Набір борту

.1 Момент опору шпангоутів зовнішнього борту (за відсутності подвійного борту) і вертикальних стояків подвійного борту W повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = 2,5 \cdot a \cdot (D + 2 \cdot h) \cdot D^2 + 5 \quad (3.1.3.5.1)$$

де: a – шпация, м;

h – визначається згідно з 3.1.3.1.2.

За наявності бортового стрингера момент опору, отриманий за формулою (3.1.3.5.1), може бути зменшений на 30%.

.2 З'єднання шпангоутів з флорами і бiмсами здійснюється тільки кницями, що відповідають вимогам 1.3.5. З'єднання шпангоутів з поздовжніми балками днища і палуби виконується згідно з 2.3.3.2. При цьому з'єднання внапуск не допускаються.

.3 За наявності подвійного борта розміри поперечних перерізів рамних шпангоутів подвійного борта та їх стояків і бортових шпангоутів зовнішнього борту повинні задовольняти вимогам 2.9.2 з належним виконанням 3.1.3.5.1.

3.1.3.6 За відсутності подвійного дна і подвійного борту при поздовжній системі набору днища і палуби рамні шпангоути повинні мати розміри, що дорівнюють:

у нижнього кінця – розмірам суцільного флора, а у верхнього кінця – розмірам рамного бiмса. З'єднання елементів рамного поперечного набору повинно виконуватись, як показано на рис. 2.3.6-1÷2.3.6-3.

3.1.3.7 Балки бортові поздовжні і балки подвійного борту поздовжні

.1 Момент опору балок бортових поздовжніх (за відсутності подвійного борту) і поздовжніх балок подвійного борту W повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = 6,3 \cdot a \cdot (D + h) \cdot l^2 \quad (3.1.3.7.1)$$

де: a – шпация поздовжніх балок, м;

h, l – визначаються відповідно в 3.1.3.1.2 та 2.3.5.1.

.2 При поздовжній системі набору борта і палуби між верхньою балкою бортовою поздовжньою і найближчою до борта верхньою балкою підпалубною поздовжньою повинні бути встановлені вертикальні книці з фланцем через відстань не більше 1м.

Товщина книць s повинна дорівнювати товщині обшивки борта, а ширина фланця – $10s$. Книці повинні бути приварені до балок, а також до палубного настилу і до обшивки борта, як показано на рис. 3.1.3.7.2.

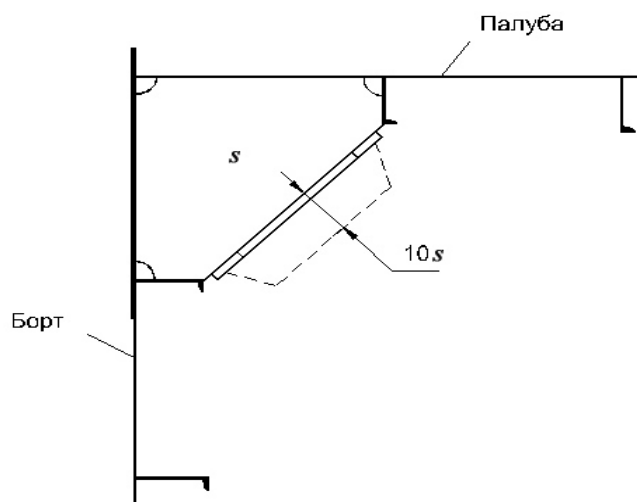


Рис. 3.1.3.7.2

.3 За наявності подвійного борту розміри поперечного перерізу балок поздовжніх зовнішнього та внутрішнього бортів повинні задовольняти вимогам **2.3.5** з належним виконанням **3.1.3.7.1**.

3.1.3.8 Бімси і рамні бімси у вантажних танках

.1 Момент опору бімсів основного набору і рамних бімсів W повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = 6,3 \cdot a \cdot (D + h) \cdot l^2 \quad (3.1.3.8.1)$$

де: a – шпация поздовжніх балок, м;

h, l – визначаються відповідно в **3.1.3.1.2** та **2.3.5.1**.

.2 При поздовжній системі набору борта і палуби між верхньою балкою бортовою поздовжньою і найближчою до борта верхньою балкою підпалубною поздовжньою повинні бути встановлені вертикальні книці з фланцем через відстань не більше 1м.

Товщина книць s повинна дорівнювати товщині обшивки борта, а ширина фланця – $10s$. Книці повинні бути приварені до балок, а також до палубного настилу і до обшивки борта, як показано на рис. 3.1.3.7.2.

.3 За наявності подвійного борту розміри поперечного перерізу балок поздовжніх зовнішнього та внутрішнього бортів повинні задовольняти вимогам **2.3.5** з належним виконанням **3.1.3.7.1**.

3.1.3.8 Бімси і рамні бімси у вантажних танках

.1 Момент опору бімсів основного набору і рамних бімсів W повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = k \cdot a_1 \cdot h \cdot l^2 \quad (3.1.3.8.1)$$

де: k – коефіцієнт, що дорівнює:

$k = 6$ для бімсів при поперечній системі набору палуби;

$k = 5,3$ для рамних бімсів при поздовжній системі набору палуби і поперечній системі бортового набору;

$k = 4,5$ для рамних бімсів при поздовжній системі набору палуби і борту;

a_1 – відстань між бімсами або між рамними бімсами, м;

h – див. **3.1.3.1.2**;

l – прогін бімсів, що визначається згідно з **2.5.2.1**,

$l = B_1$ – для рамних бімсів (див. **3.1.3.1.2**).

.2 З'єднання бімсів зі шпангоутами та з вертикальними стояками поздовжньої перегородки повинно бути виконане за допомогою книць, що задовольняють вимогам **1.3.5**. Якщо бімси розрізають на перегородці, то з обох сторін перегородки повинні бути встановлені книці. Товщина книць повинна бути на 2мм більше товщини обшивки поздовжньої перегородки по **3.1.3.13.2**, а відстань кінців бімсів від перегородки повинна бути не більше 25мм.

Якщо стінки рамних бімсів не проходять крізь поздовжню перегородку, то вони повинні бути приєднані до неї за допомогою книць, довжина вільної кромки яких на рамному бімсі повинна дорівнювати 1,5-разовій висоті бімса, а на перегородці – висоті бімса. Товщина книць повинна бути на 2мм більше товщини стінки бімса. Відстань кінців рамного бімса від перегородки повинна бути не більше 40мм

3.1.3.9 Балки підпалубні поздовжні у вантажних танках

Момент опору балок підпалубних поздовжніх W повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = 4 \cdot a \cdot \left(h + \frac{L}{50} \right) \cdot l^2 \quad (3.1.3.9)$$

де: l – прогін балки, включаючи кріплення її кінців, але не повинен прийматися менше 2м, м;

h – визначається згідно з **3.1.3.1.2**;

a – шпация (відстань між балками), м.

3.1.3.10 Карлінгси у вантажних танках

.1 Карлінгси при поперечній системі набору палуби необхідно встановлювати так, щоб прогін бімсів не перевищував 3,0м. Карлінгси повинні бути встановлені також як продовження поздовжніх перегородок вантажного трюму і протягнуті якнайдалі в кінцеві частини судна.

.2 Момент опору карлінгсів W повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = k \cdot h \cdot b \cdot l^2 + 35 \tag{3.1.3.10.2}$$

де: k, b, l – див. 2.5.5.2;
 h – див. 3.1.3.1.2.

.3 При поздовжній системі набору палуби відсутність карлінгсів є предметом спеціального розгляду Регістра.

.4 В межах кофердамів перехід від поздовжньої перегородки до карлінгса повинен бути виконаний за допомогою книці. Розміри книці приймаються відповідно до рис. 3.1.3.4.

3.1.3.11 Особлива конструкція палуби в районі вантажних танків

.1 На наливних судах з подвійними дном і бортами палубний набір, може встановлюватись поверх настилу палуби. Рекомендована конструкція закінчення такого набору показана на рис. 3.1.3.11.1.

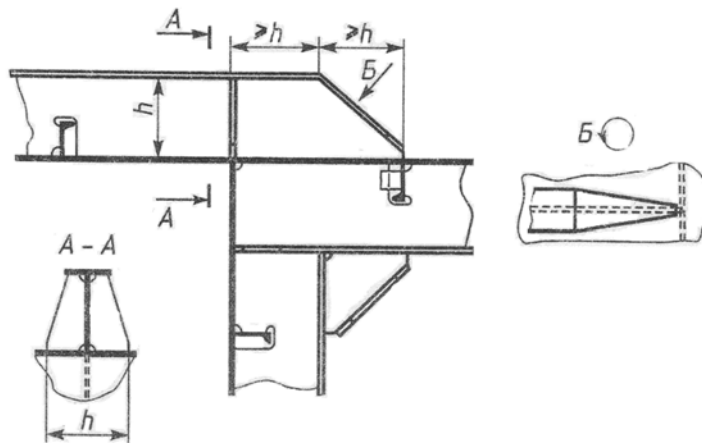


Рис. 3.1.3.11.1

.2 За наявності тронка на палубі рекомендується заокруглювати з'єднання палуби і стінки тронка. Рекомендована конструкція такого з'єднання і набору тронка, встановленого ззовні, наведена на рис. 3.1.3.11.2.

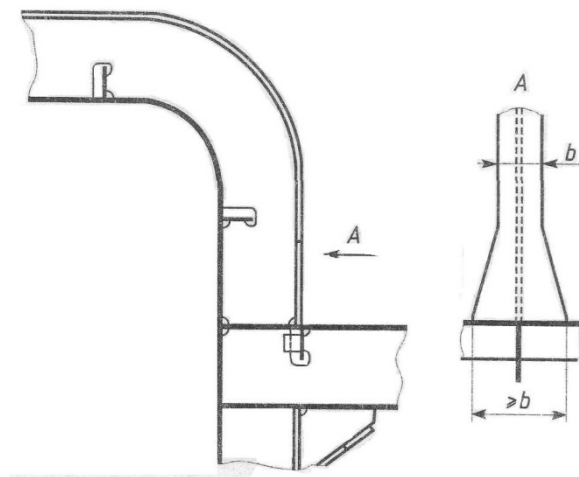


Рис. 3.1.3.11.2

3.1.3.12 Пілерси у вантажних танках

Площа поперечного перерізу пілерса f , в см^2 , і його мінімальний момент інерції I , в см^4 , повинні бути не менше визначених за формулами:

$$f = 2,2 \cdot h \cdot b \cdot l \quad (3.1.3.12-1)$$

$$I = 2,4 \cdot h \cdot b \cdot l \cdot l_1^2 \quad (3.1.3.12-2)$$

де: b, l, l_1 – див. 2.5.6;
 h – див. 3.1.3.1.2.

3.1.3.13 Обшивка перегородок вантажних танків

3.1.3.13.1 Товщина обшивки поперечних перегородок вантажних танків визначається за формулою (2.7.2.1) при величині z , виміряній від нижньої кромки перегородки до верхньої кромки розширювальної шахти плюс 0,5м, але не менше 1,0м для танкерів типу **N** та 1,5м для танкерів типу **C** над палубою і не менше напору, який відповідає тиску, на який відрегульований запобіжний клапан, якщо він встановлений, та при коефіцієнті $k = 2$. У будь-якому випадку товщина обшивки перегородки повинна бути не менше 5мм.

3.1.3.13.2 Товщина обшивки поздовжньої перегородки і обшивки внутрішнього борту в межах середньої частини судна повинна бути на 0,5мм більше товщини обшивки поперечних перегородок, що вимагається згідно з 3.1.3.13.1. Поза вказаним районом вона повинна дорівнювати товщині обшивки поперечних перегородок.

3.1.3.13.3 Товщина обшивки перегородок кофердама, що не контактують з вантажними танками, визначається за формулою (2.8.2) при висоті h , виміряній до верху повітряної труби, але не менше 1,5м над палубою. У будь-якому випадку ця товщина повинна бути не менше 5мм.

3.1.3.14 Набір перегородок вантажних танків і кофердамів

3.1.3.14.1 Момент опору стояків основного набору перегородок вантажних танків і кофердамів W повинен бути не менше визначеного за формулою, см^3 :

$$W = k \cdot a \cdot (l + 2 \cdot h) \cdot l^2 \quad (3.1.3.14.1)$$

де: k – коефіцієнт, що дорівнює:

$k = 3,0$ при закріпленні кінців стояків без книць;

$k = 2,0$ при закріпленні верхнього і нижнього кінців стояків за допомогою книць;

$k = 2,1$ при закріпленні верхнього і нижнього кінців стояків за допомогою книць у поздовжніх перегородок;

l – прогін стояка (включаючи кінцеві книць, якщо вони передбачені), м;

h – визначається згідно з 3.1.3.1.2.

3.1.3.14.2 Момент опору горизонтальних ребер жорсткості поздовжніх перегородок W повинен бути не менше визначеного за формулою, см^3 :

$$W = 4 \cdot a \cdot (D + h + 0,01 \cdot L) \cdot l^2 \quad (3.1.3.14.2)$$

де: l – прогін ребра, виміряний між його опорами, м;

h – визначається згідно з 3.1.3.1.2.

3.1.3.14.3 При поздовжній системі набору розміри рамного стояка поздовжніх перегородок повинні дорівнювати розмірам суцільного флора біля нижнього кінця, а біля верхнього кінця – розмірам рамного бімса. Площа поперечного перерізу стояка повинна змінюватися від одного кінця до іншого плавно.

3.1.3.15 Гофровані перегородки повинні задовольняти вимогам 2.7.5, де z замінюється на h зі значенням згідно з 3.1.3.1.2 і коефіцієнт k в формулі (2.7.5.2-1) приймається $k = 15$.

3.1.3.16 Вирізи в стінках набору

В стінках флорів і кільсонів повинні бути передбачені вирізи (голубниці) для водо-нафтопротоку, а в стінках бімсів і карлінгсів – для проходження газів.

Для гребінчастого набору наявність голубниць не є обов'язковою.

3.2 БУКСИРИ, ШТОВХАЧІ, БАРЖІ, ЯКИХ ШТОВХАЮТЬ, ЛІХТЕРИ

3.2.1 Буксири і штовхачі

3.2.1.1 Для шлюзових і рейдових буксирів, шлюзових і рейдових штовхачів товщина зовнішньої обшивки в середній частині повинна бути збільшена на 2мм порівняно з товщиною, що визначається згідно з 2.1.1.

У всіх випадках товщина зовнішньої обшивки в середній частині повинна бути не менше визначеної згідно з 1.3.7 (без врахування 1.3.7.6).

3.2.1.2 В площині упорів повинні бути встановлені поздовжні перегородки, рами або розкісні ферми, міцно зв'язані з корпусом судна і доведені до форпикової перегородки. В продовженні (за форпикову перегородку) цих перегородок або ферм повинні встановлюватися суцільні карлінгси і кільсони, розміри яких повинні задовольняти вимогам 2.5.5 і 2.2.4.

В районі упорів повинні бути встановлені замкнені шпангоутні рами (флори, рамні шпангоути борта і бімси).

3.2.1.3 Товщина обшивки транцевої носової перегородки штовхача повинна бути не менше визначеної за формулою (3.2.2.4). При цьому вона не повинна прийматися менше за товщину настилу палуби в носовій кінцевій частині судна.

Товщини фронтального і бічних листів упорів визначаються відповідно за формулами (3.2.2.5-1) і (3.2.2.5-2).

В указаних формулах за L приймається найбільша довжина баржі, для штовхання якої призначений штовхач за проектом.

3.2.1.4 Якщо в площині упорів встановлені рами або ферми, то перегородка форпіка повинна бути підкріплена в площині рами або ферми рамними стояками, розміри яких повинні бути не менше за розміри карлінгсів, до яких вони кріпляться.

3.2.1.5 На форпиковій перегородці штовхачів в площині бортових стрингерів повинна бути встановлена горизонтальна рама перегородки, зв'язана зі стрингерами кницями. Розміри рами повинні дорівнювати розмірам стрингера згідно з 2.3.7.1.

3.2.1.6 На штовхачах в межах форпіка зварювання поздовжнього рамного набору повинно виконуватися безперервними двосторонніми швами.

3.2.1.7 Вимоги 3.2.1.2 ÷ 3.2.1.5 застосовуються до конструкцій в районі носових упорів буксирів-штовхачів та самохідних вантажних суден-штовхачів.

3.2.2 Баржі, яких штовхають

3.2.2.1 Для сприйняття та забезпечення рівномірного розподілу зусилля від упорів штовхачів або інших зчіпних пристроїв корпус баржі повинен бути підкріплений згідно з наведеними нижче вимогами:

.1 В площині упорів або інших зчіпних пристроїв повинні бути встановлені карлінгси і кільсони, які повинні доводитися, принаймні, до перегородки ахтерпіка. Момент опору кільсонів повинен бути не менше за момент опору суцільних флорів в середній частині судна.

Висота карлінгсів повинна бути не менше $0,1h$, де h – висота транця.

.2 В площині упорів або в площині, в якій упори штовхачів можуть прилягати до транцевої перегородки, остання повинна бути підкріплена бракетами таврового профілю висотою, що дорівнює висоті прилеглого карлінгса. Бракети повинні бути з'єднані з карлінгсами і кільсонами.

.3 В площині кільсонів і карлінгсів перегородка ахтерпіка повинна бути підкріплена стояками, розміри яких повинні дорівнювати розмірам карлінгсів.

3.2.2.2 Незалежно від системи набору повинні бути прийняті наступні мінімальні товщини s в кінцевій частині, призначеній для штовхання (для обшивки днища приймається більша з отриманих за формулами для неї величин), мм:

$$\text{палубний стрингер} \quad s = 0,07L + 4; \quad (3.2.2.2-1)$$

обшивка днища	$s = 0,055L + 3$, або	(3.2.2.2-2)
---------------	------------------------	-------------

	$s = 5,5 \cdot a \cdot \sqrt{d + 0,6}$, або	(3.2.2.2-3)
--	--	-------------

	$s = 10a$;	(3.2.2.2-4)
--	-------------	-------------

обшивка борту	$s = 1,55 \cdot a \cdot \sqrt{L}$.	(3.2.2.2-5)
---------------	-------------------------------------	-------------

При цьому товщина обшивки борта в кінцевій частині, призначеній для штовхання, на довжині не менше ширини судна повинна прийматися не менше товщини обшивки борта в середній частині судна.

Товщина настилу палуби баржі, яку штовхають, s в кінцевій частині, призначеній для штовхання, повинна бути не менше визначеної за формулою, мм:

$$s = (0,05L + 3) \frac{a}{0,5} \quad (3.2.2.2-6)$$

3.2.2.3 В кормовій кінцевій частині баржі, яку штовхають, упоперек судна уздовж транцевої перегородки повинен бути розташований лист (палубний стрингер), товщина якого s повинна бути не менше визначеної за формулою, мм:

$$s = 0,07L + 4 \quad (3.2.2.3-1)$$

Ширина b цього палубного стрингера повинна бути не менше, мм:

$$b = 5L + 300 \quad (3.2.2.3-2)$$

3.2.2.4 Транцева перегородка в кінцевій частині, призначеній для штовхання.

.1 У барж, що не мають упорів, ширстрек повинен бути доведений до транцевої перегородки і проходити по всій її ширині. Решта обшивки транцевої перегородки повинна бути на 2мм товще за обшивку борта в середній частині судна.

.2 У барж, що мають упори, товщина обшивки транцевої перегородки s повинна бути не менше, мм:

$$s = 0,07L + 6 \quad (3.2.2.4)$$

.3 В площині бортових стрингерів на транцевій перегородці повинні бути встановлені горизонтальні рами, які повинні бути з'єднані з бортовими стрингерами. Розміри цих рам повинні дорівнювати розмірам бортових стрингерів згідно з **2.3.7.1**.

.4 Момент опору стояків транцевої перегородки повинен бути на 50 % більше визначеного за формулою (2.3.2.1), причому за l приймається висота транця. Кінці стояків повинні бути з'єднані кницями з суміжними в'язями.

3.2.2.5 Упори повинні бути надійно з'єднані з корпусом. Рекомендується робити упори у формі коробки. Товщина фронтального листа упора s повинна бути не менше, мм:

$$s = 0,10L + 8 \quad (3.2.2.5-1)$$

Товщина бічної обшивки упора s повинна бути не менше, мм:

$$s = 0,08L + 5 \quad (3.2.2.5-2)$$

3.2.2.6 В межах ахтерпіка приварювання поздовжніх рамних в'язей повинна виконуватися безперервним двостороннім швом.

3.2.2.7 Кількість днищевих стрингерів у барж з подвійним дном, яких штовхають, може бути зменшена, порівняно з **2.2.4.1**, до трьох (два бортових і один середній).

3.2.2.8 Для барж, призначених для штовхання будь-якою з кінцевих частин, вище указані вимоги застосовуються також до носової кінцевої частини.

3.2.3 Ліхтери

На суднових баржах (ліхтерах) довжиною не більше 40м непроникні поперечні перегородки, передбачені в **2.7.1.2** та **2.7.1.4**, допускається не встановлювати у випадку, якщо транцеві перегородки здатні витримати навантаження, яке, щонайменше в 2,5 рази перевищує навантаження, передбачене для форпикової перегородки (див. **4.2.10**) для судна з такою ж осадкою.

3.3 СУДНА – ПЛОЩАДКИ

3.3.1 Область поширення

3.3.1.1 Вимоги цього розділу поширюються на судна-площадки (суховантажні судна, що перевозять вантаж на палубі) і які мають головні розміри, за яких не потрібна перевірка міцності відповідно до **1.1.2.2** і **1.1.2.4**.

3.3.2 Загальні вказівки

3.3.2.1 В діаметральній площині судна-площадки повинна бути встановлена поздовжня перегородка. За узгодженням з Регістром поздовжня перегородка може бути замінена розкісною фермою, еквівалентною по жорсткості. У суден, призначених для завантаження способом «В», також допускається застосування конструкцій з пілерсами.

3.3.2.2 Набір днища повинен ефективно з'єднуватися з палубним набором, при цьому на судах, призначених для завантаження способом «А» – розкісними фермами, а на судах, призначених для завантаження способом «В» – пілерсами. У разі застосування пілерсів, при розрахунках флорів у формулу (3.3.3.2) як B_1 підставляється ширина судна B .

3.3.2.3 При поздовжній системі набору днища і палуби ферма повинна встановлюватися в площинах всіх поперечних рам (див. рис. 3.3.2.3-1), а при поперечній системі набору днища і палуби ферма повинна встановлюватися в площинах всіх поздовжніх рамних балок (див. рис. 3.3.2.3-2).

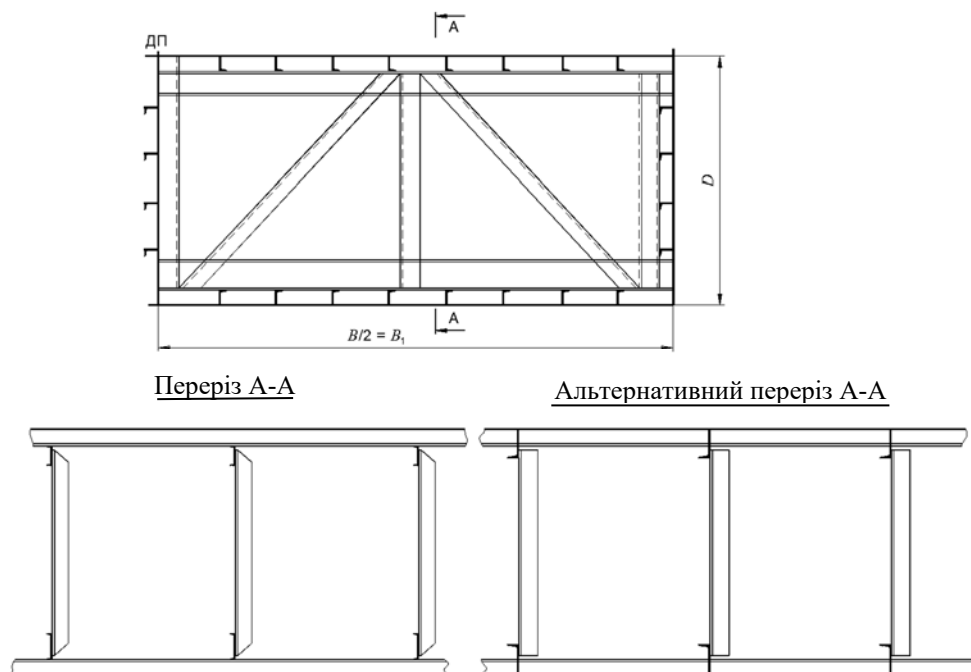


Рис. 3.3.2.3-1

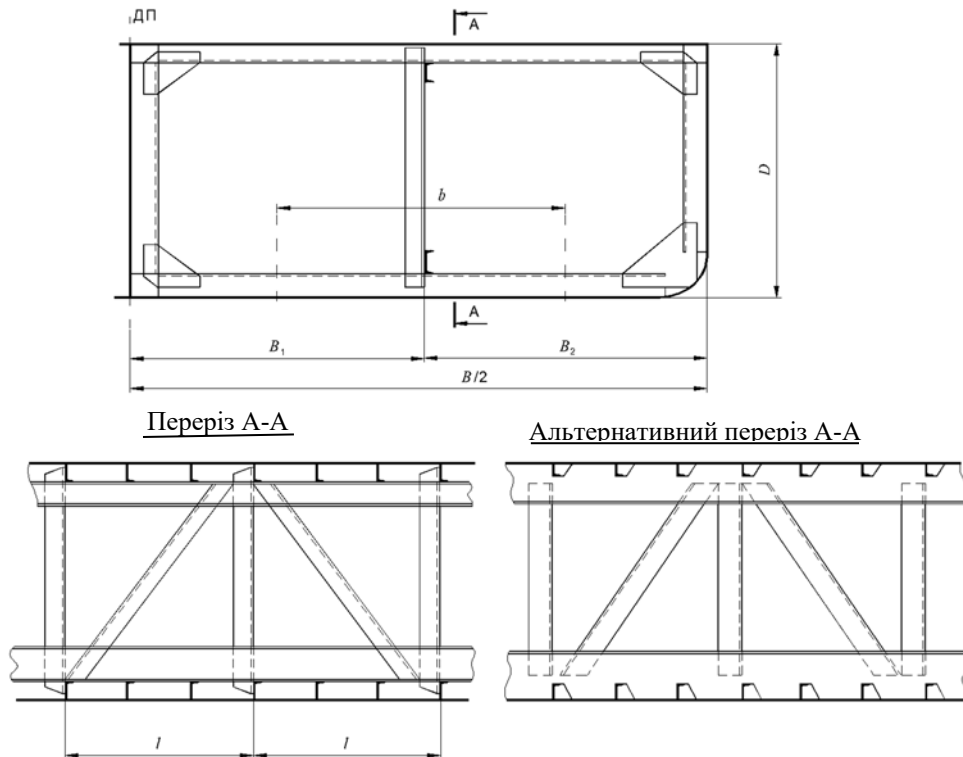


Рис. 3.3.2.3-2

3.3.3 Елементи корпусу

3.3.3.1 Загальні вимоги

На елементи корпусу, що не згадуються в цьому розділі, поширюються вимоги розділів 1, 2 і 3.2.

3.3.3.2 Суцільні флори і кільсони/днищеві стрингери

.1 Момент опору суцільних флорів W повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = k \cdot k_1 \cdot a_1 \cdot (d + 0,5h_{\text{хв}}) \cdot B_1^2 \quad (3.3.3.2.1)$$

де: $k = 4,5$ при поздовжній системі набору днища;

$k = 6,0$ при поперечній системі набору днища;

k_1 – див. 2.2.1.5, за відсутності кільсонів $k_1 = 1$;

$a_1, h_{\text{хв}}$ – приймаються згідно з 2.2.1.3;

B_1 – прогін суцільного флора між опорами, але не повинен прийматися менше за висоту борта D .

Опорами суцільних флорів вважаються борти судна, поздовжні перегородки і поздовжні розкісні ферми.

.2 Якщо встановлюються навісні флори (симетричні профілі поверх днищевих поздовжніх балок), то з'єднання їх з балками повинно виконуватися згідно з вимогами 3.1.3.1.5.

.3 Момент опору кільсона W повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = 6 \cdot b \cdot (d + 0,5 \cdot h_{\text{хв}}) \cdot l^2 \quad (3.3.3.2.3)$$

де: b – ширина, що вимірюється до середини непідкріплених площ днища по обидві сторони кільсона, м;

$h_{\text{хв}}$ – приймається згідно з 2.2.1.3;

l – ширина прогін кільсона між опорами, м.

Опорами вважаються поперечні перегородки і розкісні ферми.

Момент опору кільсона не повинен бути менше за момент опору флора.

3.3.3.3 Палуба**.1 Набір палуби.**

Розміри елементів набору палуби повинні визначатися згідно з вимогами **2.5**, при цьому у відповідні формули для визначення **W** палубного набору підставляється ефективне навантаження p , що дорівнює визначеному за формулою, кПа:

$$p = 10 \cdot \gamma \cdot h, \text{ але не більше } 30 \text{ кПа}, \quad (3.3.3.3.1)$$

де: γ – щільність палубного вантажу, т/м³;
 h – середня висота вантажу над палубою, м.

Якщо ефективне палубне навантаження перевищує 30кПа, Регістру необхідно представити на схвалення розрахунок міцності палубного набору.

.2 Настил палуби.

Товщина настилу s_2 в районі вантажної палуби повинна бути не менше визначеної за формулою, мм:

$$s_2 = \frac{s + \sqrt{s^2 + 4s_1^2}}{2} \quad (3.3.3.3.2)$$

де: s – товщина настилу палуби, що визначається згідно з **2.4.1**.

За наявності карлінгсів згідно з **2.5.5** товщина s , визначена за формулою (2.4.1.1-1), може бути зменшена на 6% при трьох карлінгсах і додатково на 3% для кожного наступного карлінгса.

Значення s_1 визначається за формулою, мм:

$$s_1 = 1,7 \cdot a \cdot \sqrt{p};$$

де: a – шпация основного набору палуби, м;
 p – навантаження згідно з **3.3.3.3.1**, кПа.

Для палуб без дерев'яного покриття, якщо передбачається робота грейферами або іншими механізованими засобами навантаження (розвантаження), товщина s_2 повинна бути збільшена, принаймні, на 3мм.

3.3.3.4 Розкісні ферми

3.3.3.4.1 Конструкції розкісних ферм, що складаються з палубної і днищевої балки, пілерсів та діагональних розкосів (див. рис. 3.3.2.3-1, рис. 3.3.2.3-2 та рис. 3.3.3.4.3) встановлюються згідно з **3.3.2.3**.

3.3.3.4.2 Поздовжній і поперечний набір (відповідно кільсон і карлінгс та флор і бімс), який утворює пояси поздовжньої або поперечної розкісної ферми з пілерсами, повинен бути таврового профілю.

Розміри палубних і днищевих балок конструкцій з розкісними фермами (флори і бімси або кільсони і карлінгси) визначаються згідно з **2.2.1**, **2.2.4**, **2.5.4**, **2.5.5**. Розміри пілерсів ферм та вимоги до їх конструкції приймаються згідно з **2.5.6**.

3.3.3.4.3 Розміри розкосів визначаються згідно з **2.5.6** залежно від розрахункового навантаження P_p і приведеної довжини $l_{пр}$.

Розрахункове навантаження P_p визначається за формулою, кН:

$$P_p = \frac{P}{2 \cdot k \cdot \cos \alpha} \quad (3.3.3.4.3-1)$$

де: P – розрахункове навантаження на пілерс, визначене згідно з **2.5.6.7**;
 α – кут між поздовжніми вісями пілерса і розкосу;
 k – коефіцієнт, що дорівнює:

$k = 1$ для конструкцій, виконаних згідно з рис. 3.3.3.4.3 а) і б);
 $k = 2$ для конструкцій, виконаних згідно з рис. 3.3.3.4.3 в).

Приведена довжина розкосу $l_{пр}$ визначається за формулою, м:

$$l_{пр} = k_1 \times l_p \quad (3.3.3.4.3-2)$$

де: l_p – повна довжина розкосу, м;

k_1 – коефіцієнт, що дорівнює:

$k_1 = 1$ для конструкцій, показаних на рис. 3.3.3.4.3 а) і б);

$k_1 = 0,6$ для конструкції, показаної на рис. 3.3.3.4.3 в).

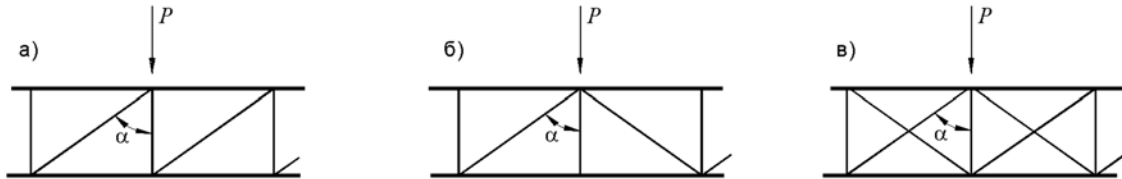


Рис. 3.3.3.4.3

3.3.3.4.4 По кінцях розкосів біля пілерсів і в вузлах перетину розкосів повинні бути встановлені книці/бракети з розмірами, що дозволяють закріпити на них кінець розкоса на довжині не менше 1,5 висоті профілю (див. рис. 3.3.3.4.4). Товщина книць/бракет повинна бути не менше 0,8 товщини стінки набору відповідного пояса ферми.

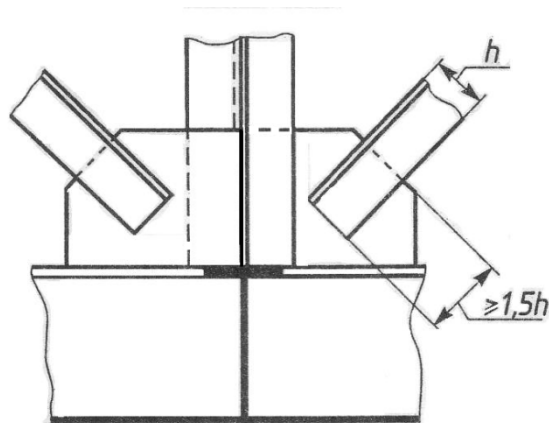


Рис. 3.3.3.4.4

3.3.3.4.5 В розкосах, складених з декількох профілів, повинно бути не менше трьох з'єднувальних прокладок для ферм, схеми яких відповідають рис 3.3.3.4.3 а) і б), і не менше двох прокладок для ферм, схема яких відповідає рис. 3.3.3.4.3 в).

Розміри планок, що встановлюються у вузлі перетину розкосів, слід приймати згідно з рис. 3.3.3.4.5, а) з застосуванням цього для з'єднувальних прокладок. Товщина планок повинна бути не менше 0,8 товщини стінки косинця. Площа поперечного перерізу бракети, на якій закріплюються кінці розрізного розкоса [див. рис. 3.3.3.4.5, б)], повинна бути не менше площі перерізу розкосу.

Допускаються інші форми кутових і з'єднувальних бракет за умови, що протяжність зварних швів з'єднань елементів буде не меншою ніж у варіантів вузлів, показаних на рисунках.

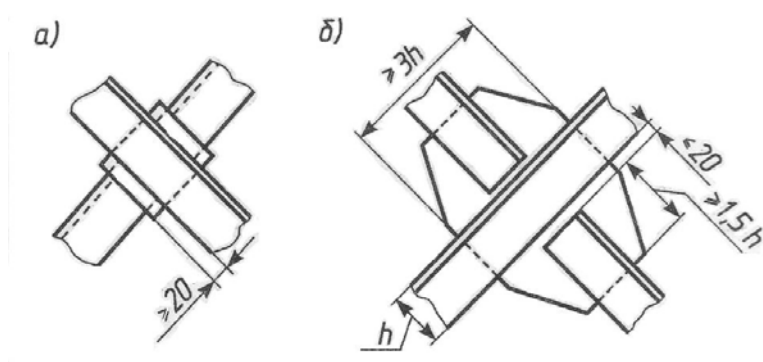


Рис. 3.3.3.4.5

3.4 СУДНА З ШИРОКИМ РОЗКРИТТЯМ ПАЛУБИ

3.4.1 Загальні вимоги

3.4.1.1 Судна з широким розкриттям палуби - судна, що мають ширину люкових вирізів $\geq 0,7$ ширини судна B .

3.4.1.2 Для суховантажних суден номінальна ширина палубного стрингера c_0 визначається за формулою, мм:

$$c_0 = 0,66 \cdot d \cdot l^2 \cdot \sqrt{\frac{k \cdot d}{D \cdot f \cdot y}} \quad (3.4.1.2)$$

де: l – довжина найдовшого вантажного трюму судна між поперечними перегородками, м;

k – коефіцієнт, що дорівнює:

$k = 1,0$ для суден з одним безперервним трюмом;

$k = 2,2$ для суден з двома трюмами приблизно однакової довжини;

$k = 2,4$ для суден з трьома трюмами, середній з яких значно коротший за суміжні (див. рис. 3.4.1.2),

$k = 5,0$ для суден з трьома і більшою кількістю трюмів приблизно однакової довжини;

f – площа, що приймається найбільшою з наступних значень площ, см^2 :

– прийнятого поперечного перерізу ширстрека;

– поперечного перерізу стінки комінгса люка від палуби до висоти, що дорівнює 50-разовій товщині стінки, включаючи перерізи прилеглих поздовжніх ребер жорсткості, або

– за наявності подвійних бортів – поперечного перерізу від рівня, розташованого на відстані 50-разовій товщині обшивки подвійного борту нижче за палубу, до висоти, що дорівнює 50-разовій товщині стінки комінгса вище палуби, включаючи перерізи прилеглих поздовжніх ребер жорсткості;

y – дозволений зсув поясків комінгса в горизонтальній площині, який, як правило, не повинен перевищувати:

$y = 1,5\text{см}$ для суден з пересувними кришками люків;

$y = 2\text{см}$ для суден з щитовими або іншими знімними кришками;

$y = 3\text{см}$ для суден довжиною до 40м без кришок (відкритих);

$y = 4\text{см}$ для суден довжиною 40м і більше без кришок (відкритих).

Незалежно від виду закриття або довжини судна, прогин комінгса повинен бути не більше за $l/800$, де l – довжина найдовшого вантажного трюму, м.

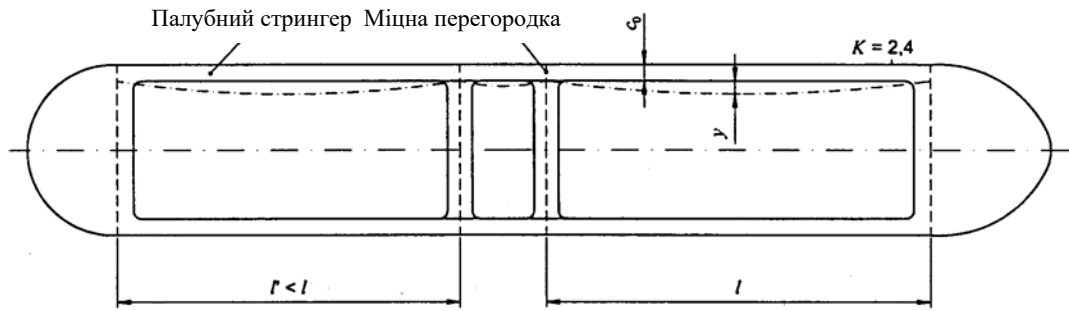


Рис. 3.4.1.2

3.4.1.3 Товщина палубного стрингера s_c повинна бути не менше визначеної за формулою, мм:

$$s_c = \frac{10}{c_0} \cdot (40 \cdot B \cdot s - 1,8 \cdot F_k - 0,90 \cdot F_{PB}) \quad (3.4.1.3)$$

де: c_0 – номінальна ширина палубного стрингера згідно з 3.4.1.2, см;

s – товщина палубного настилу згідно з 2.4.1.1, см;

F_k – площа поперечного перерізу комінгса над палубою, включаючи площу перерізу прилеглих поздовжніх ребер жорсткості, см²;

F_{PB} – сума площ поперечного перерізу комінгсів під палубою, площ поздовжніх підпалубних балок і площ перерізу ширстрека, які перевищують ті, що вимагаються відповідно до 2.1.4.2, см².

У будь-якому разі товщина палубного стрингера повинна бути не менше товщини палубного стрингера розрахункової палуби, що вимагається згідно з 2.4.2.

3.4.1.4 Якщо на вантажних суднах з широким розкриттям палуби з одинарним або подвійним бортом прийнята ширина палубного стрингера c_1 менше номінальної ширини c_0 , визначеної відповідно до 3.4.1.2, то набір корпусу повинен бути підсилений відповідно до вимог 3.4.2 ÷ 3.4.4.

3.4.1.5 Якщо довжина одного з трюмів вантажних суден з широким розкриттям палуби перевищує $0,5L$, то рекомендується конструкція з подвійним бортом, що відповідає 2.9.2.

3.4.2 Бортовий набір

3.4.2.1 Момент опору рамних шпангоутів борта, визначений згідно з 2.3.6.4, повинен бути збільшений помноженням на співвідношення c_0/c_1 .

3.4.2.2 Моменти опору шпангоутів основного набору і поздовжніх бортових балок, що визначаються відповідно до 2.3.2 і 2.3.5, повинні бути збільшені пропорційно значенню $\sqrt{c_0/c_1}$.

3.4.3 Набір днища

3.4.3.1 Момент опору посиленних флорів, що визначається відповідно до 2.2.1.3 і 2.2.1.13, до яких приєднуються рамні шпангоути борта, посилені згідно з 3.4.2.1, повинен бути збільшений помноженням на співвідношення c_0/c_1 .

3.4.3.2 Момент опору суцільних флорів, визначений відповідно до 2.2.1.3, до яких приєднуються бортові шпангоути основного набору, повинен бути збільшений пропорційно значенню $\sqrt{c_0/c_1}$.

3.4.3.3 Кільсони, розташовані біля бортів судна, повинні бути виконані суцільними також на суднах, на які не поширюються вимоги 2.2.4.

3.4.4 Палубний стрингер суден з широким розкриттям палуби

3.4.4.1 Якщо із-за конструктивних та експлуатаційних особливостей судна номінальна ширина палубного стрингера c_0 не може бути забезпечена, товщина палубного стрингера, що визначається згідно з 3.4.1.3, повинна бути збільшена помноженням на співвідношення c_0/c_1 .

3.4.4.2 Якщо ширина палубного стрингера більша, то міцність конструкції корпусу не повинна бути знижена.

3.5 СУДНА ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ КОНТЕЙНЕРІВ В ТРЮМІ

3.5.1 Область поширення

3.5.1.1 Вимоги цього підрозділу поширюються на суховантажні судна, призначені для спеціалізованого перевезення контейнерів в трюмах, а також на судна для перевезення генеральних вантажів, у яких передбачається епізодичне перевезення контейнерів.

3.5.1.2 Вимоги поширюються на поздовжнє укладання контейнерів, відповідно в 2, 3 і 4 ряди по ширині і не більше 5 ярусів по висоті.

3.5.1.3 Конструкція суден-площадок, призначених для перевезення контейнерів, є предметом спеціального розгляду Регістра.

3.5.1.4 Судна для генеральних вантажів з настилом подвійного дна товщиною 9мм і більше можуть бути допущені для перевезення одного ряду контейнерів по висоті. Якщо кутовий фітинг контейнера не потрапляє на основну несівну в'язь (суцільний флор або кільсон), конструкція днища повинна бути підкріплена, наприклад, під поздовжніми стінками контейнера повинні бути встановлені дерев'яні бруски, що забезпечують рівномірне сприйняття навантаження від контейнера і рознесення цього навантаження на рамний набір днища.

3.5.2 Конструкція днища

3.5.2.1 Додаткові вимоги стосуються тільки набору днища.

3.5.2.2 Система набору днища може бути поперечною або поздовжньою, але в будь-якому випадку під фітингами контейнерів повинні встановлюватися суцільні кільсони (рис. 3.5.2.2-1, 3.5.2.2-2). Передача навантаження від фітингів на кільсони повинна здійснюватися через лист з розмірами 12×430×460мм або через контейнерне гніздо, що вварюється в настил подвійного дна (рис. 3.5.2.2-3).

3.5.2.3 У випадку, коли кільсон розташований під одним рядом фітингів, під сусідній ряд слід встановити напівкільсон (стрингер) завдовжки не менше двох шпаций (рис. 3.5.2.3). При такій конструкції посилений лист не потрібен у разі, коли товщина настилу подвійного дна 9мм і більше. Інші конструкції підкріплення фітингів допускаються за узгодженням з Регістром.

3.5.2.4 За відсутності посилених листів або контейнерних гнізд потрібне позначення місць укладання контейнерів.

3.5.2.5 Підсилені листи відповідно до **3.5.2.2** повинні встановлюватися в місцях перетину кільсонів та флорів, або повинні бути доведені до двох суміжних флорів, як показано на рис. 3.5.2.2-1 а).

3.5.2.6 Вирізи в стінках флорів, кільсонів і стрингерів в районі підсиленого листа настилу подвійного дна не допускаються.

3.5.2.7 Порядок навантаження (розвантаження) контейнерів повинен бути регламентований (пошарово або в довільному порядку).

3.5.2.8 Регістр також може вимагати додаткові розрахунки міцності і стійкості елементів конструкції днища.

3.5.2.9 Допускається визначення розмірів конструктивних елементів днища розрахунком по схваленій Регістром методиці.

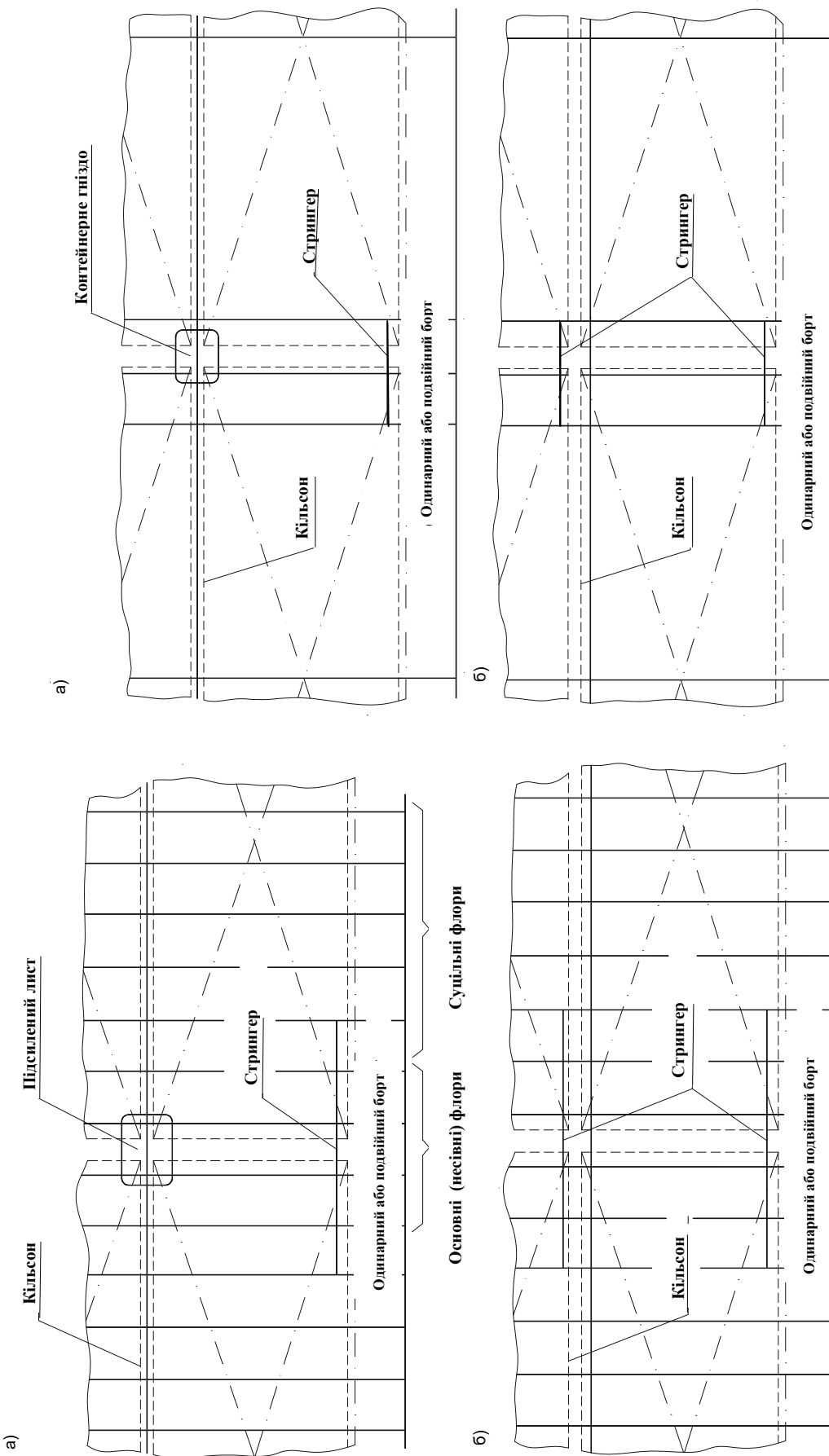


Рис. 3.5.2.2 -1 Поперечна система набору

Рис. 3.5.2.2 - 2 Поздовжня система набору

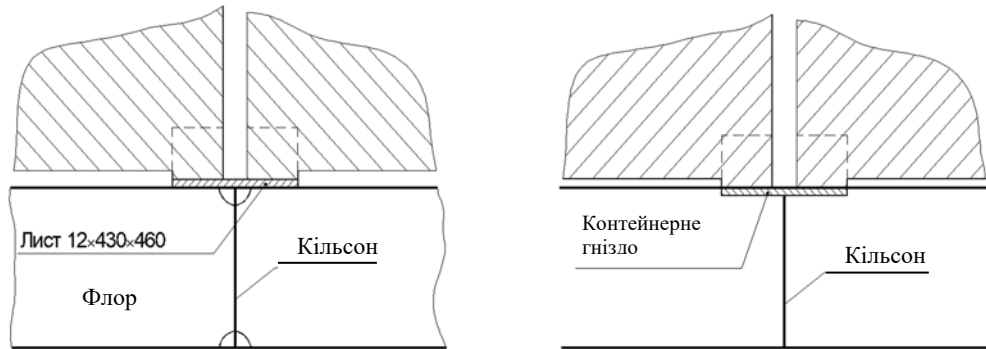


Рис. 3.5.2.2 - 3

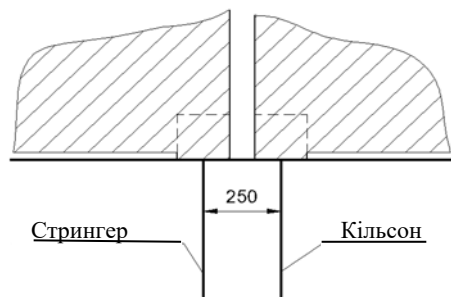


Рис. 3.5.2.3

3.5.3 Набір днища

3.5.3.1 Момент опору флорів W_1 , що підтримують контейнери, повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W_1 = 7,7 \cdot M_c \frac{1}{z} - 5,7 \cdot M_w \cdot a_c \tag{3.5.3.1-1}$$

$$\text{де: } M_c = 0,25 \cdot P_c \cdot n \cdot [m \cdot (B - 7,32) + 9,76] \tag{3.5.3.1-2}$$

P_c – розрахункова вага одного контейнера, кН;

n – кількість рядів контейнерів по висоті трюму;

m – кількість рядів контейнерів по ширині трюму;

z – кількість суцільних флорів, що підтримують суміжні контейнери, яка приймається рівною не більше дійсного числа флорів, розташованих в районі з довжиною b_s згідно з табл. 3.5.3.1 і рис. 3.5.3.1;

a_c – відстань між флорами, що підтримують контейнери, м;

b_s – розрахункова довжина ділянки днища (вздовж судна), що підтримує контейнери, яка повинна прийматися не більше вказаної в табл. 3.5.3.1;

$$M_w = 1,22 \cdot B^2 \cdot (d_c^{\min} + 0,5 \cdot h_{хв}), \text{ кН} \cdot \text{м}; \tag{3.5.3.1-3}$$

d_c^{\min} – мінімальна осадка судна на початок завантаження, яка не повинна прийматися більшою за $0,6d_c$ і не менше 0,6м;

d_c – осадка судна при його завантаженні контейнерами, м;

$h_{хв}$ - приймається згідно з 2.1.1.1.1.

Таблиця 3.5.3.1

Кількість контейнерів по ширині судна		$m = 2$	$m = 3$	$m = 4$
b_s , м	для 20' контейнерів	$\leq 3,95$	$\leq 5,15$	$\leq 5,70$
	для 40' контейнерів	$\leq 5,30$	$\leq 8,30$	$\leq 9,90$

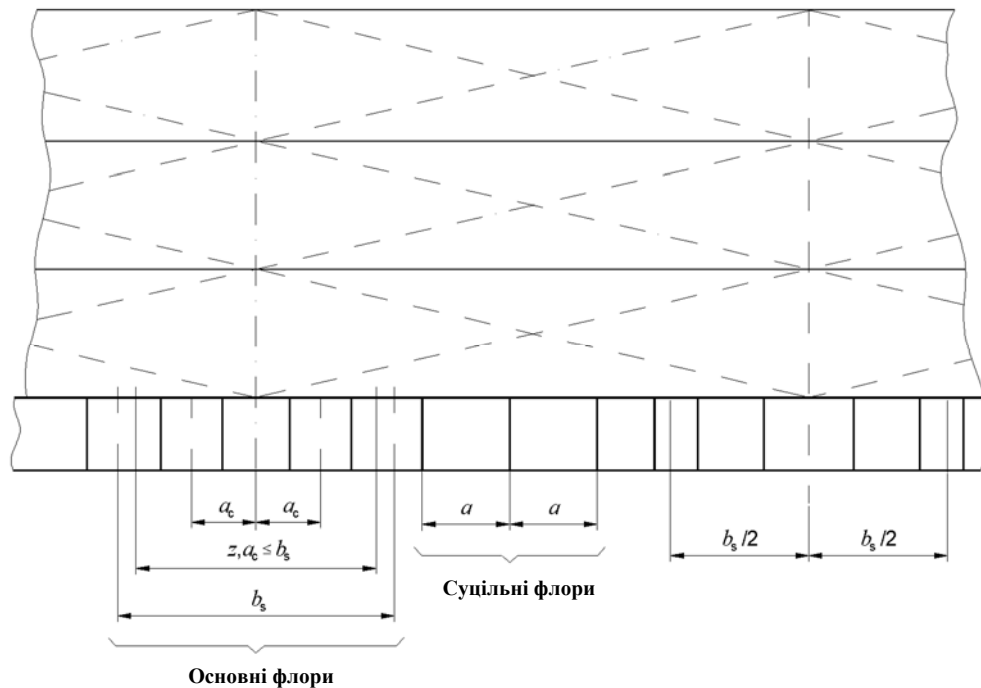


Рис. 3.5.3.1

3.5.3.2 При довільному порядку завантаження-розвантаження контейнерів (див. **3.5.2.7**) момент опору W_2 кожного флора в трюмі повинен бути також не менше за величину W_1 , визначену згідно з **3.5.3.1**, і не менше визначеного за формулою, см³:

$$W_2 = 6,95 \cdot B_1^2 \cdot a \cdot (d_c + 0,5 \cdot h_{XB}), \quad (3.5.3.2)$$

де: a – відстань між флорами, м;
 B_1 і h_{XB} – визначаються згідно з **2.2.1.3**, м.

3.5.3.3 Момент опору флорів, що знаходяться поза діапазом довжини (z , a_c), (що не підтримують контейнери), визначається згідно **2.2.1.3**, враховуючи посилення згідно з **3.4.3**.

3.5.3.4 Площа стінки суцільного флора (нетто) f_1 між бортом (або поздовжньою перегородкою) і найближчим кільсоном повинна бути не менше, см²:

$$f_1 = 0,06 \cdot P_C \cdot \frac{n \cdot m}{z} - 0,74 \cdot B \cdot a_c (d_c^{\min} - 0,5 \cdot h_{XB}). \quad (3.5.3.4)$$

На наступних ділянках між кільсонами $f_{1(i)}$ зменшується за наступною схемою:
 $f_{1(i)} = f_{1(i-1)} - \Delta f_1$ під час переходу через кожен безперервний кільсон в сторону ДП, але не більше ніж до $\frac{1}{2} f_1$,

де: Δf_1 визначається за формулою, см²: $\Delta f_1 = 0,03 P_C n \frac{1}{z}$.

3.5.3.5 При довільному порядку завантаження контейнерів площа стінки флора (нетто) між бортом (або поздовжньою перегородкою) і найближчим кільсоном f_1 повинна бути не менше, см²:

$$f_1 = 0,446 \cdot B \cdot a \cdot (d_c + 0,5 \cdot h_{XB}). \quad (3.5.3.5)$$

На наступних ділянках між кільсонами f_1 зменшується за схемою $f^{(v)}$, см²:

$$f^{(y)} = 2f_1 \frac{Y}{B},$$

де: Y – відстань цього перерізу від ДП, м, але не більше ніж до f_1 .

3.5.3.6 Площа стінки (нетто) кожного кільсона і вертикального кіля f_2 повинна бути не менше, см²:

$$f_s = 0,06P_c n . \quad (3.5.3.6-1)$$

З віддаленням від кута контейнера ця площа може зменшуватися на величину Δf_2 , що визначається за формулою, см²:

$$\Delta f_2 = 2f_2 \frac{a}{b_s}, \quad (3.5.3.6-2)$$

під час переходу через кожен суцільний флор, але не більше ніж до $\frac{1}{2}f_2$.

3.6 ЛЬОДОВЕ ПІДКРІПЛЕННЯ КОРПУСУ

3.6.1 Загальні положення

3.6.1.1 Вимоги цього підрозділу регламентують підкріплення корпусу судна для епізодичного плавання в дрібно битому льоду. Судна підсилюються для плавання в битому льоду тільки за рішенням судовласника.

3.6.1.2 Судна, що плавають в битому льоду, повинні мати наведені нижче підкріплення корпусу, які орієнтовані на товщину битого льоду 5см, 10см, 20см та 30см, і, як правило, відповідають підкріпленню набору корпусу суден відповідно для знаків районів плавання **B4**, **B3**, **B2** та **B1**.

Судна, які призначені для плавання в більш важких льодових умовах повинні мати додаткові підкріплення корпусу, схвалені Регістром і спроектовані з урахуванням типу, призначення і умов плавання судна.

3.6.1.3 Для барж, призначених для штовхання у битому льоду будь-якою з кінцевих частин судна, вимоги цього підрозділу застосовуються до носової та кормової їх частин, як до носової частини.

3.6.1.4 Набір в районі підкріплення корпусу для плавання в битому льоду необхідно приварювати безперервними швами.

3.6.2 Льодові підкріплення набору і обшивки

3.6.2.1 Форштевень, ахтерштевень.

.1 Розміри брускового форштевня, що вимагаються в **2.10.2.1**, повинні бути збільшені на 25% для суден районів плавання **B2 ÷ B4** і на 50% для суден району плавання **B1**.

Форштевні суцільного поперечного перерізу, відмінного від прямокутного, повинні мати збільшений момент опору поперечного перерізу, порівняно з моментом опору поперечного перерізу форштевня, що вимагається згідно з **2.10.2.1**, на 25% для суден районів плавання **B2 ÷ B4** і на 50% для суден району плавання **B1**.

.2 Товщина форштевня з листа або з косинця, визначена згідно з **2.10.3.1**, повинна бути збільшена на 30% для суден районів плавання **B2 ÷ B4** і на 50% для суден району плавання **B1**.

.3 Площа поперечного перерізу ахтерштевня повинна бути збільшена на 15% порівняно з тією, що вимагається згідно з **2.10.7 ÷ 2.10.8**.

3.6.2.2 Шпація

Розміри шпації повинні бути не більше:

.1 в носовій частині судна до третього шпангоута циліндричної вставки, а для суден з циліндричною вставкою довжиною менше $0,3L$ до шпангоута, на якому кут між дотичною до ватерлінії судна з повним вантажем і ДП дорівнює 7° , але не менше ніж на довжині, що дорівнює ширині судна, - 400мм;

.2 на решті довжини судна - 550мм.

Допускається встановити шпацію як для судна без льодових підкріплень за умови постановки проміжних бортових шпангоутів, момент опору поперечного перерізу яких повинен бути не менше 75% основних шпангоутів згідно з **3.6.2.4**.

3.6.2.3 Набір днища

.1 Набір днища в носовій частині судна (див. **3.6.2.2.1**) повинен бути встановлений по поперечній системі набору.

.2 Товщина стінки суцільних флорів в носовій частині судна, що вимагається згідно з **2.2.1.10**, повинна бути збільшена на 15%.

3.6.2.4 Набір борта

.1 В носовій частині судна (див. **3.6.2.2.1**) повинні бути встановлені проміжні шпангоути борта.

.2 Моменти опору основних і проміжних шпангоутів на ділянці, вказаній в **.1**, повинні бути збільшені на 20% порівняно з моментами опору, що вимагаються згідно з **2.3.2** і **2.3.4**.

.3 На ділянках, крім указаної в **.2**, момент опору основних шпангоутів W , визначений згідно з **2.3.2**, не повинен прийматися менше визначеного за формулами, см³:

$$\text{в районі ахтерпіка } W = 17,5 \cdot l \cdot a \cdot \sqrt{2 + 0,085 \cdot L}; \quad (3.6.2.4.3-1)$$

$$\text{на решті довжини судна } W = 15 \cdot l \cdot a \cdot \sqrt{2 + 0,085 \cdot L}, \quad (3.6.2.4.3-2)$$

де: a – шпангія (відстань між основними бортовими шпангоутами), м;

l – найбільша відстань, виміряна по борту між днищем (настилом подвійного дна) і бортовим стрингером, між бортовими стрингерами або між бортовим стрингером і палубою, м, у відповідному районі судна.

На указаних ділянках момент опору рамних бортових шпангоутів, визначений згідно з **2.3.2**, W не повинен прийматися менше визначеного за формулами, см³:

в районі ахтерпіка

$$W = 14,5 \cdot D_c \cdot a_p \cdot \sqrt{2 + 0,085 \cdot L}; \quad (3.6.2.4.3-3)$$

на решті довжини судна

$$W = 12,5 \cdot D_c \cdot a_p \cdot \sqrt{2 + 0,085 \cdot L}, \quad (3.6.2.4.3-4)$$

де: a_p – відстань між рамними бортовими шпангоутами, м;

D_c – висота борту у відповідному районі судна, м.

.4 Нижні частини бортових проміжних шпангоутів повинні перекривати скулу. Рекомендується закріплювати їх на найближчій в'язі набору днища або кріпити до настилу подвійного дна.

Верхні кінці проміжних шпангоутів повинні бути доведені до палуби, платформи або бортового стрингера, але не повинні бути нижче за верхню кромку льодового поясу.

.5 На суднах з повними обводами кінцевих частин у форпіку і ахтерпіку шпангоути слід встановлювати нормально до обшивки.

.6 По всій довжині судна в районі льодового поясу (згідно з **3.6.2.4**) повинні бути встановлені бортові стрингери в такій кількості, щоб відстань між ними, а також від них до верхньої кромки флорів і палуби не перевищувала 0,8м, причому один з них необхідно встановити дещо нижче вантажної ватерлінії.

Момент опору цих стрингерів та їх конструкція повинні відповідати вимогам, викладеним в **2.3.7**.

3.6.2.5 Зовнішня обшивка

.1 По всій довжині судна повинен бути встановлений льодовий пояс зовнішньої обшивки, верхня границя якого повинна проходити на 500мм вище вантажної ватерлінії, а нижня - на 500мм нижче ватерлінії судна порожнем, з врахуванням можливого диференту судна.

Пояс бортової обшивки в носовій кінцевій частині судна перед початком циліндричної вставки корпусу судна на довжині, що дорівнює не менше ширини судна B , повинен мати товщину збільшену на 25% порівняно з товщиною, яка вимагається для зовнішньої обшивки в цьому районі. Пояс бортової обшивки в районі ахтерпіка повинен мати товщину збільшену на 20% , а в інших частинах довжини судна повинен мати товщину збільшену на 15% порівняно з товщиною, яка вимагається для зовнішньої обшивки в цьому районі. Якщо в указаних вище районах судна знаходиться ділянка днищевої обшивки, яка знаходиться від ватерлінії судна порожнем по висоті менше 500мм, то товщина днищевої обшивки в цьому районі повинна бути не менше ніж товщина льодового поясу.

.2 Товщина листів льодового поясу t_n залежно від товщини льоду, довжини та району плавання судна повинна бути не менше указаної в табл. 3.6.2.5, мм.

Таблиця 3.6.2.5

Товщина льоду, см	L, м	t _л , мм		
		носова частина судна (див. 3.6.2.2.1)	район ахтерпіка	на решті довжини судна
30	25	6,3	4,8	4,6
	80	10,0	7,2	6,9
	140	12,5	9,6	9,2
	160	13,3	10,4	10,0
20	25	5,6	4,8	4,6
	80	8,8	7,2	6,9
	140	10,0	8,4	8,1
	160	10,4	8,8	8,5
10 та 5	25	5,0	3,6	3,5
	80	7,5	6,0	5,8

Примітки.

1. Якщо шпация прийнята більше a_0 , то товщини листів обшивки льодового пояса, указані в таблиці, повинні бути збільшені на величину Δt визначену за формулою, мм:

$$\Delta t = 0,8 (a/a_0 - 1) t_i,$$

де: a - фактична шпация, мм;

a_0 - шпация згідно з 3.6.2.2.

2. Якщо шпация прийнята менше a_0 і / або в'язі виконані зі сталі підвищеної міцності, то товщини листів обшивки льодового пояса, указані в таблиці, можуть бути зменшені на величину Δt визначену за формулою, мм:

$$\Delta t = \left[1 - 15,3a / \left(a_0 \sqrt{R_{eH}} \right) \right] \cdot t_i,$$

де: a і a_0 - див. примітку 1 (при $a > a_0$ приймається $a = a_0$);

R_{eH} - границя плинності матеріалі в'язі, МПа.

3.6.2.6 Льодове підкріплення інших елементів корпусу

1 На перегородках форпіка і ахтерпіка, а також на перегородках, що обмежують машинне відділення, повинні бути встановлені горизонтальні ребра жорсткості на 25% ширини перегородки з кожного борту з моментом опору не менше, ніж у вертикального стояка основного набору перегородки. Стояк перегородки, до якого будуть доведені ці ребра, повинен бути підсилений.

2 Гвинти і перо стерна повинні бути захищені від дії льоду (крейсерська корма, протилідові виступи тощо).

3.6.2.7 Льодове підкріплення понтонів і штовхачів

Бортовий набір і зовнішня обшивка понтонів і штовхачів повинні бути підкріплені на ділянці $0,2L$ від корми судна відповідно до 3.6.2.4 і 3.6.2.5.

3.7 КРИГОЛАМИ

3.7.1 Область поширення

Вимоги цього підрозділу поширюються на криголами, що задовольняють умові:

$$\Delta^{1/4} \cdot N_e^{1/3} < 230$$

і мають співвідношення головних розмірів і характеристики обводів корпусу, в межах:

$$L/d = 3,3 \div 5,0; B/d = 4,0 \div 6,5; \alpha = 15 \div 35^\circ; \varphi = 11 \div 25^\circ; \beta = 30 \div 50^\circ; \beta_M = 10 \div 25^\circ,$$

де: Δ – водотоннажність судна по площину максимальної осадки, кН;

N_e – сумарна потужність пропульсивної установки, кВт;

φ – кут між дотичною до лінії форштевня і основною площиною на рівні ватерлінії максимальної осадки, град;

α – кут між дотичною до ватерлінії максимальної осадки і діаметральною площиною в перерізі, віддаленому на $0,15L$ від носового перпендикуляра, град;

β – кут між вертикаллю і дотичною до теоретичного шпангоута, віддаленого від носового перпендикуляра на $0,15L$, на рівні площини максимальної осадки, град;

β_M – кут між вертикаллю і дотичною до міделя на рівні площини максимальної осадки, град.

3.7.2 В цьому підрозділі прийняті наступні визначення ділянок корпусу судна:

носовий район – ділянка корпусу завдовжки $0,3L$ від носового перпендикуляра;

середній район – ділянка корпусу завдовжки $0,5L$, розташована між носовим і кормовим районами;

кормовий район – ділянка корпусу завдовжки $0,2L$ від кормового перпендикуляра.

3.7.3 Для корпусів криголамів, крім зовнішньої обшивки, слід застосовувати суднобудівну сталь категорій не нижче **D** і **E**; для зовнішньої обшивки – не нижче за категорію **E**.

3.7.4 Розрахунки міцності і стійкості, допустимі напруження, конструктивне оформлення і розміри елементів корпусу криголама повинні задовольняти вимогам **2.1** ÷ **2.13**, розділів **4** і **5**, якщо в цьому підрозділі немає спеціальних вказівок.

3.7.5 В розрахунках місцевої міцності корпусних конструкцій на сприйняття льодових навантажень допустимі напруження слід приймати рівними $0,95$ границі плинності матеріалу R_{eH} .

3.7.6 Для поздовжніх в'язей днища і бортів, що сприймають льодове навантаження, додавання напружень від загального і місцевого вигину не проводиться.

3.7.7 Розрахункові навантаження

3.7.7.1 Розрахунковий тиск льоду на обшивку льодового пояса визначається за формулами, МПа:

$$\text{в носовому районі } p_n = 1,4 + 0,004 \cdot \Delta^{1/4} \cdot N_e^{1/3}, \quad (3.7.7.1-1)$$

де: Δ , N_e – визначаються згідно з **3.7.1**;

$$\text{в середньому районі } p_c = 0,60 p_n; \quad (3.7.7.1-2)$$

$$\text{в кормовому районі } p_k = 0,75 p_n. \quad (3.7.7.1-3)$$

При цьому навантаження в середньому районі повинно прийматися не менше:

- $1,4$ МПа для випадку подолання льодових полів товщиною до $1,4$ м при епізодичній роботі набігами, і

- $0,85$ МПа для випадку подолання льодових полів товщиною до $0,8$ м при епізодичній роботі набігами.

Проміжні значення визначаються лінійною інтерполяцією.

3.7.7.2 Розрахунковий тиск льоду на обшивку днища поза льодовим поясом визначається за формулою, МПа:

$$p_D = p_n \cdot \Delta^{1/4} \cdot N_e^{1/3} / 400, \quad (3.7.7.2)$$

де: Δ , N_e – визначаються згідно з 3.7.1.

Тиск p_D не повинен прийматися більше за значення p_c .

3.7.7.3 Розрахункова інтенсивність льодового навантаження, що діє на бортовий набір в носовому районі льодового пояса при ударі судна об льодовий покрив визначається за формулою, кН/м:

$$q_n = 12,6 \cdot K \cdot \sqrt[3]{\Delta \cdot v^2 \cdot p_n^2}, \quad (3.7.7.3)$$

де: K – коефіцієнт, що приймається за графіком на рис. 3.7.7.3 залежно від кутів ϕ і β ;

v – розрахункова швидкість криголаму у момент зіткнення з льодом, м/с, що приймається рівною 60% максимальної швидкості криголама на чистій воді;

Δ і p_n – визначаються згідно з 3.7.1 та 3.7.7.1 відповідно.

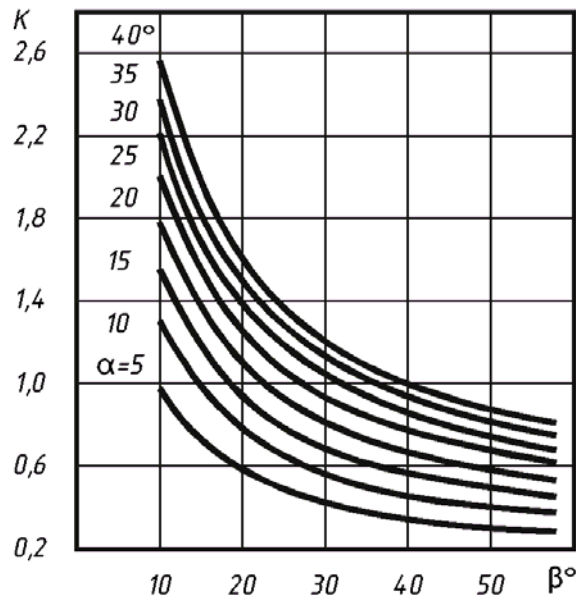


Рис. 3.7.7.3

3.7.7.4 Розрахункову інтенсивність льодового навантаження на бортовий набір слід приймати, кН/м:

в середньому районі – більшу з величин:

$$q_c = 0,6q_n \quad \text{або} \quad (3.7.7.4-1)$$

$$q_c = \frac{0,028}{\sin \beta_M} L^2; \quad (3.7.7.4-2)$$

$$\text{в кормовому районі:} \quad q_k = 0,75q_n, \quad (3.7.7.4-3)$$

де: q_n – згідно з 3.7.7.3.

Інтенсивність q_k у будь-якому випадку не повинна прийматися менше за q_c .

3.7.7.5 Розрахункова інтенсивність льодового навантаження на поздовжні ребра жорсткості і основні шпангоути днища q_d поза льодовим поясом визначається за формулою, кН/м:

$$q_d = 10 p_d L . \quad (3.7.7.5)$$

Інтенсивність q_d не повинна перевищувати значення $q_c = 0,6q_H$.

3.7.8 Шпація в носовому районі приймається не більше 300мм. Допускається її збільшення до 600мм за умови встановлення проміжних бортових шпангоутів.

Шпація в середньому і кормовому районах криголама приймається не більше 500мм.

Допускається збільшення шпації до 650мм за умови встановлення проміжних бортових шпангоутів.

3.7.9 По всій довжині корпусу криголама повинен бути встановлений льодовий пояс зовнішньої обшивки.

Верхня кромка льодового поясу повинна проходити над ватерлінією максимальної осадки судна не менше ніж на 0,6м, а нижня кромка льодового поясу повинна бути на 0,02L нижче ватерлінії судна порожнем з 10% запасів і палива без баласту, але не менше ніж на 0,8м.

В носовому районі – на довжині не менше 0,2L від носового перпендикуляра і в кормі – на довжині не менше 0,15L від кормового перпендикуляра нижня кромка льодового поясу повинна доводитися до діаметральної площини.

3.7.10 Зовнішня обшивка

3.7.10.1 Товщину листів обшивки льодового поясу слід приймати не менше визначеної за формулою, мм:

$$s = 720 \cdot a \cdot \sqrt{p/R_{сн}} , \quad (3.7.10.1)$$

де: a – відстань між балками набору, м;

p – розрахунковий тиск льоду, МПа, що визначається відповідно до 3.7.7 залежно від положення листів обшивки по довжині судна;

$R_{сн}$ – границя плинності матеріалу зовнішньої обшивки, МПа.

3.7.10.2 Товщину листів зовнішньої обшивки поза льодовим поясом слід приймати не менше визначеної за формулою, мм:

$$s = (L + 100)/30 + \Delta s, \quad (3.7.10.2)$$

при цьому:

$\Delta s = 0$ для суден з сумарною потужністю пропульсивної установки 330кВт і менше; і

$\Delta s = 0,06 \cdot \sqrt{1,36 \cdot N_c - 450}$ для суден з сумарною потужністю рушійної установки понад 330кВт.

3.7.10.3 Зменшення товщини листів зовнішньої обшивки по висоті від льодового поясу повинно виконуватися поступово, щоб суміжні листи відрізнялися по товщині не більше ніж на 30% від товщини тоншого з листів, що з'єднуються.

3.7.11 Товщину листів настилу палуби слід приймати не менше визначеної за формулами, мм:

$$\text{для відкритих ділянок} - s = (L + 220)/60 + \Delta s; \quad (3.7.11-1)$$

$$\text{для закритих надбудовами ділянок} - s = (L + 180)/60 + \Delta s, \quad (3.7.11-2)$$

де: Δs приймається згідно з 3.7.10.2.

3.7.12 Відстань між рамними шпангоутами борту в носовому районі слід приймати не більше 1,2м, на решті довжини судна – не більше 2м.

Мінімальна товщина стінки рамних шпангоутів в межах льодового поясу в носовому районі – 10мм, на решті довжини судна – 8мм.

3.7.13 По всій довжині криголама на рівні площини максимальної осадки (або нижче її не більше ніж на 0,25м) слід встановлювати бортовий стрингер або платформу.

3.7.14 В межах льодового поясу відстань між бортовими стрингерами (стрингером і палубою або платформою, стрингером і днищем) слід приймати не більше 1,2м. Товщина стінок стрингерів і листів платформ, що примикають до зовнішньої обшивки в районі льодового поясу, повинні бути не менше товщини стінки рамних шпангоутів, встановлених в цьому районі.

3.7.15 В місцях перетину шпангоутів основного набору з бортовими стрингерами слід встановлювати книці.

3.7.16 Бортові шпангоути основного набору розраховуються як багатопрігінні балки, що опираються на стрингери (платформи), палубний настил, кільсон або скуловий лист днища. Зосереджене навантаження, на яке розраховуються бортові шпангоути, слід визначати за формулою, кН:

$$Q = q \cdot a, \quad (3.7.16)$$

де: q – розрахункова інтенсивність льодового навантаження для відповідного району льодового поясу згідно з 3.7.7.4, кН/м;

a – шпация (відстань між основними шпангоутами або між основним і рамним шпангоутами), м.

Точку прикладання сили Q слід приймати в середині найдовшого прогону шпангоута льодового поясу.

При встановленні проміжних шпангоутів за a у формулі (3.7.16) слід приймати відстань між проміжним і основним шпангоутами. Проміжні шпангоути розраховують так само, як основні.

При однорідній поперечній системі набору борта бортові шпангоути розраховують як шпангоути основного набору при конструкції бортового набору з рамними шпангоутами. При цьому слід врахувати, що при однорідній системі бортові стрингери розносять навантаження і тому не можуть вважатися опорами для цих шпангоутів.

3.7.17 Розрахунок міцності бортових стрингерів і рамних шпангоутів слід виконувати у складі бортового перекриття, при цьому для середнього району судна довжину зони прикладання льодового навантаження приймають по всій довжині бортового перекриття. Довжину прикладання льодового навантаження в носовому і кормовому районах слід розраховувати за формулою, м:

$$l = 0,01 \cdot q/p, \quad (3.7.17)$$

де: значення розрахункового тиску p і інтенсивності льодового навантаження q визначається згідно з 3.7.7.

3.7.18 Стінки набору в районі льодового поясу по всій довжині судна повинні бути приварені до зовнішньої обшивки суцільним двостороннім швом.

3.7.19 На суднах з повними обводами кінцевих частин у форпіку і ахтерпіку шпангоути слід встановлювати нормально до обшивки.

3.7.20 Суцільні флори слід встановлювати на кожному шпангоуті по всій довжині носового і кормового районів судна. Відстань між суцільними флорами в середньому районі судна не повинна перевищувати 2м.

3.7.21 Розрахунок міцності суцільних флорів і кільсонів слід виконувати у складі днищового перекриття, завантаженого рівномірно розподіленим тиском льоду, що дорівнює $0,3p_d$, де p_d визначається відповідно до 3.7.7.2.

3.7.22 Шпангоути основного набору днища слід розраховувати як однопрігінну затиснену по кінцях балку довжиною, що дорівнює найбільшій відстані між кільсонами або між кільсоном і бортом або поздовжньою перегородкою. Зосереджене навантаження, на яке розраховують шпангоути основного набору днища, слід вважати прикладеним посередині прогону і визначати за формулою, кН:

$$Q = q_d \cdot a, \quad (3.7.22)$$

де: q_d – розрахункова інтенсивність льодового навантаження, що визначається згідно з 3.7.7.5, кН/м;

a – шпация (відстань між шпангоутами основного набору днища або між шпангоутом основного набору днища і флором), м.

Поздовжні ребра жорсткості днища слід розраховувати за припущенням, що довжина їх прогону дорівнює відстані між суцільними флорами, а значення a – відстані між ребрами.

3.7.23 Поперечні перегородки

3.7.23.1 Поперечні перегородки повинні бути плоскими. Товщина листів обшивки перегородки, що примикають до борту і днища, повинна бути не менше за товщину стінки рамного шпангоута борта і флора відповідно.

3.7.23.2 На поперечних перегородках повинні бути встановлені горизонтальні ребра жорсткості, що примикають до бортового набору. Довжина цих ребер від кожного борту в сторону ДП повинна бути не менше 10% ширини перегородки.

Найближчий стояк перегородки, до якого ці ребра доводяться, повинен бути рамним. Момент опору цих ребер W повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = 6 \cdot k \cdot a_p^2, \quad (3.7.23.2-1)$$

де: a_p - відстань між вертикальними рамними стояками, м;

k – коефіцієнт, що визначається як: $k = \sqrt{2 + 0,085L}$.

Кінці ребер необхідно зрізати «на вус». Крім того, повинні виконуватися наступні умови:

1 Відстань між ребрами a повинна бути не більше визначеної за формулою, м:

$$a = 0,88 \cdot s / \sqrt{R_{сн}}, \quad (3.7.23.2-2)$$

де: s - товщина листів перегородки на ділянці, що примикає до борту, мм;

$R_{сн}$ - границя плинності матеріалу перегородки, МПа.

2 Момент інерції i ребра з приєднаним пояском обшивки перегородки шириною, що дорівнює 1/6 довжини прогону ребра, повинен бути не менше визначеного за формулою, см⁴:

$$i = 191 \cdot p \cdot a_{ш} \cdot a \cdot l^2, \quad (3.7.23.2-3)$$

де: p – розрахунковий тиск льоду на обшивку льодового поясу для відповідного району судна, МПа;

$a_{ш}$ – відстань між шпангоутами основного набору або між шпангоутами основного і рамного набору, м;

l – довжина прогону ребра, м.

3 Момент інерції I рамного стояка перегородки з приєднаним пояском обшивки перегородки, до якого доводяться горизонтальні ребра жорсткості, повинен бути не менше визначеного за формулою, см⁴:

$$I = 0,32 \cdot (l_1/l)^3 \cdot i, \quad (3.7.23.2-4)$$

де: l_1 – довжина прогону стояка, м;

l – довжина прогону ребра, м;

i – момент інерції ребра, визначений за формулою (3.7.23.2-3), см⁴.

3.7.23.3 Горизонтальні ребра і горизонтальні рами, встановлені на поперечних перегородках на рівні льодового поясу, повинні бути приварені до листів перегородок суцільними двосторонніми швами.

3.7.23.4 Міцність поперечних перегородок повинна бути перевірена розрахунками на стійкість і на вигин відповідно при сприйнятті льодового навантаження і гідростатичного натиску води, що заповнює відсік до палуби.

3.7.23.5 В діаметральній площині над форштевнем рекомендується встановлювати поздовжню перегородку, довжина якої повинна бути не менше за довжину форштевня. Товщина листів цієї перегородки приймається не менше за товщину листів обшивки форпикової перегородки.

3.7.24 Форштевень

3.7.24.1 Форштевень криголама повинен бути виготовлений з кованої або литої сталі. Допускається виготовлення форштевня зі сталевих листів, товщина яких повинна бути, щонайменше, в 2 рази більшою за товщину листів льодового поясу, що примикають до форштевня.

3.7.24.2 Форштевень повинен мати шпунт, виїмку чи іншу конструкцію, що оберігає кромки листів зовнішньої обшивки, що примикають до нього, від ударів об лід.

3.7.24.3 Форштевень встановлюється по всьому носовому підйому днища судна в діаметральній площині від верхньої палуби до найближчої в корму за закінченням цього підйому поперечної перегородки.

3.7.24.4 Форштевень повинен приварюватися суцільним зварним швом з зовнішньою обшивкою і поздовжньою перегородкою, встановленою згідно з **3.7.23.5**.

3.7.24.5 В районі льодового поясу форштевень повинен бути підкріплений брештуками, відстань між якими по висоті не повинна перевищувати 0,5м. При цьому висота і товщина стінки і розміри пояса брештуків приймаються як для рамних шпангоутів, встановлених у форпіку. Брештуки слід доводити до шпангоутів.

3.7.24.6 Площа поперечного перерізу форштевня на рівні льодового поясу повинна бути не менше визначеної за формулою, см²:

$$F = 2L . \quad (3.7.24.6)$$

З віддаленням від льодового поясу вгору, площа поперечного перетину форштевня може поступово зменшуватися до 70% значення F .

3.7.25 Ахтерштевень

3.7.25.1 Ахтерштевень криголаму повинен бути виготовлений з кованої або литої сталі.

3.7.25.2 Розміри поперечного перерізу старнпоста ахтерштевня з брускової сталі вище яблука гребного валу повинні бути в 1,5-2 рази більші визначених за формулами, мм:

$$b = 65 + 1,5L \text{ при } L \leq 50 \text{ м}, \quad (3.7.25.2-1)$$

$$b = 90 + L \text{ при } L > 50 \text{ м}, \quad (3.7.25.2-2)$$

$$s = 16 + 0,25L + 0,8D^2, \quad (3.7.25.2-3)$$

де: b і s – відповідно ширина і товщина поперечного перерізу старнпоста ахтерштевня, мм.

3.7.25.3 Підшва на ділянці між старнпостом і рудерпостом повинна бути якомога коротшою і мати площу поперечного перерізу на 25% більше площі перерізу з розмірами b і s , розрахованими згідно з **3.7.25.2**.

Для надійного з'єднання із зовнішньою обшивкою підшва ахтерштевня повинна простягатися від старнпоста в ніс на відстань не менше 10-разової ширини поперечного перерізу старнпоста нижче яблука. Нижня частина підшви ахтерштевня повинна мати плавний підйом, що дорівнює 1/10, в сторону рудерпосту.

У верхній частині рами ахтерштевня повинні бути передбачені 1 – 2 ребра (приливи) для з'єднання з поперечним набором.

3.7.25.4 В кормовому районі криголаму рекомендується передбачати захист гвинтів і пера стерна від битого льоду на задньому ході.

3.8 КОРПУС СУДЕН З ЛЕГКИХ СПЛАВІВ

3.8.1 Область поширення

3.8.1.1 Вимоги цього підрозділу поширюються на водотоннажні судна з корпусом з алюмінієвих сплавів.

3.8.1.2 Стосовно питань, які не розглядаються в цьому підрозділі, належить керуватися вимогами розділів 1, 2 та 4.

3.8.1.3 Розміри в'язей з алюмінієвих сплавів повинні визначатися перерахунком відповідних розмірів в'язей сталевих конструкцій.

Перерахунок необхідно робити за формулами, зазначеними у табл. 3.8.1.3 без урахування обмежень мінімальних розмірів в'язей сталевих конструкцій.

Таблиця 3.1.8.3

Параметри конструктивних елементів	Розрахункові формули
Товщина зовнішньої обшивки настилу палуби (без покриття), обшивки перегородок, внутрішніх вигоронок та інших деталей з листів	$s_1 = s \sqrt{R_{eH} / R_{p0,2}}$ – для надбудов; $s_1 = 0,9s \sqrt{R_{eH} / R_{p0,2}}$ – для основного корпусу
Момент опору балок	$W_1 = W \cdot R_{eH} / R_{p0,2}$
Площа перерізу пілерсів	$f_1 = f \cdot R_{eH} / R_{p0,2}$
Момент інерції пілерсів і балок	$I_1 = 3I$

Примітка.

$R_{p0,2}$ – умовна границя плинності алюмінієвого сплаву, МПа.

R_{eH} -див. 1.2.2.

3.8.1.4 Розміри поперечних перерізів ахтерштевня і форштевня, брускового кіля і кронштейнів гребного валу повинні бути в 1,3 рази більше розмірів перерізів, що пропонуються у разі застосування сталі.

3.8.1.5 Якщо суцільні зварні шви (кутові і стикові) розташовані в районах максимальних напружень, залежно від застосовуваного алюмінієвого сплаву і методу зварювання необхідно враховувати зменшення міцності в районі зварного шва.

3.8.1.6 Застосування біметалевих (сталь-алюміній) пресованих елементів для з'єднання конструкцій із сталі і алюмінієвих допускається при відповідному технічному обґрунтуванні.

3.8.2 Матеріал і мінімальна товщина елементів корпусу

3.8.2.1 Матеріали, що застосовуються для виготовлення елементів конструкцій корпусу з алюмінієвих сплавів, повинні задовольняти вимогам частини XIII «Матеріали» Правил класифікації та побудови морських суден.

3.8.2.2 Мінімальна допустима товщина листів в'язей, що входять до складу корпусу, повинна бути не менше, ніж для сталевих суден.

3.8.3 Розміри міцних елементів корпусу

3.8.3.1 Вплив гнучкості корпусу на згинальний момент і перерізуючу силу необхідно враховувати, якщо виконується умова:

$$L^4 \cdot B / (E \cdot I) > 6,01 \cdot 10^3, \quad (3.8.3.1)$$

де: L, B – розрахункові довжина і ширина судна по вантажну ватерлінію, м;

E – модуль пружності матеріалу корпусу, МПа;

I – момент інерції поперечного перерізу еквівалентного бруса, м⁴.

3.8.3.2 Для розрахунку балок набору ширину приєднаного пояска необхідно визначати за наступними формулами:

1 для подовжніх балок днища і подвійного дна, шпангоутів і бімсів основного набору, див. рис. 3.8.3.2.1 а), з):

$$c_1 = 0,5a;$$

(3.8.3.2.1)

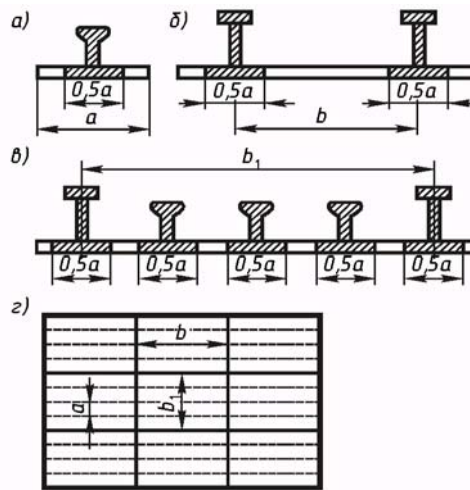


Рис. 3.8.3.2.1

.2 для флорів, рамних бімсів і рамних шпангоутів при поздовжній системі набору, кільсонів і карлінгсів при поперечній системі набору, якщо вони підтримують балки основного набору, див. рис. 3.8.3.2.1 б), в):

$$c_2 = c_1 + (b - c_1)\varphi_1,$$

(3.8.3.2.2)

де: c_1 – ширина приєднаного пояска згідно з 3.8.3.2.1, см;

φ_1 – коефіцієнт, що дорівнює нулю для стисненого приєднаного пояска і визначений по табл. 3.8.3.2.2 для розтягнутого приєднаного пояска;

Таблиця 3.8.3.2.2

p	φ_1 при $10 s/a$				
	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
$\sigma_d = 70,6 \text{ МПа}$					
10	0,10	0,14	0,16	0,19	0,22
20	0,14	0,16	0,18	0,21	0,24
30	0,16	0,19	0,20	0,23	0,26
40	0,18	0,22	0,23	0,25	0,28
$\sigma_d = 98,2 \text{ МПа}$					
10	0,11	0,15	0,17	0,20	0,23
20	0,14	0,16	0,19	0,22	0,25
30	0,16	0,19	0,21	0,23	0,26
40	0,18	0,22	0,24	0,25	0,28
$\sigma_d = 137 \text{ МПа}$					
10	0,12	0,16	0,19	0,22	0,25
20	0,14	0,17	0,20	0,23	0,26
30	0,16	0,20	0,22	0,24	0,27
40	0,19	0,23	0,25	0,25	0,29

Примітка: σ_d – допустимі напруження, МПа;
 p – розрахунковий тиск, кПа; s – товщина пластини, мм.

.3 для флорів, рамних бімсів і рамних шпангоутів при поперечній системі набору, кільсонів і карлінгсів при поздовжній системі набору, див. рис. 3.8.3.2.1 в), г):

$$c_3 = 0,5 \cdot n \cdot a \cdot (1 + \varphi_2),$$

(3.8.3.2.3)

де: n – кількість жорстких і редукованих ділянок;

φ_2 – коефіцієнт, що дорівнює одиниці для розтягнутого приєднаного пояска і визначений по графіку на рис. 3.8.3.2.3 для стисненого приєднаного пояска.

Ширина приєднаного пояска у всіх випадках не повинна перевищувати 1/6 довжини розрахункового прогону балки, що розглядається.

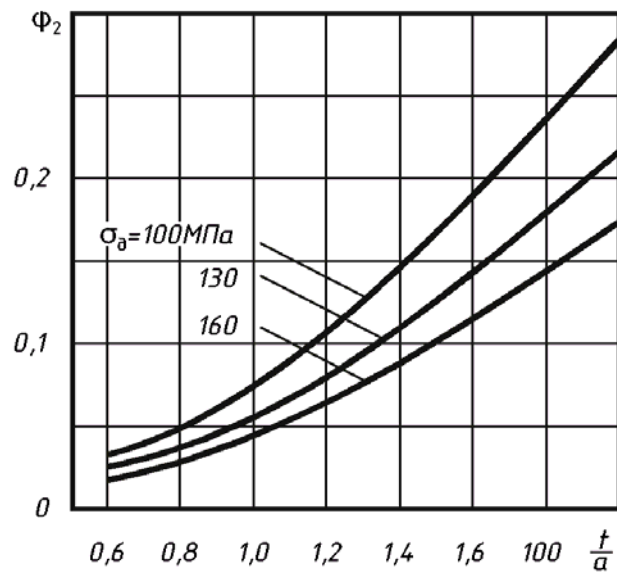


Рис. 3.8.3.2.3

3.8.3.3 Максимальне відношення висоти стінки до її товщини повинно бути не більше 60 при границі плинності сплаву до 190МПа і не більше 50 при границі плинності 270МПа і більше з лінійною інтерполяцією між цими значеннями. Стінки більшої висоти повинні бути підкріплені ребрами жорсткості.

3.8.3.4 Товщину вільного пояска рекомендується приймати рівною 1,2 ÷ 1,8 товщини стінки набору.

Відношення ширини вільного пояска b_{Π} до його товщини s_{Π} не повинно перевищувати значення, визначеного за формулою:

$$b_{\Pi} / s_{\Pi} = 100 \sqrt{2,65 / R_{\text{ен}}} , \quad (3.8.3.4)$$

де: $R_{\text{ен}}$ – границя плинності матеріалу, МПа.

При цьому співвідношення b_{Π} / s_{Π} не повинно перевищувати 14.

3.8.3.5 Для пластин з жорстким закріпленням і розпором максимальні напруження σ в перерізі на опорному контурі при дії поперечного навантаження слід визначати за графіком на рис. 3.8.3.5.

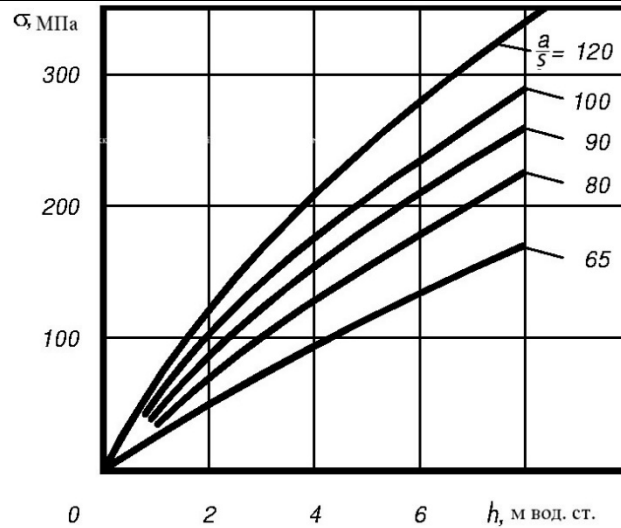


Рис. 3.8.3.5

3.8.3.6 Для пластин, в яких напруження в опорних перерізах не нормуються, напруження σ від дії поперечного навантаження слід знаходити за графіком на рис. 3.8.3.6.

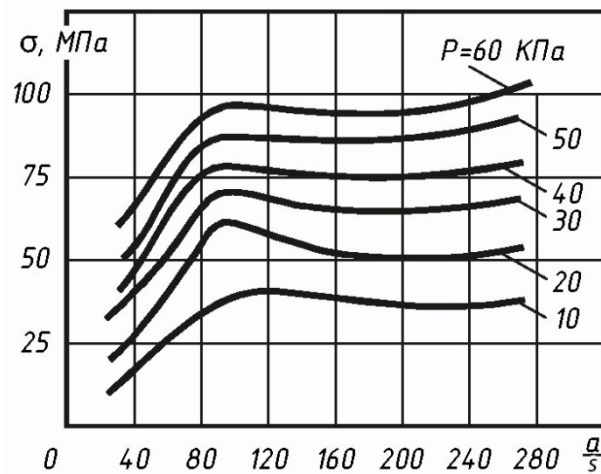


Рис. 3.8.3.6

3.8.3.7 Ейлерові напруження пластин слід обчислювати за формулами, МПа: при стисненні уздовж довгої сторони опорного контуру –

$$\sigma_E = 26 (10 \cdot s/a)^2; \quad (3.8.3.7-1)$$

при стисненні уздовж короткої сторони опорного контуру –

$$\sigma_E = 6,37(10 \cdot s/a)^2 (1 + a^2/b^2)^2; \quad (3.8.3.7-2)$$

при дії дотичних зусиль (пластини борту) –

$$\tau_E = 6,37k (10 \cdot s/a)^2, \quad (3.8.3.7-3)$$

де: s – товщина пластини, мм;
 a – довжина короткої сторони, см;

b – довжина довгої сторони, см;
 k – коефіцієнт, що визначається за табл. 3.8.3.7.

Таблиця 3.8.3.7

b/a	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0	> 3,0
k	9,34	8,56	8,00	7,60	7,30	6,92	6,70	6,56	6,07	5,86	5,35

Критичні нормальні напруження визначаються за графіком рис. 3.8.3.7.

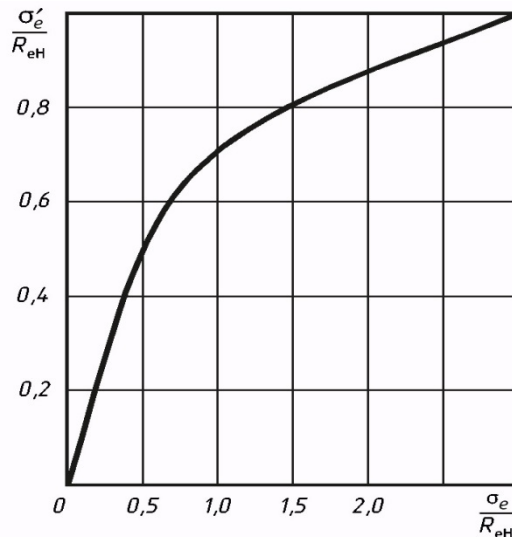


Рис. 3.8.3.7

3.8.3.8 Шпацію при поперечній системі набору слід приймати не більше 500мм. При поздовжній системі набору днища і палуб шпація повинна бути не більше 600мм.

У форпіку шпація повинна бути зменшена до 400 мм.

3.8.3.9 Суцільні флори необхідно встановлювати не рідше ніж через 3 шпації. Застосування бракетних флорів не допускається.

3.8.3.10 Момент опору поперечного перерізу суцільних флорів повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = 62,5 \cdot Q \cdot B_{\phi} / \sigma_{\text{д}}, \quad (3.8.3.10)$$

де: Q – повне навантаження на флор, кН;

B_{ϕ} – прогін на рівні верхньої кромки флора, м;

$\sigma_{\text{д}}$ – допустиме напруження, МПа.

3.8.3.11 Кільсони повинні бути встановлені так, щоб відстань між ними була не більше 2м. Значення моменту інерції поперечного перерізу вертикального кіля (середнього кільсона) повинно бути не менше 1,5 значення необхідного моменту інерції поперечного перерізу суцільного флора, а бічних кільсонів – 0,75.

3.8.3.12 Товщина зовнішньої обшивки днища повинна бути призначена за результатами розрахунку згідно з розділом 2 з урахуванням вимог до мінімальної товщини. Товщину обшивки борту слід приймати такою, як для днища.

3.8.3.13 Момент інерції поперечного перерізу бортової гілки рамного шпангоута повинен бути не менше, см⁴:

$$I_1 = 2 \cdot I \cdot H / B_{\phi}, \quad (3.8.3.13)$$

де: I – момент інерції поперечного перерізу флора, см⁴;

H – прогін бортової гілки шпангоута, м;

B_{ϕ} – див. 3.8.3.10.

3.8.3.14 При висоті борта від 2м до 3м повинен бути встановлений один бортовий стрингер, а при висоті борта більше 3м – два.

3.8.3.15 Критерієм стійкості балок перекриття є співвідношення критичного нормального напруження до границі плинності:

$$\alpha = \sigma_{кр}/R_{eH}. \quad (3.8.3.15)$$

Коефіцієнт α визначається за графіком на рис. 3.8.3.7, він повинен бути не менше:

- $\alpha = 0,95$ для поздовжнього рамного набору палубного і днищового перекриття (карлінгсів, стрингерів) суден всіх типів;

- для поздовжніх балок днища:

$\alpha = 0,9$ якщо кільсони беруть участь в загальному вигині перекриття;

$\alpha = 0,7$ якщо кільсони не беруть участь в загальному вигині при $l_{п} / B_{п} > 1,5$ (де $l_{п}$ і $B_{п}$ – відповідно довжина і ширина перекриття, м);

- для поздовжніх підпалубних балок:

$\alpha = 0,9$ для відкритих суден;

$\alpha = 0,75$ для закритих суден;

- $\alpha = 0,7$ для поздовжніх балок палубного і днищового перекриття суден-площадок.

3.8.4 Напруження, що допускаються

3.8.4.1 Для напружень від загального вигину та місцевого навантаження і для сумарних напружень за небезпечні нормальні напруження σ_0 , що мають постійний характер, слід приймати, МПа:

.1 при розтягненні:

$$\sigma_0 = k \cdot R_{p0,2}, \quad (3.8.4.1-1)$$

де: $R_{p0,2}$ – умовна границя плинності матеріалу, що відповідає залишковій деформації 0,2%, МПа.

Значення k дорівнюють:

$k = 0,9$ для клепанних конструкцій;

$k = 0,7$ при $3\text{мм} \leq s < 4\text{мм}$ і $0,8$ при $s \geq 4\text{мм}$ для зварних конструкцій,

де: s – товщина елементів конструкцій, що з'єднуються, мм.

.2 при стисканні:

$$\sigma_0 = \sigma_{кр}. \quad (3.8.4.1-2)$$

За небезпечні дотичні напруження τ_0 приймається значення:

$$\tau_0 = 0,57\sigma_0. \quad (3.8.4.1-3)$$

3.8.4.2 Нормовані значення нормальних і дотичних допустимих напружень σ_d наведені в табл. 3.8.4.2.

Таблиця 3.8.4.2

Назва і характеристика в'язей корпусу	Характеристика розрахункових напружень від навантажень	Нормовані значення σ_d в частках від небезпечних напружень
1. Жорсткі в'язі еквівалентного бруса, що беруть участь тільки в загальному вигині і не сприймають місцевого навантаження (поздовжні палубні в'язі).	Нормальні і дотичні напруження від загального вигину	0,75
2. Жорсткі в'язі еквівалентного бруса, що беруть участь в загальному вигині і сприймають місцеві навантаження	Нормальні і дотичні напруження від загального вигину.	0,60
	Сумарні нормальні і дотичні напруження від загального вигину і вигину перекриття: - в прогоні - на опорі	0,75 0,90
3. Поздовжні ребра жорсткості, що беруть участь в загальному вигині і сприймають місцеві навантаження	Сумарні нормальні і дотичні напруження від загального і місцевого вигину:	
	- в прогоні - на опорі	0,80 0,90
4. Поперечний набір	Нормальні і дотичні напруження в рамних шпангоутах, бімсах і флорах, основних шпангоутах і бімсах від місцевого навантаження:	
	- в прогоні - на опорі	0,80 0,90
5. Обшивка і настили корпусу, листи перегородок і цистерн	Нормальні напруження від місцевого навантаження:	
	в прогоні на опорі	0,85 0,95
6. Основний і рамний набір поздовжніх і поперечних перегородок (у т. ч. стінок цистерн)	Нормальні напруження від місцевого навантаження:	
	- в прогоні - на опорі	0,80 0,90
7. Пілерси і розкоси, що перевіряються на стійкість	Нормальні напруження від місцевого навантаження:	
	- для ізолювано працюючих в'язей - для розкосів, що перехрещуються	0,50 0,75 (але $\leq 0,5R_{p0,2}$)

3.8.5 Зварні з'єднання

3.8.5.1 Зварювання двостороннім швом в таврових з'єднаннях слід застосовувати для:

- вузлів з'єднання основних в'язей конструкцій корпусу (флорів до кільсонів, шпангоутів до стрингерів, бімсів до карлінгсів і комінгсів тощо);
- непроникних перегородок, флорів, кільсонів тощо до зовнішньої обшивки і настилів;
- конструкцій корпусу в районах машинного відділення, розташування рушіїв і місцях дії місцевого вібраційного, змінного і ударного навантаження;
- фундаментів під двигуни (головні і допоміжні) і інші механізми.

3.8.5.2 Застосування переривчастих швів в кутових і таврових з'єднаннях конструкцій міцного корпусу не допускається.

3.8.5.3 При односторонньому приварюванні повинні бути обварені навколо з переходом шва на іншу сторону на довжину не менше 30мм вільні кінці стінок балок, книць і поясків, а також ділянки стінок балок і перегородок біля вирізів.

3.9 ВОДОТОННАЖНІ БАГАТОКОРПУСНІ СУДНА

3.9.1 Область поширення

3.9.1.1 Вимоги цього підрозділу поширюються на наступні типи катамаранів:

- самохідні однопалубні суховантажні судна з кормовим розташуванням машинного відділення;
- пасажирські судна;
- буксири і штовхачі.

Водотоннажні багатокорпусні судна з кількістю корпусів більше двох, а також катамарани, на які вимоги цього підрозділу не поширюються, підлягають спеціальному розгляду Регістром з застосуванням наскільки доцільно та стосовно вимог цього підрозділу з врахуванням **3.9.1.4**.

3.9.1.2 Вимоги цього підрозділу поширюються на катамарани, співвідношення головних розмірів яких задовольняють умовам:

$$L/D < 25; \quad 4,0 \leq L/B \leq 6,0; \quad h_b/D_{нб} > 0,65. \quad (3.9.1.2)$$

3.9.1.3 Вимоги цього підрозділу застосовуються до корпусів катамаранів зі сталі або алюмінієвих сплавів, які повинні задовольняти вимогам частини XIII «Матеріали» Правил класифікації та побудови морських суден.

3.9.1.4 Стосовно питань, які не розглядаються в цьому підрозділі, належить керуватися вимогами розділу **2** для катамаранів зі сталі, а також для корпусів катамаранів з легких сплавів з врахуванням вимог підрозділу **3.8**.

3.9.2 Основні розміри катамаранів

L – довжина по конструктивній ватерлінії, м;

B – ширина по конструктивній ватерлінії на міделі, м;

B_k – ширина одного корпусу по конструктивній ватерлінії на міделі, м;

D – висота зовнішнього борту на міделі, м;

$D_{нб}$ – висота надводного борту на міделі, м;

c – горизонтальний кліренс – найменша відстань між внутрішніми бортами корпусів по конструктивній ватерлінії, м;

H_{vi} – вертикальний кліренс на i -му теоретичному шпангоуті – відстань від розрахункової ватерлінії до підшивання мосту або нижньої точки набору, що вимірюється в діаметральній площині судна, м;

h_b – вертикальний кліренс на міделі для судна з повним вантажем.

3.9.3 Загальні вимоги

3.9.3.1 В цьому підрозділі розглядається з'єднання корпусів катамарана між собою одним з наступних способів:

- міцною надбудовою або рубкою, довжина яких не менше за половину довжини корпусу і у яких не менше ніж 3 міцні поперечні перегородки (в носовій, середній і кормовій частинах надбудови або рубки);

- мостом, що є системою поперечних балок з одностороннім або двостороннім підшиванням. Короткі надбудови в кінцях довжиною не більше $0,15L$ при розрахунку міцності слід розглядати як частину мосту.

3.9.3.2 В палубах корпусів катамарана, що з'єднуються за допомогою мосту, не допускаються вирізи шириною більше половини ширини одного корпусу і завдовжки більше половини довжини трюму. Ця вимога не поширюється на вирізи, над якими встановлені надбудови або рубки з міцними стінками (перегородками), якщо виконані вимоги **3.9.4.2**.

3.9.3.3 Рекомендується в машинному відділенні в межах довжини головних двигунів встановлювати тільки рамні шпангоути.

3.9.3.4 Наведені в цьому підрозділі вказівки щодо перевірки міцності корпусів катамаранів застосовні для суден з числом Фруда по довжині, що не перевищує 0,4.

3.9.3.5 У разі відхилень від вимог **3.9.3.1** ÷ **3.9.3.4** достатню міцність судна і елементів його конструкції слід підтвердити спеціальними розрахунками і дослідженнями.

3.9.3.6 Розміри елементів корпусу катамарана можуть бути вибрані на підставі розрахунків міцності, що проведені іншими обґрунтованими методами, при одночасному представленні Регістру розрахунку, виконаного відповідно до вимог цього підрозділу.

3.9.3.7 Перевірка міцності корпусу катамарана випробуванням

Показники міцності корпусу повинні бути підтвержені випробуваннями головного судна, проведеними за програмою, схваленою Регістром.

В програмі випробувань повинні бути передбачені інструментальні вимірювання як вітрохвильових умов, так і відповідних їм навантажень і напружень, а також можливість розділення останніх на статично змінні і ударні складові.

Для оцінки міцності елементів корпусу датчики слід встановлювати в перетинах, де за розрахунками очікуються максимальні напруження і деформації. Кількість датчиків повинна бути такою, щоб отримати епюру розподілу напружень по перетину.

При випробуваннях повинен бути оцінений стан напруження елементів конструкцій, що з'єднуються і забезпечують поперечну міцність, у тому числі поперечних перегородок надбудов або рубок з прилеглими ділянками настилів. Датчики слід встановлювати біля внутрішніх бортів і в діаметральній площині судна для оцінки симетричних і несиметричних деформацій поперечних в'язей. Повинний бути забезпечений синхронний запис показань датчиків.

3.9.3.8 Конструкція і розміри в'язей корпусу катамаранів повинна задовольняти вимогам 3.9.4.

Розміри в'язей корпусу суден завдовжки більше 50м необхідно також перевірити розрахунком відповідно до вимог 3.9.5 і 3.9.6.

3.9.4 Конструкції корпусу та мосту

3.9.4.1 Мінімальну товщину міцного підшивання, що забезпечує загальну і місцеву міцність мосту, слід приймати згідно з вимогами 1.3.7 для зовнішньої обшивки в середній частині судна.

3.9.4.2 Вирізи в палубі (див. також 3.9.3.2)

.1 Ширина вирізу в палубі корпусів не повинна перевищувати 0,70 ширини B_k в даному місці. Допускається збільшувати виріз до $0,85B_k$ при здійсненні спеціальних заходів (збільшення жорсткості поперечного набору, встановлення подвійних бортів з діафрагмами, зменшення довжини вирізів і т.п.).

.2 При ширині вирізів люків, що більше $0,70B_k$, поздовжні комінгси люків повинні бути безперервними по довжині всіх трюмів і закінчуватися кницями завдовжки не менше за дві висоти комінгса. Поздовжні комінгси, встановлені по довжині кожного люка, необхідно закінчувати кницями завдовжки не менше за дві висоти комінгса за відсутності плавного сполучення його з поперечними комінгсами.

.3 Поздовжні комінгси, встановлені по довжині кожного люка, рекомендується плавно сполучати з поперечними комінгсами за формою вирізу люка.

Плавне сполучення поздовжнього комінгса з поперечним допускається виконувати встановленням в площині палуби горизонтальної книці з вільним пояском.

Стінки комінгса повинні бути в одній площині зі стінкою карлінгса.

.4 При вирізах в палубі корпусу, що перевищують 0,7 його ширини, палуба мосту в районі вирізу і на відстані 0,5 ширини вирізу в ніс і корму від вирізу повинна бути підкріплена.

3.9.4.3 При криволінійних контурах поперечних перерізів корпусів в районі циліндричної вставки, у разі застосування поперечної системи набору борту і поздовжньої системи набору днища, бортові шпангоути основного набору повинні закінчуватися на бічних стрингерах або посиленіх поздовжніх ребрах жорсткості.

3.9.4.4 Перегородки

.1 Якщо поперечну міцність катамарана забезпечують поперечні перегородки надбудови або ферми, встановлені над палубою, то в площині цих перегородок і ферм в корпусах повинні бути встановлені поперечні перегородки. Якщо за умовами планування приміщень ця вимога не здійсненна, замість перегородок допускаються посилені рамні шпангоути бортів з висотою стінки не менше 1,5 висоти флора. У вузлах з'єднання посиленіх рамних шпангоутів бортів з рамними бімсами слід ставити книці.

.2 Товщина і розміри в'язей перегородок надбудови, що забезпечують загальну поперечну міцність катамарана, повинні призначатися згідно з вказівками 2.7. При цьому на ділянці між ДП корпусів слід встановлювати горизонтальні ребра, а у вертикальних площинах, що проходять крізь верхню кромку обшивки внутрішнього борту корпусів – рамні стояки (за відсутності в цих площинах поздовжніх перегородок).

.3 В перегородках надбудови, що забезпечують загальну поперечну міцність, не допускаються вирізи, ширина яких перевищує 0,5 висоти перегородки, а наявні вирізи слід підкріплювати комінгсами. Вирізи дверей повинні бути віддалені від рамних стояків, розташованих в площинах

внутрішніх бортів і від кінців перегородки не менше ніж на половину висоти вирізу.

3.9.4.5 Конструкція мосту та з'єднання з корпусами

.1 Міст рекомендується набирати по поперечній системі. Поперечний рамний і основний набір мосту повинен розміщуватися в одній площині з відповідним набором корпусів.

.2 Елементи мосту мають бути доступні для огляду і ремонту. Висота закритого (подвійного) мосту, обмеженого знизу непроникним міцним підшиванням, а зверху непроникною палубою, повинна бути не менше 800мм.

.3 Мінімальну товщину стінок рамних бімсів і карлінгсів закритого мосту приймають згідно з 2.1 і 2.2 табл. 1.3.7.1.

Вирізи і підкріплюючі ребра жорсткості в карлінгах і бімсах повинні відповідати застосовним вимогам 1.3.6.

.4 Висота рамного бімса корпусу біля внутрішнього борту повинна дорівнювати висоті рамного бімса закритого мосту. Висота рамного бімса повинна зменшуватися плавно, як мінімум на довжині від внутрішнього борту до найближчого карлінга корпусу. Площа поперечного перерізу пояска на цій ділянці повинна бути збільшена в 1,5 рази. На рівні підшивання мосту в корпусах слід встановлювати стрингери згідно з рис. 3.9.4.5.4-1 або посилені книці, як показано на рис. 3.9.4.5.4-2.

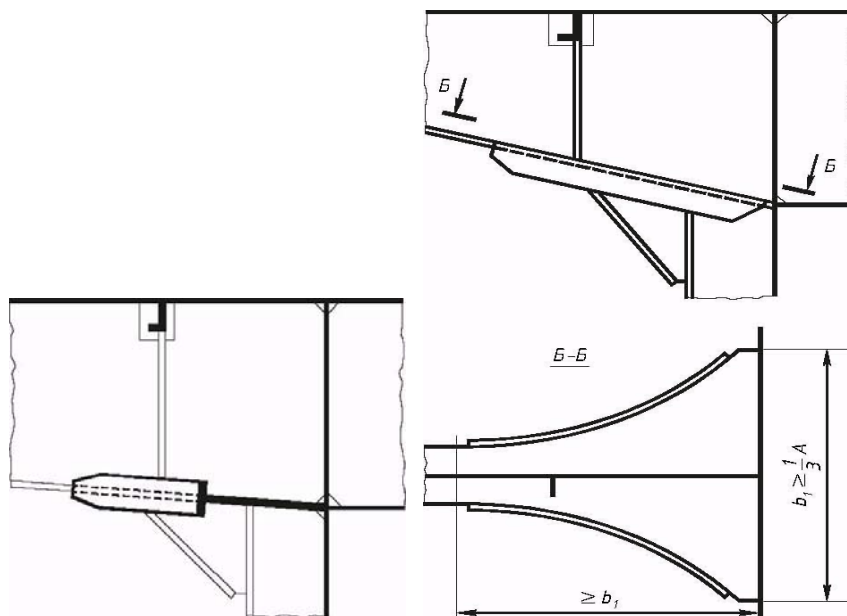


Рис. 3.9.4.5.4-1

Позначення: А – відстань між рамними бімсами
Рис. 3.9.4.5.4-2

.5 При призначенні розмірів рамних бімсів відкритого зверху або знизу моста (у тому числі моста з легким нижнім підшиванням, яке не бере участі в забезпеченні міцності в'язей мосту і загальній міцності судна, і мосту зі знімною верхньою палубою) слід виконувати вказівки 2.5.4.

Розміри рамних бімсів мосту повинні бути не менше розмірів рамних бімсів корпусу.

.6 В місці примикання рамного бімса відкритого знизу мосту до внутрішнього борту повинні ставитися вертикальні книці, що відповідають вимогам 1.3.5, або горизонтальні книці, як показано на рис. 3.9.4.5.6.

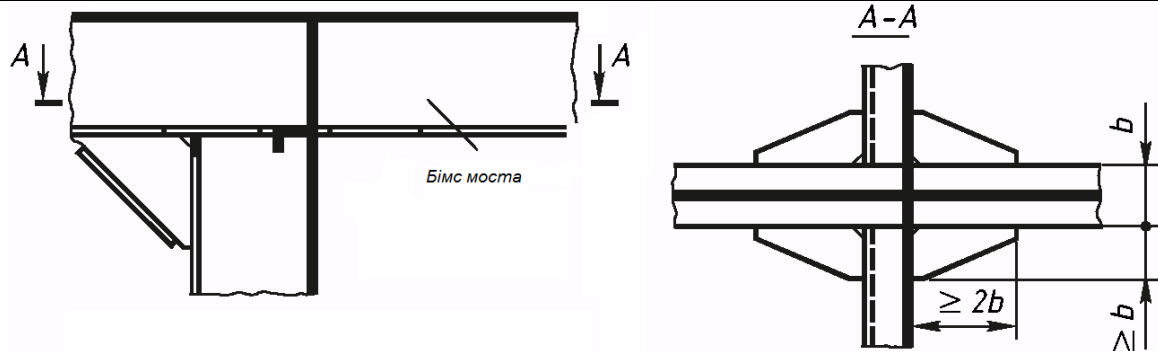


Рис. 3.9.4.5.6

.7 Вільний поясок рамного бімса відкритого зверху моста повинен з'єднуватися з палубою за допомогою горизонтальних книць згідно з рис. 3.9.4.5.7.

Такі ж книць слід ставити у вузлі з'єднання пояса рамного бімса корпусу з внутрішнім бортом на рівні зашивання мосту. Замість книць можна використовувати бракетки, що заокруглюються (фестони), відповідних розмірів.

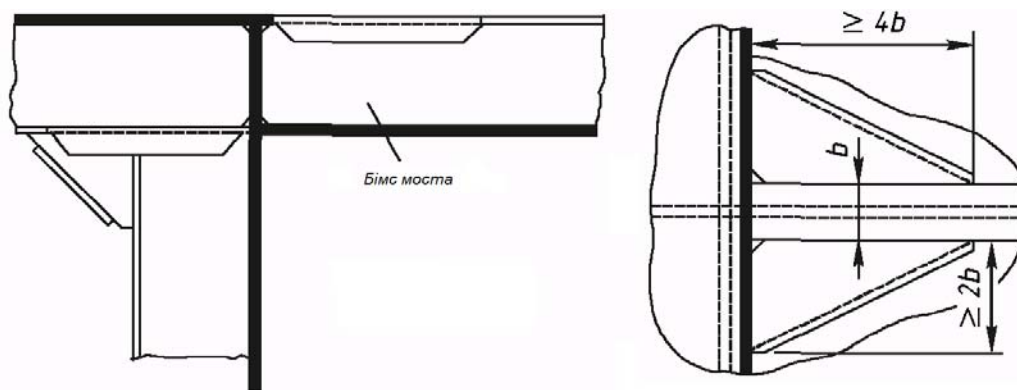


Рис. 3.9.4.5.7

.8 При поперечній системі набору в закритому мосту і у відкритому зверху мосту зі змінною палубою між рамними бімсами повинні бути встановлені бракетні бімси, що складаються з верхніх і нижніх основних балок, з'єднаних бракетами біля карлінгсів і внутрішніх бортів.

Ширина бракет повинна бути не менше 0,3 висоти закритого моста або відстані від підшивання до змінної палуби, товщина – не менше товщини стінки рамного бімса; при відношенні ширини бракети до товщини, що перевищує 35, вільні кромки бракет повинні мати пояски або фланці.

В прогоні між бракетами верхні і нижні балки можна з'єднувати за допомогою розпірок. У відкритому зверху мосту при відстані між карлінгсами або карлінгсом і внутрішнім бортом, що перевищує 1,5м, встановлення розпірок є обов'язковим.

Площа поперечного перерізу розпірки повинна бути не менша за площу поперечного перерізу меншої з балок, що з'єднуються.

.9 Розміри бімсів основного набору палуби мосту і верхніх балок бракетних бімсів слід призначати відповідно до вказівок 2.5.2. При цьому за наявності змінної палуби момент опору верхньої балки береться без приєднаного пояса.

.10 Розміри балок основного набору підшивання мосту повинні бути не менше прийнятих для шпангоутів основного набору або ребер жорсткості внутрішнього борту.

.11 При встановленні розпірок значення моментів опору поперечних перетинів верхньої і нижньої балок бракетного бімса можуть бути зменшені на 40%.

.12 При поздовжній системі набору внутрішнього борту і палуби корпусу між поздовжнім ребром палуби і обшивкою борту в площині бракети бракетного бімса мосту повинна встановлюватися книця, що доходить до верхнього ребра борту.

13 Бімс основного набору палуби відкритого знизу мосту повинен з'єднуватися з внутрішнім бортом кницею.

14 У випадку, якщо поперечна міцність катамарана забезпечується окремими посиленими балками (при неоднорідній конструкції мосту), ці балки повинні суміщатися з поперечними перегородками корпусів. При неможливості виконати цю вимогу замість перегородок допускається встановлювати посилені рами.

Стінки посиленої балки повинні встановлюватися в одній площині з рамними шпангоутами корпусів.

Перев'язування посиленої балки з корпусом повинно здійснюватися або шляхом продовження балки всередину корпусу на ділянці, не меншій 0,25 ширини корпусу, або шляхом встановлення в корпусі на рівні нижнього пояса балки фестонів. В місцях з'єднання пояса балки з внутрішнім бортом повинні встановлюватися горизонтальні книці.

3.9.5 Розрахунок загальної поздовжньої міцності

3.9.5.1 Згинальні моменти M_{TB} і перерізуючі сили N_{TB} на тихій воді слід обчислювати шляхом інтегрування кривої навантаження по не менше ніж 21 рівновіддаленій ординаті.

3.9.5.2 Додатковий хвильовий згинальний момент в середній частині судна визначається за формулою, кН·м:

$$M_{дх} = \pm 2 \cdot 9,81 \cdot k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot c_b \cdot B_K \cdot L^2 \cdot 1,24 h_{XB}, \quad (3.9.5.2-1)$$

де: k_0 – коефіцієнт, який обчислюється за наступними формулами:

$k_0 = 1,24 - 1,7B_0/L$ для суден району плавання **B1**,

$k_0 = 1,24 - 2B_0/L$ для суден районів плавання **B2 ÷ B4**.

Значення k_0 не повинно прийматися більше одиниці;

B_0 – розрахункова ширина, яка дорівнює:

- ширині одного корпусу B_K , якщо довжина судна $L \leq 30$ м для суден району плавання **B1** і $L \leq 20$ м для суден інших районів плавання;

- ширині судна B , якщо довжина судна $L \geq 60$ м для суден району плавання **B1** і $L \geq 40$ м для суден інших районів плавання.

Проміжні значення B_0 між B_K і B знаходяться за допомогою лінійної інтерполяції.

k_1 – коефіцієнт, який приймається згідно з табл. 3.9.5.2.

Таблиця 3.9.5.2

Район плавання судна	Довжина судна L , м			
	20	60	100	140
B1	0,0257	0,0166	0,0123	0,0096
B2	0,0208	0,0133	0,0097	0,0068
B3	0,0153	0,0105	0,0076	-
B4	0,0098	0,0077	-	-

Примітка: довжина судна L , м, приймається виходячи із розрахункового випадку стану навантаження при визначенні $M_{дх}$

k_2 – коефіцієнт, який приймається рівним найбільшому з трьох значень:

$k_2 = 1$;

$k_2 = 2 - 20d_n/L$;

$$k_2 = 1 + 4,5k_4 \sqrt{c/B_K} (1 - kh_{в.ср} / 1,24h_{XB}) \sqrt{1 - (kh_{в.ср} / 1,24h_{XB})^2}; \quad (3.9.5.2-2)$$

d_n – осадка носом при розрахунковому навантаженні судна, м;

c – горизонтальний кліренс на мідель-шпангоуті, м;

$h_{в.ср}$ – середнє значення вертикального кліренса на ділянці від носового краю мосту до п'ятого теоретичного шпангоута, якщо міст доходить до площини нульового теоретичного шпангоута, м:

$$h_{в.ср} = [(h_{B0} + h_{B5})/2 + h_{B1} + h_{B2} + h_{B3} + h_{B4}]/5, \quad (3.9.5.2-3)$$

якщо носовий край мосту лежить на відстані x_M в корму від нульового шпангоута, м:

$$h_{B,CP} = \left[\frac{h_{B0} + h_{B4}}{2} + h_{B1} + h_{B2} + h_{B3} + \frac{1}{2}(h_{B4} + h_{BH}) \left(1 - \frac{2x_M}{L} \right) \right] / \left(5 - 20 \frac{x_M}{L} \right); \quad (3.9.5.2-4)$$

h_{BH} – вертикальний кліренс на носовому краю мосту;

k – коефіцієнт, що дорівнює:

$$k = 2 \cdot \beta_3 \cdot \beta_h / (1 + 3 \cdot \psi_3 \cdot \psi_h); \quad (3.9.5.2-5)$$

β_3, β_h – коефіцієнти, що враховують вплив горизонтального і вертикального кліренсів в носовому краю на стискання потоку між корпусами:

$$\beta_3 = (0,15 + 3,5 \cdot 1,24 h_{XB} / L) \cdot c_2 / B_K; \quad (3.9.5.2-6)$$

$$\left. \begin{aligned} \beta_h &= 1 \text{ при } (h_{B2} / 1,24 h_{XB}) \leq 1,25; \\ \beta_h &= -0,56 + 1,25 h_{B2} / 1,24 h_{XB} \text{ при } (h_{B2} / h_{XB}) \leq 1,25 \end{aligned} \right\} \quad (3.9.5.2-7)$$

c_2 – горизонтальний кліренс на другому теоретичному шпангоуті, м;

ψ_3, ψ_h – коефіцієнти, що враховують вплив кліренсів на мідель-шпангоуті на кильову хитавицю катамаранів:

$$\psi_3 = 0,43 c / B_K; \quad (3.9.5.2-8)$$

$$\psi_h = 0,2 + 0,07(2h_{B10} / 1,24 h_{XB}); \quad (3.9.5.2-9)$$

k_3 – коефіцієнт, що дорівнює:

$k_3 = 1$ при числі Фруда по довжині $Fr \leq 0,2$, і

$k_3 = 0,6 + 2Fr$ при $0,2 < Fr \leq 0,4$;

k_4 – коефіцієнт, що враховує зменшення ударного моменту при зменшенні довжини мосту в носовому краю; приймається рівним 1, якщо міст доходить до нульового теоретичного шпангоута; якщо ж носовий край мосту знаходиться на відстані x_M в корму від нульового шпангоута:

$$\left. \begin{aligned} k_4 &= 1 - 10 x_M / L \text{ при } 0 \leq x_M / L \leq 0,05; \\ k_4 &= 0,5 \text{ при } x_M / L > 0,05. \end{aligned} \right\} \quad (3.9.5.2-10)$$

c_b – коефіцієнт загальної повноти при розрахунковому випадку навантаження, для якого був визначений M_{TB} ;

h_{XB} – розрахункова висота хвилі (див. 2.1.1.1), м.

3.9.5.3 Нормальні і дотичні напруження від загального поздовжнього вигину слід визначати з урахуванням включення в'язей мосту в еквівалентний брус.

При загальному вигині корпусу судна повинні бути визначені напруження в його в'язях, МПа:

$$\text{нормальні напруження} - \sigma_1 = 10^{-3} M_p z_i / I; \quad (3.9.5.3-1)$$

дотичні напруження на рівні нейтральної вісі еквівалентного бруса -

$$\tau = 10 \cdot N_p \cdot S / I \sum s; \quad (3.9.5.3-2)$$

де: M_p – найбільший розрахунковий згинальний момент в поперечному перерізі, кН·м;

I – момент інерції поперечного перерізу еквівалентного бруса, м⁴;

z_i – відстань i -ї в'язі від нейтральної вісі еквівалентного бруса (із знаком плюс – вище за нейтральну вісь і зі знаком мінус – нижче за нейтральну вісь), м;

N_p – найбільша розрахункова перерізуюча сила в поперечному перерізі, кН;

S – статичний момент частини поперечного перерізу еквівалентного бруса, що лежить вище або нижче за нейтральну вісь, узятий щодо цієї вісі, см³;

$\sum s$ – сума товщин обшивки бортів і поздовжніх перегородок на рівні нейтральної вісі еквівалентного бруса, см.

3.9.5.4 Напруження в поздовжніх в'язях від загального поздовжнього вигину і місцевого вигину підсумовуються відповідно до вказівок **4.5.1** ÷ **4.5.6**.

3.9.5.5 Максимальні нормальні і дотичні напруження від загального поздовжнього вигину і сумарні напруження не повинні перевищувати напружень, що допускаються, вказаних:

- в табл. 4.6.2 для сталевих суден;
- в табл. 3.8.4.2 для суден з легких сплавів.

3.9.5.6 Повинна бути перевірена загальна міцність корпусу судна за граничними моментами відповідно до вказівок **4.8** і **4.9**.

3.9.6 Розрахунки міцності з'єднувальних конструкцій

3.9.6.1 Повинні бути проведені розрахунки, що підтверджують достатню міцність в'язей, що з'єднують корпуси, при несприятливому поєднанні навантажень.

3.9.6.2 Розрахунки міцності в'язей, що з'єднують корпуси, необхідно виконувати відповідно до Методики розрахунку міцності з'єднувальних конструкцій корпусів катамаранів, викладеної в Додатку 3.

3.10 КОРПУС СУДЕН З ІНШИХ МАТЕРІАЛІВ

3.10.1 Вимоги цього підрозділу поширюються на корпуси і надбудови суден внутрішнього плавання із полімерних композиційних матеріалів, дерева та залізобетону та композитні судна з корпусом і надбудовами із цих матеріалів чи сталі або алюмінієвих сплавів.

3.10.2 Елементи конструкції корпусу і надбудов композитних суден, виготовлені зі сталі або алюмінієвих сплавів, повинні відповідати вимогам розділу **2**.

3.10.3 Елементи конструкції корпусу і надбудов судна із полімерних композиційних матеріалів, дерева та залізобетону, у т.ч., в частині виготовлених з цих матеріалів елементів конструкції корпусу і надбудов композитного судна, залежно від застосованого матеріалу повинні відповідати вимогам:

- із полімерних композиційних матеріалів елементи конструкції корпусу і надбудов водотоннажних суден довжиною до 70м включно та високошвидкісних водотоннажних суден з числом Фруда в межах $Fr_v \approx 1,0 \div 2,5$ - вимогам частини XVI «Конструкція та міцність корпусів суден із полімерних композиційних матеріалів» Правил класифікації та побудови морських суден Регістра;

- із дерева елементи конструкції корпусу і надбудов суден довжиною $L < 24$ м – вимогам частини II «Корпус» Правил класифікації та побудови малих суден Регістра;

- із залізобетону елементи конструкції корпусу – вимогам Правил побудови корпусів суден і плавучих споруд із застосуванням залізобетону.

3.11 ПІДКРІПЛЕННЯ СУДЕН ДЛЯ РОБОТИ НАВАНТАЖУВАЧІВ

3.11.1 Вимоги цього підрозділу поширюються на підкріплення конструкції днища суховантажних суден, у відсіках яких передбачається робота з застосуванням важких транспортних механізмів (навантажувачів) для горизонтального переміщення вантажів.

3.11.2 Конструкція днища повинна бути з подвійним дном з встановленням суцільних флорів на кожній шпациї. Відстань між кільсонами не повинна перевищувати 2,5 м.

3.11.3 Момент опору флора W при роботі одного або декількох навантажувачів повинен бути не менше визначеного за формулою, см^3 :

$$W = 3,85 \frac{B_1 Q}{z} - 5,7 a B^2 (d_{\min} - 0,5 h_{\text{хв}}), \quad (3.11.3)$$

де: Q – розрахункове навантаження на вісь (навантажувача), кН;

B_1 – визначається згідно з 2.2.1.3, м;

$z = b_s/a$ – кількість флорів, що ефективно сприймають навантаження від навантажувача;

$h_{\text{хв}}$ – розрахункова висота хвилі (див. 2.1.1.1), м (у випадку, якщо вантажні операції проводяться в захищених портах значення $h_{\text{хв}}$ можна приймати рівним 0);

a – шпация флорів, м;

$b_s = B_1/4 + b_1$ – розрахункова довжина ділянки днища, що сприймає навантаження, але не більше 70% відстані між центрами навантаження уздовж судна (див. рис. 3.11.3), м;

b_1 – відстань між серединами плям навантаження від шин навантажувача, м;

d_{\min} – мінімальна осадка судна, але не менше ніж $h_{\text{хв}}$, м.

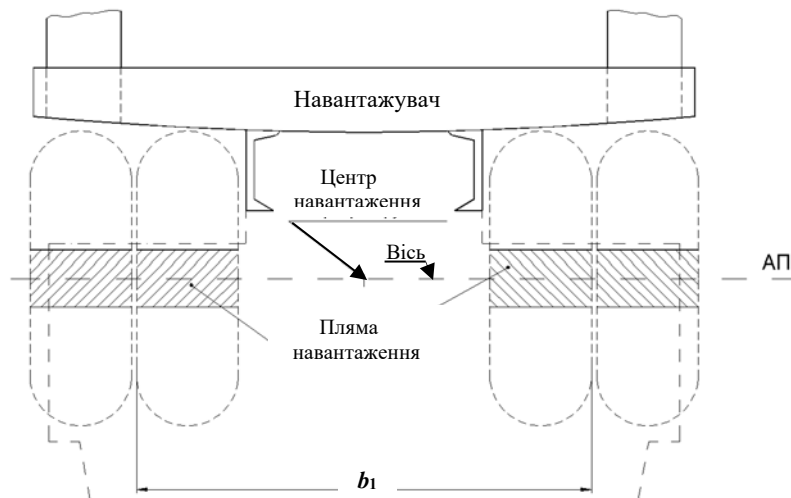


Рис. 3.11.3

3.11.4 Мінімальна площа поперечного перерізу стінок флорів і кільсонів f повинна бути не менше визначеної за формулою, см^2 :

$$f = Q/2 \cdot l, \quad (3.11.4)$$

де: Q – визначається згідно з 3.11.3.

3.11.5 При відстані між навантажувачами менше $0,6B_1$ потрібне додаткове підкріплення настилу подвійного дна поздовжніми ребрами жорсткості, розташованими на відстані не більше 500 мм.

3.12 СУДНА ТЕХНІЧНОГО ФЛОТУ

3.12.1 Розрахунки загальної і місцевої міцності, жорсткості і вібрації корпусу повинні бути проведені з урахуванням особливостей умов експлуатації суден технічного флоту і специфіки роботи спеціальних механізмів, пристроїв і устаткування.

3.12.2 У районі розташування черпакової і рамопідіймальної башти набір основного корпусу повинен бути підсилений. Опори рамопідіймальної башти можна закінчувати біля палуби. Під ними повинні бути передбачені пілери, рамні стояки і інші рівноцінні конструкції. Опори черпакової башти повинні бути продовжені до днища і надійно сполучені з поздовжнім і поперечним набором або під ними повинні бути встановлені поперечні перегородки.

Настил палуби в місцях проходу опор черпакової башти і під опорами рамопідіймальної башти повинен бути потовщений на 25%.

3.12.3 Система бортового набору в районі приєднання труб, що видаляють рідину, повинна бути поперечною з встановленням рамних шпангоутів, товщина зовнішньої обшивки повинна бути збільшена на 25%.

3.12.4 У відділенні ґрунтових насосів повинні бути передбачені непроникні ділянки флорів і кильсонів, що утворюють стічний колодезь.

3.13 СУДНА ДОВЖИНОЮ 50м ТА МЕНШЕ

3.13.1 Для суден всіх класів довжиною $L \leq 50$ м, за умови належного врахування **1.1.2.2**, якщо не дотримуються вимоги **3.13.2**, необхідно виконати розрахунки загальної міцності згідно з розділом **4**. В цьому випадку допускається визначати згинальний момент $M_{ТВ}$ на основі використання даних судна-прототипу, що має той же архітектурно-конструктивний тип, як і судно, що розглядається, близькі розміри, водотоннажність і схоже розташування машинного відділення по довжині судна, або на основі постатейного підрахунку згинального моменту на міделі як алгебраїчної суми моментів від навантаження мас різних статей навантаження та сил підтримання. При цьому в будь-якому випадку абсолютна величина згинального моменту повинна прийматися не менше, кНм:

$$M_{ТВ \min} = a_{ТВ} \Delta, \quad (3.13.1)$$

де: $a_{ТВ} = 1,1$ - для самохідних суден;

$a_{ТВ} = 0,74$ - для несамохідних суден;

Δ — водотоннажність судна з повним вантажем, кН.

Розподіл отриманого таким чином значення $M_{ТВ}$ по довжині судна повинен бути прийнятий постійним на ділянці, що відділена на $\pm 0,25L$ від міделя, і зменшуватися в сторону кінцевих частин до нуля за лінійним законом.

При виконанні вимог **1.3**, **1.4** і розділу **2** розрахунки місцевої міцності, що вимагаються розділом **4**, дозволяється не проводити.

3.13.2 Сумарне значення площі поперечного перерізу поздовжніх в'язей як палубного, так і днищевих поясів (приймається менше значення) повинно бути не менше, см²:

$$F = \frac{\Delta L}{D} \left(\frac{0,1L/d - 1}{k_1} + k_2 \right) \eta \alpha, \quad (3.13.2)$$

де: Δ – водотоннажність судна з повним вантажем, т;

k_1 – коефіцієнт, що визначається за табл. 3.13.2;

Таблиця 3.13.2

Район плавання судна	k_1 при довжині судна, м	
	25	50
B1	25	93
B2	50	193
B3 ÷ B4	132	483

k_2 – коефіцієнт, що дорівнює:

$k_2 = 1,0/L$ для самохідних суден;

$k_2 = 0,67/L$ для несамохідних суден;

η – коефіцієнт, що дорівнює:

$\eta = 0,65$ для в'язей палубного поясу, що не несуть місцевого навантаження;

$\eta = 0,75$ для в'язей днищового і палубного поясу, що несуть місцеві навантаження;

α – коефіцієнт, що залежить від відносного віддалення x/L розрахункового перерізу, що розглядається, від міделя і дорівнює:

$\alpha = 1,0$ при $|x/L| \leq 0,25$;

$\alpha = 2,0 - |x/L|/0,25$ при $|x/L| > 0,25$;

x – відстань розрахункового перетину, що розглядається, від мідель-шпангоута, м.

Значення виразу в дужках формули (3.13.2), не повинно прийматися більше 0,125. Для вантажних суден, якщо на не захищених від хвиль акваторіях допускається проведення вантажних операцій в один шар одним краном або двома кранами в одному напрямку, сумарне значення площі поперечного перерізу поздовжніх в'язей як для палубного, так і для днищового поясів повинно бути не менше визначеного за формулою (3.13.2) при збільшеному на 20% значенні коефіцієнта k_2 . Значення коефіцієнта k_1 повинно прийматися в цьому випадку з врахуванням району плавання, в яку входить ця акваторія. Значення виразу, що стоїть в дужках формули (3.13.2), в цьому випадку не повинно прийматися більше 0,15.

При проведенні вантажних операцій в один шар двома кранами в різних напрямках міцність корпусу повинна бути підтверджена прямими розрахунками, виконаними при значеннях згинальних моментів та перерізуючих сил на тихій воді, визначених згідно з вказівками розділу 4.

3.13.3 До сумарної площі поперечного перерізу палубного поясу повинні бути включені:

- 65% площі перерізу настилу палуби при поздовжній системі набору;
- повна площа ділянок настилу шириною по 0,25 шпациї з кожного боку кожної поздовжньої в'язі при поперечній системі набору;
- 10% решти площі настилу при поперечній системі набору;
- безперервні поздовжні підпалубні балки;
- безперервні поздовжні комінгси і безперервні поздовжні ребра жорсткості, що їх підкріплюють;
- карлінгси;
- верхня ділянка ширстрека, що підноситься над палубою, а також ділянка ширстрека нижче за палубу заввишки 0,5 шпациї при поперечній системі набору борту і 0,25 шпациї при поздовжній;
- верхні підпалубні ділянки поздовжніх перегородок і внутрішніх бортів заввишки 0,5 шпациї при їх поперечній системі набору і 0,25 відстаней між поздовжніми ребрами при поздовжній їх системі набору.

3.13.4 До сумарної площі поперечного перерізу днищового поясу повинні бути включені:

- 65% площі перерізу обшивки днища і настилу подвійного дна при поздовжній системі набору;
- повна площа перерізу ділянок обшивки днища і настилу подвійного дна шириною по 0,25 шпациї з кожного боку кожної поздовжньої в'язі при поперечній системі набору;
- 10% решти площі при поперечній системі набору;
- безперервні поздовжні балки днища і кільсони з підкріплюючими і безперервними поздовжніми ребрами;
- безперервні поздовжні балки настилу подвійного дна;
- скуловий лист в заокругленій частині;

• нижня частина поздовжніх перегородок, зовнішніх і внутрішніх бортів до рівня вище за настил подвійного дна або флорів на 0,25 шпациї.

3.13.5 До сумарної площі поперечного перерізу палубного чи днищового поясів включають поздовжні в'язі, що знаходяться в даному перерізі та йдуть безперервно на довжині більшій подвійної висоти борту судна та за умови, що з'єднання їх з корпусом забезпечує участь в загальному вигині корпусу (див. 4.3.2).

Розрахунок слід виконувати для тих перерізів корпусу, в яких можливі найбільші сумарні напруження, наприклад, в найбільш слабому перерізі середньої частини судна, в місцях закінчення поздовжніх в'язей, в перерізах біля границь переходу однієї системи набору в іншу або у випадку зміни матеріалу корпусу.

3.14 СУДНА ДОВЖИНОЮ МЕНШЕ 25м

3.14.1 На ці судна поширюються вимоги розділів 1, 2 та застосовні вимоги розділу 3, якщо інше не вказано нижче в цьому підрозділі.

3.14.2 Товщина в'язей корпусу в усіх випадках не повинна прийматися менше 2,5мм.

3.14.3 Товщина обшивки днища і скулового пояса в середній частині і в кормовій кінцевій частині s повинна бути не менше визначеної за формулою, мм:

$$s = 1060 \cdot a \cdot \sqrt{d + 1,24h_{\text{хв}} / 2 + k} / R_{\text{сн}}, \quad (3.14.3)$$

де: a - шпация, м;

$d, h_{\text{хв}}$ - відповідно максимальна осадка та розрахункова висота хвилі, м;

k - коефіцієнт, що дорівнює:

$k = 0,6$ для суден району плавання **B1**;

$k = 0,9$ для суден районів плавання **B2 ÷ B4**;

$R_{\text{сн}}$ - границя плинності, МПа.

При цьому товщина обшивки днища повинна бути не менша 3мм, а скулового пояса – не менше 4мм.

3.14.4 Товщина обшивки днища і скулового пояса буксирів і суден, які можуть експлуатуватися в умовах мілководдя, повинна бути збільшена на 1мм відносно визначеної за формулою (3.14.3).

3.14.5 Товщина зовнішньої обшивки в носовій кінцевій частині всіх суден, за винятком вказаних у 3.14.6, повинна бути збільшена на 1мм відносно визначеної за формулою (3.14.3).

3.14.6 Товщина зовнішньої обшивки суден, що працюють в особливо важких умовах мілководдя, повинна бути збільшена на 2мм відносно визначеної за формулою (3.14.3).

3.14.7 Товщину обшивки борта допускається приймати на 1мм менше визначеної для обшивки днища суден усіх типів, за винятком буксирів і штовхачів.

3.14.8 Товщина настилу палуби повинна бути не менше визначеної за формулою, мм:

$$s = 35 \cdot a \cdot \sqrt{p} / R_{\text{сн}}, \quad (3.14.8)$$

де: a - шпация, м;

p - розрахункове навантаження, що визначається відповідно до 4.2.11, кПа.

3.14.9 Товщина обшивки перегородок повинна бути не менше визначеної за формулою, мм:

$$s = 62 \cdot a \cdot \sqrt{D_c} / R_{\text{сн}}, \quad (3.14.9)$$

де: a - відстань між стояками основного набору, м;

D_c - висота борту в даному поперечному перерізі судна, м.

3.14.10 Товщину стінки флора в кінцевих частинах допускається приймати рівною товщині стінки флора в середній частині судна.

3.14.11 Товщину стінки рамного набору допускається приймати на 1мм менше за товщину обшивки або настилу, але не менше 2,5мм.

3.14.12 Допускається використання кутового профілю як гострої скули з приварюванням до нього листів обшивки борту і днища внапуск. Товщина полиць кутника повинна дорівнювати товщині обшивки днища, але не менше 4мм.

3.14.13 При поздовжній системі набору момент опору поперечного перерізу поздовжніх балок днища і палуби W повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = 130 \cdot p \cdot a \cdot l^2 / R_{\text{сн}}, \quad (3.14.13)$$

де: p - розрахункове навантаження на перекриття, що визначається відповідно до 4.2, кПа;
 a - шпация (відстань між балками), м;
 l - прогін балки, м.

3.14.14 Перегородки повинні бути підкріплені стояками. Момент опору поперечного перерізу стояків основного набору W повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = 75 \cdot p \cdot a \cdot l^2 / R_{\text{сн}}, \quad (3.14.14)$$

де: p - розрахункове навантаження на рівні нижнього кінця стояка, що визначається згідно з 4.2.10, кПа;
 a - шпация (відстань між стояками основного набору), м;
 l - прогін стояка, м.

Кінці стояків слід закріплювати кницями згідно з 1.3.5 або зрізати «на вус».

3.14.15 Відстань між суцільними флорами повинна бути кратною шпациї і не повинна перевищувати 1,5м, а для буксирів і штовхачів - 1,0м.

3.14.16 Допускається зменшувати висоту стінки і площу поперечного перерізу кільсона на 15% порівняно з висотою і площею суцільних флорів протягом усього відсіку або його частини.

3.14.17 Поздовжні балки, а також поздовжній рамний набір, розташований по днищу або по палубі судна, допускається закінчувати на пікових перегородках в одному перерізі.

3.14.18 Рамний набір: шпангоути борта, бімси та стояки перегородок, а також суцільні флори, горизонтальні рами і бортові стрингери допускається не встановлювати, якщо міцність корпусу забезпечується основним набором. При цьому необхідні моменти опору основного поздовжнього і поперечного набору необхідно визначати з розрахунку міцності, що виконується відповідно до 4.3.

3.14.19 Кількість поперечних перегородок повинна бути не менше двох. Допускається приймати перегородку машинного відділення як ахтерпікову перегородку, за умови виконання вимог частини IV «Остійність, поділ на відсіки і надводний борт» цих Правил, при затопленні машинного відділення (як ахтерпіка).

3.14.20 Допускається не передбачати книці або інші перехідні конструкції в районах закінчення палуб, платформ, настилу подвійного дна, поздовжніх перегородок (райони концентрації напружень).

3.14.21 Застосування гофрованих конструкцій допускається для обшивки перегородок, бортів, настилу палуб, стінок надбудов, а також для вигоронок, стінок і палуб рубок та інших другорядних стінок і настилів.

3.14.22 Для обшивки бортів гофри повинні мати поперечний профіль у вигляді трапеції чи півкола. Для непроникних перегородок корпусу гофри повинні бути наскрізними і мати поперечний профіль у вигляді трапеції, хвилястого півкола чи трикутника із заокругленою вершиною. Для настилу палуб допускається застосування гофри тільки напівкруглого поперечного перерізу.

3.14.23 Сумарна висота вирізів в стінках рамного набору для проходу балок основного набору не повинна перевищувати 50% висоти стінки рамного набору. Висота вирізів для голубниць (протоків) в наборі не повинна перевищувати 30% висоти балки.

3.14.24 Ширина ділянки палуби між бортом і палубним вирізом повинна бути не менше 0,2м.

3.14.25 Вирізи в палубному настилі, що мають довжину понад 6 шпациї і ширину більше 0,2В, що знаходяться в середній частині судна і перед машинним відділенням, розташованим в кормі, повинні бути заокруглені по радіусу, що становить не менше 10% ширини вирізу.

Інші вирізи в палубі повинні бути заокруглені по радіусу, що становить не менше 5 товщин настилу палуби в районі вирізу.

3.14.26 Розміри поперечного перерізу форштевня, виконаного зі штабової чи пруткової сталі, допускається зменшувати на 25% відносно визначених згідно з **2.10.2.1** та **2.10.2.2**.

Площу поперечного перерізу форштевня, виконаного з косинця рівнобічного профілю, визначену відповідно до **2.10.3.1** ÷ **2.10.3.2**, допускається зменшувати на 50%. При цьому дозволяється застосовувати інший симетричний прокатний профіль.

3.14.27 Розміри поперечного перерізу брускового кіля, визначені згідно з **2.10.1**, допускається зменшувати на 50%.

3.14.28 Розрахунки загальної міцності та стійкості згідно з **4.3** і **4.7** можна не виконувати, якщо виконується вимога **3.13.2**. При цьому коефіцієнт k_1 приймається по табл. 3.13.2 для суден довжиною 25м.

3.14.29 Розрахунок загальної вібрації корпусу допускається не проводити.

3.14.30 Приварювання водонепроникних перегородок товщиною 3мм і менше (крім форпикової та ахтерпикової перегородок і перегородок цистерн) до зовнішньої обшивки допускається виконувати одностороннім суцільним швом з катетом, що дорівнює товщині обшивки перегородки. Допускається також зварювання стиків листів цих перегородок одностороннім швом.

3.14.31 Допускається з'єднання балок набору кницями, встановленими внапуск. При цьому вимагається обварювання книці по всьому контуру.

3.14.32 Товщину листа фальшборта допускається приймати на 2мм менше тієї, що вимагається для обшивки борта в середній частині, але не менше 1,5мм.

3.15 ВОДОТОННАЖНІ ПАСАЖИРСЬКІ СУДНА

3.15.1 Конструкція корпусу пасажирських водотоннажних суден передбачається наступних типів:

- однопалубне судно з легкими надбудовами, які не беруть участі в загальному вигині корпусу;
- багатопалубне судно з міцною палубою перегородок і міцною палубою надбудови першого ярусу, що входить до складу еквівалентного бруса, з подвійним дном або без нього та з подвійними бортами або з одинарним бортом;
- відкрите судно з подвійним дном або без нього і з надбудовою, що бере або не бере участі в загальному вигині.

3.15.2 Судна з найбільшою довжиною більше 110м повинні мати:

- подвійне дно та поділ корпусу на відсіки, що забезпечує при затопленні будь-яких двох суміжних непроникних відсіків посадки судна не нижче граничної лінії занурення з забезпеченням залишкової відстані безпеки не менше 100мм, або
- подвійне дно і подвійний борт з відстанню між бортами не менше 800мм.

При цьому не відмінюються вимоги частини IV «Остійність, поділ на відсіки і надводний борт» цих Правил з застосуванням прийнятих в цій частині термінів.

3.15.3 Якщо надбудова (рубка) бере участь в загальному вигині корпусу, повинні бути забезпечені міцність в'язей її верхньої міцної палуби і міцність з'єднань надбудови з корпусом в місцях дії найбільших дотичних напружень по кінцях суцільних ділянок її поздовжніх стінок.

У разі невиконання вказаних вище вимог повинні бути прийняті конструктивні заходи, що знижують ступінь участі надбудови (рубки) в загальному вигині корпусу і які перешкоджають підвищеній концентрації напружень в самій надбудові і в палубі, на яку вона спирається.

3.15.4 Поздовжні стінки надбудови (рубки) довжиною більше шести її висот, що не співпадають з бортами корпусу, повинні з'єднуватися з поперечними кінцевими стінками плавно по радіусу, який становить не менше 1/3 висоти надбудови. Для надбудов (рубок) меншої довжини вказаний радіус заокруглення може бути пропорційно зменшений. Цій вимозі повинні задовольняти і надбудови (рубки), поздовжні стінки яких не суміщені з поздовжніми стінками розташованих нижче надбудов.

3.15.5 Товщина палубного стрингера верхньої міцної палуби і, в разі наявності, наступної нижньої під нею палуби повинна бути не менше вказаної в **2.1** табл. 1.3.7.1. Товщина настилу палуби в середній частині повинна бути не менше вказаної в **2.3** табл. 1.3.7.1.

3.15.6 Товщини стінок надбудов (рубок), залежно від участі їх в загальному вигині корпусу, повинні бути не менше вказаних відповідно в **5.7** та **5.6** табл. 1.3.7.1.

3.16 ПЛАВУЧІ КРАНИ

3.16.1 Вимоги цього розділу поширюються на плавучі крани (далі в цьому розділі - плавкрани), які є несамохідними, мають повноповоротну стрілову грейферно-гакову башту, що не переміщається по корпусу (понтону), зі знаком району плавання **В1**, з льодовими підкріпленнями згідно з **3.6**, вантажопідйомністю не більше 25т, завдовжки до 50м і наступними співвідношеннями головних розмірів:

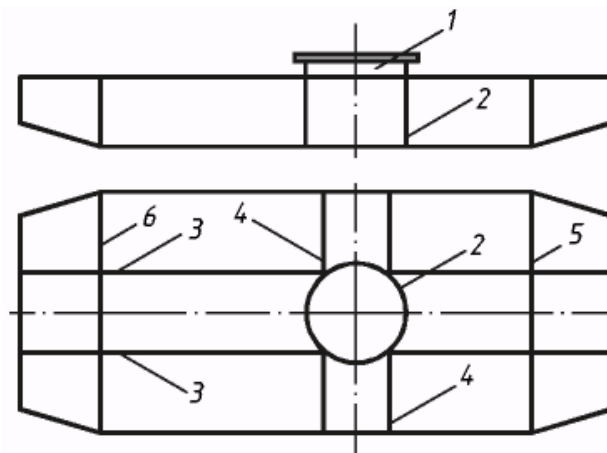
$$\frac{L}{D} \leq 15, \quad \frac{B}{D} \leq 7. \quad (3.16.1)$$

Стосовно плавкранів повинні виконуватись вимоги **1.3** і розділів **2** та **4**, якщо в цьому підрозділі не наведено інше.

Примітка: район плавання **В1** для плавкранів визначається умовами плавання на буксирі зі стрілою, укладеною по-похідному. Умови обмеження вітро-хвильового режиму при роботі крана призначаються проектантом.

Якщо співвідношення головних розмірів перевищують вказані в **(3.16.1)**, то конструкція і розміри в'язей повинні бути підтверджені додатковими розрахунками міцності.

3.16.2 Конструкція фундаменту для встановлення крана повинна складатися з опорного кільця, барабану і хрестовини, виконаної з поздовжніх і поперечних перегородок (див. рис. 3.16.2). Інша конструкція фундаменту є предметом спеціального розгляду Регістром.



Позначення: 1 – опорне кільце, 2 – барабан, 3 – поздовжні перегородки хрестовини, 4 – поперечні перегородки хрестовини, 5 – форпікова перегородка, 6 – ахтерпікова перегородка.

Рис. 3.16.2.

3.16.3 Пікові перегородки повинні встановлюватися на відстані не менше однієї шпації в сторону міделя від початку циліндричної вставки. У будь-якому випадку довжина форпіка повинна бути не менше 7 шпацій, ахтерпіка – 5 шпацій.

3.16.4 Борти понтона, форпік і ахтерпік повинні мати поперечну систему набору. У форпіку і ахтерпіку шпація не повинна бути більше 400мм, флори повинні встановлюватися на кожному шпангоуті.

При шпації більше 400мм в носовій і кормовій кінцевих частинах по борту повинні бути встановлені проміжні шпангоути, момент опору поперечного перерізу яких задовольняє вимогам **3.6.2.4.2**.

3.16.5 Поперечні перегородки хрестовини по всій ширині понтона, а поздовжні перегородки хрестовини на відстані не менше трьох шпацій в ніс і в корму від місця з'єднання з барабаном повинні виконуватися плоскими. Решта перегородок плавкрану можуть виконуватися гофрованими.

Поздовжні перегородки хрестовини повинні розташовуватися або по всій довжині понтона, або між перегородками форпіка і ахтерпіка.

Основний набір плоских перегородок, а також гофри повинні розташовуватися вертикально.

3.16.6 Товщини елементів корпусу понтона з урахуванням льодових підкріплень не повинна прийматися менше вказаних нижче мінімальних товщин, мм:

- зовнішня обшивка і палубний настил по всій довжині понтона – 8,0;
- обшивка плоских поперечних перегородок хрестовини по всій ширині понтона і поздовжніх перегородок хрестовини на відстані не менше трьох шпаций в ніс і в корму від місця з'єднання з барабаном – 8,0;
- решта листів перегородок – 6,0;
- скуловий пояс по всій довжині понтона – 10,0.

3.16.7 Товщина стінки барабана s повинна бути не менше визначеної за формулою, мм:

$$s = \frac{P_T + Q_K}{16R} \left(1 + 2 \frac{C}{R} \right), \quad (3.16.7)$$

де: P_T – вантажопідйомність крана, т;

Q_K – маса крана (верхньої над опорним кільцем надбудови), т;

R – радіус барабана, м;

C – відстань від осі барабана до центру мас крана з найбільшим вантажем при максимальному вильоті стріли, м.

Незалежно від результату підрахунку товщина стінки барабана не повинна прийматися менше 8мм.

3.16.8 Як розрахунковий прогін B_1 флорів і рамних бімсів при визначенні їх моменту опору приймається відстань між бортом і поздовжньою перегородкою хрестовини, при цьому значення B_1 не повинно прийматися менше за $0,38B$.

3.16.9 Момент опору поперечного перерізу рамного шпангоута борту по всій довжині понтона повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = 0,14 \cdot L \cdot B \cdot D \cdot a_1, \quad (3.16.9)$$

де: a_1 – відстань між рамними шпангоутами в середній частині, м.

3.16.10 Момент опору поперечного перерізу бортового шпангоута основного набору на всій довжині понтона повинен бути не менше визначеного за формулою, см³:

$$W = 0,10 \cdot L \cdot B \cdot l \cdot a, \quad (3.16.10)$$

де: l – найбільша відстань, виміряна по борту, між днищем і бортовим стрингером або між бортовим стрингером і палубою, м;

a – шпация в середній частині, м.

3.16.11 Відстань між стояками основного набору транців повинна бути, зазвичай, не більше 400мм.

Момент опору поперечного перерізу стояка основного набору транців повинен бути не менше моменту опору поперечного перерізу бортового шпангоута, що визначається відповідно до **3.16.10**.

При відстані між стояками більше 400мм повинні бути встановлені проміжні стояки, момент опору поперечного перерізу яких повинен бути не менше 75% від моменту опору поперечного перерізу стояків основного набору.

Рамні стояки транців повинні бути встановлені в площині кільсонів. Вільний поясок рамного стояка повинен мати площу поперечного перерізу не менше 0,65 площі перерізу вільного пояса кільсона.

3.16.12 Товщина стінки опорного кільця повинна бути не менше 10мм, а вільного пояса – 20мм. Товщина стінок вертикальних книць, що підкріплюють стінку і поясок, повинна бути не менше 10мм. Відстань між кницями, виміряна по хорді опорного кільця, не повинна перевищувати 0,70м.

Технологічна різностінність стінок опорного кільця і барабана повинна бути компенсована

встановленням між опорним кільцем і палубою кільцевої горизонтальної накладки завтовшки не менше 12мм, яку допускається виготовляти з окремих прямокутних пластин.

Конструкція кріплення опорного кільця до палуби повинна виключати концентрацію напружень. Не допускається приварювання книць до непідкріплених листів палуби. У площині книць під палубою повинні бути поставлені ребра жорсткості або інші елементи, належним чином перев'язані з набором.

3.16.13 Момент опору поперечного перерізу вертикальних рамних стояків барабана і плоских перегородок хрестовини, вказаних в **3.16.5**, повинен бути не менше визначеного для рамного шпангоута борту відповідно до **3.16.9**.

3.16.14 Відстань між вертикальним набором барабана, виміряна по хорді, не повинна перевищувати 0,70м.

Момент опору поперечного перерізу основних стояків барабана і плоских перегородок хрестовини, вказаних в **3.16.5**, повинен бути не менше визначеного для основного шпангоута борту відповідно до **3.16.10**.

3.16.15 Місцева міцність перегородок форпіка і ахтерпіка повинна бути забезпечена з урахуванням дії розрахункового навантаження, вказаного в **4.2.10.1**.

3.17 СУХОВАНТАЖНІ СУДНА ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ

Суховантажні судна для перевезення небезпечних вантажів додатково до вимог цієї частини Правил повинні відповідати застосовним вимогам **3.1** та **3.2** частини XIII «Судна для перевезення небезпечних вантажів» цих Правил.

3.18 НАЛИВНІ СУДНА З ПОЗДОВЖНИМИ ВБУДОВАНИМИ ВАНТАЖНИМИ ТАНКАМИ

3.18.1 Вимоги цього підрозділу поширюються на наливні судна з одним або двома поздовжніми вантажними танками у вигляді горизонтальних циліндричних оболонок, вбудованими в корпус судна, жорстко з ним зв'язаними і такими, що беруть участь в загальному вигині судна.

Указані наливні судна, призначені для перевезення небезпечних вантажів, додатково повинні відповідати застосовним вимогам **3.1** та **3.3** частини XIII «Судна для перевезення небезпечних вантажів» цих Правил.

3.18.2 У всіх випадках, не обумовлених в цьому підрозділі і в частині XIII «Судна для перевезення небезпечних вантажів» цих Правил, слід керуватися вимогами розділів **1, 2** і **4**.

3.18.3 Відстань по вертикалі від верху вантажного танка, що виступає над палубою, до настилу палуби в ДП повинна бути не більше:

для суден районів плавання **B2 ÷ B4** – $0,7 \cdot \emptyset$;

для суден району плавання **B1** – $0,65 \cdot \emptyset$,

де: \emptyset – діаметр циліндричної оболонки вантажного танка, м.

3.18.4 Відстань по вертикалі, виміряна від низу вантажного танка до зовнішньої обшивки днища, повинна прийматися відповідно до вимог **2.9.1.1.3** до висоти міждонного простору.

3.18.5 Співвідношення радіусу циліндра R до товщини надпалубної частини циліндричної оболонки вантажного танка t не повинно перевищувати:

261 – для суден району плавання **B1**;

285 – для суден районів плавання **B2 ÷ B4**.

У будь-якому випадку товщина t не повинна бути менше:

11мм – для суден району плавання **B1**;

10мм – для суден районів плавання **B2 ÷ B4**.

Товщина t_1 обшивки частини циліндричної оболонки вантажного танка нижче палуби може бути прийнята на 30% менше, ніж над палубою.

3.18.6 Технологічна різностінність на стиках і пазах суміжних листів циліндричних оболонок не повинна перевищувати 15% товщини більш товстого з листів, що з'єднуються, або 3мм залежно від того, що менше. Величина технологічного зламу оболонки в районі монтажного стику (зламу поверхні уздовж утворюючої циліндра, обумовленою будівельною різницею форм поперечного перерізу суміжних обичайок, що можливе при збиранні судна) не повинна перевищувати товщину більш товстого з листів, що з'єднуються. Допустиме відхилення діаметру циліндричної оболонки, виміряне в будь-якому напрямку в площині шпангоута, не повинно перевищувати 0,3% від проектного значення цього діаметру.

3.18.7 Необхідно забезпечувати плавне закінчення поздовжніх циліндричних оболонок в кінцевих частинах судна шляхом використання плоских похилих ділянок на кінцях оболонок. Кут нахилу плоскої ділянки до палуби не повинен перевищувати 30°.

3.18.8 Поперечні перегородки корпусу повинні встановлюватися відповідно до **3.1.2.1**. У наливних ємкостях кінцеві поперечні перегородки і одна поперечна перегородка в районі міделя повинні встановлюватися в одній вертикальній площині з поперечними перегородками корпусу. Решта поперечних перегородок може встановлюватися в площині рамних шпангоутів корпусу.

3.18.9 Циліндричні оболонки нижче палуби повинні бути підкріплені кільцевими рамними шпангоутами, що встановлюються не рідше ніж через 4м по зовнішній поверхні оболонки в площині рамних шпангоутів корпусу.

3.18.10 Між кожною циліндричною оболонкою і днищем корпусу судна повинен встановлюватися кільсон, що йде по всій довжині оболонки. Циліндричні оболонки повинні бути з'єднані з днищем корпусу судна за допомогою бракет, що встановлюються між кільцевими рамними шпангоутами оболонки і флорами корпусу судна. З кожного боку кільсона бракети повинні встановлюватися по довжині флора, що дорівнює радіусу оболонки.

3.18.11 Визначення розмірів елементів корпусу таких суден відповідно до вимог розділу **2** проводиться як для суховантажних суден без подвійного дна при значенні B_{ϕ} (див. **2.2.1.3**) не менше

$B/2$ для танкерів з однією оболонкою і не менше $B/3$ для танкерів з двома оболонками по ширині судна.

3.18.12 Визначення мінімальної товщини зовнішньої обшивки, ширстрека і палубного стрингера в середній частині корпусу судна по табл. 1.3.7.1 повинно проводитися як для суден з умовною довжиною:

$$L_y = L \cdot D / H_1, \quad (3.18.12)$$

де: H_1 – висота еквівалентного бруса, м.

3.18.13 Найбільші нормальні напруження у верхній кромці поздовжньої циліндричної оболонки при стисканні в граничному стані (при прогині судна) не повинні перевищувати критичних напружень, що дорівнюють, МПа:

$$\sigma_{кр} = k \cdot E / (R/t), \quad (3.18.13)$$

де: k – коефіцієнт, що дорівнює $k = 0,36$ при $75 < R/t < 300$;

E – модуль нормальної пружності матеріалу оболонки, МПа;

R/t – співвідношення радіусу циліндра до товщини його оболонки в надпалубній частині.

3.18.14 Рівномірно розподілений по поверхні циліндричної оболонки критичний тиск $p_{кр}$ від розрідження при відкачуванні вантажу повинен задовольняти умові:

$$p_{кр} \geq 1,5 p_v, \quad (3.18.14-1)$$

де: p_v – вакуум при викачуванні вантажу, що відповідає регулюванню дихального клапана і дорівнює 7 кПа.

Величина критичного тиску приймається рівною, кПа:

$$p_{кр} = 920 \cdot E \cdot (R/L_p) \cdot (t/R)^{2,5}, \quad (3.18.14-2)$$

де: E – модуль нормальної пружності матеріалу оболонки, МПа;

R – радіус циліндра, мм;

L_p – найбільша довжина вантажного трюму (відстань між поперечними перегородками в циліндричній ємкості), мм;

t – товщина обшивки циліндричної оболонки в надпалубній частині, мм.

3.18.15 Кільцеві нормальні напруження в нижній точці циліндричної оболонки (у поздовжній площині) повинні задовольняти умові, кПа:

$$\sigma_y = 10^{-3} (p_{над} + 19,62 \cdot 10^{-3} R) \cdot (R / t_1) \leq 0,8 R_{сн} \quad (3.18.15)$$

де: $p_{над}$ – надмірний тиск у вантажному трюмі, що відповідає регулюванню дихального клапана, кПа;

R – радіус циліндричної оболонки, мм;

t_1 – товщина циліндричної оболонки в нижній частині (під палубою), мм;

$R_{сн}$ – границя плинності матеріалу циліндричної оболонки, МПа.

3.19 СУДНА НА ПІДВОДНИХ КРИЛАХ

3.19.1 Загальні вимоги

3.19.1.1 Вимоги цього підрозділу поширюються на судна на підводних крилах з двома мало зануреними крилами і наступними характеристиками:

жорсткості

$$\frac{I}{\Delta L^3} > 3 \cdot 10^{-8}; \quad (3.19.1.1-1)$$

швидкості

$$\frac{v}{\sqrt[6]{\Delta}} < 18, \quad (3.19.1.1-2)$$

де: I - момент інерції найбільш ослабленого поперечного перерізу еквівалентного бруса в середній частині судна, m^4 ;

Δ - водотоннажність судна з повним вантажем, т;

L — найбільша довжина корпусу судна (рис. 3.19.1.1), м;

v — розрахункова швидкість судна на крилах на тихій воді, м/с.

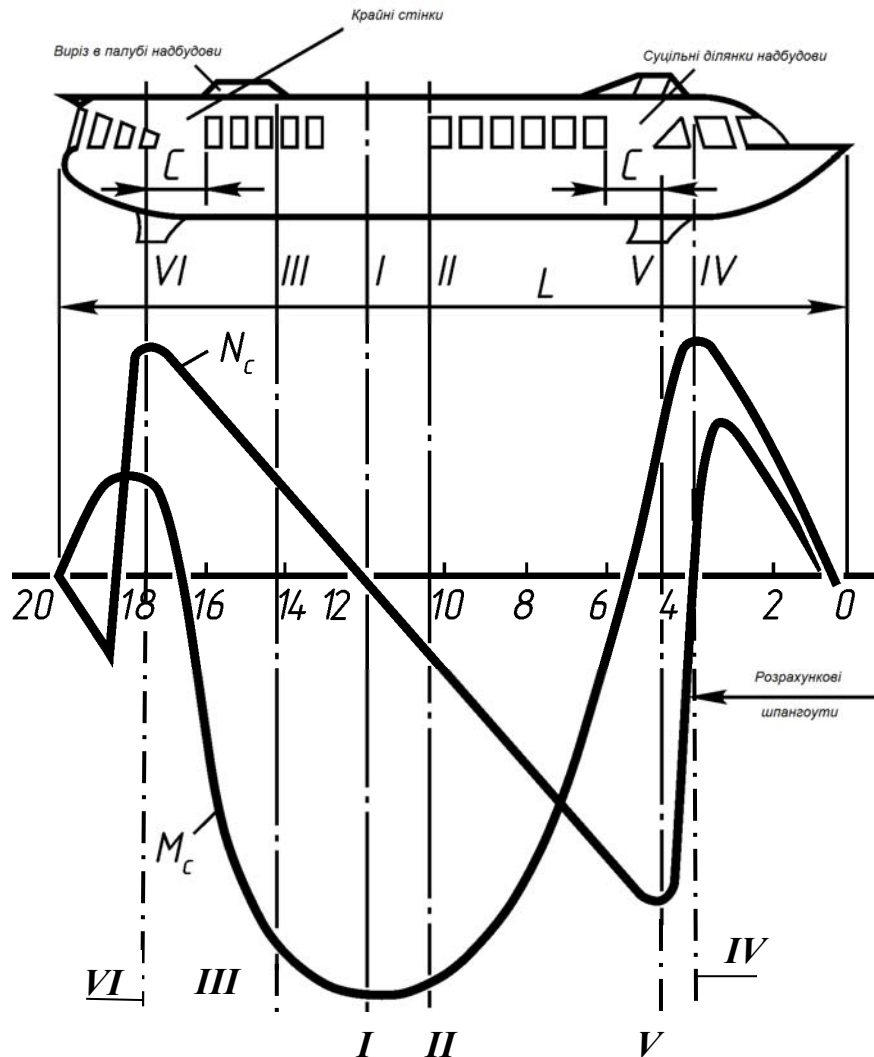


Рис. 3.19.1.1 Епюри N_c і M_c для судна на підводних крилах

3.19.1.2 Вимоги цього підрозділу орієнтовані на поздовжню систему набору корпусу та надбудови.

Надбудовою в цьому підрозділі вважається частина судна вище нижньої кромки віконних вирізів, а при відсутності останніх - частина судна вище верхньої палуби.

3.19.1.3 Для виготовлення конструкцій корпусу та надбудови повинні застосовуватися алюмінієві сплави, що задовольняють вимогам **3.8.2.1**.

3.19.1.4 Матеріали, що надаються Регістру, повинні включати розрахунки:

- .1 Загальної міцності судна;
- .2 Місцевої міцності судна;
- .3 Міцності крилевих пристроїв;
- .4 Вібрації.

3.19.1.5 Допускається застосування інших обґрунтованих методів розрахунку міцності при одночасному поданні Регістру розрахунку, виконаного відповідно до вимог цього підрозділу.

3.19.1.6 Головне судно кожного проекту повинно бути випробуване з метою перевірки міцності і рівня вібрації за програмою, узгодженою з Регістром. Результати випробувань повинні бути представлені Регістру.

3.19.1.7 Судна, міцність яких задовольняє вимогам **3.19.2**, визнаються придатними до плавання в водотоннажному стані в районах плавання **B1**, **B2**, **B3** та **B4** на хвилі висотою згідно з **2.1.1.1.1** (відповідно до зон судноплавства згідно з **2.2.5.6.2.1.1** частини I «Класифікація» Правил класифікації та побудови суден).

3.19.2 Розрахунки загальної міцності та стійкості

3.19.2.1 Загальна міцність судна повинна перевірятися для нормальних і дотичних напружень на дію розрахункових згинальних моментів і перерізуючих сил при ході судна на крилах в умовах розрахункового хвилювання.

Повинна бути перевірена також стійкість конструкцій у цілому і їх окремих елементів.

3.19.2.2 Розрахункова висота хвилі h при ході судна на крилах повинна прийматися не менше зазначеної нижче в табл. 3.19.2.2.

Таблиця 3.19.2.2

Райони плавання	Розрахункова висота хвилі h , м
B1	1,3
B2	0,8
B3	0,4
B4	0,2

3.19.2.3 Розрахунковий згинальний момент, кНм, і перерізуюча сила, кН, повинні визначатися за формулами (див. рис. 3.19.1.1):

$$M_p = M_{тв} (1 + k_M n); \quad (3.19.2.3-1)$$

$$N_p = N_{тв} (1 + k_N n), \quad (3.19.2.3-2)$$

де: $M_{тв}$, $N_{тв}$ - згинальний момент, кНм, і перерізуюча сила, кН, в поперечному перерізі, що розглядається, при ході судна на крилах на тихій воді;

k_M , k_N — коефіцієнти, які залежать від положення поперечного перерізу, що розглядається, по довжині судна і визначаються за формулами:

$$k_M = 1 - 0,040j; \quad (3.19.2.3-3)$$

$$k_N = 0,7 - 0,015j, \quad (3.19.2.3-4)$$

де: j — номер розрахункового шпангоута:

для крайнього носового шпангоута $j = 0$, а для крайнього кормового $j = 20$;

n — розрахункове додаткове навантаження (відношення додаткового прискорення в перерізі над носовим крилевим пристроєм при ході судна на крилах в умовах розрахункового хвилювання до прискорення вільного падіння). Значення n повинні визначатися по прототипу або за результатами модельних випробувань. У разі відсутності таких даних допускається визначати його за формулою:

$$n = kmv_{xb}^2 \sqrt{h/\Delta_1}, \quad (3.19.2.3-5)$$

де: Δ_1 — приведена водотоннажність судна, що визначається за формулою, т:

$$\Delta_1 = \Delta / \left[1 + 15 \left(l_n / L \right)^2 \right], \quad (3.19.2.3-6)$$

де: l_n — відстань центру ваги судна від точки прикладання сили підтримки на носовому крилі (точка 0 на рис. 3.19.2.3-1);

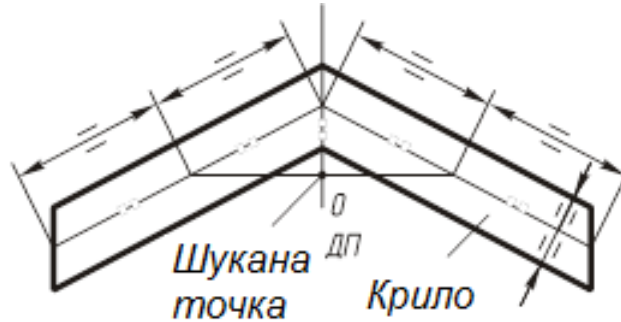


Рис. 3.19.2.3-1 Визначення точки прикладання сили підтримки на носовому крилі

k - коефіцієнт, що дорівнює:

0,035 - для $h = 1,5$ м;

0,030 - для $h = 1,3$ м;

0,020 - для $h = 0,8$ м;

0,010 - для $h = 0,4$ м.

Для проміжних значень висот хвиль h коефіцієнт k визначається за допомогою лінійної інтерполяції.

m - коефіцієнт, що визначається за графіком рис. 3.19.2.3-2 залежно від розрахункового кута кильватості днища β , град, у перерізі $A - A$ (рис. 3.19.2.3-3);

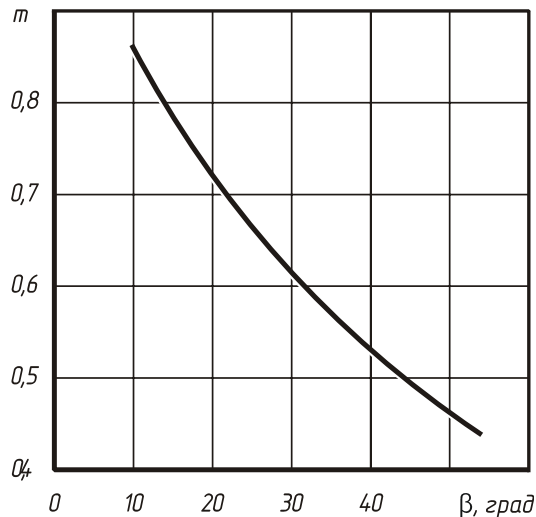


Рис. 3.19.2.3-2 Графік залежності коефіцієнта m від розрахункового кута кильватості днища β

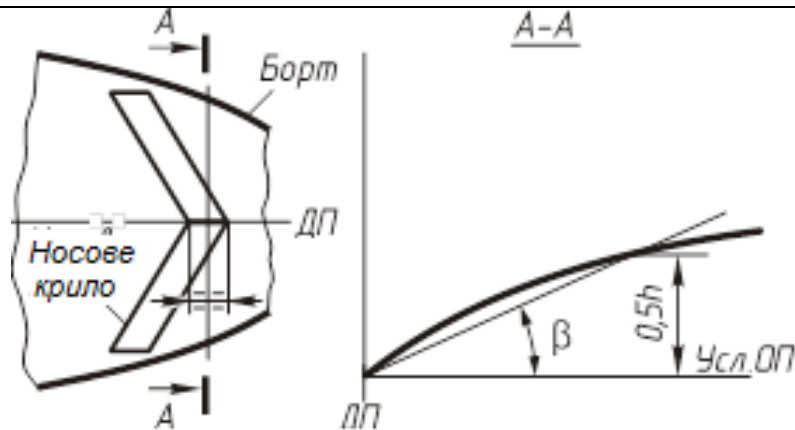


Рис. 3.19.2.3-3 Переріз для визначення кута кільватості днища β

$v_{хв}$ — швидкість ходу судна на крилах в умовах розрахункового хвилювання, що визначається за формулою, км/год:

$$v_{хв} = 0,85v, \tag{3.19.2.3-7}$$

де: v — швидкість судна на крилах на тихій воді, км/год.

Значення $v_{хв}$ і k повинні уточнюватися за даними випробувань моделі або судна-прототипу. Значення n у формулах (3.19.2.3-1) і (3.19.2.3-2) не повинні прийматися менше:

- 1,0 — для $h = 1,5\text{м}$;
- 0,9 — для $h = 1,3\text{м}$;
- 0,6 — для $h = 0,8\text{м}$;
- 0,3 — для $h = 0,4\text{м}$.

Вибір розрахункової висоти хвилі при ході судна на крилах (у діапазоні висот для відповідного району експлуатації) повинен проводитися на основі технічного завдання на проектування. Ця висота хвилі є обмежувальною для руху судна на крилах і повинна заноситися в інструкцію з експлуатації.

3.19.2.4 При обчисленні згинальних моментів $M_{тв}$ і перерізуючих сил $N_{тв}$ повинні виконуватися такі вказівки:

.1 криву навантаження слід будувати одним із загальноприйнятих способів не менш ніж по 21 рівновіддаленій ординаті;

.2 розрахункові значення сил підтримки крил визначаються за формулами, кН:

для носового крила

$$F_{тн} = 9,81(\Delta - F_{тк}); \tag{3.19.2.4-1}$$

для кормового крила

$$F_{тк} = 9,81\Delta l_n / l_0, \tag{3.19.2.4-2}$$

де: l_0 — відстань між точками прикладання сил підтримки на носовому і кормовому крилах, м;

.3 точки прикладання сил підтримки крил $F_{тн}$ і $F_{тк}$ визначаються згідно з рис. 3.19.2.3-1;

.4 сили підтримки крил $F_{тн}$ і $F_{тк}$ розподіляються по розрахункових шпациях залежно від протяжності вздовж судна стійок носового (кормового) крила.

3.19.2.5 Перевірка загальної міцності судна за нормальними напруженнями повинна проводитися в перерізах (див. рис. 3.19.1.1), в яких можна очікувати виникнення найбільших нормальних напружень:

в перерізі $I-I$, в якому діє найбільший згинальний момент;

в ослаблених перерізах *II – II* і *III – III* середньої частини судна;
в перерізі *IV – IV*, розташованому в районі носового крилевого пристрою, за відсутності в ніс від крилевого пристрою суцільної ділянки стінки надбудови.

Якщо розрахунковий згинальний момент в перерізі *I – I* відрізняється від моменту в перерізі *II – II* або *III – III* менше чим на 10%, розрахунок загальної міцності в перерізі *I – I* можна не проводити.

3.19.2.6 При визначенні моментів опору еквівалентного бруса в перерізах *I – I*, *II – II* і *III – III* повинні враховуватися в'язі корпусу та надбудови, а в перерізі *IV – IV* — тільки в'язі корпусу.

Якщо надбудова клепана, а корпус зварений, в'язі надбудови повинні вводитися в еквівалентний брус з коефіцієнтом 0,9.

3.19.2.7 При наявності часто розташованих віконних вирізів в надбудові повинні бути передбачені дві крайні суцільні ділянки стінок надбудови довжиною *c* (див. рис. 3.19.1.1), що перевищує висоту вікна не менше ніж на 20%, або виконані конструктивні заходи, що виключають участь надбудови в загальному вигині судна.

3.19.2.8 Стиснуті пластини вводяться до складу еквівалентного бруса з редукційним коефіцієнтом:

$$\varphi = \sigma_{кр} / \sigma_{д} \leq 1, \quad (3.19.2.8-1)$$

де: $\sigma_{кр}$ - критичне нормальне напруження стиснутої пластини, що визначається за графіком рис. 3.8.3.7, залежно від співвідношення $\sigma_E / R_{сн}$;

σ_E - ейлерове нормальне напруження пластини, МПа, яке при поздовжній системі набору необхідно обчислювати за формулою (3.8.3.7-1);

$\sigma_{д}$ - допустиме нормальне напруження при загальному вигині судна.

Редукуванню не підлягають частини пластини, прилеглі до поздовжніх балок шириною (з кожного боку балки), що дорівнює:

$$0,25a \text{ при } a/s \leq 80; \quad (3.19.2.8-2)$$

$$20s \text{ при } a/s > 80, \quad (3.19.2.8-3)$$

де: *a* — відстань між поздовжніми балками, см;

s - товщина пластини, см.

3.19.2.9 Розрахункові нормальні напруження в крайніх в'язях еквівалентного бруса повинні обчислюватися за формулами:

$$\sigma_{в} = 10\alpha_{в}M_{р} / W_{в}; \quad (3.19.2.9-1)$$

$$\sigma_{н} = 10\alpha_{н}M_{р} / W_{н}, \quad (3.19.2.9-2)$$

де: $\sigma_{в}$, $\sigma_{н}$ - розрахункові напруження у верхній і нижній в'язях еквівалентного бруса (надбудови), МПа;

$\alpha_{в}$, $\alpha_{н}$ - коефіцієнти, що дорівнюють:

для перерізів, що проходять через суцільні ділянки стінок надбудови (поза віконних вирізів), а також для перерізу *IV – IV* (див. рис. 3.19.1.1) - 1,0;

для перерізів *III – III* і *II – II* в районі віконних вирізів - 0,85 і 1,40 відповідно;

$M_{р}$ - розрахунковий згинальний момент у поперечному перерізі, що розглядається (див. 3.19.2.3);

$W_{в}$, $W_{н}$ — моменти опору для верхньої та нижньої в'язі еквівалентного бруса (див. 3.19.2.6).

При клепаній надбудові і звареному корпусі коефіцієнт $\alpha_{в}$ слід зменшити на 10%.

3.19.2.10 Перевірка загальної міцності судна за дотичними напруженнями повинна проводитися в перерізах, в яких можна очікувати найбільших дотичних напружень:

в перерізах *V – V* і *VI – VI* (див. рис. 3.19.1.1), в яких діє найбільша перерізувача сила;

в ослаблених перерізах;
в перерізах по крайніх суцільних ділянках стінок надбудов.

3.19.2.11 Розрахункові дотичні напруження повинні визначатися за формулою, МПа:

$$\tau = 10N_p S / (I \sum s), \quad (3.19.2.11)$$

де: N_p - розрахункова перерізуюча сила в поперечному перерізі, кН;

I — момент інерції перерізу еквівалентного бруса, м⁴;

S — статичний момент частини перерізу еквівалентного бруса, що лежить вище або нижче нейтральної осі, взятий відносно цієї осі, см³;

$\sum s$ - сума товщин обшивки бортів корпусу або стінок надбудови на рівні нейтральної осі еквівалентного бруса, см.

3.19.2.12 У перерізах, ослаблених віконними або дверними вирізами, розрахункові дотичні напруження τ повинні визначатися за формулою (3.19.2.11) без урахування частини надбудови вище вирізу.

3.19.2.13 У перерізах по крайніх суцільних ділянках стінок надбудови розрахункові дотичні напруження τ' , МПа, приймаються рівними більшим з визначених відповідно до вказівок **3.19.2.11** і за формулою:

$$\tau' = \sigma_b f / ksc, \quad (3.19.2.13)$$

де: σ_b - розрахункові напруження в палубі надбудови в перерізі **II – II** (див. рис. 2.19.1.1), МПа;

f - площа поперечного перерізу поздовжніх в'язей надбудови вище віконних вирізів в перерізі **II – II** з урахуванням редукування, см²;

k - коефіцієнт, що дорівнює:

для крайньої суцільної ділянки стінок надбудови, розташованої в районі крилового пристрою, - 3,0;

для крайньої суцільної ділянки стінок надбудови, розташованої в середній частині судна, - 1,5;

s і c - відповідно товщина і довжина крайньої суцільної ділянки, що розглядається, стінки надбудови, см.

3.19.2.14 Критичні нормальні напруження повинні відповідати умовам:

для поздовжніх ребер палуби надбудови

$$\sigma_{кр} / \sigma \geq 1,5; \quad (3.19.2.14-1)$$

для поздовжніх ребер днища

$$\sigma_{кр} / R_{сН} \geq 0,7, \quad (3.19.2.14-2)$$

де: σ - розрахункове напруження в палубі надбудови, МПа;

$R_{сН}$ - границя плинності матеріалу поздовжніх ребер днища, МПа.

Критичні нормальні напруження ребра $\sigma_{кр}$ визначаються за графіком рис. 3.8.3.7 залежно від співвідношення $\sigma_E / R_{сН}$,

де: σ_E - ейлерове нормальне напруження ребра, при визначенні якого ребро вважається вільно обертим по кінцях, МПа.

3.19.2.15 Ейлерові дотичні напруження пластин обшивки борту корпусу і стінки надбудови повинні задовольняти умові:

$$\tau_E / \tau \geq 1,5, \quad (3.19.2.15)$$

де: τ - розрахункові дотичні напруження пластин в перерізі, МПа.

При визначенні τ_E пластини слід вважати вільно обертими по контуру.

3.19.3 Розрахунки місцевої міцності

3.19.3.1 Значення місцевих навантажень, що задаються розрахунковим напором p , кПа, по довжині судна, для перевірки міцності пластин днищевої обшивки і поздовжніх ребер днища повинні прийматися рівними (рис. 3.19.3.1-1):

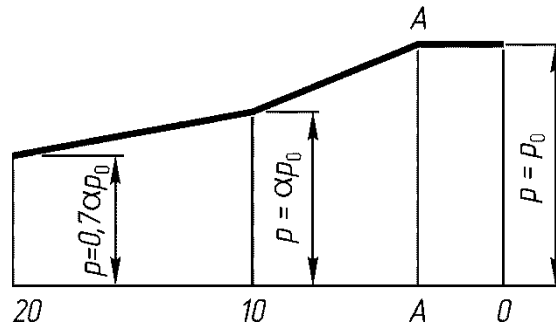


Рис. 3.19.3.1-1 Крива зміни розрахункового напору p по довжині судна

p_0 - навантаження на ділянці від нульового розрахункового шпангоута до перерізу $A - A$ (рис. 3.19.2.3-3):

$$p_0 = kmv_{\text{хв}}^2 \sqrt[4]{\Delta_1}; \quad (3.19.3.1)$$

$p = \alpha p_0$ - на 10-му розрахунковому шпангоуті;
 $p = 0,7\alpha p_0$ - на 20-му розрахунковому шпангоуті,

де: α - коефіцієнт, що визначається за графіком рис. 3.19.3.1-2 залежно від співвідношення β_{10}/β_A (тут β_{10} і β_A - кути, що вимірюються як показано на рис. 3.19.2.3-3, на 10-му розрахунковому шпангоуті і в перерізі $A - A$).

Для перерізів, розташованих по довжині судна між перерізом $A - A$ і 10шп, 10шп і 20 шпангоутами (див. рис. 3.19.3.1-1) значення розрахункових напорів p визначають лінійною інтерполяцією.

Розрахункові навантаження по ширині днища повинні прийматися рівномірно розподіленими.

Для суден, спроектованих на розрахункову висоту хвилі h (при ході судна на крилах), значення коефіцієнта k дорівнюють:

0,035 - при $h = 1,5\text{м}$;
 0,030 - при $h = 1,3\text{м}$;
 0,020 - при $h = 0,8\text{м}$;
 0,015 - при $h = 0,4\text{м}$.

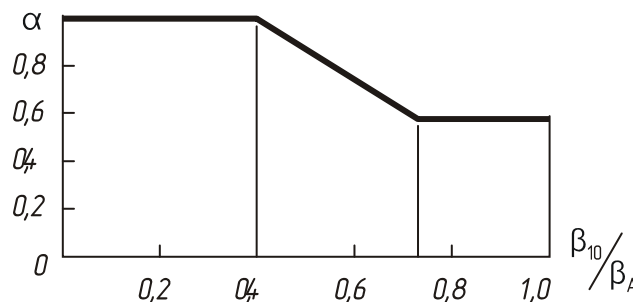


Рис. 3.19.3.1-2 Графік зміни коефіцієнта α

Для суден, спроектованих на проміжні висоти хвиль, значення коефіцієнта k визначають лінійною інтерполяцією.

Значення Δ_1 , $v_{\text{хв}}$ і m визначаються відповідно до вказівок **3.19.2.3**.

3.19.3.2 Міцність флорів і днищевих перекриттів повинна бути перевірена на дію рівномірно

розподіленого навантаження, що задається напором, рівним $0,5p$, де p – напір для флора, що розглядається, або для середнього по довжині перекриття флора (при розрахунку перекриття) згідно з 3.19.3.1.

3.19.3.3 Розрахункове навантаження на обшивку і набір борта судна повинно прийматися розподіленим по висоті борту по трапеції і задаватися напором, що дорівнює від 3кПа на рівні нижньої кромки віконних вирізів до $0,5p$ на рівні скули, де p - напір, який визначається відповідно до 3.19.3.1 для обшивки і поздовжніх ребер і відповідно до 3.19.3.2 для шпангоутів і бортових перекриттів.

3.19.3.4 Розрахункове навантаження повинно задаватися напором:

- для палуб і платформ, призначених для перевезення пасажирів і перебування команди, а також для ділянок палуб надбудов, на яких пасажирів можуть перебувати при посадці - 5кПа ;

для палуб в районі розташування крісел для пасажирів - $3,5\text{кПа}$;

для палуб надбудов - 3кПа .

Ці навантаження повинні прийматися для ділянок палуби, обмежених лінією, для якої кут між дотичною до обшивки і ОП становить менше 30° .

3.19.3.5 Міцність бiмсiв i напiвбiмсiв палуби надбудови повинна бути перевiрена на дiю згинального моменту, обчисленого за формулою, кНм:

$$M_{\delta} = 9,81 \cdot 10^2 k_{\delta} d B^2, \tag{3.19.3.5-1}$$

де: k_{δ} - коефіцієнт, що визначається за графіком рис. 3.19.3.5;

B — ширина судна по палубі, м.

При визначенні згинального моменту для бiмсiв значення d слiд приймати рiвним, м:

при встановленні тільки бiмсiв

$$d = 0,500(d_1 + d_2); \tag{3.19.3.5-2}$$

при встановленні бiмсiв i напiвбiмсiв, що чергуються

$$d = 0,375(d_1 + d_2), \tag{3.19.3.5-3}$$

де: d_1, d_2 - вiдстанi вiд бiмса, що розглядається, до найближчих до нього бiмсiв або поперечних перегородок, м.

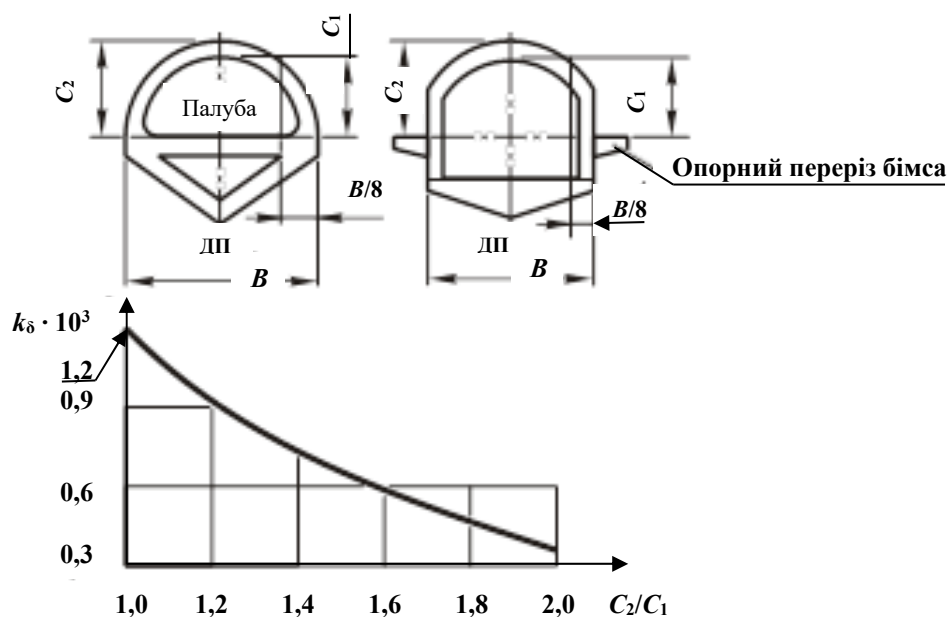


Рис. 3.19.3.5 Графік зміни коефіцієнта k_{δ}

При визначенні згинального моменту для напiвбiмсiв значення d слiд приймати рiвним:

$$d = 0,500(d'_1 + d'_2), \tag{3.19.3.5-4}$$

де: d'_1, d'_2 , - відстані від напівбімса, що розглядається, до найближчих до нього бімсів або поперечних перегородок, м.

Допускається визначати розміри бімсів і напівбімсів, приймаючи навантаження рівномірно розподіленим і рівним $0,15d$, кН/м.

Момент інерції поперечного перерізу бімсів і напівбімсів повинен бути не менше визначеного за формулою, см⁴:

$$I = 0,55dB^3, \quad (3.19.3.5-5).$$

3.19.3.6 Розрахунковий напір на лобові стінки і вікна надбудови повинен прийматися залежно від району плавання згідно до табл. 3.19.3.6.

Таблиця 3.19.3.6

Райони плавання	Розрахунковий напір, кПа
B1	20
B2	10
B3	5
B4	3

Для бортових стінок і вікон надбудови розрахунковий напір повинен прийматися рівним 3кПа.

3.19.3.7 Розрахункове навантаження на водонепроникні поперечні перегородки повинно прийматися розподіленим по трикутнику і таким, що задається максимальним напором на рівні днища судна, що визначається відстанню від днища судна до палуби перегородок, а за відсутності палуби перегородок - подвоєною середньою осадкою судна у водотоннажному стані.

3.19.3.8 Розрахункове навантаження на конструкції, що обмежують цистерни, приймається розподіленим по висоті по трапеції і задається максимальним напором на рівні днища цистерни, що визначається відстанню від днища цистерни до верхнього кінця повітряної трубки.

3.19.3.9 При розрахунках міцності на прийняті в цьому підрозділі навантаження пластини слід вважати абсолютно жорсткими і жорстко закріпленими на опорному контурі, що не деформується.

Поздовжні ребра жорсткості при розрахунках місцевої міцності слід вважати жорстко закріпленими.

3.19.3.10 Визначення елементів площі поперечного перерізу балок набору повинно проводитися з урахуванням приєднаних поясків.

1 Для в'язей, що безпосередньо з'єднуються з обшивкою, ширина приєданого пояска c повинна прийматися рівною:

$$\text{при } a/s \leq 80 \quad c = 0,5a; \quad (3.19.3.10-1)$$

$$\text{при } a/s > 80 \quad c = 40s, \quad (3.19.3.10-2)$$

де: a - середня відстань між однойменними в'язями, см;

s - товщина обшивки або настилу, см.

Ширина приєданого пояска у всіх випадках не повинна перевищувати 1/6 довжини розрахункового прогону балки.

2 Для в'язей, що йдуть поверх поздовжніх ребер жорсткості (навісна система набору), ширина приєданого пояска повинна прийматися рівною нулю.

3.19.3.11 При розрахунку стійкості балок набору для визначення площі їх перерізу ширина приєднаних поясків повинна прийматися рівною середній відстані між однойменними балками, а при визначенні моментів інерції поперечного перерізу балок ширина приєданого пояска призначається відповідно до **3.19.3.10**.

3.19.3.12 Розрахунок місцевої міцності судна при постановці в док і підйомі краном повинен проводитися для водотоннажності судна порожнем. При цьому стійкість конструкцій повинна бути забезпечена з коефіцієнтом запасу 1,5 відносно розрахункових напружень.

3.19.3.13 Розрахунок місцевої міцності і стійкості корпусних конструкцій в місцях кріплення крилевих пристроїв повинен проводитись для навантажень, зазначених у **3.19.4**.

3.19.3.14 Розміри міжвіконних перемичок повинні задовольняти одному з наступних співвідношень:

$$h_0/b_0 > 5; \quad (3.19.3.14-1)$$

$$h_0/b_0 < 2,5, \quad (3.19.3.14-2)$$

де: h_0 - висота перемички (вікна), м;
 b_0 - ширина перемички (відстань між вікнами), м.

Радіус заокруглення кутів віконних вирізів повинен бути не менше, м:

$$r = 0,15h_0. \quad (3.19.3.14-3)$$

3.19.4 Розрахунки міцності крилевих пристроїв

3.19.4.1 Крилевий пристрій повинен розраховуватися як рама зі змінними по довжині перерізами стрижнів і з жорстким закріпленням стояків на корпусі.

Міцність крилевих пристроїв повинна перевірятися на дію навантажень, що задаються вертикальними силами, що дорівнюють:

для носового крила

$$P_n = kF_{тн}; \quad (3.19.4.1-1)$$

для кормового крила

$$P_k = 0,75kF_{тк}, \quad (3.19.4.1-2)$$

де: k - коефіцієнт, що дорівнює для суден, спроектованих на розрахункову висоту хвилі (при ході судна на крилах):

2,2 - при $h = 1,5$ м;

2,0 - при $h = 1,3$ м;

1,8 - при $h = 0,8$ м і менше;

$F_{тн}$ і $F_{тк}$ - сили підтримки на носовому і кормовому крилах, що визначаються за формулами (3.19.2.4-1) і (3.19.2.4-2).

Для проміжних висот хвиль значення k визначаються лінійною інтерполяцією.

Міцність крилевих пристроїв повинна перевірятися також на спільну дію сил $F_{тн}$ і $F_{тк}$ і горизонтальних навантажень, що задаються горизонтальними зосередженими силами, прикладеними в місцях з'єднання стояків з крилом, рівнодіюча яких, кН:

$$P_c = 20,59 \cdot 10^{-3} \Delta v^2 / l_0, \quad (3.19.4.1-3)$$

де: l_0 - відстань між точками прикладання сил підтримки на носовому і кормовому крилах, м.

Рівнодіюча P_c повинна бути розподілена між стояками крила пропорційно проекції їх зануреної площі на ДП.

Сили $F_{тн}$, $F_{тк}$, P_n і P_k повинні прийматися рівномірно розподіленими за розмахом крил і спрямованими по нормалі до нижньої їх площини (рис. 3.19.4.1).

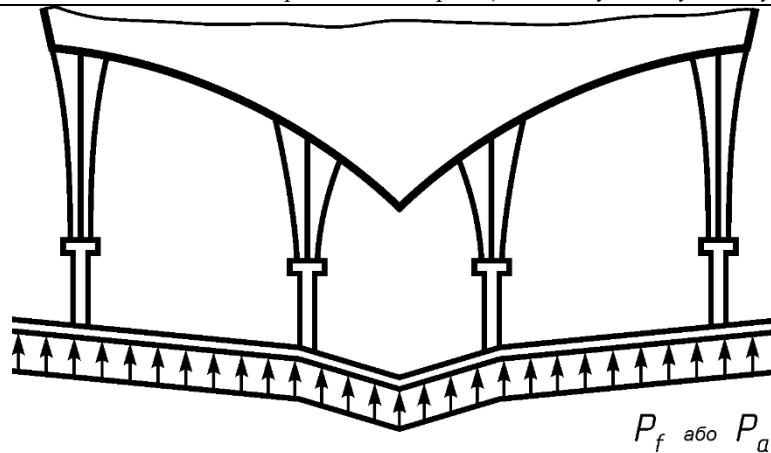


Рис. 3.19.4.1 Розподіл сил на крилах

3.19.4.2 Ейлерові напруження пластин обшивки пустотілих крил повинні бути не менше напружень, отриманих при розрахунку крилевого пристрою на навантаження P_n і P_k .

3.19.4.3 Міцність додаткових носових крил і закрилків повинна перевірятися на дію навантаження, що задається вертикальною силою Q , кН:

$$Q = 0,49k c_y v_1^2 S_1, \quad (3.19.4.3-1)$$

де: v_1 - швидкість виходу на додаткове крило на тихій воді, м/с;

c_y - коефіцієнт підйомної сили при куті атаки α_1 , що відповідає виходу на додаткове носове крило;

$\alpha_1 = \alpha_{уст} + \psi - \alpha_0$;

(3.19.4.3-2)

де: $\alpha_{уст}$ - установочний кут додаткового крила або закрилка;

ψ - кут диференту при виході на додаткове носове крило на тихій воді;

α_0 - кут нульової підйомної сили профілю додаткового крила або закрилка;

k - коефіцієнт, що визначається відповідно до вказівок **3.19.4.1**;

S_1 - площа додаткового носового крила або закрилка, м².

У разі відсутності експериментальних даних допускається приймати:

$$k c_y = 1 \quad (3.19.4.3-3)$$

і

$$v_1 = 0,7v. \quad (3.19.4.3-4)$$

3.19.5 Норми допустимих напружень і мінімальні товщини

3.19.5.1 Допустимі нормальні напруження σ_d при розрахунках загальної та місцевої міцності повинні прийматися рівними меншому із значень, зазначених у табл. 3.19.5.1 (у частках границі плинності $R_{сН}$ або тимчасового опору матеріалу R_m).

Таблиця 3.19.5.1

Найменування конструкцій	Характеристика розрахункових напружень від навантажень	Нормовані значення нормальних допустимих напружень
В'язі корпусу та надбудови	Напруження від загального вигину	0,35 $R_{сН}$ або 0,25 R_m
	Напруження від місцевих навантажень і напруження при докуванні: в наборі в обшивці	0,80 $R_{сН}$ або 0,55 R_m 0,95 $R_{сН}$ або 0,70 R_m

Закінчення табл. 3.19.5.1

Найменування конструкцій	Характеристика розрахункових напружень від навантажень	Нормовані значення нормальних допустимих напружень
Крила і закрилки	Напруження від розрахункових навантажень	$0,95 R_{cH}$ або $0,55 R_m$
Стояки крилевих пристроїв	Напруження від розрахункових навантажень	$0,80 R_{cH}$ або $0,45 R_m$
Деталі підйомного пристрою і підкріплення під них	Місцеві напруження при підйомі краном	$0,20 R_m$

3.19.5.2 Допустимі дотичні напруження τ_{ac} повинні прийматися рівними $0,57$ відповідних допустимих нормальних напружень:

$$\tau_d = 0,57\sigma_d \quad (3.19.5.2)$$

3.19.5.3 Значення критичного нормального напруження елемента конструкції (пілєрса, розкоса і т. п.) повинно бути не менше значення подвоєного нормального напруження від розрахункових навантажень.

3.19.5.4 Товщини листів зовнішньої обшивки, настилу палуб і обшивки перегородок незалежно від марки матеріалу не повинні бути менше зазначених у табл. 3.19.5.4.

Таблиця 3.19.5.4

Найменування в'язі	Мінімальна товщина листів в'язей корпусу для судна, що експлуатується в районі плавання, мм		
	B1	B2	B3 і B4
Обшивка днища	3,0	2,5	2,0
Обшивка борта	2,5	2,0	1,5
Настил палуб і платформ корпусу, листи перегородок	2,0	2,0	1,5
Обшивка надбудови	1,5	1,0	0,8

3.19.6 Розрахунки і норми вібрації

3.19.6.1 Перевірка місцевої вібрації обов'язкова для окремих судових конструкцій корпусу в районі кормової крайньої частини і машинного відділення, а також для кормового крилевого пристрою і кронштейнів гребних валів.

3.19.6.2 Для запобігання резонансу частоти вільних коливань окремих конструкцій, визначені згідно з 5.3, повинні перевищувати частоти збуджуючих сил при основних експлуатаційних режимах (хід судна на крилах і у водотоннажному стані):

1 Для кормового крилевого пристрою¹ і кронштейнів гребних валів - частоту обертання гребного гвинта не менше ніж на 30%;

2 Для пластин пустотілих крил - частоту обертання гребного гвинта і частоту обертання гребного гвинта, помножену на число його лопатей², не менше ніж на 50%;

3 Для пластин і ребер жорсткості днища корпусу в кормовій частині - частоту обертання гребного гвинта і частоту обертання гребного гвинта, помножену на число його лопатей², не менше ніж на 50 і 30% відповідно;

4 Для пластин і для набору корпусу в районі машинного відділення - частоту обертання колінчастого вала і подвоєну частоту обертання колінчастого вала головних і допоміжних двигунів, не менше ніж на 50% і 30% відповідно.

Примітки. ¹Для крилевого пристрою допускається перевищення частот змушуючих сил над частотами вільних коливань.

²Перевірка виконується тільки при числі лопатей гребного гвинта, меншому п'яти.

3.19.6.3 Зменшення різниці частот порівняно з регламентованою 3.19.6.2 може бути дозволене за

умови подання обґрунтованих даних, що показують, що амплітуди і напруження при вібрації не будуть перевищувати допустимих (див. 3.19.6.4 і 3.19.6.5).

3.19.6.4 Допустимі амплітуди вібрації в центрі пластин корпусу та надбудови, не повинні перевищувати значень, що визначаються за формулою, мм:

$$A_d = k s (a/100s)^2, \quad (3.19.6.4)$$

де: k - коефіцієнт, що дорівнює:

для пластин, приварених по контуру суцільним двостороннім швом або приклепаних до набору, - 2,90;

для пластин, приварених по контуру суцільним однобічним або переривчастим двостороннім швом - 1,45;

a - коротка сторона пластини, см;

s - товщина пластини, см.

3.19.6.5 Вібрація набору вважається допустимою, якщо найбільші напруження, виміряні або визначені за виміряними амплітудами, не перевищують 20МПа.

3.19.6.6 У місцях установки фундаментів двигунів, кріплень крилевих пристроїв до корпусу і в районі дії пульсуючих тисків від гвинтів приварка пластин по опорному контуру повинна виконуватися суцільним двостороннім швом.

3.20 СУДНА НА ПОВІТРЯНІЙ ПОДУШЦІ

3.20.1 Загальні вимоги

3.20.1.1 Вимоги цього підрозділу поширюються на пасажирські, роз'їзні і вантажні судна на повітряній подушці (далі - СПП) скегового і амфібійного типів, які здатні рухатися в режимах ширяння і плавання і задовольняють умовам:

$$\frac{EI}{\Delta_b L} > 13; \quad (3.20.1.1-1)$$

$$\frac{v}{\sqrt{gL}} < 2, \quad (3.20.1.1-2)$$

де: E - модуль нормальної пружності, кПа;

I - момент інерції поперечного перерізу, визначений у припущенні повної участі міцної надбудови в загальному вигині, м⁴ (для СПП без міцної надбудови - момент інерції поперечного перерізу корпусу);

g - прискорення вільного падіння, м/с².

Інші позначення див. 3.20.2.3.

Для скегового СПП вимоги цього розділу поширюються на судна, співвідношення головних розмірів яких задовольняють умовам:

$$L/D < 20; \quad (3.20.1.1-3)$$

$$L/B = 3 \div 6; \quad (3.20.1.1-4)$$

$$D/h_{ck} = 2 \div 3. \quad (3.20.1.1-5)$$

3.20.1.2 Вимоги цього розділу поширюються на СПП, виконані з алюмінієвих сплавів, що задовольняють вимогам 3.8.2.1.

3.20.1.3 У цьому підрозділі розглядаються можливі найбільш несприятливі випадки навантаження корпусів суден скегового і амфібійного типів. Конкретний обсяг розрахунків для судна, що проектується, (зокрема, необхідність розрахунку загальної поперечної міцності) визначається проектантом залежно від конструктивних особливостей судна.

У матеріалах, що подаються Регістру для розгляду, повинні бути приведені обґрунтування достатності прийнятого обсягу розрахунків для оцінки загальної та місцевої міцності корпусу судна.

3.20.1.4 Допускається застосування інших обґрунтованих методів розрахунків міцності при одночасному поданні Регістру розрахунку, виконаного відповідно до вимог цього підрозділу.

3.20.1.5 Розрахункова висота хвилі $h_{хв}$ для районів плавання **В1, В2, В3** та **В4** приймається згідно з **2.1.1.1.1** (відповідно до зон судноплавства згідно з **2.2.5.6.2.1.1** частини I «Класифікація» Правил класифікації та побудови суден).

Розрахункові швидкості при русі СПП на хвилюванні в режимах ширяння і плавання задаються технічним завданням на проектування судна.

3.20.1.6 Головні судна повинні бути випробувані в умовах, передбачених технічним завданням на проектування, за програмою, схваленою Регістром, з метою перевірки міцності корпусу.

Результати випробувань повинні бути представлені Регістру.

3.20.1.7 Допустимі за умовами міцності параметри хвилювання і відповідні їм швидкості руху СПП в режимах ширяння і плавання уточнюються на підставі випробувань головного судна.

3.20.2 Визначення і пояснення

3.20.2.1 Надбудовою в цій главі вважається частина судна вище нижньої кромки віконних вирізів, а при відсутності останніх - частина судна вище верхньої палуби.

3.20.2.2 Під перевантаженням розуміється відношення сумарного вертикального прискорення в точці корпусу СПП, що розглядається, до прискорення вільного падіння.

3.20.2.3 У цьому розділі прийняті наступні позначення:

L – довжина судна по вантажну ватерлінію у водотоннажному стані, м;

B - ширина судна в перерізі по міделю, м;

D - висота борту в перерізі по міделю, виміряна від нижньої кромки скегів (при їх відсутності - від днища) до лінії надбудови, яка визначається відповідно до **3.20.2.1**, а для судна без надбудови - до верхньої палуби, м;

d - осадка судна у водотоннажному стані, виміряна від нижньої кромки скегів (при їх відсутності - від днища) до вантажної ватерлінії у цьому стані, м;

Δ_v - водотоннажність судна з повним вантажем, т;

$\Delta_{ск}$ - сумарна водотоннажність скегів, що відповідає розрахунковій водотоннажності судна Δ , т;

$b_{ск}$ - ширина скега на рівні днища при $\Delta_{ск} < \Delta$ і на рівні вантажної ватерлінії при $\Delta_{ск} > \Delta$, м;

$h_{ск}$ - висота скега, м;

l_0 - відстань центра ваги судна від кормового перпендикуляра, м;

v – розрахункова швидкість судна в режимі ширяння на тихій воді, м/с;

$L_{пп}$ - довжина повітряної подушки, м;

$F_{пп}$ - площа повітряної подушки, м²;

$p_{пп}$ – нормальний тиск в повітряній подушці, МПа.

3.20.3 Розрахункові навантаження при загальному вигині і скручуванні

3.20.3.1 Розрахункові навантаження, що викликають загальний вигин і скручування корпусу СПП, визначаються для наступних умов:

.1 рух в режимі ширяння на розрахунковому хвилюванні;

.2 рух в режимі плавання на розрахунковому хвилюванні;

.3 вихід на берег (постановка на опори);

.4 підйом краном.

3.20.3.2 Для умов, зазначених у **3.20.3.1**, повинні бути розглянуті найбільш несприятливі можливі випадки навантаження, що залежать від конструктивних і експлуатаційних особливостей СПП.

3.20.3.3 Розрахункові навантаження, що викликають загальний вигин і скручування корпусу СПП, визначаються за найбільшими перевантаженнями, виміряними у центрі ваги судна G (див. рис. 3.20.3.5). Значення перевантажень при русі СПП на хвилюванні повинні визначатися за результатами модельних випробувань судна, що проектується, або по прототипу (окремо для кожного режиму руху та кожного виду загальної деформації корпусу).

Значення перевантажень в інших точках визначаються за формулою:

$$n = \left\{ 1 + \mu_1 \left[(x_1 - x_g)(x - x_g) / \rho_1^2 + y_1 y / \rho_2^2 \right] + \mu_2 \left[(x_2 - x_g)(x - x_g) / \rho_1^2 + y_2 y / \rho_2^2 \right] \right\} n_g, \quad (3.20.3.3-1)$$

де: μ_1, μ_2 - коефіцієнти, що визначаються за табл. 3.20.3.5;

x_1, x_2, y_1, y_2 - координати зовнішніх сил відповідно до рис. 3.20.3.5;

x_g - абсциса центра ваги судна, м;

x, y - координати точки, в якій визначається перевантаження, м;

ρ_1 - радіус інерції маси судна відносно поперечної осі, що проходить через центр ваги, м;

ρ_2 - радіус інерції маси судна відносно поздовжньої осі, що проходить через центр ваги, м;

n_g - перевантаження в центрі ваги судна.

При відсутності даних необхідних для розрахунків поздовжньої міцності перевантаження в центрі ваги СПП при русі в режимі ширяння на початкових стадіях проектування рекомендується визначати за формулою:

$$n_g = 1 + (0,085\sqrt{1,24h_{хв}} + 0,04)v/\sqrt[3]{\Delta}. \quad (3.20.3.3-2)$$

3.20.3.4 Значення перевантажень уточнюються при випробуваннях головного судна відповідно до **3.20.1.6** з подальшим коректуванням розрахунків міцності виходячи з фактичних перевантажень.

3.20.3.5 Схема прикладання та розрахункові співвідношення зовнішніх сил при русі СПП на хвилюванні в режимах ширяння і плавання приймаються відповідно до рис. 3.20.3.5 і табл. 3.20.3.5.

Значення зовнішніх сил приймаються рівними, кН:

$$P_1 = 9,81\mu_1\Delta n_g; \quad (3.20.3.5-1)$$

$$P_2 = 9,81\mu_2\Delta n_g. \quad (3.20.3.5-2)$$

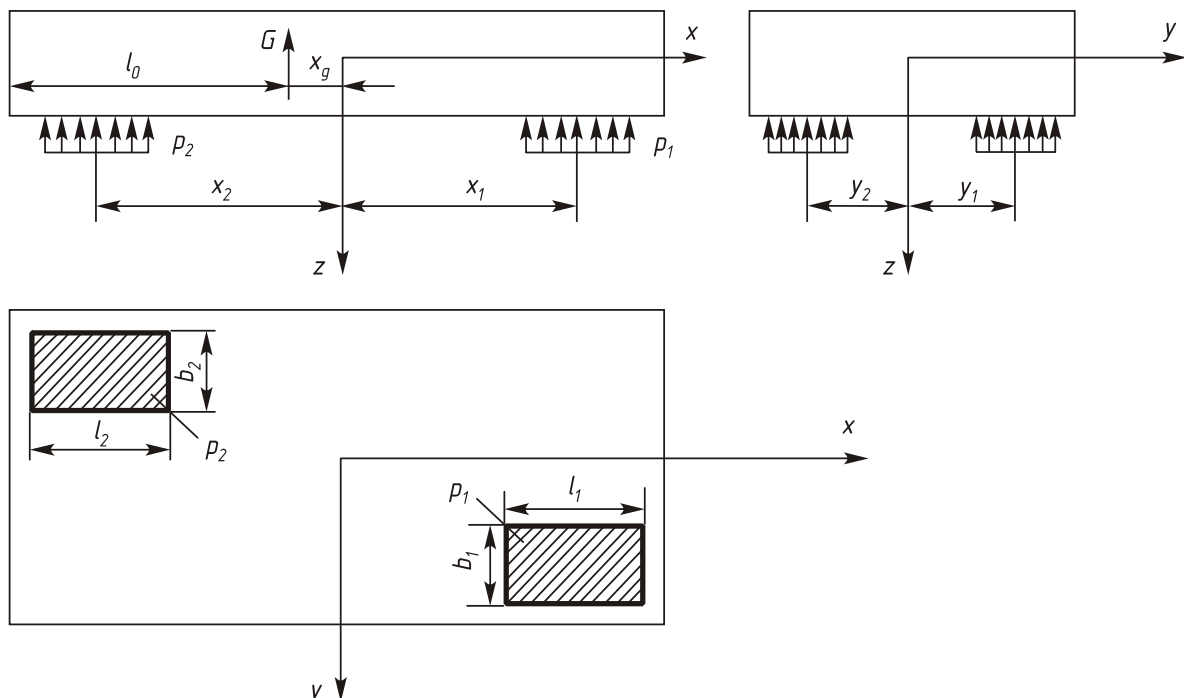


Рис. 3.20.3.5 Схема прикладання зовнішніх сил

Таблиця 3.20.3.5 Значення параметрів зон прикладання зовнішніх сил при ході на хвилюванні в різних режимах

Характеристика	Хід на хвилюванні в режимі							
	Ширяння				Плавання			
	Поздовжній вигин		Поперечний вигин	Скручування	Поздовжній вигин		Поперечний вигин	Скручування
	Прогин	Перегин			Прогин	Перегин		
l_1	$0,2L$	$0,4L$	$2l_0$	$0,2L$	$0,2L$	$0,4L$	$2l_0$	$0,2L$
l_2	$2l_0$	$2l_0$	$2l_0$	$2l_0$	$0,2L$	0	$2l_0$	$0,2L$
b_1	B	B	ε_1	ε_1	B	B	ε_1	ε_1
b_2	B	B	B	B	B	0	ε_1	ε_1
x_1	$0,4L$	x_g	x_g	$0,4L$	$0,4L$	x_g	x_g	$0,4L$
x_2	x_g	x_g	x_g	x_g	$-0,4L$	0	x_g	$-0,4L$
y_1	0	0	ε_2	ε_2	0	0	ε_2	ε_2
y_2	0	0	0	0	0	0	$-\varepsilon_2$	ε_2
μ_1	$(n_g-1)/n_g$	$(n_g-1)/n_g$	$(n_g-1)/n_g$	$(n_g-1)/n_g$	$2/3$	1	$1/2$	$2/3$
μ_2	$1/n_g$	$1/n_g$	$1/n_g$	$1/n_g$	$1/3$	0	$1/2$	$1/3$

Примітка. Для СПП амфібійного типу $\varepsilon_1 = 0,2B$; $\varepsilon_2 = 0,4B$; для СПП скегового типу $\varepsilon_1 = l_{ск}$; $\varepsilon_2 = 0,5(B-b_{ск})$.

3.20.3.6 Розрахункові навантаження при постановці СПП на опори і підйомі краном визначаються, виходячи з прийнятої схеми розміщення опор і римів. При цьому повинні враховуватися можливість посадки судна на опори з непогашеною вертикальною швидкістю, а також динамічність прикладання навантажень при підйомі краном. Коефіцієнт перевантаження n_g приймається рівним 1,25.

Схема розміщення опор і римів по можливості повинна прийматися такою, щоб згинальні моменти в перерізах СПП не перевищували значень, що відповідають експлуатаційним випадкам навантаження.

3.20.3.7 Сумарні згинальні моменти M і перерізуючі сили N при поздовжньому вигині СПП повинні визначатися інтегруванням кривої розрахункового навантаження, що представляє собою різницю сил ваги $g(x)$, помножених на коефіцієнт перевантаження n_g в центрі поперечної шпациї, що розглядається, і сил підтримування, вчислених відповідно до 3.20.3.1.3 ÷ 3.20.3.1.6.

3.20.3.8 Сумарний згинальний момент на міделі СПП при поздовжньому вигині на початкових стадіях проектування рекомендується визначати за формулами, кН·м:

1 при русі в режимі ширяння суден амфібійного і скегового типів

$$M_0 = 9,81 [k_{тв} \pm 0,5(0,15 \pm k_{тв})(n_g - 1)] \Delta L ; \tag{3.20.3.8.1}$$

2 при русі в водотоннажному режимі суден амфібійного типу

$$M_0 = \pm 4,9(0,15 \pm k_{тв}) \Delta L n_g ; \tag{3.20.3.8.2}$$

3 при русі в водотоннажному режимі суден скегового типу

$$M_0 = 9,81 [k_{тв} \pm 0,5(0,15 \pm k_{тв})(n_g + \Delta_{ск}/\Delta)] \Delta L \pm 50b_{ск}(L/10)^2 \cdot 1,24h_{хв}, \tag{3.20.3.8.3}$$

де: $k_{тв} = M_{тв} / (9,81DL)$ - коефіцієнт поздовжнього згинального моменту на тихій воді (з урахуванням знаку);

$M_{тв}$ - поздовжній згинальний момент на тихій воді, вчислений відповідно до 4.1.1;

n_g - визначається за формулою (3.20.3.3-2).

Знак (+) в формулах (3.20.3.8.1), (3.20.3.8.2) і (3.20.3.8.3) відповідає перегину.

Коефіцієнт n_g в формулах (3.20.3.8.2) і (3.20.3.8.3) визначається по прототипу або за модельними випробуваннями.

Максимальна перерізуюча сила:

$$N_0 = 4M_0/L. \quad (3.20.3.8.4)$$

Розрахункові значення сумарних згинальних моментів і перерізуючих сил в перерізах судна в цьому випадку приймаються за рис. 3.20.3.8.

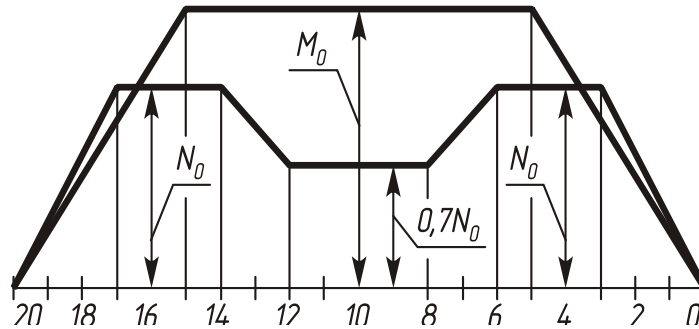


Рис. 3.20.3.8

3.20.3.9 Згинальні моменти M' і перерізуючі сили N' при поперечному вигині обчислюються інтегруванням кривої розрахункового навантаження, що представляє собою різницю сил ваги $g(y)$, помножених на коефіцієнт перевантаження в центрі поздовжньої шпациї, що розглядається, і сил підтримування, вчислених відповідно до **3.20.3.1.3** ÷ **3.20.3.1.6**.

3.20.3.10 Сумарний згинальний момент в діаметральній площині СПП при поперечному вигині на початкових стадіях проектування рекомендується визначати за формулами, кН·м:

.1 при русі в режимі ширяння суден амфібійного і скегового типів

$$M'_0 = 9,81 \left[k'_{\text{тв}} - 0,5(0,15 - k'_{\text{тв}})(n'_g - 1) \right] \Delta B; \quad (3.20.3.10.1)$$

.2 при русі в водотоннажному режимі СПП амфібійного типу

$$M'_0 = -4,9(0,15 - k'_{\text{тв}}) \Delta B n'_g; \quad (3.20.3.10.2)$$

.3 при русі в водотоннажному режимі СПП скегового типу

$$M'_0 = -4,9(0,25 - 0,5b_{\text{ск}}/B - k'_{\text{тв}}) \Delta B n'_g, \quad (3.20.3.10.3)$$

де: $k'_{\text{тв}} = M_{\text{тв}} / (9,81 \Delta L)$ - коефіцієнт поперечного згинального моменту на тихій воді (з урахуванням знаку);

$M_{\text{тв}}$ - поперечний згинальний момент на тихій воді, вчислений відповідно до **4.1.1** в поздовжніх перерізах.

Коефіцієнт n'_g в формулах (3.20.3.10.1), (3.20.3.10.2) і (3.20.3.10.3) визначається за прототипом або за модельними випробуваннями.

Максимальна перерізуюча сила визначається за формулою, кН:

$$N'_0 = 4M'_0 / B. \quad (3.20.3.10.4)$$

3.20.3.11 Зовнішні скручуючі моменти $M_{\text{скр}}$, кН·м, визначаються інтегруванням розрахункової кривої інтенсивності скручувального моменту. Остання являє собою алгебраїчну суму інтенсивності моменту m_1 від сили підтримання P_1 , інтенсивності моменту m_2 від сили підтримання P_2 і погонного моменту m_3 від сил інерції мас судна відносно поздовжньої осі обертання. При цьому:

$$m_1 = 9,81 \mu_1 \Delta n_g y_1 / l_1; \quad (3.20.3.11-1)$$

$$m_2 = 9,81 \mu_2 \Delta n_g y_2 / l_2 ; \quad (3.20.3.11-2)$$

$$m_3 = -g(x)(\mu_1 y_1 + \mu_2 y_2); \quad (3.20.3.11-3)$$

Значення інтенсивності моментів m_1 і m_2 по довжині судна приймаються відповідно до рис. 3.20.3.5 і табл. 3.20.3.5. Значення інтенсивності моменту m_3 приймається по всій довжині судна.

3.20.3.12 При натурних випробуваннях міцності на хвилі головного судна згідно з **3.20.1.6** необхідно уточнити сумарний згинальний момент на міделі СПП при поздовжньому вигині.

У тому випадку, якщо знайдено значення більше вчисленого відповідно до **3.20.3.8**, розрахунки міцності, конструкцію і розміри в'язей корпусу серійних суден необхідно відкоригувати відповідно до поздовжнього згинального моменту СПП на міделі, отриманого при натурних випробуваннях міцності.

3.20.4 Розрахункові місцеві навантаження

3.20.4.1 Місцева навантаження на днище і скеги СПП визначається для таких випадків:

- .1 тиск в повітряній подушці (за відсутності контакту конструкції з водою);
- .2 удар конструкцій об воду;
- .3 гідростатичний тиск (при плаванні судна в водотоннажному стані);
- .4 постановка на опори.

3.20.4.2 Розподіл тиску повітряної подушки на днище по довжині СПП при відсутності контакту з водою приймається відповідно до рис. 3.20.4.2. Тиск по ширині днища слід вважати рівномірно розподіленим.

Ординати епюри тисків дорівнюють:

$$p_1 = 9,81(2\Delta n_g / F_{\text{пп}}); \quad (3.20.4.2-1)$$

$$p_2 = 9,81\Delta n_g / F_{\text{пп}}. \quad (3.20.4.2-2)$$

Значення розрахункового тиску повинно бути не менше збільшеного на 30% тиску, що створюється вентиляційною установкою при нульовій витраті повітря.

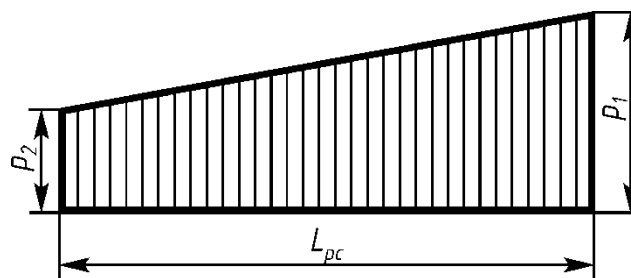


Рис. 3.20.4.2 Розподіл тиску повітряної подушки на днище по довжині СПП при відсутності контакту з водою

3.20.4.3 Розподіл тиску по довжині СПП при плоскому ударі днищем об хвилю приймається відповідно до рис. 3.20.4.3. Тиск по ширині судна слід вважати рівномірно розподіленим.

Значення тиску, що діє на конструкції в процесі удару, приймаються рівними, кПа:

$$p_0 = \frac{9,81k\Delta n_g}{0,3LB}; \quad (3.20.4.3-1)$$

$$p_{10} = \frac{9,81k\Delta n_g}{0,4LB}; \quad (3.20.4.3-2)$$

$$p_{20} = \frac{9,81k\Delta n_g}{0,4LB}, \quad (3.20.4.3-3)$$

де: k - коефіцієнт нерівномірності:

$k = 1$ - при розрахунку перекриттів;

$k = 3$ - при розрахунку поздовжніх ребер жорсткості і пластин в районі 0 - 10 шп.;

$k = 1,25$ - при розрахунку поздовжніх ребер жорсткості і пластин в районі 20 шп.

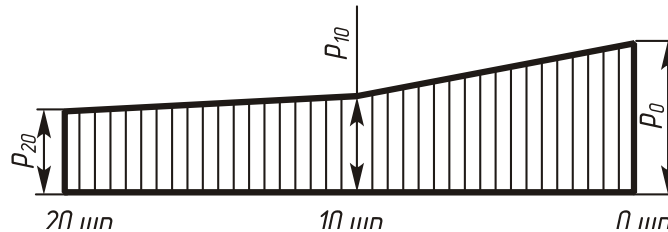


Рис. 3.20.4.3 Розподіл тиску по довжині при плоскому ударі днищем об хвилю

3.20.4.4 Гідростатичний тиск приймається рівним, кПа:

на днище

$$p = 9,81(d + 0,5 \cdot 1,24h_{\text{хв}} - h_{\text{ск}}); \quad (3.20.4.4-1)$$

на скеги і борти

$$p = 9,81(d + 0,5 \cdot 1,24h_{\text{хв}} - z), \quad (3.20.4.4-2)$$

де: $h_{\text{хв}}$ - висота розрахункової хвилі, м;

z - відстань по висоті від ОП до точки поверхні скегу або борту, що розглядається, м.

3.20.4.5 Місцеві навантаження на днище і скеги при постановці на опори визначаються відповідно до **3.20.3.6**.

3.20.4.6 Тиск повітряної подушки на внутрішні поверхні скегів приймається рівномірно розподіленим по висоті. Тиск повітряної подушки слід вважати розподіленим по довжині СПП відповідно до рис. 3.20.4.2.

3.20.4.7 Розрахункове навантаження для палуб приймається рівним, кПа:

- .1 для ділянок палуб, на яких можливе скупчення пасажирів або команди - 5,0;
- .2 для палуб в районі розташування крісел для пасажирів - 3,5;
- .3 для пластин і поздовжніх балок палуб надбудов - 3,0;
- .4 для бімсів палуб надбудов - 1,0.

3.20.4.8 Розрахункове рівномірно розподілене навантаження на лобові стінки та вікна надбудови першого ярусу приймається залежно від району плавання рівним: для **V1** - 20кПа, для **V2** - 10кПа, для **V3** - 5кПа і для **V4** - 3кПа.

Для бортових стінок і вікон надбудови першого ярусу розрахункове рівномірно розподілене навантаження приймається рівним 3кПа.

3.20.4.9 Розрахункові навантаження на конструкції, що обмежують цистерни і водонепроникні відсіки, приймаються відповідно до схеми випробування на непроникність.

3.20.4.10 Розрахункове навантаження на водонепроникні перегородки приймається розподіленим по висоті перегородки по трикутнику з максимальним напором на рівні ОП, що дорівнює відстані від ОП судна до палуби перегородок; за відсутності палуби перегородок - подвоєній осадці СПП у водотоннажному стані.

3.20.4.11 Як розрахункове навантаження на вантажні палуби приймається тиск вантажу (з урахуванням можливої нерівномірності), помножений на коефіцієнт перевантаження в точці, що розглядається. При перевезенні техніки (колісної або гусеничної) навантаження на палубу визначаються виходячи з розподілу навантажень по осях, кількості та площі відбитків коліс, розмірів опорної поверхні гусениць з урахуванням реального розміщення техніки у вантажному приміщенні і перевантажень судна при русі на хвилюванні.

3.20.5 Розрахунки загальної міцності

3.20.5.1 Загальна міцність корпусу судна повинна перевірятися за нормальними і дотичними напруженнями. При поздовжньому згині повинна виконуватися також перевірка за сумарними напруженнями і за граничними згинальними моментами.

3.20.5.2 Перевірка загальної поздовжньої міцності повинна виконуватися для найбільш несприятливих випадків розрахункового навантаження, що відповідають максимальному прогину і максимальному перегину корпусу. При цьому повинні бути розглянуті найбільш характерні відносно міцності перерізи корпусу: в районах дії максимальних згинальних моментів і перерізуючих сил, а також моментів, що скручують; в місцях великих вирізів і т. п. Число перерізів, що перевіряються, приймається залежно від конструктивних особливостей судна, що проектується, і повинно бути обґрунтоване в розрахунках міцності, що подаються Регістру для розгляду.

3.20.5.3 Включення в'язей в еквівалентний брус при розрахунку поздовжньої міцності повинно проводитися відповідно до 4.3.5. Площа перерізу горизонтальних перекриттів надбудови при відношенні довжини надбудови до ширини перекриття менше п'яти повинна вводитися в еквівалентний брус з редуційним коефіцієнтом ψ , що враховує нерівномірність розподілу нормальних напружень по ширині і визначається за табл. 3.20.5.3, в якій:

B_1 - ширина перекриття, м;

l_n - розрахункова довжина (відстань між кінцевими перегородками) надбудови, м.

Таблиця 3.20.5.3

B_1/l_n	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
ψ	1,00	0,83	0,74	0,66	0,58	0,52

3.20.5.4 Повинна бути перевірена стійкість перекриттів в цілому та окремих їх елементів (балок набору і пластин) відповідно до 3.20.7. Жорсткі частини пластин, що прилягають до поздовжніх балок з кожної сторони, приймаються рівними:

0,25 шпациї - при $b/s \leq 80$

20s - при $b/s > 80$.

3.20.5.5 Напруження в поперечних перерізах СПП з міцною надбудовою визначаються з урахуванням участі надбудови в загальному вигині. Якщо надбудова клепана, а корпус зварений, площа перерізу в'язей надбудови повинна вводитися в еквівалентний брус з коефіцієнтом 0,9.

3.20.5.6 Нормальні напруження в поперечних перерізах корпусу від стисненого скручування не враховуються.

3.20.5.7 Розрахункові сумарні значення нормальних і дотичних напружень в міжвіконних перемичках міцної надбудови визначаються за формулами:

$$\sigma_0 = \sigma_0^{\text{скр}} + \sigma_0^{\text{виг}} ; \quad (3.20.5.7-1)$$

$$\tau_0 = \tau_0^{\text{скр}} + \tau_0^{\text{виг}} , \quad (3.20.5.7-2)$$

де: $\sigma_0^{\text{скр}}$ і $\tau_0^{\text{скр}}$ - нормальні і дотичні напруження в міжвіконних перемичках, викликані скручуванням судна, МПа;

$\sigma_0^{\text{виг}}$ і $\tau_0^{\text{виг}}$ - нормальні і дотичні напруження в міжвіконних перемичках, викликані загальним поздовжнім вигином судна, МПа.

3.20.5.8 Розрахункові сумарні дотичні напруження в поперечних перерізах корпусу приймаються рівними:

$$\tau = \tau^{\text{скр}} + \tau^{\text{виг}} , \quad (3.20.5.8)$$

де: $\tau^{\text{скр}}$ - дотичні напруження в корпусі від скручування, МПа;

$\tau^{виг}$ - дотичні напруження в корпусі від загального поздовжнього вигину, МПа.

3.20.5.9 Для забезпечення загальної граничної міцності судна повинна виконуватися умова:

$$M_{гр} \geq kM_p, \quad (3.20.5.9)$$

де: M_p – розрахунковий згинальний момент при поздовжньому вигині або перегині, кНм;

$M_{гр}$ - граничний згинальний момент, кНм;

k - коефіцієнт запасу міцності по граничному моменту, що дорівнює 1,5.

3.20.5.10 При русі в режимі плавання повинна бути перевірена загальна поздовжня міцність за сумарними напруженнями загального та місцевого вигину у в'язях днища і скегів. Місцеве навантаження при цьому приймається з урахуванням вказівок **3.20.4.4**.

Для суден, що перевозять вантажі, така перевірка повинна бути виконана і для вантажної палуби (платформи) при русі СПП як в режимі ширяння, так і в режимі плавання. Місцеве навантаження в останньому випадку визначається за **3.20.4.11**.

3.20.5.11 Обсяг і характер розрахунків загальної поперечної міцності визначаються залежно від конструктивних особливостей судна, що проектується.

3.20.6 Розрахунки місцевої міцності

3.20.6.1 При розрахунках місцевої міцності вигин бімсів, що складає не більше 10% ширини перекриття, в розрахунку допускається не враховувати.

3.20.6.2 Для балок, що безпосередньо з'єднуються з обшивкою, ширина приєднаного пояска d приймається рівною, см:

.1 при розрахунку основного набору, а також рамних в'язей, розташованих перпендикулярно до основного набору:

$$d = 0,5b \text{ при } b/s \leq 80; \quad (3.20.6.2.1-1)$$

$$d = 40s \text{ при } b/s > 80; \quad (3.20.6.2.1-2)$$

.2 при розрахунку рамних в'язей одного напрямку з основним набором:

$$d = 0,5A \text{ при } b/s \leq 80; \quad (3.20.6.2.2-1)$$

$$d = 40 A/b \text{ при } b/s > 80, \quad (3.20.6.2.2-2)$$

де: b - відстань між однойменними основними балками, см;

A - відстань між однойменними рамними в'язями, см.

До складу приєднаного пояска повинні бути включені ребра жорсткості одного напрямлення з рамними в'язями, розташовані на ширині пояска.

Для рамних в'язей, що йдуть поверх основних ребер жорсткості (навісна конструкція набору), ширина приєднаного пояска приймається рівною нулю.

У всіх випадках ширина приєднаного пояска не повинна перевищувати 1/6 довжини розрахункового прольоту балки.

3.20.7 Розрахунки стійкості

3.20.7.1 При розрахунку стійкості балок набору для визначення площі їх перерізу ширина приєднаних поясків приймається рівною середній відстані між однойменними балками, а при визначенні моментів інерції поперечного перерізу балок ширина приєднаного пояска приймається відповідно до **3.20.6.2**.

3.20.7.2 Виправлені (критичні) Ейлерові нормальні напруження ребер жорсткості повинні задовольняти умові:

$$\sigma_{кр} \geq 1,5\sigma. \quad (3.20.7.2)$$

3.20.7.3 Ейлерові дотичні напруження в пластині обшивки борту, стінок надбудов і перегородок, що беруть участь у загальному вигині, повинні задовольняти умові:

$$\tau_E \geq 1,5\tau. \quad (3.20.7.3)$$

3.20.7.4 Стійкість рамних в'язей стиснутих перекриттів визначається необхідною жорсткістю поперечних рамних в'язей, при якій перекриття витримує задане стискуюче напруження.

3.20.7.5 Стійкість ізольовано працюючих в'язей (пілерсів, розкосів і т. п.) повинна бути забезпечена з коефіцієнтом запасу, що дорівнює двом, відносно розрахункових напружень.

3.20.8 Допустимі напруження

3.20.8.1 Допустимі напруження σ_d і τ_d при розрахунках загальної та місцевої міцності корпусу СПП приймаються відповідно до табл. 3.20.8.1 в частках від небезпечних напружень.

Таблиця 3.20.8.1

Назва і характеристика в'язей корпусу	Характеристика розрахункових напружень від навантажень	Допустимі напруження в частках від небезпечних
В'язі корпусу і міцної надбудови, що беруть участь у загальному поздовжньому або загальному поперечному вигині (включаючи міжвіконні перемички міцної надбудови)	Нормальні і дотичні напруження від загального поздовжнього або поперечного вигину.	0,50
	Нормальні і дотичні сумарні напруження від загального поздовжнього вигину і скручування	0,70
Рамні в'язі корпусу, що беруть участь в загальному поздовжньому вигині і несуть місцеве навантаження (в'язі вантажної палуби і днища)	Сумарні нормальні і дотичні напруження від загального вигину і вигину перекриттів або окремих рамних в'язей: в прогоні на опорі	0,75 0,90
Основні в'язі корпусу, що беруть участь у загальному поздовжньому вигині і несуть місцеве навантаження (в'язі вантажної палуби, днища і скегів)	Сумарні нормальні і дотичні напруження від загального вигину, місцевого вигину перекриття (якщо воно має місце) та місцевого вигину ребра: в прогоні на опорі	0,80 0,90
Обшивка корпусу та надбудови, листи перегородок і цистерн	Нормальні напруження від місцевого навантаження: в прогоні на опорі	0,85 0,95
Рамний набір корпусу і надбудови, що не беруть участь у загальному вигині	Нормальні і дотичні напруження від місцевого навантаження: в прогоні на опорі	0,75 0,90
Основний набір корпусу і надбудови, що не бере участь у загальному вигині	Нормальні і дотичні напруження від місцевого навантаження: в прогоні на опорі	0,80 0,90
Рамні в'язі перегородок і цистерн	Нормальні і дотичні напруження від місцевого навантаження: в прогоні на опорі	0,80 0,95

Закінчення табл. 3.20.8.1

Назва і характеристика в'язей корпусу	Характеристика розрахункових напружень від навантажень	Допустимі напруження в частках від небезпечних
Основні в'язі перегородок і цистерн	Нормальні і дотичні напруження від місцевого навантаження: в прогоні на опорі	0,85 0,95
Пілерси і розкоси, що перевіряються на стійкість	Нормальні напруження від місцевого навантаження: для в'язей, що працюють ізольовано для розкосів, що пересікаються	0,50 0,75 (але не більше $0,5R_{p0,2}$)

3.20.8.2 Небезпечні нормальні напруження приймаються рівними, МПа:

при розтягненні $\sigma_0 = kR_{p0,2}$;

при стисканні $\sigma_0 = \sigma_{кр}$,

де: $R_{p0,2}$ – умовна границя плинності матеріалу, МПа, що відповідає залишковій деформації 0,2%;

$\sigma_{кр}$ - критичні напруження ребра жорсткості, визначені з урахуванням поправки на зміну модуля нормальної пружності, МПа;

k – коефіцієнт, що дорівнює:

$k = 0,9$ - для клепанних конструкцій;

для зварних конструкцій:

$k = 0,6$ при $2\text{мм} \leq s < 3\text{мм}$;

$k = 0,7$ при $3\text{мм} \leq s < 4\text{мм}$;

$k = 0,8$ при $s \geq 4\text{мм}$;

s - товщина з'єднувальних елементів конструкцій.

Небезпечні дотичні напруження τ_0 приймаються рівними 0,57 небезпечних нормальних напружень σ_0 , що діють в даному перерізі.

3.20.9 Конструювання корпусу

3.20.9.1 Товщини в'язей корпусу повинні бути не менше зазначених у табл. 3.20.9.1.

Таблиця 3.20.9.1

Назва в'язі	Мінімальна товщина, мм, при довжині судна L , м							
	$L \leq 20$			$20 < L \leq 40$			$L > 40$	
	Для судна, що експлуатується в районі плавання							
	В3 і В4	В2	В1	В3 і В4	В2	В1	В2	В1
Обшивка днища	1,5	2,0	2,5	2,0	2,5	3,0	3,0	3,5
Обшивка борту	1,5	2,0	2,5	1,5	2,0	2,5	2,5	3,0
Настил палуби корпусу, обшивка перегородок	1,5	1,5	2,0	1,5	2,0	2,5	2,5	3,0
Обшивка скегу	2,5	3,0	3,0	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Обшивка ресивера	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	2,0	2,5	3,0
Обшивка надбудови	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5

3.20.9.2 Листи зовнішньої обшивки в районі встановлення фундаментів під двигуни, в місцях кріплення кронштейнів гребних валів і водометів, а також листи, що піддаються посиленому механічному зносу, потовщуються не менше ніж на 40%.

3.20.9.3 Відстань між ребрами основного набору (шпація) не повинна перевищувати 300мм при товщині обшивки менше 3мм і 400мм в інших випадках.

3.20.9.4 Відстань між рамними шпангоутами не повинна перевищувати 1200мм при шпації до 300мм і 1500мм в інших випадках.

3.20.9.5 Відстань між кільсонами, а також між кільсоном і бортом або поздовжньою перегородкою не повинна перевищувати 1500мм на судах без подвійного дна і 2000мм на судах з подвійним дном.

3.20.9.6 У районі нижньої кромки скегів повинен посилюватися шляхом потовщення обшивки або установкою спеціального підкріплення. Товщина підкріплення повинна бути не менше подвоєної товщини обшивки скегу. На судах, призначених для експлуатації тільки в прісній воді, допускається встановлення сталевих підкріплюючих накладок.

3.20.9.7 Необхідно здійснювати заходи щодо збільшення жорсткості палуби в районі можливого скупчення пасажирів при посадці. Товщина палуби в цьому районі повинна бути не менше 3мм.

3.20.9.8 При наявності часто розташованих віконних вирізів в надбудові в її стінках повинні бути передбачені дві крайніх суцільних ділянки (носова та кормова). Довжина кожної з цих ділянок повинна перевищувати висоту віконних вирізів не менше ніж на 20%.

3.20.10 Вібраційна міцність і норми вібрації корпусу

3.20.10.1 Розрахунок вібрації зводиться до перевірки відсутності резонансу шляхом визначення частот вільних коливань і порівнювання їх з частотами збуджуючих сил, що викликаються роботою судових технічних засобів і рушійного комплексу.

Перевірки підлягають:

.1 загальні вертикальні коливання корпусу для розрахункових випадків навантаження судна при повному завантаженні та порожнем;

.2 місцеві коливання набору, ребер жорсткості і пластин зовнішньої обшивки, палуб і перегородок.

3.20.10.2 Перевірка місцевих коливань обов'язкова для таких районів:

.1 днища в районі рушійного комплексу;

.2 днища в районі встановлення двигунів і вентиляторів.

3.20.10.3 У розрахунках загальної вібрації визначаються частоти вільних коливань корпусу першого, другого і вищих тонів для судна в режимі плавання і в режимі ширяння методами, погодженими із Регістром. Ці частоти повинні відрізнятися від частот збуджуючих сил при основних експлуатаційних режимах, чисельно рівних:

.1 частоті обертання ротора рушії;

.2 частоті обертання ротора рушії, помноженій на число його лопаток;

.3 частоті обертання колінчастого валу двигуна;

.4 частоті обертання колінчастого валу двигуна, помноженій на число спалахів за один оборот колінчастого валу;

.5 частоті обертання вентилятора, помноженій на число його лопаток.

3.20.10.4 Прийнята проектантом відмінність частот повинна бути обґрунтована розрахунком, що показує, що амплітуди загальної вібрації не перевищують допустимі (див. **3.20.10.13**).

3.20.10.5 Частота вільних коливань корпусу першого, другого і вищих тонів повинна уточнюватися експериментально на головному судні.

3.20.10.6 Для запобігання резонансу частоти вільних коливань перших тонів окремих конструкцій корпусу повинні перевищувати частоти збуджуючих сил на основних експлуатаційних режимах (при ході судна в режимі ширяння і в режимі плавання):

.1 для пластин і ребер жорсткості днища корпусу в кормовій кінцевій частині - частоту обертання ротора рушії не менше ніж на 50% і 30% відповідно;

.2 для пластин і ребер жорсткості в районі установки головних двигунів - частоту обертання колінчастого валу і подвоєну частоту обертання колінчастого валу головних двигунів не менше ніж на 50% і 30% відповідно.

3.20.10.7 Частоти вільних коливань пластин і ребер жорсткості повинні відрізнятися від частот збуджуючих сил, чисельно рівних:

.1 в кормовій кінцевій частині - добутку частоти обертання ротора рушії на число його лопаток;

.2 в районі установки головних двигунів - добутку частоти обертання колінчастого валу двигуна на число спалахів за один оборот колінчастого валу;

.3 в районі встановлення вентиляторів - добутку частоти обертання вентилятора на число його

лопаток.

3.20.10.8 Прийнята проектантом відмінність частот вільних коливань від частот збуджуючих сил (див. **3.20.10.7**) повинна бути обґрунтована розрахунком вимушеної вібрації, що показує, що амплітуди при вібрації не будуть перевищувати допустимі значення (див. **3.20.10.14**).

3.20.10.9 Частота вільних коливань пластин, Гц, опертих на рамний набір і не підкріплених проміжним основним набором або ребрами жорсткості, може обчислюватися за формулами (5.3.2), (5.3.3-1), (5.3.3-2).

3.20.10.10 Частота вільних коливань пластин, Гц, опертих на рамний набір і підкріплених проміжним основним набором або ребрами жорсткості, визначається за формулами (5.3.4) ÷ (5.3.6).

3.20.10.11 Частота вільних коливань, Гц, проміжного основного набору або ребер жорсткості, що визначається без взаємодії їх з пластиною, визначається за формулами (5.3.5).

3.20.10.12 При випробуванні головних суден згідно **3.20.1.6** повинно бути передбачене експериментальне визначення збуджуючих періодичних сил від рушіїв, двигунів, вентиляторів, сил динамічної взаємодії з хвилями і т. п. і районів їх поширення за програмою, схваленою Регістром. Результати випробувань повинні бути представлені Регістру.

3.20.10.13 Допустимі амплітуди вібрації кормової кінцевої частини не повинні перевищувати значень, що розраховуються за формулою (5.4.2.1).

3.20.10.14 Допустимі амплітуди вібрації в центрі пластин корпусу та надбудови не повинні перевищувати значень, що визначаються за формулою, мм:

$$A_d = k(a/100s)^2 s, \quad (3.20.10.14)$$

де: k – коефіцієнт, що дорівнює:

$k = 2,9$ для пластин, приварених по контуру суцільним двостороннім швом або приклепаних до набору;

$k = 1,45$ для пластин, приварених по контуру суцільним однобічним або переривчастим двостороннім швом;

a - коротка сторона пластини, см.

s - товщина пластини, см.

3.20.10.15 Вібрація набору вважається допустимою, якщо найбільші напруження, заміряні або визначені за заміряними амплітудами, не перевершують 20МПа.

3.20.11 Вимоги до конструкції і норми міцності гнучких огорожень повітряної подушки

3.20.11.1 Наведені нижче вимоги відносяться до гнучких огорожень (ГО) повітряної подушки амфібійних і скегових СПП внутрішнього плавання, виготовлених з схвалених Регістром гумотканинних матеріалів із застосуванням клеєпрошивних, болтових і клепаних з'єднань.

3.20.11.2 Вибір розмірів, конструкції, типу з'єднань і вузлів ГО повинен проводитися на початкових стадіях проектування СПП відповідно до технічного завдання, а також з урахуванням досвіду проектування і експлуатації аналогічних суден і даних про фізико-механічні характеристики матеріалів ГО, представлених виробником цих матеріалів та отриманих на підставі лабораторних досліджень.

3.20.11.3 Для конструкцій ГО, що відрізняються принциповою новизною технічних рішень, вибором матеріалів або передбачуваних умов експлуатації, на вимогу Регістра повинні бути передбачені виготовлення та випробування дослідного комплекту ГО. Дослідний комплект ГО повинен пройти цикл випробувань на головному СПП в експлуатаційних умовах у межах передбаченого для ГО терміну служби (ресурсу) за програмою, схваленою Регістром.

3.20.11.4 За погодженням із Регістром можуть бути визнані доцільними виготовлення та дослідна експлуатація двох і більше дослідних комплектів ГО з метою вибору оптимального варіанту конструкції ГО і матеріалу для його виготовлення. При виборі марки матеріалу слід надавати перевагу матеріалам, які мають найбільший ресурс в експлуатаційних умовах (при тривалому перебуванні у воді, при впливі нафтопродуктів, що містяться у воді, сонячної радіації, низьких і високих температур, при втомному і абразивному зносі в амфібійних режимах руху СПП).

3.20.11.5 Результати визначення технічного стану ГО і протоколи випробувань в період дослідної експлуатації повинні бути надані Регістру для коригування вимог до конструкції і норм міцності ГО на основі обробки статистичних даних.

3.20.11.6 Конструкція ГО повинна відповідати наступним вимогам:

.1 вона повинна забезпечувати надійну роботу ГО в експлуатаційних умовах у межах

передбаченого терміну служби (ресурсу);

.2 металеві деталі кріплень ГО повинні виготовлятися з антикорозійних сплавів або мати антикорозійне покриття;

.3 вона повинна бути по можливості технологічною, легкодоступною для обслуговування, монтажу, демонтажу та забезпечувати можливість заміни або ремонту дефектних елементів і деталей поза заводських умов;

.4 для безпечної експлуатації та зменшення можливості пошкоджень ГО його форма і конструкція в режимі ширяння над рівним екраном повинні забезпечувати необхідну висоту повітряної подушки і задані характеристики остійності СПП, а також не допускати непередбачених вигинистих деформацій і витоків повітря на стиках полотнищ і у вузлах кріплень моноліту.

3.20.12 Розрахунки і норми міцності гнучкого огороження

3.20.12.1 Загальна міцність основних елементів конструкції ГО повинна бути перевірена відповідно до методів розрахунку натягнень в м'яких оболонках, що піддаються впливу надлишкового внутрішнього тиску.

3.20.12.2 Умова міцності ГО визначається формулою:

$$T \leq T_d, \quad (3.20.12.2)$$

де: T - розрахунковий натяг,

T_d - допустимий натяг в компонентах ГО.

3.20.12.3 Допустимий натяг в матеріалі ГО на стадії проектування СПП визначається за формулою:

$$T_d = m \cdot \bar{R}_{eH}, \quad (3.20.12.3)$$

де: \bar{R}_{eH} - границя міцності матеріалу ГО на розрив, кН/см,

m - коефіцієнт зменшення міцності матеріалу внаслідок технологічних допусків при складанні ГО, зносу і природного старіння матеріалу в експлуатації, який повинен призначатися відповідно до табл. 3.20.12.3.

Таблиця 3.20.12.3

№ п/п	Розрахункові випадки згідно з 3.20.12.5	Коефіцієнти	Варіант ГО				
			Двох'ярусний моноліт	Двох'ярусний напівмоноліт	Скеговий СПП	Знімні елементи амфібійного СПП або надувні скеги	
1	Випадок згідно з 3.20.12.5.1	n	1	1	1	1	
		m	0,2	0,2	0,2	0,09*	
2	Випадок згідно з 3.20.12.5.2	n	2,4	2,4	3,5	2,4	
		m	0,2	0,2	0,2	0,09*	
3	Випадок згідно з 3.20.12.5.3 контакт з перешкодою:						
		поперечний	n	1,5	-	-	1,5
		поздовжній	n	2,2	-	-	2,2
			m	0,2	0,2	-	0,09*

* Враховано додатковий знос вказаних компонентів ГО при контакті з ґрунтом.

3.20.12.4 На етапі проектування ГО вводиться коефіцієнт n збільшення динамічних навантажень відносно навантаження в базовому розрахунковому випадку, який повинен призначатися відповідно до табл. 3.20.12.3.

3.20.12.5 Основними розрахунковими випадками є:

- .1 ширяння СПП над горизонтальним екраном без ходу і у відсутності хитавиці (базовий випадок);
- .2 взаємодія з водною поверхнею при хитавиці і режимі ширяння на ходу з розмахом, рівним висоті повітряної подушки:

$$2z = h_{\text{пп}};$$

- .3 контакт з перешкодами, які мають поздовжню і поперечну орієнтацію відносно контуру ГО в плані, в режимі ширяння.

3.20.12.6 Уточнення значень коефіцієнтів n і m проводиться з урахуванням даних дослідної і тривалої експлуатації СПП.

3.20.13 Розрахунок міцності моноліту (базовий випадок)

3.20.13.1 Під монолітом розуміється оболонка верхнього ярусу двох'ярусного ГО повного контуру, замкнута на корпус СПП з допомогою верхнього та нижнього кріплень, а також надувний скег (балон) у складі ГО відповідних варіантів СПП.

3.20.13.2 Натяг в зовнішній гілці оболонки моноліту (на границі з навколишньою атмосферою) T_M в режимі ширяння без ходу (базовий розрахунковий випадок згідно з **3.20.12.5.1**) визначається за формулою, кН/см:

$$T_M = P_M r_3 \cdot 10^{-4}, \quad (3.20.13.2)$$

де: P_M - тиск у моноліті (ресивері), кПа;

r_3 - радіус кривизни зовнішньої гілки оболонки моноліту, см.

Примітка. Згідно з умовами рівноваги оболонки моноліту ГО, натяг у внутрішній гілці оболонки (на границі з порожниною повітряної подушки) дорівнює натягу в зовнішній гілці.

3.20.13.3 Максимальні натяги в оболонці циліндричних ділянок моноліту $T_M^{\text{ц}}$ при русі СПП на хвилюванні (розрахункові випадки згідно з **3.20.12.5.2** та **3.20.12.5.3**) визначаються за формулою, кН/см:

$$T_M^{\text{ц}} = n P_M r_3 \cdot 10^{-4}, \quad (3.20.13.3)$$

де n - коефіцієнт збільшення тиску, що визначається для кожного розрахункового випадку за результатами випробувань близького прототипу, а за відсутності прототипу визначається згідно з табл. 3.20.12.3.

3.20.13.4 Максимальні натяги в тороїдальних ділянках оболонки моноліту $T_M^{\text{к}}$ (носової секції і кормових кутових секціях) визначаються за формулою, кН/см:

$$T_M^{\text{к}} = 1,5 n P_M r_3 \cdot 10^{-4}. \quad (3.20.13.4)$$

3.20.14 Розрахунок міцності напівмоноліта

3.20.14.1 Під напівмонолітом розуміється оболонка верхнього ярусу двох'ярусного ГО неповного контуру, яка зістикована з корпусом СПП за допомогою тільки верхнього кріплення.

3.20.14.2 Натяги в оболонці циліндричних ділянок напівмоноліта $T_{\text{пм}}^{\text{ц}}$ визначаються за формулою, кН/см:

$$T_{\text{пм}}^{\text{ц}} = n P_{\text{п}} r_3 \cdot 10^{-4}, \quad (3.20.14.2)$$

де: $P_{\text{п}}$ - тиск в порожнині повітряної подушки, кПа.

3.20.14.3 Максимальні напруження в торообразних ділянках оболонки моноліту (носової секції і

кормових кутових секціях) $T_{\text{пм}}^{\text{к}}$ визначаються за формулою, кН/см:

$$T_{\text{пм}}^{\text{к}} = 1,5nP_{\text{п}^3} \cdot 10^{-4}. \quad (3.20.14.3)$$

3.20.15 Розрахунок міцності знімного елемента

3.20.15.1 Натяги в матеріалі знімного елемента відкритого типу T_e визначаються за формулою, кН/см:

$$T_e = nP_{\text{п}^e} \cdot 10^{-4}, \quad (3.20.15.1)$$

де: r_e - радіус кривизни зовнішньої гілки горизонтального перерізу елемента, см.

3.20.15.2 Натяги в матеріалі знімного елемента закритого типу визначаються за формулами для моноліту.

3.21 СУДНА ДОВЖИНОЮ БІЛЬШЕ 110м

3.21.1 Не пасажирські судна довжиною $L_{\text{нб}}$ більше 110м повинні відповідати наступним додатковим вимогам:

1 повинні мати можливість роз'єднання на сегменти в середній частині довжини судна на випадок аварії без використання капітального аварійного обладнання; при цьому сегменти судна після роз'єднання повинні залишатися на плаву;

2 повинні мати подвійне дно та подвійні борти згідно з вимогами частини XIII «Судна для перевезення небезпечних вантажів» цих Правил.

4 РОЗРАХУНКИ МІЦНОСТІ І СТІЙКОСТІ

Вимоги цього розділу застосовуються до суден відповідно до 1.1.2.2 і 1.1.2.3 та інших пунктів, що містять посилання на вимоги розділу 4.

4.1 РОЗРАХУНКОВІ НАВАНТАЖЕННЯ ПРИ ЗАГАЛЬНОМУ ВИГІНІ

4.1.1 Розрахунок згинальних моментів та перерізуючих сил на тихій воді слід проводити в поперечних перерізах, кількість і розташування яких вибирається так, щоб можна було побудувати епюри згинальних моментів і перерізуючих сил, по всій довжині судна, методом інтегрування кривої навантаження, як правило, не менше чим по 21 рівновіддаленій ординаті. Для суден спрощеної форми корпусу та з рівномірним розподілом сил мас по довжині судна, за узгодженням з Регістром, можливе зменшення кількості рівновіддалених ординат.

При розрахунках згинальних моментів та перерізуючих сил на тихій воді повинні бути розглянуті найбільш несприятливі можливі варіанти навантаження з врахуванням 4.1.2 ÷ 4.1.23.

4.1.2 Сили, що діють на тихій воді на корпус суден внутрішнього плавання, відносяться до одного з видів:

.1 сил мас судна з обладнанням і механізмами, ваги вантажів, запасів, забезпечення, баласту;

.2 сил підтримання судна на воді, які визначаються водотоннажним об'ємом корпусу судна, що знаходиться на плаву чи на міліні. При посадці на міліну сили підтримання визначаються з врахуванням посадки судна на міліні та сил реакції ґрунту;

.3 сил, що виникають в аварійній ситуації, до яких слід віднести вагу води в затоплених приміщеннях і реакцію ґрунту при посадці на міліну.

4.1.3 Вагове навантаження судна включає статті:

.1 корпус;

.2 механізми;

.3 паливо, вода, мастило;

.4 вантаж;

.5 екіпаж, спеціальний персонал і пасажери з багажем;

.6 обладнання приміщень і суднові запаси;

.7 питна вода і провізія;

.8 запас водотоннажності.

При проведенні розрахунків зусиль на тихій воді від загального вигину допускається вказані статті укрупнювати до двох складових: ваги порожнього судна і дедвейту.

4.1.4 До мас порожнього судна відносять:

.1 масу корпусу з обладнанням (голий корпус, обладнання приміщень, суднові пристрої, суднові системи, електрообладнання, зв'язок, управління);

.2 масу силової установки з валопроводом, рушіями, обладнанням машинного відділення.

4.1.4.1 Масу корпусу допускається представляти у вигляді декількох складових:

.1 «гладкий» корпус, розподіл якого задають відомими наближеними способами, наприклад, ступінчастою кривою проф. А.А. Курдюмова;

.2 надбудови (бак, ют, середня надбудова) і рубки з включенням відповідних пристроїв (якірного, швартовного), що знаходяться в районі цих надбудов і рубок, і обладнання приміщень цих надбудов і рубок.

4.1.5 До дедвейту відносять:

.1 вантаж;

.2 баласт;

.3 рідкі запаси (важке і дизельне паливо, мастило, питна, котельна, стічна, льяльна вода та вода для миття тощо);

.4 всі особи на борту (див. 4.1.3.5), провізія, суднове забезпечення, суднові «сухі» запаси.

4.1.6 При визначенні сил мас похибка у визначенні маси окремих статей вагового навантаження повинна бути не більше ніж 0,001Δ.

4.1.7 Сили підтримування судна на воді визначаються об'ємом судна по ватерлінію на плаву або на міліні. Пошкоджені затоплені відсіки зараховуються у водотоннажний об'єм корпусу.

Якщо положення ватерлінії на плаву судна невідомо, воно знаходиться послідовними наближеннями. Положення діючої ватерлінії вважається знайденим, якщо будуть забезпечені умови:

$$\left. \begin{array}{l} |x_g - x_c| < 0,001L; \\ |\Delta - \gamma \cdot \nabla| < 0,004L, \end{array} \right\} \quad (4.1.7)$$

де: ∇ , x_c – відповідно, об'ємна водотоннажність, m^3 , та абсциса центру величини судна, м, в останньому наближенні;

x_g – абсциса центра ваги судна, м;

Δ – водотоннажність судна, т;

$\gamma = 1,0 \text{ т/м}^3$ – питома вага води.

При цьому, якщо застосовне, сумарні об'єми води в аварійних відсіках по попередню і подальшу ватерлінії не відрізнятимуться більше ніж на 5%.

4.1.8 До сил, що виникають в аварійній ситуації, відносять:

.1 масу води в затоплених приміщеннях;

.2 реакцію ґрунту при посадці на міліну;

.3 відривний опір, тобто опір ґрунту при відриві від нього судна.

Відривний опір враховується в спеціальних розрахунках при проведенні аварійно-рятувальних робіт.

4.1.9 При проведенні перевірочних розрахунків міцності корпусів суден внутрішнього плавання з перегином, у т.ч. будівельним, рекомендується використовувати формулу для оцінки впливу зміни згинального моменту $\Delta M_{\text{Буд}}$, кНм:

$$\Delta M_{\text{Буд}} = (4,67\alpha - 2,68) \cdot \Delta \cdot L \cdot \omega / d, \quad (4.1.9)$$

де: α – коефіцієнт повноти ватерлінії при осадці d ;

Δ – водотоннажність судна, т;

ω – стрілка будівельного вигину на міделі, м.

Для оцінки впливу зміни згинального моменту $\Delta M_{\text{Буд}}$ можуть бути застосовані розрахункове його визначання інтегруванням кривої змін сил підтримування та, за узгодженням з Регістром, інші формули.

4.1.10 При розрахунках зусиль на тихій воді з урахуванням прогину допускається використовувати розподіл моменту інерції по довжині судна по прямокутнику:

$$I_{(x)} = I_{\infty},$$

де: I_{∞} – момент інерції поперечного перерізу корпусу на міделі.

4.1.11 Для суховантажних суден, включаючи судна, що перевозять небезпечні вантажі, повинні розглядатися наступні випадки навантаження судна (якщо застосовне):

.1 судно порожнем без баласту;

.2 судно порожнем з баластом;

.3 рівномірне навантаження навалювальним і/або генеральним вантажем з найменшим питомо-вантажним об'ємом (найбільш важкий вантаж) до максимальної осадки;

.4 рівномірне навантаження навалювальним і/або генеральним вантажем з найбільшим питомо-вантажним об'ємом з найменшою осадкою після навантаження;

.5 нерівномірне навантаження найбільш важким навалювальним вантажем, що може зміщуватися;

.6 спеціальні випадки навантаження, характерні для цього судна: завантаження контейнерами, колісною технікою, трубами, лісовим вантажем, перевезення важких палубних вантажів;

.7 навантаження на короткому плечі при максимальній осадці, але при мінімальній кількості запасів (для самохідних суден).

4.1.12 Для наливних суден мають бути розглянуті наступні випадки навантаження судна (якщо застосовне):

- .1 судно порожнем без баласту;
- .2 судно порожнем з баластом;
- .3 навантаження з найбільш важким вантажем;
- .4 рівномірне навантаження з легким вантажем;
- .5 передбачені варіанти нерівномірного навантаження;
- .6 передбачені варіанти часткового навантаження;
- .7 передбачені варіанти сумісного навантаження важким і легким вантажем до максимальної осадки;
- .8 навантаження на короткому плечі при максимальній осадці, але при мінімальній кількості запасів (для самохідних суден).

4.1.13 Для комбінованих суден повинні бути розглянуті випадки навантаження для суховантажних і наливних суден.

4.1.14 Для буксирів і штовхачів мають бути розглянуті випадки навантаження:

- .1 без баласту;
- .2 з баластом.

4.1.15 Для пасажирських суден мають бути розглянуті випадки навантаження:

- .1 судно порожнем без вантажу і пасажирів;
- .2 судно з повним вантажем і з пасажирями;
- .3 судно при інших несприятливих станах навантаження.

4.1.16 Для суден технічного флоту:

- .1 без баласту у стані по-похідному;
- .2 з баластом у стані по-похідному;
- .3 без баласту в робочому стані;
- .4 з баластом в робочому стані.

4.1.17 Для самохідних суден випадки завантаження формуються при кількості запасів і палива 10% і 100% відповідно до Інструкції щодо завантаження.

4.1.18 Розрахунок зусиль під час виконання вантажних операцій

.1 Розрахунок зусиль на тихій воді під час вантажних операцій для суховантажних суден необхідно проводити для наступних варіантів (див. схеми на рис. 4.1.18.1):

- а) навантаження-розвантаження одним вантажним пристроєм в один прохід з носу в корму і з корми в ніс;
- б) навантаження-розвантаження одним вантажним пристроєм в два проходи;
- в) навантаження-розвантаження двома вантажними пристроями від крайніх частин до міделя;
- г) навантаження-розвантаження двома вантажними пристроями від міделя до крайніх частин;
- д) навантаження-розвантаження двома вантажними пристроями від кінцевої частини і міделя до іншої кінцевої частини.

Якщо Інструкцією щодо завантаження передбачена заборона якогось варіанту завантаження, то він може бути виключений з розрахунку зусиль з обов'язковим врахуванням всіх, передбачених Інструкцією щодо завантаження, варіантів.

.2 Якщо Інструкцією щодо завантаження передбачена можливість одночасного проведення вантажних і баластних операцій, то розрахунки зусиль під час вантажних операцій слід проводити в двох варіантах:

- навантаження-розвантаження вантажу без одночасного баластування (тобто прийом вантажу від порожнього стану судна до стану повного завантаження);
- навантаження-розвантаження вантажу при одночасному баластуванні (тобто прийом вантажу від стану судна в баласті до стану повного завантаження). При одночасному баластуванні і вантажних операціях необхідно враховувати швидкість навантаження/розвантаження і швидкість відкачування/прийому баласту.

.3 Порядок навантаження і розвантаження наливного вантажу призначається відповідно до Інструкції щодо завантаження з урахуванням продуктивності насосів і пропускної спроможності клінкетів, а також необхідності операції зачищення вантажних танків при закінченні розвантаження шляхом створення крену і диференту.

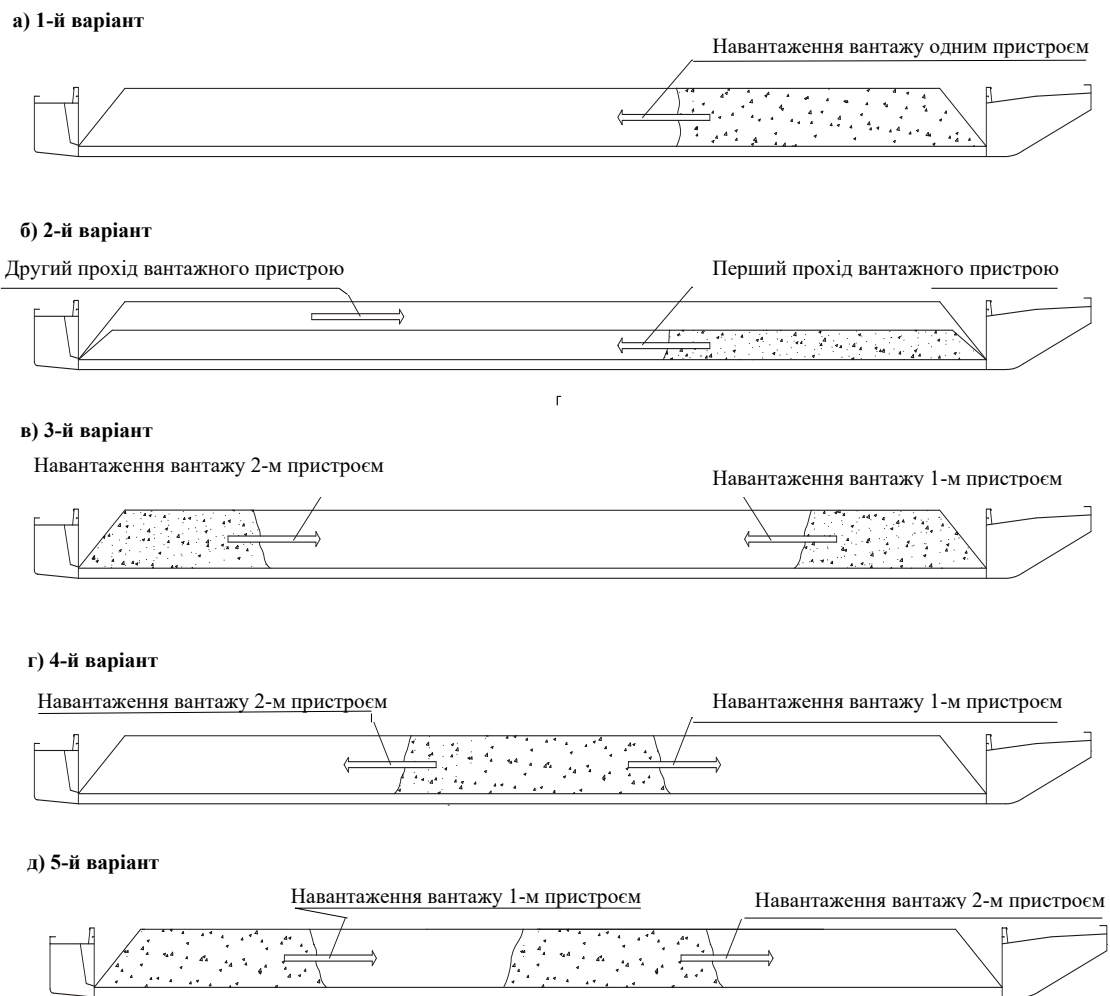


Рис. 4.1.18.1. Розрахункові моделі проведення вантажних операцій

4.1.19 Розрахунок зусиль на тихій воді для суховантажних суден при повному завантаженні відповідно до вимог Інструкції щодо завантаження необхідно проводити виходячи з припущення, що 5% (для суден при виконанні місцевих перевезень мінерально-будівельних матеріалів рекомендується приймати 7,5%) загальної кількості вантажу прийнятого на судно перенесено з середньої частини вантажного простору в крайні частини вантажного простору для перегину і навпаки – для прогину (див. рис. 4.1.19).

4.1.20 Для самохідних суден повинні бути визначені зусилля на тихій воді при диферентуванні самохідного судна для огляду гвинтостернового комплексу шляхом прийому рідкого або/і твердого баласту в носові відсіки при несприятливому розподілі запасів, який забезпечує найбільший перегин для визначення розрахункового значення згинального моменту M_p , що виникає при диферентуванні.

Для кормового розташування машинного відділення, коли запаси зосереджені в цистернах в межах машинного відділення, таким станом є 100% запасів.

Допускається обмежувати кількість і розміщення суднових запасів, при яких дозволено проводити диферентування, при цьому встановлене обмеження повинно бути записане в Інструкцію щодо завантаження.

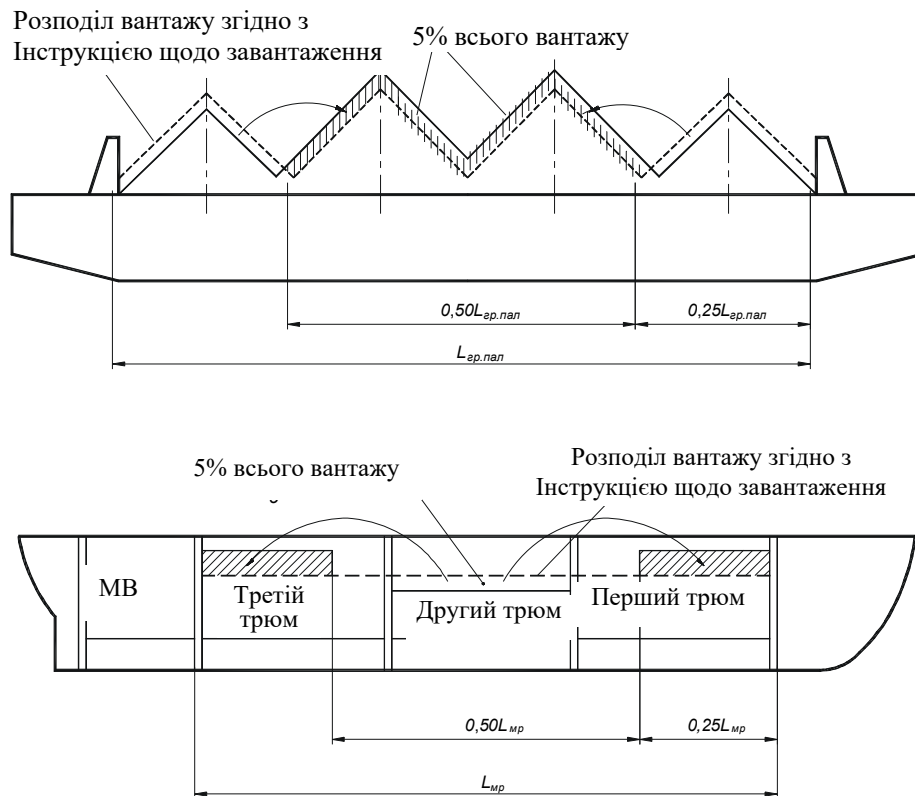


Рис. 4.1.19. Схема врахування нерівномірності розподілу вантажів

4.1.21 Для станів з повним вантажем і порожнем (баластний перехід), що приводять до найбільших значень прогину і перегину, необхідно розглянути випадки завантаження з урахуванням затоплення відповідно носових відсіків і середніх відсіків для визначення розрахункового значення згинального моменту M_p , який виникає при затопленні. В розрахунок приймаються відсіки, визначені відповідно до частини IV «Остійність, поділ на відсіки і надводний борт» цих Правил, як такі, що затоплюються.

Коефіцієнти проникності (якщо вони не визначені згідно з частиною IV «Остійність, поділ на відсіки і надводний борт» цих Правил) при визначенні маси заборотної води, що влилася в пошкоджені відсіки, слід приймати наступними:

0,98 – для бортових і міждонних відсіків, баластних цистерн, порожніх нерефрижераторних трюмів, сухих відсіків;

0,95 – для житлових і пасажирських приміщень, сухих форпіка і ахтерпіка, приміщень з порожньою колісною технікою і порожніми контейнерами;

0,93 – для порожніх рефрижераторних трюмів;

0,85 – для приміщень, зайнятих механізмами, електростанціями, технологічним обладнанням;

0,80 – для вантажних приміщень накатних суден;

0,60 – для приміщень, зайнятих генеральними або навалювальними вантажами або судовими запасами;

0,35 – для трюмів, зайнятих лісовим вантажем;

0,25 – для трюмів, завантажених мішками з мукою або цементом в пакетах.

Нерівномірність розподілу вантажу для суховантажних суден повинна враховуватися відповідно до 4.1.19.

4.1.22 Для наливних і суховантажних суден, призначених для перевезення небезпечних вантажів, для станів з вантажем, що приводять до найбільших значень прогину і перегину, необхідно розглянути випадки посадки на мілину відповідно на міделі і носовій кінцевій частині з метою визначення розрахункового значення моменту M_p , що вигинає, який виникає при посадці на мілину.

Розрахунок повинен проводитися з урахуванням реакції ґрунту, як зосередженої сили (або розподіленої на ділянці не більше за одну теоретичну шпацию $L/20$), величиною $0,05\Delta$ для несамохідних суден і $0,06\Delta$ для самохідних суден:

- прикладеної для прогину – до точки, віддаленої від носового перпендикуляра на $0,025L$ (модель посадки на міліну з ходу);

- прикладеної для перегину – до точки на міделі (модель посадки на міліну при обсиханні).

Для наливних несамохідних барж-секцій, призначених для штовхання, такий розрахунок повинен проводитися для реакції ґрунту, що дорівнює $0,075\Delta$.

Нерівномірність розподілу вантажу для суховантажних суден повинна враховуватися відповідно до **4.1.19**.

4.1.23 Для суден із співвідношенням $L/D > 25$ згинальний момент, $M_{\text{ТВ}}$, кНм, і перерізуючу силу, $N_{\text{ТВ}}$, кН, на тихій воді можна визначати з урахуванням гнучкості корпусу:

$$M_{\text{ТВ}} = \beta \times M_{\text{ТВ}}^{\circ}; \quad (4.1.23-1)$$

$$N_{\text{ТВ}} = \beta \times N_{\text{ТВ}}^{\circ}, \quad (4.1.23-2)$$

де: $M_{\text{ТВ}}^{\circ}$, $N_{\text{ТВ}}^{\circ}$ – відповідно згинальний момент, кНм, і перерізуюча сила, кН, на тихій воді, визначені без урахування впливу гнучкості корпусу судна;

β – коефіцієнт, який враховує вплив гнучкості корпусу на згинальний момент і перерізуючу силу і визначається за формулою:

$$\beta = 1 / \left(1 + 1,226 \cdot 10^{-2} \frac{L^4 \cdot B}{E \cdot I_{\otimes}} \cdot \alpha^2 \right); \quad (4.1.23-3)$$

E – модуль нормальної пружності матеріалу корпусу, кПа;

I_{\otimes} – момент інерції площі міделевого перерізу еквівалентного бруса, м^4 , що обчислюється при проектній (будівельній) товщині і редукційних коефіцієнтах в'язей, що дорівнюють одиниці;

α – коефіцієнт повноти розрахункової ватерлінії.

4.1.24 Додатковий хвильовий згинальний момент на міделі судна визначається за формулою:

$$M_{\text{ДХ}} = \pm (k_p \cdot M_X + M_Y), \quad (4.1.24-1)$$

де: M_X – згинальний момент, викликаний безпосередньою дією хвилі (хвильовий згинальний момент), кНм;

k_p – коефіцієнт, що враховує вплив хвильової вібрації;

M_Y – згинальний момент, викликаний ударом хвиль в носову кінцеву частину (ударний згинальний момент), кНм.

Хвильовий згинальний момент визначається за формулою, кНм:

$$M_X = 0,255 \cdot \varepsilon \cdot k_{\text{cb}} \cdot k_d \cdot k_x \cdot B \cdot L^2 \cdot 1,24 h_{\text{ХВ}}, \quad (4.1.24-2)$$

де: $h_{\text{ХВ}}$ – розрахункова висота хвилі згідно з **2.1.1.1.1** (див. табл. 4.1.24-1), м;

ε – коефіцієнт, що визначається за табл. 4.1.24-1;

коефіцієнти k_{cb} , k_d , k_x обчислюються за формулами:

$$k_{\text{cb}} = \exp[-1,6(1 - c_b)]; \quad (4.1.24-3)$$

$$k_d = \exp \left(-1,14 \frac{d}{\eta \cdot 1,24 h_{\text{ХВ}}} \cdot \frac{c_b}{(2c_b + 1)} \right); \quad (4.1.24-4)$$

$$k_x = \left[1 - \exp\left(-\frac{0,19 \cdot c_b \cdot B}{\eta \cdot 1,24h_{XB}}\right) \right] \frac{\eta \cdot 1,24h_{XB}}{0,19 \cdot c_b \cdot B}; \quad (4.1.24-5)$$

c_b – коефіцієнт повноти водотоннажності;
 η – коефіцієнт, що приймається за табл. 4.1.24-1.

Таблиця 4.1.24-1

Район плавання судна	Висота хвилі h_{XB} , м	ε	η	ω_{cp} , c^{-1}	v_1 , м/с
B1	2,0	0,805	1,000	1,46	4,14
B2	1,2	0,848	0,874	1,88	3,21
B3	0,6	0,874	0,874	2,68	2,26
B4	0,3	0,887	0,874	3,08	1,76

Указані коефіцієнти можуть також бути знайдені за таблицями 4.1.24-2 ÷ 4.1.24-4, в яких величини a і b обчислюються за формулами:

$$a = 3 \cdot d \cdot \frac{c_b}{2 \cdot c_b + 1}; \quad (4.1.24-6)$$

$$b = c_b \cdot B. \quad (4.1.24-7)$$

Таблиця 4.1.24-2

Район плавання судна	h_{XB} , м	Значення k_a при величині a , що дорівнює, м									
		0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
B1	2,0	1,000	0,909	0,827	0,752	0,684	0,622	0,566	0,514	0,468	0,425
B2	1,2	1,000	0,865	0,748	0,647	0,560	0,485	0,419	0,363	0,314	0,271
B3	0,6	1,000	0,696	0,485	0,337	0,235	0,163	0,114	0,079	0,055	0,038
B4	0,3	1,000	0,611	0,353	0,182	0,072	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000

Таблиця 4.1.24-3

c_b	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
k_{cb}	0,487	0,527	0,571	0,619	0,670	0,726	0,787	0,852	0,923	1,000

Таблиця 4.1.24-4

Район плавання судна	h_{XB} , м	Значення k_x при величині b , що дорівнює, м									
		3,0	6,0	9,0	12,0	15,0	18,0	21,0	24,0	27,0	30,0
B1	2,0	0,870	0,762	0,672	0,597	0,533	0,479	0,433	0,394	0,360	0,331
B2	1,2	0,811	0,668	0,559	0,474	0,408	0,355	0,313	0,279	0,250	0,227
B3	0,6	0,610	0,408	0,295	0,227	0,183	0,153	0,131	0,115	0,102	0,092
B4	0,3	0,508	0,293	0,163	0,103	0,070	0,053	0,040	0,033	0,028	0,024

Значення L , B , d і c_b слід визначати при посадці судна, що відповідає розрахунковому випадку навантаження при обчисленні згинального моменту на тихій воді M_{TB} .

Коефіцієнт k_p розраховується за формулою:

$$k_p = 1 + \frac{\omega_K^2 / \sigma^2}{\sqrt{\left(1 - \omega_K^2 / \sigma^2\right)^2 + \left(2k_{\mu} \omega_K / \sigma\right)^2}}, \quad (4.1.24-8)$$

де:

$$\omega_K = \omega_{cp} + 1,92 k_v \cdot v_{TB} / L, \quad c^{-1}; \quad (4.1.24-9)$$

$$\sigma = k_s \sqrt{\frac{I_{\otimes}}{(1,2 + B/3 \cdot d) \cdot \Delta \cdot L^3}}; \quad (4.1.24-10)$$

$$k_{\mu} = 0,0612 (1 - 0,047 \cdot \sigma - 0,0077 \cdot \sigma^2), \text{ але не менше нуля}; \quad (4.1.24-11)$$

$\omega_{\text{ср}}$ визначається за табл. 4.1.24-1;
 k_v – коефіцієнт, що обчислюється за формулами:

якщо $10 \cdot \eta \cdot 1,24 h_{\text{XB}} / L \leq 0,3$:

$$k_v = 1 + 1,18 \frac{10 \eta \cdot 1,24 h_{\text{XB}}}{L} - 28,0 \left(\frac{10 \eta \cdot 1,24 h_{\text{XB}}}{L} \right)^2 + 61,7 \left(\frac{10 \eta \cdot 1,24 h_{\text{XB}}}{L} \right)^3, \quad (4.1.24-12)$$

якщо $10 \cdot \eta \cdot 1,24 h_{\text{XB}} / L > 0,3$:

$$k_v = 0,5 - 0,8 \left(\frac{10 \eta \cdot 1,24 h_{\text{XB}}}{L} - 0,3 \right) + \left(\frac{10 \eta \cdot 1,24 h_{\text{XB}}}{L} - 0,3 \right)^2; \quad (4.1.24-13)$$

$v_{\text{ТВ}}$ – швидкість ходу судна на тихій воді для розрахункового випадку навантаження, км/год.;

$k_s = 123 \cdot 10^4$ – для вантажних суден,

$k_s = 117 \cdot 10^4$ – для пасажирських суден,

$k_s = 104 \cdot 10^4$ – для буксирів і штовхачів;

I_{\otimes} – момент інерції площі міделевого перерізу еквівалентного бруса, м^4 , що обчислюється при проектних (будівельних) товщинах і редуційних коефіцієнтах в'язей, рівних одиниці;

Δ – водотоннажність судна, що відповідає розрахунковому випадку навантаження, кН.

Ударний згинальний момент визначається за формулою, кНм:

$$M_y = k_y \cdot \varphi_1 \cdot \Delta \cdot L, \quad (4.1.24-14)$$

де:

$$k_y = 5,3 \cdot 10^{-4} \varphi_0 \cdot \sigma \cdot v_0; \quad (4.1.24-15)$$

$\varphi_1 = 1$ при $d_n \leq d_n^{\circ}$,

$\varphi_1 = 3 - 2 d_n / d_n^{\circ}$ при $d_n^{\circ} < d_n < 1,5 d_n^{\circ}$,

$\varphi_1 = 0$ при $d_n \geq 1,5 d_n^{\circ}$;

d_n – осадка носом для розрахункового випадку завантаження, м;

d_n° – «порогова» осадка носом, що дорівнює, м:

$$d_n^{\circ} = \left(0,68 + \frac{0,21 \cdot k_v \cdot v_{\text{ТВ}}}{\sqrt{L}} \right) \eta \cdot 1,24 h_{\text{XB}}; \quad (4.1.24-16)$$

φ_0 – коефіцієнт, що дорівнює

$$\varphi_0 = 1 - 1,03 b_0 + b_0^2 - 0,417 b_0^3; \quad (4.1.24-17)$$

$$b_0 = 4,32 \sqrt{c_b (B/L)(d/L)}; \quad (4.1.24-18)$$

швидкість v_0 розраховується за формулою:

$$v_0 = [0,336 + 0,104 \cdot k_v \cdot v_{\text{ТВ}} / \sqrt{L}] \cdot v_1 + 0,024 \cdot k_v \cdot v_{\text{ТВ}}; \quad (4.1.24-19)$$

Швидкість v_1 приймається за табл. 4.1.24-1.

Значення додаткового хвильового згинального моменту повинно бути прийняте постійним на довжині $0,5L$ в середній частині судна і зменшуватися в сторону крайніх частин судна до нуля по лінійному закону (див. рис. 4.1.24). За узгодженням з Регістром для суден району плавання **ВІ**

можуть бути допущені відступи від епюри M_{dx} (див. рис. 4.1.24), при цьому межі постійної ділянки епюри повинні бути віддалені в ніс і корму від мідель-шпангоута судна не менше ніж на $0,15L$.

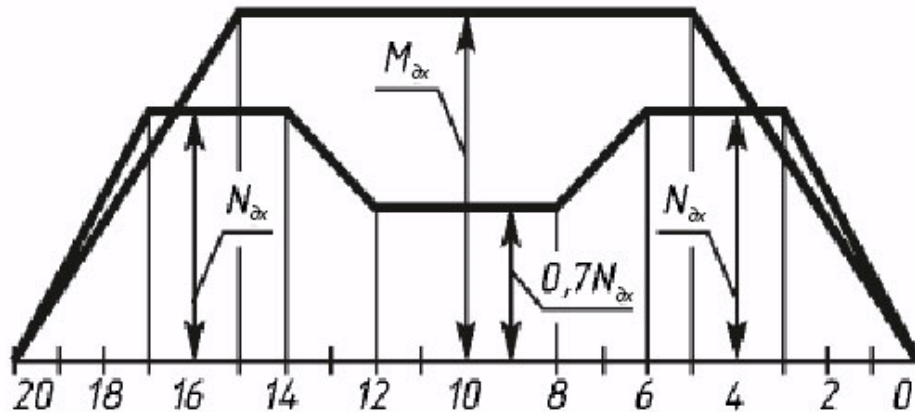


Рис. 4.1.24

4.1.25 Максимальне значення додаткової хвильової перерізуючої сили визначається за формулою, кН:

$$N_{dx} = 4 \cdot M_{dx} / L. \quad (4.1.25)$$

Епюра додаткових хвильових перерізуючих сил повинна бути прийнята відповідно до рис. 4.1.24.

4.1.26 Розрахункові значення згинальних моментів для прогину і перегину, кНм, в розрахунковому перерізі корпусу необхідно обчислювати підсумовуванням алгебраїчних значень згинальних моментів на тихій воді з додатковим хвильовим згинальним моментом в цьому перерізі:

$$M_p = M_{тв} + M_{dx}. \quad (4.1.26)$$

4.1.27 Розрахункові значення перерізуючих сил для прогину і перегину в розрахунковому перерізі корпусу необхідно визначати підсумовуванням абсолютних значень перерізуючої сили на тихій воді і додаткової хвильової перерізуючої сили в цьому перерізі, кН:

$$N_p = |N_{тв}| + |N_{dx}|. \quad (4.1.27)$$

4.1.28 Найбільші розрахункові згинальні моменти і перерізуючі сили слід визначати відповідно до 4.1.26 і 4.1.27 при розрахункових випадках завантаження згідно з 4.1.11 ÷ 4.1.22.

4.1.29 Для розрахункового випадку по 4.1.18, якщо навантаження і розвантаження в умовах хвилювання не допускається, у формулах (4.1.26) і (4.1.27) значення M_{dx} і N_{dx} слід приймати визначеними згідно з 4.1.24 і 4.1.25 як для судна району плавання В4. Якщо допускається проведення вантажних операцій в незахищених акваторіях, то M_{dx} і N_{dx} визначаються за формулами (4.1.24-1) і (4.1.25) для району плавання судна, що відповідає зоні судноплавства водного басейну, в який входить ця акваторія.

Значення $M_{тв}$ і $N_{тв}$ в процесі навантаження і розвантаження слід розраховувати з урахуванням розміщення вантажу по довжині судна згідно з 4.1.19.

4.2 РОЗРАХУНКОВІ МІСЦЕВІ НАВАНТАЖЕННЯ

4.2.1 Місцеве навантаження необхідно обчислювати для наступних випадків стану навантаження судна:

- .1 з повним вантажем;
- .2 порожнем або в баласті;
- .3 в процесі навантаження і розвантаження (для вантажних суден);
- .4 в процесі випробування корпусів суден на непроникність і герметичність;
- .5 при затопленні відсіків згідно з розділом 4 частини IV «Остійність, поділ на відсіки і надводний борт» цих Правил;
- .6 за інших несприятливих умов експлуатації судна.

4.2.2 Місцеву міцність конструкції слід перевіряти на ті навантаження, які викликають найбільші напруження.

Міцність поздовжніх в'язей корпусу перевіряється за сумарними напруженнями, що виникають від загального поздовжнього вигину судна і місцевого навантаження.

4.2.3 Розрахункове місцеве навантаження слід задавати тиском p , кПа, значення якого слід приймати рівним найбільшому із значень, отриманих за формулами, що приводяться нижче в цьому підрозділі.

Позначення, прийняті в формулах:

D_c – висота борту судна в перерізі, що розглядається, м;

d_v – осадка судна з повним вантажем в перерізі, що розглядається, м;

$d_{п}$ – осадка судна порожнем в перерізі, що розглядається, м;

d_b – осадка судна в баласті в перерізі, що розглядається, м;

h_b – висота від дна баластної цистерни до верху повітряної труби, м;

$h_{ш}$ – висота розширювальної шахти вантажного відсіку наливного судна, м;

h_k – напір водяного стовпа, що відповідає надмірному тиску, на який сконструйований і розрахований дихальний клапан в газовідвідних трубах, м;

$h_{хв}$ – розрахункова висота хвилі, м (див. 4.1.24);

p_v – тиск вантажу або палива, кПа, без урахування нерівномірності його розподілу;

H_T – висота трюму судна в перерізі, що розглядається, від ОП, м;

p_n – тиск вантажу, кПа, обчислений з урахуванням нерівномірності його розподілу згідно з 4.2.4;

γ_b – щільність навалювального або рідкого вантажу, кН/м³;

$h_{пд}$ – висота подвійного дна, м.

4.2.4 Тиск вантажу, кПа, обчислюється з урахуванням нерівномірності його розподілу за формулами:

.1 для суховантажних суден:

$$p_n = k_n \cdot p_v, \quad (4.2.4.1)$$

де: k_n – коефіцієнт нерівномірності тиску вантажу, що приймається (крім суден, що перевозять навалювальні вантажі горами або штабелем) $k_n = 1,25$ для розрахунку рамного набору і $k_n = 1,50$ для розрахунку основного набору і пластин;

.2 для наливних суден:

$$p_n = p_v \pm \Delta p_n, \quad (4.2.4.2)$$

де: Δp_n – розрахункова допустима нерівномірність тиску вантажу по трюмах для станів навантаження, передбачених Інструкцією щодо завантаження;

.3 для суховантажних суден, що перевозять навалювальні вантажі горами, для розрахунку основного набору і пластин:

$$p_H = \gamma_B \cdot \left(\frac{H_B - h}{1,13 + 0,48 \cdot \theta + 0,15 \cdot \theta^2} + h \right), \quad (4.2.4.3-1)$$

де: H_B – висота гори вантажу, м, що визначається за масою вантажу в горі, збільшеною на 10% (у суден для місцевих перевезень мінерально-будівельних матеріалів рекомендується приймати 15%) для врахування нерівномірності навантаження;

θ – кут природного укосу навалювального вантажу, рад;

h – приведена висота гори, що визначається за формулою м:

$$h = H_B - \frac{1}{6} \operatorname{tg} \theta \left(L_B + B_B + \sqrt{L_B^2 + B_B^2} \right), \quad (4.2.4.3-2)$$

де: L_B, B_B – відповідно довжина і ширина частини вантажного настилу, на якій знаходиться одна гора вантажу, м.

Якщо в результаті обчислення за формулою (4.2.4.3-2) вийде, що $h < 0$, то слід приймати $h = 0$;

.4 для суховантажних суден, що перевозять навалювальні вантажі штабелем, для розрахунку основного набору і пластин:

$$p_H = \gamma_B \left(\frac{H_{шт} - h_{шт}}{1,07 + 0,33 \cdot \theta} + h_{шт} \right), \quad (4.2.4.4)$$

де: $h_{шт}$ – висота прямокутної частини поперечного перерізу штабеля, м;

$H_{шт}$ – повна висота штабелю, що визначається за масою вантажу в одиниці довжини штабелю, збільшеною на 10% (у суден для місцевих перевезень мінерально-будівельних матеріалів рекомендується приймати 15%) для врахування нерівномірності навантаження, м;

.5 для суховантажних суден, що перевозять навалювальні вантажі горами, при розрахунку рамного набору тиск вантажу вважається розподіленим нерівномірно по площі настилу. У середині кола з центром в центрі гори і з радіусом:

$$r_1 = (0,12 + 0,39 \cdot \theta) R_1, \quad (4.2.4.5-1)$$

де: R_1 – радіус конусної частини гори, що визначається за формулою, м:

$$R_1 = (H_B - h) \cdot \operatorname{ctg} \theta, \quad (4.2.4.5-2)$$

тиск постійний і рівний p_H , що обчислюється за формулою (4.2.4.3-1).

У середині кільця $r_1 \leq r_M \leq R_1$ тиск змінюється вздовж радіуса за лінійним законом:

$$p_M = p_P + \frac{R_1 - r_M}{R_1 - r_1} (p_H - p_P), \quad (4.2.4.5-3)$$

де: r_M – відстань точки M , в якій обчислюється тиск p_M , від центру гори, м;

p_P – складова, що дорівнює:

$$p_P = \gamma_B \cdot h. \quad (4.2.4.5-4)$$

В точках опорного прямокутника з радіус-вектором $r_M > R_1$ тиск дорівнює:

$$p_M = p_P; \quad (4.2.4.5-5)$$

.6 при розрахунку рамного набору суховантажних суден, що перевозять навалювальні вантажі штабелем, тиск вантажу слід вважати рівномірно розподіленим по довжині штабелю і нерівномірно розподіленим в поперечному напрямі. У середній частині настилу під штабелем тиск слід вважати постійним і рівним тиску p_n , обчисленому за формулою (4.2.4.4).

Середньою частиною вважається район, в якому:

$$y_m \leq (0,037 + 0,165 \cdot \theta) \cdot B_{шт}, \quad (4.2.4.6-1)$$

де: $B_{шт}$ – ширина штабеля, м;

y_m – відстань точки, в якій визначається тиск, від поздовжньої вісі штабеля на вантажному настилі, м.

По краях штабеля тиск вантажу слід вважати розподіленим в поперечному напрямку за лінійним законом:

$$p_m = p_n - (p_n - \gamma_b h_{шт}) \frac{2y_m / B_{шт} - (0,074 + 0,329\theta)}{0,926 - 0,329\theta}; \quad (4.2.4.6-2)$$

.7 при розрахунку рамного набору суховантажних суден, що перевозять навалювальні вантажі горами, тиск вантажу допускається вважати рівномірно розподіленим за площею настилу, якщо ширина гори не менше ширини вантажного бункера. В цьому випадку слід використовувати формулу (4.2.4.1), в якій коефіцієнт нерівномірності:

$$k_n = \left(1,6 + 0,2 \frac{L_b}{B_b}\right) \cdot \left[1 - \frac{0,77(L_b / B_b)^{0,7}}{K_{ж} + 3,6}\right]^{1,5} \cdot \left(1,1 - \frac{\gamma_b h}{p_b}\right) + \frac{\gamma_b h}{p_b}, \quad (4.2.4.7-1)$$

де:

$$K_{ж} = \frac{n_{гб} I_{гб}}{n_{п} I_{п}} \left(\frac{L_b}{B_b}\right)^3; \quad (4.2.4.7-2)$$

$n_{гб}$ – кількість балок головного напрямку (поперечних балок), що припадають на одну гору;

$n_{п}$ – кількість перехресних в'язей (поздовжніх балок) в перекритті;

$I_{гб}, I_{п}$ – моменти інерції площі поперечного перерізу відносно нейтральної вісі відповідно балок головного напрямку і перехресних в'язей, см⁴;

h – приведена висота, що обчислюється за формулою (4.2.4.3-2), м.

Коефіцієнт нерівномірності слід приймати не менше 1,25;

.8 при розрахунку рамного набору суховантажних суден, що перевозять навалювальні вантажі штабелем, тиск вантажу допускається вважати рівномірно розподіленим по площі настилу, якщо ширина штабелю не менше ширини вантажного бункера. В цьому випадку слід використовувати формулу (4.2.4.1), в якій коефіцієнт нерівномірності:

$$k_n = 1,46 - 0,33 \frac{\gamma_b h_{шт}}{p_b}, \quad (4.2.4.8)$$

де: $h_{шт}$ – висота прямокутної частини поперечного перерізу штабеля, м.

Коефіцієнт нерівномірності слід приймати не менше 1,25.

4.2.5 Розрахунковий тиск в носовій кінцевій частині судна вважають розподіленим рівномірно (по прямокутнику) для днища і по трикутнику або трапеції по висоті борту. Для днища приймають рівним, кПа:

.1 при клиноподібній формі носової кінцевої частини:

$$p = 9,81 \cdot (d_b + 1,24h_{xb}); \quad (4.2.5.1)$$

.2 при ложкоподібній формі носової кінцевої частини:

$$p = 9,81 \cdot (d_B + 1,25 \cdot 1,24h_{XB}); \quad (4.2.5.2)$$

.3 при саноподібній формі носової кінцевої частини:

$$p = 9,81 \cdot (d_B + 1,5 \cdot 1,24h_{XB}). \quad (4.2.5.3)$$

4.2.6 Розрахунковий тиск в кормовій кінцевій частині судна вважають розподіленим відповідно до вказівок **4.2.5** і для днища приймають рівним, кПа:

$$p = 9,81 \cdot (d_B + 0,5 \cdot 1,24h_{XB}). \quad (4.2.6)$$

4.2.7 Тиск на днище в районі баластних відсіків приймають рівним, кПа:

$$p = 9,81 \cdot (h_6 - d_6 + 0,5 \cdot 1,24h_{XB}) \quad (4.2.7-1)$$

$$\text{але не більше } p = 9,81 \cdot h_6. \quad (4.2.7-2)$$

4.2.8 Розрахунковий тиск на днище і подвійне дно, за винятком кінцевих частин, визначається за формулами, кПа:

.1 для основного набору і обшивки днища всіх відсіків за відсутності протитиску вантажу або баласту і стані судна:

$$\text{з повним вантажем} \quad p = 9,81(d_B + 0,5 \cdot 1,24h_{XB}); \quad (4.2.8.1-1)$$

$$\text{порожнем} \quad p = 9,81(d_{II} + 0,5 \cdot 1,24h_{XB}); \quad (4.2.8.1-2)$$

$$\text{у баласті} \quad p = 9,81(d_6 + 0,5 \cdot 1,24h_{XB}). \quad (4.2.8.1-3)$$

.2 для рамного набору вантажних трюмів суховантажного судна в стані з повним вантажем:

$$p = p_H - 9,81 \cdot (d_B - 0,5 \cdot 1,24h_{XB}); \quad (4.2.8.2-1)$$

для рамного набору відсіків, що не сприймають протитиск вантажу (судна-площадки, відсіки машинних відділень, житлові відсіки пасажирських і буксирних суден тощо):

$$p = 9,81 \cdot (d_B + 0,5 \cdot 1,24h_{XB}); \quad (4.2.8.2-2)$$

при стані порожнем з баластом в подвійному дні:

$$p = 9,81 \cdot (d_6 + 0,5 \cdot 1,24h_{XB} - h_{II}), \quad (4.2.8.2-3)$$

де h_{II} – висота подвійного дна, м;

при стані порожнем з баластом поза подвійним дном:

$$p = 9,81 \cdot (d_6 + 0,5 \cdot 1,24h_{XB}); \quad (4.2.8.2-4)$$

при стані порожнем без баласту:

$$p = 9,81 \cdot (d_{II} + 0,5 \cdot 1,24h_{XB}). \quad (4.2.8.2-5)$$

.3 для основного набору і обшивки днища вантажних відсіків наливного судна при стані з повним вантажем:

за відсутності подвійного дна при повністю заповненому відсіку:

$$p = \gamma_b \cdot (H_T + h_{ш}) - 9,81 \cdot (d_b - h_k - 0,5 \cdot 1,24 h_{хв}); \quad (4.2.8.3-1)$$

при не повністю заповненому відсіку:

$$p = p_n - 9,81 \cdot (d_{гр} - 0,5 \cdot 1,24 h_{хв} - h_k); \quad (4.2.8.3-2)$$

за наявності подвійного дна – приймається за формулою (4.2.8.2-2);

при стані порожнем з баластом в подвійному дні – приймається за формулами (4.2.7-1) і (4.2.7-2);

порожнем з баластом поза подвійним дном – приймається за формулою (4.2.8.2-4);

порожнем без баласту – приймається за формулою (4.2.8.2-5).

.4 для основного набору і настилу внутрішнього дна суховантажних суден:

при стані з повним вантажем:

$$p = p_n; \quad (4.2.8.4-1)$$

при стані порожнем з баластом в подвійному дні:

$$p = 9,81 \cdot (h_b - h_{пд}), \quad (4.2.8.4-2)$$

де: $h_{пд}$ приймається згідно з **4.2.8.2**;

.5 для основного набору і настилу подвійного дна наливного судна в стані з повним вантажем:

при повністю заповненому відсіку

$$p = \gamma_b \cdot (H_T - h_{пд} + h_{ш}) + 9,81 \cdot h_k; \quad (4.2.8.5-1)$$

при не повністю заповненому відсіку

$$p = p_n + 9,81 \cdot h_k; \quad (4.2.8.5-2)$$

.6 для рамного набору вантажних відсіків наливного судна в стані з повним вантажем розрахунковий тиск обчислюється за формулою (4.2.8.3-1).

4.2.9 При розрахунку рамного і основного набору і обшивки бортів тиск на борти вважається розподіленим по висоті борту по трикутнику або трапеції.

.1 Тиск на борти і зовнішні борти суден з подвійними бортами на рівні днища (за винятком кінцевих частин) приймають рівним:

- для всіх суден, за винятком району баластних відсіків і району вантажних відсіків наливних суден – за формулою (4.2.8.2-2);

- у районі вантажних відсіків наливних суден – за формулою (4.2.8.3-1) або (4.2.8.3-2);

- у районі баластних відсіків – за формулами (4.2.7-1 і 4.2.7-2).

.2 Тиск на внутрішні борти суден з подвійними бортами і подвійним дном на рівні подвійного дна приймають рівним:

- для наливних суден – за формулою (4.2.8.5-1) або (4.2.8.5-2);

- для суховантажних суден:

$$p = 9,81 \cdot (D_c - h_{пд}); \quad (4.2.9.2-1)$$

- для суден, що приймають баласт в подвійний борт:

$$p = 9,81 \cdot (h_6 - h_{пл}), \quad (4.2.9.2-2)$$

але не менше, ніж за формулою (4.2.9.2-1).

4.2.10 Розрахунковий тиск на міцні водонепроникні перегородки судна вважається розподіленим по трикутнику або трапеції та дорівнює на рівні днища, кПа:

.1 для форпікової перегородки всіх суден, для всіх перегородок пасажирських суден району плавання **B1**, для ахтерпікової перегородки суден, яких штовхають

$$p = 9,81 \cdot D_c; \quad (4.2.10.1)$$

.2 для перегородок, що розмежують відсіки або цистерни всіх суден (крім перегородок вантажних відсіків наливних суден)

$$p = p_n, \quad (4.2.10.2)$$

де: p_n приймається згідно з **4.2.4**;

.3 для решти перегородок всіх суден

$$p = 5,9 \cdot D_c; \quad (4.2.10.3)$$

.4 для перегородок вантажних відсіків наливних суден -

$$p = \gamma_v \cdot (H_T + h_{ш}) + 9,81 \cdot h_k. \quad (4.2.10.4)$$

4.2.11 Розрахунковий тиск на палубне перекриття приймається рівним, кПа:

.1 для вантажної палуби суховантажних суден

$$p = p_n, \quad (4.2.11.1)$$

де: p_n приймається згідно з **4.2.4**;

.2 для палуби наливних суден в районі вантажних відсіків

$$p = 9,81 \cdot (h_{ш} + h_k); \quad (4.2.11.2)$$

.3 для відкритих, не призначених для розміщення вантажу, ділянок палуб корпусу суден всіх типів, крім наливних $p = 5$ кПа;

.4 для закритих ділянок палуб корпусу, надбудов і рубок, призначених для пасажирів і розміщення екіпажу $p = 3,5$ кПа;

.5 для верхніх палуб надбудов і рубок, недоступних для пасажирів і не призначених для вантажів $p = 1$ кПа.

4.2.12 Навантаження при випробуванні корпусів суден на водонепроникність і герметичність слід приймати з урахуванням вказівок **Додатку 1**.

Місцеві навантаження в процесі завантаження і розвантаження слід визначати відповідно до **4.2.4** ÷ **4.2.9**, використовуючи замість d_v , d_n і d_6 , осадки в перерізі, що розглядається, на конкретному етапі вантажних операцій, замість D_c , h_6 і H_T - рівень рідини в баластній цистерні або вантажному танку для поточного стану завантаження судна. При цьому висота розрахункової хвилі приймається рівною 0,3м, якщо завантаження і розвантаження в умовах хвилювання не допускається. Якщо допускаються вантажні операції на незахищених акваторіях, то висота хвилі $h_{хв}$ приймається відповідно до **4.1.24** для судна, що експлуатується в судноплавній зоні, в яку входить ця акваторія. Врахування впливу додаткового обмеження хвилювання на висоту розрахункової хвилі повинно виконуватися за методикою, узгодженою з Регістром.

4.2.13 Залежно від конструктивних особливостей судна повинні бути враховані і інші поєднання місцевих навантажень, які викликають найбільші місцеві напруження.

4.2.14 При перевезенні автомобілів та іншої колісної техніки з пневматичними шинами, а також при використанні автонавантажувачів тиск колеса слід вважати рівномірно розподіленим по його відбитку і рівним тиску в шині. Відбиток одного колеса автомобіля слід вважати прямокутником із сторонами l_1 і l_2 (сторона l_1 орієнтована по ширині колеса). Розміри сторін приймаються рівними, см:

для діагональної шини -

$$l_1 = \sqrt{(10 \cdot K_d \cdot Q / p_k) \cdot \sqrt{B_{ш} / D_{ш}}}, \quad (4.2.14-1)$$

$$l_2 = \sqrt{(10 \cdot K_d \cdot Q / p_k) \cdot \sqrt{D_{ш} / B_{ш}}}; \quad (4.2.14-2)$$

для радіальної шини (маркування містить знак "P", "R" або "Radial") -

$$l_1 = 0,7 \cdot B_{ш}, \quad (4.2.14-3)$$

$$l_2 = 10 \cdot K_d \cdot Q / (p \cdot l_1), \quad (4.2.14-4)$$

де: p_k – тиск в шині, МПа;

Q – навантаження на шину, кН;

$B_{ш}$ – ширина шини, см;

$D_{ш}$ – діаметр шини, см;

K_d – коефіцієнт динамічності, що дорівнює:

$K_d = 1$ для вилочного навантажувача, $K_d = 1,1$ для автомобілів.

Якщо на стадії проектування невідомо, які шини використовуватимуться на колісній техніці, то слід приймати значення l_1 і l_2 для колеса, що має меншу площу відбитку.

Для вилочного навантажувача приймається, що все навантаження (вага навантажувача з вантажем, що перевозиться) передається тільки на передню вісь.

4.3 РОЗРАХУНКИ ЗАГАЛЬНОЇ МІЦНОСТІ

4.3.1 Визначення напружень від загального вигину слід проводити для двох випадків: прогину - при стиснутій палубі і перегину - при стиснутому днищі.

Розрахунок слід виконувати для тих перерізів корпусу, в яких можна очікувати найбільші сумарні напруження, наприклад, в найбільш слабкому перерізі середньої частини судна, у місцях закінчення основних поздовжніх в'язей, в перерізах біля границь переходу однієї системи набору в іншу або в разі зміни матеріалу корпусу.

4.3.2 При обчисленні моменту опору поперечного перерізу корпусу в еквівалентний брус включаються всі безперервні поздовжні в'язі днища, борту, палуб, других бортів і дна і поздовжніх перегородок, які знаходяться в перерізі, що розглядається, і є безперервними на довжині більшій за подвоєну висоту борта за умови, що їх з'єднання з суміжними безперервними жорсткими конструкціями забезпечує сумісну деформацію поздовжніх в'язей у складі корпусу. У необхідних випадках на вимогу Регістра виконання останньої умови повинно підтверджуватися розрахунком за узгодженою методикою.

4.3.3 При використанні в сталевих корпусах суден конструкцій з алюмінієвих сплавів, що беруть участь в загальному вигині, площі поперечних перерізів поздовжніх в'язей таких конструкцій повинні враховуватися у складі еквівалентного бруса з редуційними коефіцієнтами, що дорівнюють співвідношенню модулів нормальної пружності сплаву і сталі.

4.3.3 Якщо ширина вирізу b_0 в палубі (рис. 4.3.3) менше $0,05$ ширини B_c безперервної ділянки палуби в даному місці, то такий виріз при обчисленні моменту опору поперечного перерізу корпусу не враховується. Якщо ширина вирізу b_0 дорівнює або більше $0,05$ ширини безперервної ділянки палуби в даному місці, то в еквівалентний брус включаються тільки в'язі, що знаходяться поза вирізом по ширині палуби. При цьому за межами вирізу по довжині палуби частина в'язей в еквівалентний брус не включається згідно з рис. 4.3.3.

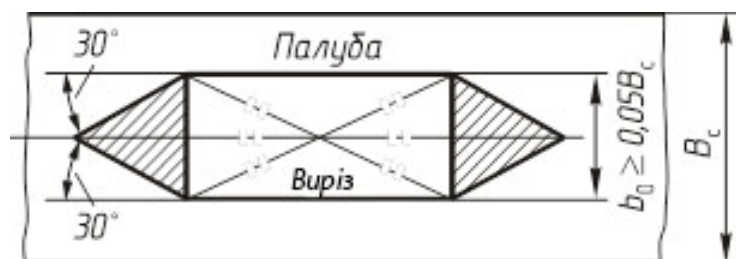


Рис. 4.3.3

4.3.4 Одноярусні надбудови (рубки) або надбудови першого ярусу, що спираються не менше ніж на 3 поперечні перегородки, слід включати в еквівалентний брус відповідно до рис. 4.3.4.

На кінцевих ділянках поздовжніх стінок надбудов (рубок) не повинно бути часто розташованих віконних та інших вирізів, ширина яких більше відстані між вирізами.

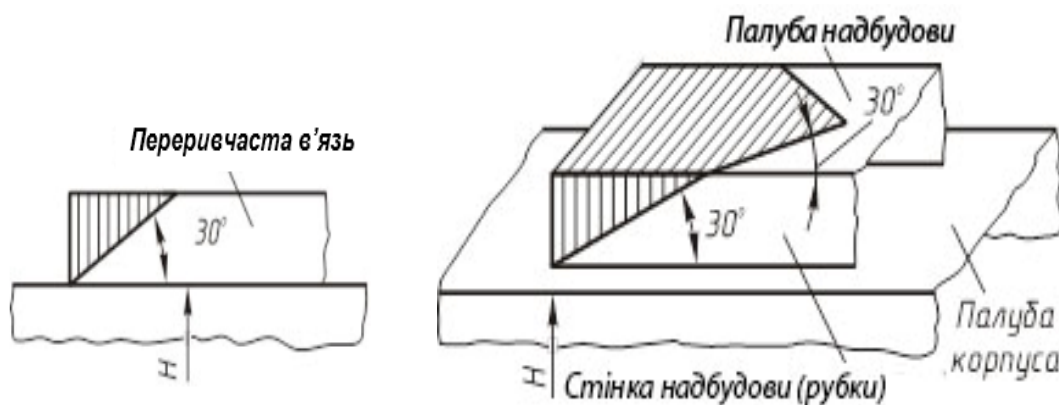


Рис. 4.3.4

4.3.5 Переривчасті в'язі в районі їх закінчення слід включати в еквівалентний брус відповідно до рис. 4.3.3 та рис. 4.3.4 (заштриховані ділянки в еквівалентний брус не включаються).

4.3.6 У еквівалентний брус не включаються огорожі вантажних палуб суден-площадок, привальні бруси і скулові кілі всіх суден.

Спеціальні заходи щодо виключення указаних конструкцій з участі в загальному вигині судна не повинні викликати підвищеної концентрації напружень.

При однорядній схемі розташування вантажних люків і безперервній конструкції їх поздовжніх комінгсів допускається вважати комінгси повністю включеними до складу поперечного перерізу корпусу.

4.3.7 Для судна з надпалубними безперервними в'язями (поздовжні комінгси, рубка без вирізів в стінках і палубі) розрахункові моменти опору корпусу W для верхніх крайок комінгсів і палуби рубки розраховуються шляхом ділення моменту інерції поперечного перетину корпусу щодо його горизонтальної нейтральної вісі на величину z_T , визначену за формулою, м:

$$z_T = z (0,9 + 0,2 y/B), \tag{4.3.7}$$

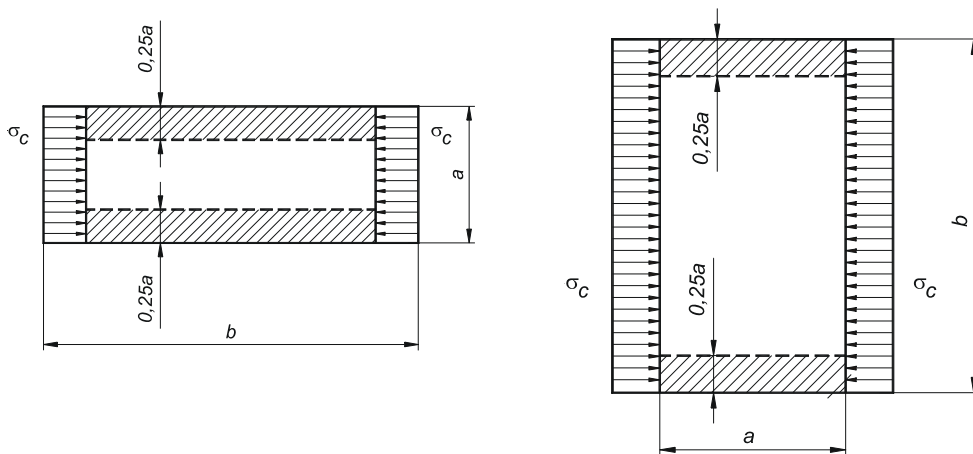
де: z – відстань від нейтральної вісі корпусу до верхньої кромки поздовжнього комінгса (палуби рубки), м;
 y – відстань від стінки комінгса (рубки) до ДП корпусу, м.

4.3.8 Елементи еквівалентного бруса і нормальні напруження в ньому слід розраховувати методом послідовних наближень з редукуванням гнучких в'язей – пластин зовнішньої обшивки, подвійного дна, платформ, палуб, внутрішніх бортів і поздовжніх перегородок.

За остаточне наближення слід приймати таке, при якому різниця нормальних напружень від загального вигину судна в кінцевому і попередньому наближеннях не перевищує 5% для кожної з крайніх кромek еквівалентного бруса.

4.3.9 Редукуванню не підлягають:

- частини пластин, прилеглі поздовжніх в'язей, шириною, що дорівнює 0,25 короткої сторони опорного контуру з кожного боку в'язі (див. рис. 4.3.9), але не більше 25 товщин пластини;
- скуловий лист впродовж скулового заокруглення;
- пластини розтягнутої зони еквівалентного бруса при поздовжній системі набору.



а) При поздовжній системі набору

б) При поперечній системі набору

Рис. 4.3.9 Ділянки пластин, що не підлягають редукуванню

4.3.10 При поздовжній системі набору редуційні коефіцієнти стиснутих пластин визначаються за формулою:

$$\varphi = \sigma_{кр} / |\sigma_c| \leq 1, \tag{4.3.10}$$

де: $|\sigma_c|$ - абсолютне значення стискаючого напруження в жорстких в'язях на рівні центра ваги пластини, отриманого при розрахунку еквівалентного бруса у відповідному наближенні МПа;

$\sigma_{кр}$ - критичне напруження в стиснутій пластині, що обчислюється згідно з 4.3.11, МПа.

4.3.11 Критичні напруження пластин, стиснутих вздовж довгої кромки, повинні обчислюватися за формулами, МПа:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{кр} &= \sigma_E \quad \text{при } \sigma \leq 0,6R_{eH}, \\ \sigma_{кр} &= \left(1,63 - 0,8\sqrt{R_{eH}/\sigma_E}\right) R_{eH} \quad \text{при } 0,6R_{eH} < \sigma_E < 1,6R_{eH}, \\ \sigma_{кр} &= R_{eH} \quad \text{при } \sigma_E \geq 1,6R_{eH}, \end{aligned} \right\} \quad (4.3.11-1)$$

де: σ_E - ейлерові напруження, МПа:

$$\sigma_E = 78,5(100s/a)^2, \quad (4.3.11-2)$$

s - товщина пластини, мм;

a - довжина короткої кромки, мм;

R_{eH} - границя плинності матеріалу, МПа.

4.3.12 При поперечній системі набору редуційні коефіцієнти пластин призначаються за табл. 4.3.12. Їх можна визначати відповідно до положень будівельної механіки корабля. При цьому поперечна місцеве навантаження на пластину приймається згідно з 4.2.4 ÷ 4.2.13, а розрахункова стрілка вигину h_0 повинна бути прийнята не менше обчисленої за формулою, мм:

$$h_0 = \frac{a}{550} \left(\frac{1,5}{s} + 0,4 \right), \quad (4.3.12-1)$$

де: a - довжина меншої сторони пластини, мм;

s - товщина пластини, мм.

Таблиця 4.3.12

Вид деформації	Редуційні коефіцієнти φ при товщині пластин, мм			
	4	6	8	12
Розтягнення	0,07	0,18	0,33	0,56
Стискання	0,03	0,07	0,12	0,28

Для настилів вантажних палуб і подвійного дна суден, призначених для завантаження-розвантаження грейферами, стрілку вигину h_0 , обчислену за формулою (4.3.12-1), слід збільшити в два рази; початковий вигин слід вважати косинусоїдальним, а балку-смужку - жорстко закріпленою, незалежно від того, діє чи не діє на настил поперечне навантаження. Редуційний коефіцієнт при стисканні φ не повинен бути більше значення, визначеного за формулою:

$$\varphi = \frac{19}{|\sigma_c|} \left(\frac{100s}{a} \right)^2 \left(1 + \frac{a^2}{b^2} \right), \quad (4.3.12-2)$$

де: $|\sigma_c|$ - див. 4.3.10;

a і s - див. 4.3.12-1;

b - довжина більшої сторони пластини, мм.

4.3.13 При загальному вигині корпусу судна повинні бути визначені напруження в його в'язях:

нормальні, МПа:

$$\sigma_i = 10^{-3} M_p z_i / I; \quad (4.3.13-1)$$

дотичні на рівні нейтральної осі еквівалентного бруса, МПа:

$$\tau = 10^{-3} N_p S / (I \sum s), \quad (4.3.13-2)$$

де: M_p - найбільший розрахунковий згинальний момент в поперечному перерізі, кНм;

I - момент інерції поперечного перерізу еквівалентного бруса, м⁴;

z_i - відстань i -ї в'язі від нейтральної осі еквівалентного бруса (зі знаком плюс - вище нейтральної осі і зі знаком мінус - нижче нейтральної осі), м;

N_p - найбільша розрахункова перерізуюча сила в поперечному перерізі, кН;

S - статичний момент частини поперечного перерізу еквівалентного бруса, що лежить вище або нижче нейтральної осі, взятий відносно цієї осі, м³;

$\sum s$ - сума товщин обшивки бортів і поздовжніх перегородок на рівні нейтральної осі еквівалентного бруса, м.

4.4 РОЗРАХУНКИ МІСЦЕВОЇ МІЦНОСТІ

4.4.1 При розрахунках місцевої міцності необхідно виходити з наступних положень:

.1 в'язі рамного набору – флори, рамні бортові шпангоути і бімси – повинні розглядатися як жорсткі опори для поздовжніх днищевих, бортових і палубних балок (ребер жорсткості); кільсони, бортові стрингери і карлінгси – відповідно для днищевих і бортових шпангоутів і бімсів основного набору; рамні стояки і горизонтальні рами перегородок – відповідно для основних горизонтальних і вертикальних ребер жорсткості;

.2 змінність характеристик жорсткості перерізу рамних в'язей, що обумовлена наявністю книць, при розкритті статичної невизначеності системи не слід враховувати;

.3 прогони стрижнів, що складають шпангоутну раму, слід приймати як відстань між нейтральними вісями балок шпангоутної рами;

.4 при визначенні напружень в опорних перерізах балок набору наявність книць необхідно враховувати при розрахунку моменту опору поперечного перерізу балки включенням в нього перерізу книць і при розрахунку згинального моменту, який діє біля кромки книць;

.5 при змінній висоті балок (флорів, бортових рамних шпангоутів, рамних стояків перегородок тощо) допускається використання в розрахунках характеристик поперечного перерізу в середині прогону балки;

.6 дотичні напруження в стінках рамного набору в районі вирізу визначаються шляхом ділення перерізуючої сили на площу поперечного перерізу стінки, з якої виключена площа поперечного перерізу вирізу.

4.4.2 При розрахунках рамних шпангоутів необхідно виходити з наступних положень:

.1 прогин бімсів і радіус заокруглення скули не повинні враховуватися. Стрижні, що складають раму, повинні вважатися прямолінійними, а довжина їх приймається відповідно до вказівок **4.4.1.3**;

.2 пілерси, що підкріплюють рамні шпангоути, повинні вважатися такими, що тільки врівноважують прогин днищевої і палубної гілок, і навантаженими зосередженими силами. При розкритті статичної невизначеності в розрахунках не повинні враховуватися зміни довжини пілерсів і вплив жорсткості книць.

Пілерси, жорсткість яких близька до жорсткості гілок шпангоутної рами, слід розраховувати як елементи рами, які навантажені, крім зусилля по осі, також і моментами по кінцях;

.3 якщо поздовжні балки розвантажують рамні шпангоути (про що можна судити за попереднім розрахунком перекрыття), їх розвантажувальну дію слід враховувати у вигляді зосереджених реакцій. Рами без пілерсів за відсутності палубного навантаження допускається розраховувати як відкриті, бортові гілки яких в палубному вузлі вільно обперті на жорсткі опори;

.4 багатоярусні рами за відсутності навантаження на палубах допускається розраховувати як одноярусні;

.5 бракетні флори в кожному прогоні між кільсонами допускається розраховувати як балки, навантажені знизу тиском води, а зверху – вантажем. Верхні і нижні балки бракетних флорів, що з'єднуються розпиркою в прогоні, дозволяється розраховувати в припущенні рівності прогинів балок в місці встановлення розпирки.

4.4.3 При розрахунку міцності перекриттів коефіцієнт закріплення кінців балок головного напрямку визначається з розрахунку шпангоутної рами.

Якщо розрахунок рами не проводиться, то коефіцієнти закріплення флорів біля скули і бімсів біля бортів слід визначати за формулою:

$$\kappa = 1/(1 + \zeta \cdot l \cdot I / B_1 \cdot i), \quad (4.4.3)$$

де: ζ – коефіцієнт, значення якого приймається за табл. 4.4.3 залежно від кількості поздовжніх перегородок, варіанту навантаження і співвідношення:

$l \cdot I / B_1 \cdot i$;

l – прогін бортового шпангоута, м;

B_1 – прогін бімса або флора, м;

I – момент інерції поперечного перерізу бімса або флора, см⁴;

i – момент інерції поперечного перерізу бортового шпангоута, см⁴.

Таблиця 4.4.3

Кількість поздовжніх перегородок	$\frac{l}{B_1} \times \frac{I}{i}$	Значення ζ для судна	
		завантаженого	порожнього
Відсутні	–	0,50	0,65
Одна	1	0,5	1,35
	≥ 1	0,17	
Дві і більше	1	0,5	1,10
	≥ 1	0,17	

4.4.4 Коефіцієнти κ закріплення флорів і бімсів залежно від наявності на судні поздовжніх перегородок або ферм визначаються наступним чином:

$\kappa=1$ - при відстанях між сусідніми поздовжніми перегородками (фермами) або між поздовжньою перегородкою (фермою) і бортом, що відрізняються одна від одної менше ніж на 20%;

- теж, що відрізняються одна від одної більше ніж на 20%:

$\kappa=1$ - для менших прогонів балок;

$\kappa=0,75$ для більших прогонів балок.

4.4.5 Коефіцієнти κ закріплення перехресних в'язей в перекриттях визначаються наступним чином:

$\kappa = 1$ - при довжинах суміжних відсіків, що відрізняються один від одного менше ніж на 20%;

при довжинах суміжних відсіків, що відрізняються один від одного більш ніж на 20%, коефіцієнт κ розраховується за формулою:

$$\kappa = \left[1 + 0,5 \frac{q'}{q} \left(\frac{L'_n}{L_n} \right)^3 \right] / \left(1 + 0,5 \frac{L'_n}{L_n} \right), \quad (4.4.5)$$

де: q' – середнє арифметичне значення навантажень суміжних відсіків, кПа;

q – навантаження на перекриття, що розраховується, кПа;

L'_n – середнє арифметичне значення довжин суміжних перекриттів, м;

L_n – довжина перекриття, що розраховується, м.

4.4.6 Кільсони і карлінгси, флори і бімси, з'єднані на кожному рамному шпангоуті пілерсами, можна розраховувати як перекриття, приймаючи їх за одну балку, яка має сумарну жорсткість, і розносящі реакції у вузлах пропорційно жорсткостям кільсонів і карлінгсів.

Для днищового перекриття необхідно перевірити дотичні напруження в стінках опорних перетинів балок.

4.4.7 Розкісні ферми допускається вважати жорсткими опорами для рамного набору.

4.4.8 Основні шпангоути і бімси повинні розраховуватися як багатопрогінні балки в припущенні, що поздовжні рамні в'язі (кільсони, карлінгси і бортові стрингери) є жорсткими опорами, що не

зміщуються, для основних шпангоутів і бімсів, а окремі ділянки останніх між опорами працюють на вигин.

При з'єднанні кницею бортового шпангоута основного набору з флором нижній кінець шпангоута повинен вважатися жорстко закріпленим.

Кінці бортових шпангоутів і бімсів основного набору у вузлі перетину палуби з бортом, а також напівбімсів, що примикають до комінгсів, повинні прийматися вільно обпертими.

4.4.9 Поздовжні балки (ребра жорсткості) при поздовжній системі набору повинні розраховуватися виходячи з вимог:

.1 до місцевої міцності, як балки:

- жорстко закріпленої на рамному поперечному наборі (флорах, шпангоутах або бімсах) при симетричному навантаженні;

- багатопрогінної нерозрізної при несиметричному навантаженні;

.2 до стійкості балки, вільно обпертої на рамний поперечний набір.

4.4.10 Бортові стрингери повинні розраховуватися у складі бортового перекриття.

При перев'язуванні стрингери зовнішнього і внутрішнього бортів повинні розраховуватися як система балок з розпірками.

4.4.11 Набір перегоронок з рамних стояків і горизонтальних рамних балок, якщо останні підтримують ці стояки, повинен розраховуватися, як перекриття.

Вертикальні стояки основного набору за відсутності горизонтальних рамних балок повинні розраховуватися як одно прогінні, а за їх наявності – як нерозрізні багатопрогінні балки.

Горизонтальні ребра жорсткості основного набору за відсутності рамних стояків слід розраховувати як однопрогінні, а за наявності їх – як жорстко закріплені балки на рамних стояках, якщо відстані між останніми однакові. Якщо ці відстані неоднакові, то коефіцієнти закріплення основних горизонтальних ребер приймають за вказівками **4.4.4**.

4.4.12 Розрахунок міцності пластин обшивки і настилів необхідно виконувати в припущенні, що всі пластини, що несуть місцеве навантаження, є пластинами кінцевої жорсткості, закріплені жорстко по довгих кромках опорного контуру.

При співвідношенні сторін опорного контуру більше двох пластини повинні розглядатися як такі, що гнуться по циліндричній поверхні, і розраховуватися як балки-смужки.

4.4.13 Ширину приєднаного пояска при визначенні елементів поперечного перерізу балок суднового набору призначають таким чином:

.1 при розрахунку поздовжніх балок (ребер жорсткості) палуб, днища і подвійного дна, якщо вони набрані по поздовжній системі набору, бімсів і шпангоутів основного набору при поперечній системі набору, а також ребер жорсткості перегородок, ширина приєднаного пояска розраховується за формулою, см:

$$c_1 = 0,5 \cdot a, \quad (4.4.13.1)$$

де: a – відстань між балками основного набору (шпація), см.

Ширина приєднаного пояска не повинна прийматися більше 50 його товщин;

.2 при розрахунку рамних в'язей, розташованих перпендикулярно до основних балок (бімсів, шпангоутів, флорів при поздовжній системі набору, а також карлінгсів, кільсонів і бортових стрингерів при поперечній системі набору), ширину приєднаного пояска для цих в'язей слід обчислювати за формулою, см:

$$c_2 = c_1 + (b - c_1)\varphi, \quad (4.4.13.2)$$

де: c_1 – ширина приєднаного пояска згідно з **4.4.13.1**, см;

b – відстань між рамними однойменними в'язями, розташованими перпендикулярно до основних балок, см;

φ – редуційний коефіцієнт, що визначається згідно з табл. 4.3.12.

У разі, коли редуційний коефіцієнт визначається відповідно до положень будівельної механіки корабля, напруження в жорстких в'язях, що входять в кубічне рівняння, приймаються рівними

нормальним напруженням, що допускаються в рамній в'язі, яка розглядається, узятим з відповідним знаком;

.3 при розрахунку рамних в'язей одного напрямку з основним набором (карлінгсів і кільсонів при поздовжній системі набору, рамних шпангоутів при поперечній системі набору борту тощо) в розрахункові значення площі приєднаного пояска вводяться площі поперечних перерізів ребер основного набору, що знаходяться в межах пояска, а сама ширина приєднаного пояска визначається за формулою, см:

$$c_3 = 0,5 \cdot a_p \cdot [1 + 0,45 \cdot (100s/a)^2], \quad (4.4.13.3)$$

де: a_p – рамна шпация (відстань між рамними однойменними в'язями, розташованими паралельно до основних балок), см;

a – відстань між балками основного набору (шпация), см.

У всіх випадках повинна дотримуватись нерівність $c_3 \leq a_p$;

.4 ширина приєднаного пояска балки суднового набору у всіх випадках не повинна перевищувати $1/6$ довжини розрахункового прогону цієї балки;

.5 для рамних в'язей, розташованих впоперек гофрів і що безпосередньо з'єднуються з гофрованим листом по всій своїй довжині, ширина приєднаного пояска приймається рівною 12 товщин гофрованого листа;

.6 для рамних в'язей, розташованих впоперек гофрів і що безпосередньо не з'єднуються з гофрованим листом на всій довжині, ширину приєднаного пояска слід приймати рівною нулю;

.7 для балок, що йдуть поверх поздовжніх ребер жорсткості (навісна система набору), ширину приєднаного пояска слід приймати рівною нулю.

4.4.14 Розрахункове навантаження P , що сприймається пілерсом, слід визначати за формулою, кН:

$$P = f \cdot p + p_v, \quad (4.4.14-1)$$

де: f – площа палуби або платформи, що підтримується пілерсом, включаючи вантажні люки, розташовані в цьому районі, м²;

p – розрахункове навантаження на площу f , що визначається згідно з **4.2.11**, кПа;

p_v – розрахункове навантаження, що сприймається пілерсом від пілерса, розташованого вище, кН.

Площа поперечного перерізу пілерса F повинна бути не менше, см²:

$$F = 20 \frac{P}{\sigma_{кр}} \quad (4.4.14-2)$$

де: $\sigma_{кр}$ – критичні напруження, в МПа, що визначені згідно з **4.7.3** за величиною ейлерових напружень:

$$\sigma_E = 200 \frac{I}{l^2 \cdot F}, \quad (4.4.14-3)$$

де: l – розрахункова довжина пілерса, м;

I – найменший момент інерції площі поперечного перерізу пілерса, см⁴.

4.4.15 Площа поперечного перерізу розкосів повинна бути не менше визначеної за формулами (4.4.14-2) і (4.4.14-3) залежно від розрахункового навантаження P_p і приведеної довжини $l_{пр}$.

Розрахункове навантаження, кН:

$$P_p = (P/k) \cdot \cos \alpha, \quad (4.4.15-1)$$

де: P – розрахункове навантаження на пілерс згідно з формулою (4.4.14-1), кН;

k – коефіцієнт згідно з **3.3.3.4.3**;

α – кут між поздовжніми вісями пілерса і розкосу.

Приведену довжину розкосу слід обчислювати за формулою:

$$l_{пр} = k_1 \cdot l_{п}, \quad (4.4.15-2)$$

де: k_1 – коефіцієнт згідно з 3.3.3.4.3;
 $l_{п}$ – повна довжина розкосу, м.

4.4.16 Поперечна міцність вантажних суден з подвійними бортами і з великим розкриттям палуб оцінюється за допомогою розрахунку днищового перекриття вантажного трюму спільно з шпангоутними рамами подвійних бортів в припущенні, що всі вузли цих рам нерухомі і що зовнішні і внутрішні борти є жорсткими опорами для флорів, якщо виконується нерівність:

$$\frac{a_1 B_{\phi}}{\kappa_{ср} l_{т}^2} \left[84 \frac{D^2}{l_{т}^2} i_1 \right] \geq 2,7, \quad (4.4.16-1)$$

де: $l_{т}$ – довжина найбільш довгого вантажного трюму, м;
 B_{ϕ} – довжина флора (відстань між внутрішніми бортами на рівні подвійного дна), м;
 a_1 – відстань між флорами, м;
 $\kappa_{ср}$ – середній коефіцієнт закріплення флорів:

$$\kappa_{ср} = (\kappa_{р} \cdot n_{р} + \kappa_{п} \cdot n_{п}) / (n_{р} + n_{п}); \quad (4.4.16-2)$$

$n_{р}$ – кількість флорів в трюмі, що встановлені в площині шпангоутних рам;
 $n_{п}$ – кількість флорів в трюмі, встановлених в площині напівперегородок;
 $\kappa_{р}$ – коефіцієнт закріплення кінців флорів на рамах:

$$\kappa_{р} = \frac{1}{1 + \frac{I_{\phi} / B_{\phi}}{I_{\phi} / D + I_{д} (b_{д} \cdot a_{с})}}; \quad (4.4.16-3)$$

$a_{с}$ – коефіцієнт, що враховує зсув:

$$a_{с} = 1 + 7,8 \cdot I_{д} / (b_{д}^2 \cdot f_{д}); \quad (4.4.16-4)$$

I_{ϕ} , $I_{д}$, I_{ϕ} – моменти інерції площі поперечного перерізу флора в районі вантажного трюму, флора подвійного борту і шпангоута внутрішнього борту з приєднаними поясками, м⁴;
 $f_{д}$ – площа поперечного перерізу стінки флора подвійного борту, м²;
 $b_{п}$, $b_{с}$, $b_{д}$ – ширина подвійного борту на рівні палуби, напіввисоти борту і днища, м;
 $\kappa_{п}$ – коефіцієнт закріплення флорів на напівперегородках:

$$\kappa_{п} = 1 / (1 + 6 \cdot I_{\phi} / s_{пп} \cdot h_{д}^2 \cdot B_{\phi}), \quad (4.4.16-5)$$

але не менше, ніж $\kappa_{р}$;

$s_{пп}$ – товщина листа напівперегородки в нижній частині, м;
 $h_{д}$ – висота подвійного дна, м;
 i_1 – відносний момент інерції подвійного борту при обмеженому скручуванні:

$$i_1 = (b_{п}^2 / 12 I_{\phi}) (s_{\phi} \cdot D + s_{п} \cdot b_{п}); \quad (4.4.16-6)$$

i_2 – відносний момент інерції подвійного борту при вільному скручуванні:

$$i_2 = D \cdot s_{\phi} \cdot b_{с}^2 / I_{\phi} \left(1 + \frac{b_{с} \cdot s_{\phi}}{D \cdot s_{п}} \right); \quad (4.4.16-7)$$

де: $s_{п}$, s_{ϕ} – середня товщина настилу палуби і обшивки бортів (зовнішнього і внутрішнього), м.

4.4.17 Якщо умова (4.4.16-1) не виконується, повинен бути зроблений розрахунок сумісної деформації подвійних бортів і днищового перекриття на тихій воді на дію місцевих навантажень, що регламентуються Правилами. Такий розрахунок є предметом спеціального розгляду Регістром.

4.4.18 Для суден з великим розкриттям палуб, для яких нерівність (4.4.16-1) не виконується, повинні бути знайдені додаткові перерізуючі сили, які виникають на хвилюванні, і згинальні моменти в перерізах флора по діаметральній площині і по внутрішньому борту, які повинні бути складені з такими ж силами і моментами на тихій воді. Визначення цих сил і моментів є предметом спеціального розгляду Регістром.

Для суден району плавання **В1** максимальні значення сил і моментів можуть бути обчислені за формулами:

для перерізуючої сили в перерізі по внутрішньому борту, кН:

$$N_{\text{оп}} = \pm 6,52 \cdot \frac{1,24h_{\text{хв}}}{k} \cdot \frac{B_{\Phi}}{B} \cdot a_1 \cdot e^{-kd} \left(1 - e^{-kB/2}\right); \quad (4.4.18-1)$$

для згинального моменту в перерізі по внутрішньому борту, кН·м:

$$M_{\text{оп}} = \pm \frac{1,24h_{\text{хв}}}{k} a_1 \left[4,88 \beta d (1 - e^{-kd}) + 0,710 \frac{B_{\Phi}^2}{B} (k - \kappa_{\text{ср}} \beta) e^{-kd} \left(1 - e^{-kB/2}\right) \right]; \quad (4.4.18-2)$$

для згинального моменту в перерізі по діаметральній площині, кН·м:

$$M_{\text{пр}} = \pm \frac{1,24h_{\text{хв}}}{k} a_1 \left[3,96 \beta d (1 - e^{-kd}) + 0,641 \frac{B_{\Phi}^2}{B} (1,5 - \kappa + \kappa_{\text{ср}} \beta) e^{-kd} \left(1 - e^{-kB/2}\right) \right], \quad (4.4.18-3)$$

де: $h_{\text{хв}}$ – розрахункова висота хвилі (див. 4.1.24), м

k – частота форми умовної хвилі. Для району плавання **В1** приймається $0,140\text{м}^{-1}$;

d – осадка посередині трюму, м;

$$\beta = \frac{k}{\frac{B_{\Phi} \cdot a_1}{l_0^2} \cdot \left[97,4 \cdot \left(\frac{D}{l_0}\right)^2 \cdot i_1 + 3,80 \cdot i_2 \right] + \kappa_{\text{ср}}}; \quad (4.4.18-4)$$

l_0 – приймається рівною довжині трюму $l_{\text{т}}$, м, при $l_{\text{т}} \leq 65\text{м}$ і рівною 65м при $l_{\text{т}} > 65\text{м}$;

B_{Φ} , a_1 , i_1 , i_2 , $\kappa_{\text{ср}}$ – див. 4.4.16.

При обчисленні згинальних моментів, що діють в перерізах флора, встановленого в площині шпангоутної рами, слід приймати $\kappa = \kappa_{\text{р}}$, а в перерізі флора, встановленого в площині напівперегородки, $\kappa = \kappa_{\text{п}}$.

4.4.19 При перевезенні автомобілів і при використанні автонавантажувачів міцність настилу визначається значенням залишкового прогину $f_{\text{зал}}$, отриманого пластиною при дії на неї навантаження від колеса або групи коліс. Прогин повинен задовольняти нерівності:

$$100f_{\text{зал}}/b \leq 1, \quad (4.4.19-1)$$

де: b – найменший розмір пластини в плані (відстань між ребрами, див. рис. 4.4.19), см.

Параметр нерівності обчислюється за формулою:

$$100 \cdot f_{\text{зал}} / b = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot \sqrt{(p_{\text{к}} / p_{\text{т}} - 1)^3}, \quad (4.4.19-2)$$

де: k_1 – коефіцієнт, що дорівнює 1,40 для сталі з $R_{cH} = 235$ МПа і 1,00 для сталей підвищеної міцності;

$$k_2 = \frac{6,0}{(b/s_{\min}) - 15}; \quad (4.4.19-3)$$

$$k_3 = \frac{0,45 \cdot b_0}{b} + 0,75; \quad (4.4.19-4)$$

$$k_4 = \frac{0,20 \cdot a_0}{b} + 0,80; \quad (4.4.19-5)$$

$$k_5 = 1,9 \cdot (10^3 \cdot \sigma_c / E)^2 + 0,74; \quad (4.4.19-6)$$

p_k – тиск в плямі навантаження (рис. 4.4.19), що дорівнює тиску в шині, МПа;

p_T – тиск, що викликає появу фібрової текучості:

$$p_T = s_{\min}^2 \cdot (R_{cH} - \sigma_0) / k_{\sigma} \cdot a_0 \cdot b_0; \quad (4.4.19-7)$$

s_{\min} – товщина настилу в кінці терміну експлуатації судна без відновлювального ремонту, що визначена за формулою (4.4.19-11), см;

σ_c – абсолютне значення максимального стискаючого напруження в жорстких в'язях на рівні настилу, МПа:

- при поперечній системі набору – в приєднаному пояску карлінгса або кільсона при загальному вигині корпусу,

- при поздовжній – в приєднаному пояску бімса або флора при вигині перекриття.

При розрахунку на дію коліс автомобілів в рейсі знаходиться з урахуванням хвилювання, на дію коліс автонавантажувачів – з урахуванням навантажень, що діють під час вантажних операцій.

σ_0 – напруження, що дорівнює меншому з напружень σ_c чи σ_e ;

$$\sigma_e = 19 \cdot (100 \cdot s_{\min} / b)^2; \quad (4.4.19-8)$$

a_0 – розмір плями прикладання навантаження уздовж довгої сторони пластини, см;

b_0 – те ж саме уздовж короткої сторони, см;

R_{cH} – границя плинності матеріалу настилу, МПа;

E – модуль пружності, МПа;

k_{σ} – коефіцієнт напруження в пластині, що визначається за табл. 4.4.19.

Розміри плями прикладання навантаження a_0 і b_0 приймаються залежно від орієнтації колеса рівними l_1 або l_2 . Значення l_1 і l_2 визначаються згідно з 4.2.14.

Для здвоєних коліс величина l_1 замінюється на l_1^* :

$$l_1^* = l_1 + B_{\text{ш}} + \delta; \quad (4.4.19-9)$$

а тиск в шині p замінюється на приведений тиск p^* :

$$p^* = 2 \cdot p \cdot l_1 / l_1^*; \quad (4.4.19-10)$$

де: δ – відстань між шинами здвоєного колеса, см;

$B_{\text{ш}}$ – ширина шини, см.

При $b_0 > b$ приймається $b_0 = b$. При $p < p_T$ залишковий прогин $f_{\text{зал}} = 0$.

Таблиця 4.4.19

$\frac{b_0}{b}$	Значення k_σ при співвідношенні a_0/b , що дорівнює				
	0,3	0,6	1,2	1,8	2,4
0,2	1,056	0,904	0,652	0,492	0,387
0,4	0,896	0,766	0,550	0,409	0,316
0,6	0,734	0,630	0,456	0,342	0,266
0,8	0,602	0,518	0,376	0,284	0,222
1,0	0,494	0,424	0,309	0,233	0,183

Формула (4.4.19-2) застосовна, якщо виконуються умови:

$$30 \leq b/s_{\min} \leq 170; 0,15 \leq a_0/b \leq 2,10; 0,20 \leq b_0/b \leq 1,00; 0,11 \leq 100 \cdot R_{eH}/E \leq 0,17;$$

$$0 \leq 10^4 \cdot \sigma_c/E \leq 8,0.$$

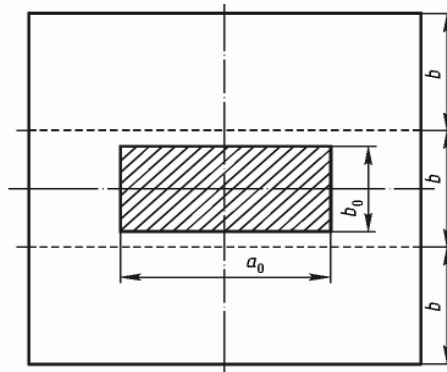


Рис. 4.4.19

Товщина настилу в кінці терміну експлуатації судна без відновлювального ремонту визначається за формулою, см:

$$s_{\min} = s - \Delta s, \quad (4.4.19-11)$$

де: s – проектна товщина настилу, см, яка має перевищувати вимоги табл. 1.3.7.1;

Δs – зношення за час експлуатації, см:

$$\Delta s = 0,008 \cdot T, \quad (4.4.19-12)$$

T – термін експлуатації судна без відновлювального ремонту, років.

4.4.20 У районі вирізів в стінках рамного набору, де діє найбільша зрізуюча сила, повинні бути визначені напруження, МПа:

нормальні -

$$\sigma = \left(\frac{M}{I} \cdot z + \frac{N_n \cdot (0,5 \cdot l_b - x)}{I_n} \cdot z_n \right) \cdot 10^5; \quad (4.4.20-1)$$

дотичні -

$$\tau = 10 \cdot N/F_n, \quad (4.4.20-2)$$

де: M – згинальний момент, що діє на балку в перерізі, що проходить через середину вирізу, кНм;

I – центральний момент інерції площі поперечного перерізу балки в районі вирізу, см⁴;

z – відстань точки, в якій визначаються напруження, від нейтральної вісі балки, м;

N_n – зрізуюча сила, кН, яка діє на перемичку стінки в перерізі, що проходить через середину вирізу; зрізуючу силу, що є в цьому перерізі слід вважати розподіленою між перемичками стінки пропорційно моменту

інерції площі поперечного перерізу перемичок $I_{п}$;

$l_{в}$ – довжина вирізу, м;

x – відстань розрахункового перерізу від лівої кромки вирізу, м;

$I_{п}$ – момент інерції частини площі поперечного перерізу балки, що розташована над або під вирізом, щодо власної нейтральної вісі, $см^4$;

$z_{п}$ – відстань цієї точки від нейтральної вісі перемички стінки, м;

$N, F_{п}$ – зрізуюча сила, кН, і площа поперечного перерізу стінки, $см^2$, в найбільш послабленому перерізі балки відповідно.

4.5 ПІДСУМОВУВАННЯ НАПРУЖЕНЬ

4.5.1 Розрахункові напруження в'язей корпусу від загального вигину і від місцевого навантаження повинні бути визначені залежно від значень, розташування і напрямку зовнішніх навантажень, що діють.

Для визначення розрахункових напружень при одночасній дії декількох зовнішніх навантажень напруження, розраховані для кожної з них окремо, слід підсумовувати за правилами будівельної механіки. При цьому повинні бути прийняті такі з можливих комбінацій від дії зовнішніх навантажень, при яких у в'язі корпусу, що перевіряється, розрахункові напруження різних знаків досягатиме найбільших значень.

За розрахункові напруження у в'язі корпусу, що перевіряється, необхідно приймати найбільші нормальні і дотичні напруження, які не повинні перевищувати допустимі.

4.5.2 Міцність поздовжніх в'язей корпусу, що беруть участь в загальному поздовжньому вигині, необхідно перевіряти за напруженнями, що отримані в результаті складання алгебраїчних напружень від загального поздовжнього вигину з напруженнями від місцевого навантаження.

4.5.3 Для суден, що не перевозять вантажі на палубі, сумарні напруження необхідно обчислювати тільки у в'язях днища. У в'язях палуби цих суден розрахунковими напруженнями є напруження від загального вигину. Проте якщо у таких суден частина навантаження з днища через пілерси передається на палубу і викликає вигин у її в'язях, сумарні напруження у в'язях палуби слід обчислювати з урахуванням цього навантаження (наприклад, сумарні напруження у в'язях палуби суден-площадок в порожньому стані).

4.5.4 Для всіх суден, що перевозять вантажі на палубі, сумарні напруження у в'язях палуби обчислюються з урахуванням місцевого навантаження на палубу.

4.5.5 Визначення і підсумовування напружень проводиться для двох розрахункових згинальних моментів: при прогині і при перегині.

Напруження від місцевого навантаження для підсумовування з напруженнями від загального вигину, отримані від кожного з вказаних моментів, обчислюються при відповідному місцевому навантаженні.

4.5.6 Сумарні напруження від загального вигину і від вигину перекриття визначаються для зовнішніх і внутрішніх кромek його в'язей на опорі і в прогоні.

4.6 ДОПУСТИМІ НАПРУЖЕННЯ

4.6.1 При розрахунках напружень від загального вигину і від місцевого навантаження і сумарних напружень за небезпечні нормальні і дотичні напруження приймаються:

$$\sigma_0 = k_n R_{eH}; \quad (4.6.1-1)$$

$$\tau_n = 0,57\sigma_0, \quad (4.6.1-2)$$

де: R_{eH} – границя плинності матеріалу;

k_n – коефіцієнт, що обчислюється при $235\text{МПа} \leq R_{eH} \leq 395\text{МПа}$ за формулою:

$$k_n = 1 - 0,089 \left(\frac{R_{eH}}{235} - 1 \right) - 0,129 \left(\frac{R_{eH}}{235} - 1 \right)^2. \quad (4.6.1-3)$$

4.6.2 Норми допустимих напружень σ_d в долях від небезпечних наведені в табл. 4.6.2.

Таблиця 4.6.2

Назва і характеристика в'язей корпусу	Характеристика напружень	Норми σ_d
1. Жорсткі в'язі еквівалентного бруса, що беруть участь тільки в загальному вигині і не несуть місцевого навантаження (поздовжні безперервні комінгси, в'язі ненавантажених палуб тощо)	Нормальні напруження від загального вигину	0,75
2. Жорсткі в'язі еквівалентного бруса, що беруть участь в загальному вигині і несуть місцеве навантаження (в'язі днища всіх суден, навантажених палуб і навантажених поздовжніх безперервних комінгсів, за винятком комінгсів суден з подвійними бортами)	Нормальні напруження від загального вигину	0,60
3. Поздовжні безперервні комінгси і карлінгси суден, що перевозять вантажі на люкових кришках і на палубі, а також стрингери суден всіх типів	Сумарні нормальні напруження від загального вигину і від вигину перекриттів: - у прогоні - на опорі	0,75 0,95
4. Поздовжні балки (нерозрізні ребра жорсткості)	Сумарні нормальні напруження від загального і місцевого вигину: - у прогоні - на опорі	0,85 0,95
5. Обшивка корпусу і настил при поперечній системі набору	Нормальні напруження від місцевого навантаження: - у прогоні - на опорі	0,80 0,95
6. Обшивка і настил при поздовжній системі набору	Нормальні напруження від місцевого навантаження: - у прогоні - на опорі	0,80 0,95
7. В'язі корпусу, що сприймають дію перерізуючої сили при загальному вигині (обшивка бортів і поздовжніх перегородок)	Дотичні напруження	0,30
8. Поперечний рамний набір корпусу: флори, рамні шпангоути і бімси	Нормальні напруження від місцевого навантаження: - у прогоні - на опорі	0,75 0,85

Закінчення табл.4.6.2

Назва і характеристика в'язей корпусу	Характеристика напружень	Норми σ_d
9. Поперечний основний набір корпусу: днищеві і бортові шпангоути, бімси і в'язі внутрішнього дна при поперечній системі набору	Нормальні напруження від місцевого навантаження: - у прогоні - на опорі	0,85 0,95
10. Поздовжні і поперечні перегородки (у тому числі і стінки цистерн): - рамні стояки і горизонтальні рамні балки - основні стояки (ребра жорсткості) - обшивка перегородок	Нормальні напруження від місцевого навантаження: - у прогоні - на опорі - у прогоні - на опорі - у прогоні - на опорі	0,85 0,90 0,85 0,95 0,85 0,95
11. Стінки балок рамного набору	Дотичні напруження в суцільних перерізах Нормальні напруження в районі вирізів Дотичні напруження в районі вирізів	0,45 0,95 0,45
<p><i>Примітки:</i></p> <p>1. У розрахунках міцності корпусу судна під час підймання з води і спускання на воду, при випробуванні на водонепроникність і герметичність, а також у випадку затоплення відсіку, нормовані значення допустимих сумарних напружень (від загального вигину і від місцевого навантаження), повинні прийматися рівними 0,95 границі плинності матеріалу в'язей.</p> <p>2. Для ізолювано працюючих в'язей (пілери і розкоси), що перевіряються на стійкість, нормовані значення допустимих напружень при стисканні повинні прийматися рівними 0,50 і для розкосів, що перехрещуються, 0,75 критичних напружень, але не більше 0,50 границі плинності матеріалу в'язей.</p>		

4.7 РОЗРАХУНКИ СТІЙКОСТІ

4.7.1 Перевірочні розрахунки стійкості необхідно виконувати для наступних елементів корпусу:

- .1** палубних перекриттів, перекриттів днища суден без подвійного дна, поздовжніх балок (ребер жорсткості) палуб, днища, подвійного дна, бортів, поздовжніх перегородок на дію максимальних стискаючих напружень, що виникають при загальному вигині;
- .2** пілерсів (одиначних і в складі ферм) і розкосів на дію максимальних стискаючих напружень;
- .3** бортової обшивки і листів поздовжніх перегородок на дію максимальних дотичних напружень, що виникають при загальному вигині.

Перевірочні розрахунки стійкості згідно з **.1** та **.3** виконуються для суден, для яких виконуються розрахунки загальної міцності відповідно до **1.1.2.2** і **1.1.2.3** та інших пунктів, що містять посилання на вимоги розділу **4** щодо перевірки загальної міцності.

4.7.2 Перевірку на стійкість слід виконувати з урахуванням відхилень від закону Гука критичних (виправлених ейлерових) напружень $\sigma_{кр}$. Критичні напруження знаходяться залежно від ейлерових напружень σ_E , обчислених в припущенні, що матеріал елемента корпусу в момент втрати стійкості підкоряється закону Гука.

4.7.3 Для стиснутих сталевих стрижнів критичні напруження слід визначати за формулами, МПа:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{кр} &= \sigma_E \quad \text{при } \sigma_E \leq 0,6R_{сн}; \\ \sigma_{кр} &= (1,12 - 0,312R_{сн}/\sigma_E) R_{сн} \quad \text{при } 0,6R_{сн} < \sigma_E < 2,6R_{сн}; \\ \sigma_{кр} &= R_{сн} \quad \text{при } \sigma_E \geq 2,6R_{сн}, \end{aligned} \right\} \quad (4.7.3)$$

де: $R_{сн}$ – границя плинності матеріалу, МПа.

4.7.4 Критичні напруження пластин, стиснутих вздовж довгої кромки, повинні обчислюватися за формулами згідно з **4.3.11**, МПа.

4.7.5 Критичні напруження $\sigma_{кр}$ при стисканні днищового і палубного перекриття, а також поздовжніх балок (ребер жорсткості) повинні бути не менше границі плинності матеріалу $R_{сн}$.

При поперечній системі набору жорсткість основних шпангоутів днища і основних бімсів палуби повинна бути не нижче критичної. Допускається зниження критичних напружень днищевих і палубних перекриттів, а також поздовжніх ребер жорсткості до значення, при якому виконується умова:

$$\sigma_{кр} \geq K_{ст}\sigma_{ст}, \quad (4.7.5-1)$$

де: $\sigma_{ст}$ - максимальне напруження стискання в перекритті або поздовжньому ребрі при загальному вигині від дії розрахункових навантажень, МПа;

$K_{ст}$ - коефіцієнт запасу стійкості, визначений за формулою:

$$K_{ст} = K_p \left(0,75 + 0,25 \frac{R_{сн}}{235} \right), \quad (4.7.5-2)$$

де: $R_{сн}$ – границя плинності матеріалу, МПа;

K_p – коефіцієнт району плавання, що дорівнює 1,36 для суден району плавання **В1** та 1,33 для суден інших районів плавання.

4.7.6 При розрахунку стійкості поздовжні балки (ребра жорсткості) вважаються вільно опертими на відповідні поперечні в'язі (флори, рамні шпангоути і бімси). Ейлерові напруження при стисненні поздовжніх ребер визначаються за формулою, МПа:

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{b^2 (f + a \cdot s)}, \quad (4.7.6)$$

де: E - модуль пружності, МПа;

I - момент інерції площі поперечного перерізу ребра з приєднаним пояском, розміри якого призначаються згідно з 4.4.13.1, см⁴;

b - прогін ребра, см;

f - площа поперечного перерізу ребра без приєданого пояска, см²;

a - відстань між ребрами (довжина меншої сторони пластини), см;

s - товщина пластини, см.

4.7.7 Дотичні напруження пластин борту і перегородок при загальному вигині, що визначаються за формулою (4.3.13-2), не повинні бути більше 0,95 критичних дотичних напружень, що обчислюються за формулою, МПа:

$$\left. \begin{aligned} \tau_{кр} &= \tau_E && \text{при } \tau_E \leq 0,5 \frac{R_{сН}}{\sqrt{3}} \\ \tau_{кр} &= \frac{R_{сН}}{\sqrt{3}} \left(1 - \frac{R_{сН}}{4\tau_E \sqrt{3}} \right) && \text{при } \tau_E > 0,5 \frac{R_{сН}}{\sqrt{3}} \end{aligned} \right\} \quad (4.7.7-1)$$

де: $R_{сН}$ – границя плинності, МПа;

τ_E - ейлерові дотичні напруження, що визначаються за формулою, МПа:

$$\tau_E = 19k \left(100 \frac{s}{a} \right)^2, \quad (4.7.7-2)$$

де: k - коефіцієнт, що визначається залежно від співвідношення сторін пластини b/a (b - довжина більшої сторони пластини, см) за табл. 4.7.7;

s і a - див. 4.7.6.

Таблиця 4.7.7

b/a	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0	∞
k	9,34	8,56	8,00	7,60	7,30	6,92	6,70	6,56	6,07	5,86	5,35

4.7.8 Якщо критичні напруження $\sigma_{кр}$ в крайніх по висоті жорстких поздовжніх в'язях корпусу менше σ_0 (згідно з 4.6.1), то при визначенні величини граничного моменту згідно з 4.8 замість σ_H слід підставляти $\sigma_{кр}$.

4.8 РОЗРАХУНКИ ЗАГАЛЬНОЇ ГРАНИЧНОЇ МІЦНОСТІ

4.8.1 Перевірочні розрахунки загальної граничної міцності виконуються для суден, для яких виконуються розрахунки загальної міцності відповідно до **1.1.2.2** і **1.1.2.3** та інших пунктів, що містять посилання на вимоги розділу **4** щодо перевірки загальної міцності.

Загальна гранична міцність корпусу судна повинна бути перевірена за граничними моментами. Під граничним моментом розуміється згинальний момент, що викликає в будь-якій (як правило, в найбільш віддаленій від нейтральної вісі) в'язі корпусу, включений в еквівалентний брус, нормальні напруження загального вигину, що дорівнюють за абсолютною величиною небезпечним; при цьому у всіх інших в'язях напруження повинні бути не більше небезпечних.

Для в'язей, що не несуть місцевого навантаження, небезпечні напруження приймаються рівними, МПа:

$$\sigma_n = k_n R_{cH}, \quad (4.8.1-1)$$

а для в'язей, що сприймають місцеве навантаження -

$$\sigma_n = 0,9 k_n R_{cH}, \quad (4.8.1-2)$$

де: R_{cH} - границя плинності матеріалу в'язі, що розглядається, МПа;
коefficient k_n обчислюється за формулою (4.6.1-3).

Граничні моменти слід визначати для тих перерізів корпусу, в яких можна очікувати найменший запас міцності (переріз, в якому діє найбільший розрахунковий згинальний момент, найбільш слабкий переріз в середній частині судна, перерізи в місцях закінчення основних поздовжніх в'язей, переходу з однієї системи набору на іншу, зміни категорії сталі корпусу).

4.8.2 Визначенню підлягають граничні моменти $M_{гр}$ окремо для перегину і прогину за формулою, кН·м:

$$M_{гр} = \pm 10^3 \cdot \sigma_n \cdot W_{гр}, \quad (4.8.2)$$

де: σ_n – небезпечне напруження (див. **4.8.1**) в указаній в'язі, МПа;

$W_{гр}$ - момент опору поперечного перерізу еквівалентного бруса відносно тієї в'язі, в якій напруження дорівнюють небезпечним, м³.

4.8.3 При обчисленні моменту опору $W_{гр}$ необхідно редукувати гнучкі в'язі корпусу, приймаючи напруження в указаній в'язі еквівалентного бруса у всіх послідовних наближеннях такими, що дорівнюють небезпечним σ_n .

Напруження $\sigma < \sigma_n$ у в'язях на стороні еквівалентного бруса протилежній до в'язі, в якій напруження дорівнюють небезпечним σ_n , визначаються методом послідовних наближень залежно від положення нейтральної вісі.

За остаточне наближення слід приймати таке, при якому різниця моментів опору в кінцевому і попередньому наближеннях не перевищує 3% для кожної з сторін еквівалентного бруса.

4.8.4 При обчисленні моменту опору $W_{гр}$ редуційні коефіцієнти пластин слід призначати: при поздовжній системі набору - відповідно до вказівок **4.3.10** і при поперечній системі набору – або згідно з табл. 4.8.4.

Таблиця 4.8.4

Вид деформації	Редуційні коефіцієнти ϕ при товщині пластин, мм			
	4	6	8	12
Розтягнення	0,08	0,24	0,40	0,60
Стискання	0,03	0,07	0,12	0,28

4.8.5 Редукуванню підлягають також і ті стиснені «жорсткі» в'язі корпусу (поздовжні балки палуб, платформ, ширстрека, днища, настилу подвійного дна тощо), у яких критичні напруження $\sigma_{кр}$, обчислені відповідно до 4.7.3, менше напружень в жорстких в'язях $\sigma_{ж}$, що виникають при дії граничного моменту. Редукційний коефіцієнт цих в'язей дорівнює:

$$\varphi = \frac{\sigma_{кр}}{|\sigma_{ж}|} \leq 1. \quad (4.8.5)$$

4.8.6 Для забезпечення міцності корпусу за граничним моментом повинна виконуватися умова:

$$|M_{гр}| \geq k |M_p|, \quad (4.8.6)$$

де: k – коефіцієнт запасу міцності за граничним моментом;
 M_p – розрахунковий згинальний момент при прогині і при перегині, кНм.

4.8.7 Значення коефіцієнта k незалежно від категорії сталі, що застосовується, та району плавання судна приймається $k = 1,35$.

4.8.8 Граничний момент $M_{гр}$ для корпусу вантажних суден додатково повинен задовольняти умові, кНм:

$$M_{гр} \geq k_{гр} \cdot \Delta \cdot L, \quad (4.8.8)$$

де: $k_{гр}$ – коефіцієнт граничного моменту, що визначається за табл. 4.8.8 залежно від типу судна та його довжини L ;

Δ – вагова водотоннажність судна при повному завантаженні, кН.

Таблиця 4.8.8

Тип судна	Довжина судна L , м				
	20	60	80	100	140
Самохідні судна	0,068	0,055	0,040	0,032	0,028
Несамохідні суховантажні судна	0,056	0,043	0,028	0,021	0,018
Несамохідні наливні судна	0,048	0,032	0,020	0,015	0,012
<i>Примітка.</i> Для проміжних значень довжини L значення $k_{гр}$ визначаються лінійною інтерполяцією.					

4.8.9 За узгодженням з Регістром допускається використання іншої методики розрахунку граничного моменту.

4.9 РОЗРАХУНКИ ЗАГАЛЬНОЇ МІЦНОСТІ КОРПУСУ В КІНЦІ ТЕРМІНУ СЛУЖБИ СУДНА. ОЦІНКА ТЕРМІНІВ СЛУЖБИ ОКРЕМИХ В'ЯЗЕЙ КОРПУСУ

4.9.1 При проектуванні судна довжиною $L \geq 50$ м на термін служби, визначений судновласником (замовником проекту) або розробником проекту, без відновлювального ремонту корпусу і відповідному відображенні цієї обставини в проекті слід виконати перевірку загальної міцності судна в кінці терміну служби згідно з цим розділом.

За таким же рішенням судновласника або розробника проекту на всіх суднах згідно з цим розділом може бути виконане визначення термінів служби окремих в'язей корпусу за умовою забезпечення допустимих в процесі експлуатації залишкових товщин в'язей.

Розрахунки повинні виконуватися стосовно до зазначених у проектній специфікації умов експлуатації (зона судноплавства, вантажопідйомність, види вантажу, що перевозиться, умови проведення вантажних операцій і т. ін.), що впливають на міцність корпусу, і прийнятими у проекті розмірами в'язей. За указаним рішенням судновласника або розробника проекту і узгодженням з Регістром в розрахунках можуть враховуватися обмеження експлуатації судна в кінці терміну служби.

4.9.2 Перевірка загальної міцності корпусу в кінці терміну служби виконується за граничними моментами.

Граничні моменти $M_{гр.к}$ визначаються за формулою (окремо для перегину і прогину), кН·м:

$$M_{гр.к} = \pm 10^3 \sigma_n W_{гр.к}, \quad (4.9.2)$$

де: $W_{гр.к}$ – момент опору поперечного перерізу еквівалентного бруса, який обчислюється з урахуванням зносу і місцевих залишкових деформацій в'язей корпусу відносно тієї в'язі (як правило, найбільш віддаленої від нейтральної вісі кромки еквівалентного бруса), в якій напруження дорівнюють небезпечним, м³;

σ_n – небезпечне напруження в указаній в'язі, що визначається згідно з **4.8.1**, МПа.

4.9.3 При визначенні моменту опору $W_{гр.к}$ необхідно редукувати включені в еквівалентний брус гнучкі в'язі корпусу, враховуючи одночасні їх знос згідно з **4.9.4** ÷ **4.9.6** та місцеві деформації згідно з **4.9.7** ÷ **4.9.10** та вважаючи, що в одній з них нормальні напруження загального вигину рівні за абсолютною величиною небезпечним. Знос і деформації слід визначати при віці судна, що дорівнює запланованому терміну служби, зменшеному на 5 років.

Останній термін дії класу судна перед кінцем його терміну служби не повинен перевищувати 5 років.

4.9.4 Терміни служби окремих в'язей корпусу T обчислюються за формулою, рік:

$$T = (s_{пр} - [s]) / c_p + 5, \quad (4.9.4-1)$$

де: $s_{пр}$ - товщина в'язі, що розглядається, прийнята в проекті, мм;

c_p – розрахункова швидкість зносу, що визначається згідно з **4.9.5**, мм/рік;

$[s]$ - допустима залишкова товщина, що приймається для листів обшивок і настилів за табл. 4.9.4 залежно від району плавання та довжини L і визначається для балок набору за формулою:

$$[s] = \alpha s_{пр}, \quad (4.9.4-2)$$

де: α - коефіцієнт, що дорівнює 0,6 - для поздовжніх балок палуби і днища і 0,5 - для інших балок.

Отримані за результатами розрахунку терміни служби окремих в'язей не повинні бути менше запланованого терміну служби судна, прийнятого в проекті.

Таблиця 4.9.4

Назва листових конструкцій	Товщина, мм				
	В1			В2-В4	
	L=24м	L=80м	L=140м	L=24м	L=80м
1 Зовнішня обшивка					
1.1 Зовнішня обшивка (за винятком указаної в 1.2 ÷ 1.7)	3,0	3,5	4,5	2,5	3,0
1.2 Зовнішня обшивка, що обмежує баластні та паливні цистерни	3,5	4,0	5,0	3,0	3,5
1.3 Скуловий пояс зовнішньої обшивки	3,0	4,0	5,0	3,0	4,0
1.4 Ширстречний пояс в середній частині судна	3,0	4,0	5,0	3,0	4,0
1.5 Обшивка днища наливних суден без подвійного дна та бортова обшивка наливних суден без подвійних бортів в районі вантажних танків	3,5	5,0	6,0	3,5	4,5
1.6 Обшивка днища в носовій кінцевій частині на висоті до 0,04В від ОП	3,5	4,5	5,5	3,0	3,5
1.7 Обшивка борта в носовій кінцевій частині	3,5	4,5	5,5	3,0	3,5
2 Настили палуб і платформ					
2.1 Настил палуби (за винятком указанного в 2.2 ÷ 2.8)	3,0	4,0	5,0	2,5	3,5
2.2 Палубний стрингер в середній частині судна	3,0	4,0	5,0	3,0	4,0
2.3 Настил верхньої палуби в кінцевих частинах, в районі міжлюкових перемичок, палуб юта та надбудов (що не беруть участі в загальному вигині корпусу), на ділянках, не захищених надбудовами. Настил палуби бака	3,0	4,0	4,5	2,5	3,0
2.4 Настил верхньої палуби за межами середньої частини, палуб юта та надбудов (що не беруть участі в загальному вигині корпусу), на ділянках, захищених надбудовами. Настил платформ	2,5	3,0	3,0	2,5	2,5
2.5 Настил палуби наливних суден в районі вантажних танків	3,5	4,5	5,5	3,0	4,0
2.6 Настил палуби в кінцевих частинах суден, яких штовхають	3,5	6,0	7,0	3,5	5,0
2.7 Настил палуби надбудови, що бере участь в загальному вигині корпусу, в середній частині судна і на ділянках, не захищених надбудовами	3,0	4,0	4,5	2,5	3,0
2.8 Настил палуби надбудови, що бере участь в загальному вигині корпусу, за межами середньої частини судна на ділянках, захищених надбудовами	2,5	3,0	3,0	2,5	2,5
3 Вантажні настили					
3.1 Настил подвійного дна вантажних суден (за винятком указанного в 3.2 та 3.3)	3,0	4,0	4,5	2,5	3,5
3.2 Настил подвійного дна суховантажних суден під вантажними люками, якщо передбачене завантаження-розвантаження рейферами, і палуб суден-площадок в межах вантажної площадки	4,5	5,5	6,0	3,5	4,5
3.3 Настил подвійного дна наливних суден в районі розташування вантажних танків	4,5	5,0	5,5	4,0	4,5
4 Перегородки та внутрішні борти					
4.1 Обшивка водонепроникних перегородок та внутрішніх бортів (за винятком указаної в 4.2 ÷ 4.8)	2,5	3,0	3,5	2,5	3,0
4.2 Обшивка перегородки форпіка	2,5	3,5	4,0	2,5	3,5
4.3 Обшивка внутрішніх бортів та нижні листи водонепроникних перегородок суховантажних суден в районі вантажних трюмів. Обшивка внутрішніх бортів, а також поперечних перегородок, що розмежують заповнені та незаповнені вантажем відсіки в районі вантажних танків наливних суден (за виключенням нижнього пояса)	3,0	3,5	4,0	2,5	3,5
4.4 Обшивка водонепроникних перегородок (за винятком нижніх листів) суховантажних суден в районі вантажних трюмів	2,5	3,0	3,5	2,5	3,0

Закінчення табл. 4.9.4

Назва листових конструкцій	Товщина, мм				
	В1			В2–В4	
	L=24м	L=80м	L=140м	L=24м	L=80м
4.5 Обшивка внутрішніх бортів суден з повним розкриттям вантажних трюмів, нижні листи внутрішніх бортів суден з не повним розкриттям вантажних трюмів і поперечних перегородок в районі вантажних трюмів, якщо передбачене завантаження-розвантаження грейферами	4,0	4,5	5,0	3,0	4,0
4.6 Нижні листи внутрішніх бортів, а також поперечних перегородок, що розмежують заповнені та незаповнені вантажем відсіки в районі вантажних танків наливних суден	4,5	5,0	5,5	4,0	4,5
4.7 Обшивка поперечних перегородок, що розмежують на наливних судах відсіки, заповнені вантажем	2,5	3,0	3,5	2,5	3,0
4.8 Верхній пояс перегородок суден-площадок в межах вантажних площадок	3,0	5,0	5,0	3,0	4,5
5 Інші в'язі					
5.1 Листові конструкції та стінки балок рамного набору під вантажним настилом суден-площадок і настилом подвійного дна суховантажних суден під вантажними люками, якщо передбачене завантаження-розвантаження грейферами	3,0	5,0	5,0	3,0	4,5
5.2 Безперервні поздовжні комінгси вантажних люків	3,5	5,5	6,5	3,5	4,5
5.3 Поперечні комінгси вантажних люків	2,5	4,5	5,0	2,5	3,5
5.4 Листи шахт машинно-котлових відділень та капів машинного відділення, стінки надбудов, що не беруть участі в загальному вигині корпусу	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
5.5 Обшивка стінок надбудов, що беруть участь в загальному вигині корпусу	3,0	3,5	4,5	2,5	3,0
<p><i>Примітки.</i></p> <p>1. Товщини листів в'язей, наведені в таблиці, відповідають шпациї a_0, що дорівнює 550мм.</p> <p>2. Якщо шпация прийнята більше a_0, то товщини в'язей, указані в таблиці (за виключенням п. 5.1), повинні бути збільшені на величину: $\Delta s = (a/a_0 - 1)[s]$, мм, де: a - фактична шпация, мм; a_0 - нормальна шпация, що приймається рівною $a_0 = 550$мм; $[s]$ - табличне значення допустимої залишкової товщини окремої в'язі корпусу.</p> <p>3. Якщо шпация прийнята менше a_0 і / або в'язі виконані зі сталі підвищеної міцності, то товщини в'язей, указані в таблиці (за виключенням п. 5.1), можуть бути зменшені на величину: $\Delta s = \left[1 - 15,3a / (a_0 \sqrt{R_{сн}}) \right] \cdot [s]$, мм, де a, a_0, $[s]$ - див. примітку 2 (при $a > a_0$ приймається $a = a_0$); $R_{сн}$ – границя плинності матеріалу в'язі, МПа.</p> <p>4. Для суден, призначених для експлуатації в районі В1, довжиною більше 50м у випадку використання поперечної системи набору конструкції корпусу в середній частині судна залишкова товщина, визначена за таблицею, повинна бути збільшена: для обшивки днища (п. 1.1) – на величину $1,2 (L-50)/90$, для настилу подвійного дна (п. 3.1) та нижніх листів внутрішніх бортів наливних суден в районі вантажних танків (п. 4.6) – на величину $0,7 (L-50)/90$.</p> <p>5. Залишкова товщина окремих листів льодового поясу зовнішньої обшивки для суден, що мають у формулі класу знак льодових підкріплень, повинна бути не менше 0,8 товщини, що вимагається Правилами для відповідного району корпусу при категорії льодових підкріплень, що встановлюється судну.</p> <p>6. Залишкова товщина окремих листів льодового поясу зовнішньої обшивки криголамів повинна бути не менше 0,8 проектною товщини.</p> <p>7. Для суден з санною формою обводів носової кінцевої частини вимога по 1.6 поширюється на ділянку корпусу, розташовану на 4% ширини судна вище плоскої ділянки днища в районі носового підйому.</p>					

4.9.5 Розрахункова швидкість зносу визначається за формулою:

$$c_p = (1 + k_Q V)c, \quad (4.9.5-1)$$

де; c - рекомендована середня швидкість зносу, що визначається за табл. 4.9.5, мм/рік;
 V - коефіцієнт варіації швидкості зносу:

$$V = 0,51 - 1,06c; \quad (4.9.5-2)$$

k_Q - коефіцієнт, що приймається рівним:

при перевірці загальної міцності корпусу за граничним моментом в кінці запланованого терміну служби — 1,0;
 при визначенні терміну служби окремої в'язі - 1,65.

Рекомендовані середні швидкості зносу і коефіцієнти варіації за погодженням з Регістром можуть бути прийняті такими, що відрізняються від зазначених у табл. 4.9.5 і що визначаються за формулою (4.9.5-2), якщо проєктант представить відповідні обґрунтування, основані на фактичних даних досвіду експлуатації суден-прототипів.

Таблиця 4.9.5

Назва в'язі	Середня швидкість зносу c , мм/рік
1 Палубний настил	
1.1 В районі розташування баластних цистерн	0,04
1.2 Суден-площадок, що перевозять наваловальні вантажі	0,12
1.3 В районі вантажних танків наливних суден	0,12
1.4 В районі вантажних танків наливних суден, що перевозять сиру нафту	0,18
1.5 В районах, не указаних в 1.1 ÷ 1.4	0,03
2 Бортова обшивка	
2.1 Борт при відсутності подвійного борта:	
2.1.1 надводний	0,04
2.1.2 в районі нижче ватерлінії з повним вантажем	0,05
2.2 Борт при наявності подвійного борта (відсіки подвійного борта, які призначені для вантажу, палива або баласту)	
2.2.1 надводний:	
- цистерни заповнені паливом	0,09
- цистерни заповнені баластом	0,06
2.2.2 нижче ватерлінії при повному навантаженні:	
- цистерни заповнені паливом	0,10
- цистерни заповнені баластом	0,06
3 Днищева обшивка	
3.1 Скуловий пояс і пояс днищевої обшивки, що прилягає до нього	0,08
3.2 Інші пояси обшивки днища	0,05
3.3 В районі паливних цистерн	0,10
3.4 В районі баластних відсіків	0,06
3.5 В районі вантажних танків	0,10
4 Настил подвійного дна	
4.1 В районі паливних цистерн	0,10
4.2 В районі баластних відсіків	0,05
4.3 В трюмах, якщо передбачене виконання вантажних операцій грейферами	0,12
5 Обшивка подвійного борта	
5.1 Обшивка подвійного борта вантажних суден:	
5.1.1 верхній та середній пояси	0,03
5.1.2 нижній пояс	0,05
5.1.3 в районі паливних цистерн	0,10

Продовження табл. 4.9.5

Назва в'язі	Середня швидкість зносу s , мм/рік
5.1.4 в районі баластних відсіків	0,05
5.2 Обшивка подвійного борта суден, що перевозять у тому числі і навалювальні вантажі:	
5.2.1 верхній та середній пояси	0,07
5.2.2 нижній пояс	0,12
6 Обшивка поздовжніх і поперечних перегородок	
6.1 Водонепроникні перегородки:	
6.1.1 верхній та середній пояси	0,03
6.1.2 нижній пояс	0,05
6.2 Перегородки між трюмами для навалювальних вантажів:	
6.2.1 верхній та середній пояси	0,07
6.2.2 нижній пояс	0,12
6.3 Перегородки між вантажними танками:	
6.3.1 верхній пояс	0,12
6.3.2 середній пояс	0,08
6.3.3 нижній пояс	0,11
6.4 Перегородки між вантажними танками суден, що перевозять сиру нафту:	
6.4.1 верхній пояс	0,18
6.4.2 середній пояс	0,12
6.4.3 нижній пояс	0,16
7 Набір палуб	
7.1 Поздовжні підпалубні балки, бімси і карлінгси палуб, що обмежують:	
7.1.1 вантажні трюми суховантажних суден і райони суднових приміщень	0,03
7.1.2 вантажні танки	0,12
7.1.3 вантажні танки суден, що перевозять сиру нафту	0,18
7.1.4 паливні цистерни	0,12
7.1.5 баластні відсіки	0,06
7.2 Комінгси вантажних люків	0,03
8 Набір бортів і перегородок	
8.1 Поздовжні балки, основні і рамні шпангоути, вертикальні стояки і горизонтальні рами бортів і перегородок, що обмежують:	
8.1.1 вантажні трюми суховантажних суден і райони суднових приміщень	0,04
8.1.2 вантажні танки	0,12
8.1.3 вантажні танки суден, що перевозять сиру нафту	0,18
8.1.4 паливні цистерни	0,12
8.1.5 баластні відсіки	0,08
9 Набір днища і подвійного дна	
9.1 Вертикальний киль, кільсони, днищеві стрингери, флори і поздовжні балки днища при відсутності подвійного дна:	
9.1.1 в районі вантажних трюмів	0,05
9.1.2 в баластних відсіках	0,06
9.2 Вертикальний киль, кільсони, днищеві стрингери, флори і поздовжні балки днища і подвійного дна при наявності подвійного дна:	
9.2.1 не призначених для заповнення	0,05
9.2.2 в паливних цистернах	0,12
9.2.3 в баластних відсіках	0,06

Закінчення табл. 4.9.5

Назва в'язі	Середня швидкість зносу c , мм/рік
<p><i>Примітки.</i></p> <p>1. При відсутності привальних брусів середня швидкість зношування обшивки зовнішнього борту збільшується в два рази.</p> <p>2. Середня швидкість зношування днищевої обшивки суден, призначених для експлуатації переважно на мілководді, приймається 0,10 мм/рік.</p> <p>3. Для суден внутрішнього плавання, призначених для експлуатації в басейнах північних і східних річок, середні швидкості зношування в'язей корпусу, що не контактують безпосередньо з вантажем, що перевозиться, можуть бути зменшені вдвічі. При цьому райони плавання суден, стосовно до умов плавання в яких у проєкті були зменшені середні швидкості зношування в'язей, повинні бути зазначені у специфікації в якості дозволених.</p>	

4.9.6 Значення середньорічної швидкості зменшення товщини елементів конструкції корпусу за узгодженням з Регістром може прийматися таким, що відрізняється від указанного в табл. 4.9.5, якщо судовласник надасть відповідне обґрунтування на підставі фактичних даних досвіду експлуатації судна-прототипу.

4.9.7 Для корпусів суден, що піддаються специфічному зносу і призначених для постійної експлуатації в битому льоду, для перевезення агресивних наливних і навалювальних вантажів (сірки навалом, сірчаних нафтопродуктів тощо), призначення середніх швидкостей зменшення товщини елементів конструкції корпусу є предметом спеціального розгляду Регістром.

4.9.8 Місцеві залишкові деформації поздовжніх балок (ребер жорсткості) спільно із зовнішньою обшивкою або з настилом (вм'ятини) слід враховувати в днищі суден, що експлуатуються на мілководді, в подвійному дні суховантажних суден, у вантажній палубі суден-площадок і нахилених стінках трюмного вантажного бункера або внутрішніх бортах суховантажних суден.

4.9.9 Сумарна ширина вм'ятин приймається рівною ширині конструкції в межах вантажної зони. Стрілку прогину окремої вм'ятини в поперечному перерізі слід приймати такою, що змінюється по синусоїді між поздовжніми рамними в'язями.

Максимальна стрілка прогину вм'ятини h по середині відстані між рамними поздовжніми в'язями визначається за формулою, см:

$$h = 50,1 \frac{k_0 k_p k_k b (T - 5)^{0,73}}{R_{eH} W_0}, \quad (4.9.9-1)$$

де: k_0 - коефіцієнт, що приймається рівним:

$k_0 = 0,5$ - при наявності розпірок між поздовжніми ребрами жорсткості настилу подвійного дна і днища, встановленими по середині прогону;

$k_0 = 1,0$ - в інших випадках;

k_p - коефіцієнт, що приймається рівним:

$k_p = 1,5$, якщо в проєкті передбачається можливість виконання вантажних операцій кранами вантажопідйомністю 200кН і більше;

$k_p = 1,0$ - в інших випадках;

k_k - коефіцієнт, що приймається рівним:

$k_k = 1,0$ для вантажних палуб суден-площадок;

$k_k = 0,7$ для настилу подвійного дна суховантажних суден;

$k_k = 0,7 \cos \alpha$ для нахилених стінок трюмного бункера і внутрішніх бортів,

де: α - кут нахилу стінки до ОП;

b - довжина ребра, що дорівнює відстані між рамними поперечними в'язями, на які спирається ребро, см;

T - запланований термін служби судна, роки;

R_{eH} - границя плинності матеріалу балки, МПа;

W_0 - граничний момент опору ребра жорсткості, см³;

$$W_0 = f_{\text{пл}} (y_0 + 0,05 s_{\text{пл}}), \quad (4.9.9-2)$$

де: $f_{\text{пл}}$ - проектна площа поперечного перерізу профілю балки без приєднаного пояска, см²;

y_0 - відстань центру ваги поперечного перерізу профілю балки без приєднаного пояска від обшивки, см;

$s_{\text{пл}}$ - проектна товщина приєднаного пояска, мм.

4.9.10 Деформовані поздовжні балки (ребра жорсткості) з приєднаними поясками шириною, що дорівнює половині відстані між ребрами, слід включати в еквівалентний брус з редуційними коефіцієнтами φ_p , визначеними залежно від наступних параметрів:

h_0 - стрілка вигину деформованого ребра жорсткості згідно з 4.9.9, см;

a - шпация (відстань між ребрами жорсткості), см;

F_p, I_p - площа поперечного перерізу, см², і момент інерції цієї площі відносно нейтральної вісі, см⁴, поздовжнього деформованого і зношеного ребра жорсткості з приєднаним пояском шириною, що дорівнює a ;

z_{max} - відстань крайнього волокна полки від нейтральної вісі вказаного вище поперечного перерізу, см;

ρ - радіус інерції, що дорівнює, см:

$$\rho = \sqrt{I_p / F_p}; \quad (4.9.10-1)$$

$E, R_{\text{сн}}$ - модуль пружності і границя плинності матеріалу ребра, МПа;

b - довжина ребра, що дорівнює відстані між рамними поперечними в'язями, на які спирається ребро, см;

σ_E - ейлерове напруження ребра, що дорівнює, МПа:

$$\sigma_E = \pi^2 \cdot E \cdot I_p / F_p \cdot b^2; \quad (4.9.10-2)$$

$\sigma_{\text{ж}}$ - напруження в жорстких в'язях на рівні центру ваги площі поперечного перерізу ребра з приєднаним пояском, МПа; при розтягненні $\sigma_{\text{ж}} > 0$, при стисканні $\sigma_{\text{ж}} < 0$;

n - відносне напруження, що дорівнює:

$$n = \sigma_{\text{ж}} / R_{\text{сн}}; \quad (4.9.10-3)$$

p - тиск вантажу на настил, який підтримується ребром, МПа, згідно з 4.2.4 ÷ 4.2.8; для ребер, що підтримують обшивку або настил, на які вантаж не діє, приймається $p = 0$;

H_p - висота ребра, см.

Редуційний коефіцієнт обчислюється за формулами:

$$\left. \begin{aligned} \varphi_p &= \varphi_0 \cdot X \cdot Y \cdot k_{\text{пл}} && \text{при } n \leq n_1; \\ \varphi_p &= \varphi_0 \cdot k_{\text{пл}} && \text{при } n_1 < n \leq 0; \\ \varphi_p &= \varphi_0 && \text{при } 0 < n \leq n_2; \\ \varphi_p &= \varphi_0 \cdot X_1 && \text{при } n_2 \leq n, \end{aligned} \right\} \quad (4.9.10-4)$$

де: φ_0 - коефіцієнт, що визначається за табл. 4.9.10;

$k_{\text{пл}}$ - приймається рівним 1,0 для балок палуб суден-площадок і балок подвійного дна і 0,85 в решті випадків;

n_1, n_2 - числа, що обчислюються за формулою:

$$n_{1,2} = \mp \left(1,056 + 0,021 \frac{h_0^2}{\rho^2} - 0,145 \frac{h_0}{\rho} - 0,131 \frac{z_{\text{max}}}{\rho} \right); \quad (4.9.10-5)$$

число n_1 негативне, n_2 позитивне;

Таблиця 4.9.10

$\frac{\sigma_{\text{ж}}}{\sigma_{\text{Е}}}$	Ф ₀ при співвідношенні h_0/ρ , що дорівнює:										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0,916	0,719	0,516	0,363	0,260	0,193	0,147	0,115	0,093	0,076
0	1	0,889	0,667	0,471	0,333	0,242	0,182	0,140	0,111	0,090	0,074
-1	1	0,848	0,609	0,428	0,307	0,227	0,172	0,134	0,107	0,087	0,072

X, X_1, Y – величини, що визначаються за формулами:

$$X = 1 + n \cdot \left(-0,402 + 1,60 \frac{h_0}{b} - 0,015 \frac{\sigma_{\text{Е}}}{R_{\text{сН}}} - 0,982 \cdot n - 45,2 \frac{h_0^2}{b^2} + 0,614 \frac{h_0}{b} \cdot \frac{\sigma_{\text{Е}}}{R_{\text{сН}}} - 0,00142 \frac{\sigma_{\text{Е}}^2}{R_{\text{сН}}^2} - 0,362 \cdot n^2 \right), \quad (4.9.10-6)$$

$$X_1 = 1 + n \cdot \left(0,400 - 2,90 \frac{h_0}{b} + 0,0137 \frac{\sigma_{\text{Е}}}{R_{\text{сН}}} - 0,896 \cdot n + 50,1 \frac{h_0^2}{b^2} - 0,522 \cdot \frac{h_0}{b} \cdot \frac{\sigma_{\text{Е}}}{R_{\text{сН}}} + 0,00123 \frac{\sigma_{\text{Е}}^2}{R_{\text{сН}}^2} + 0,329 \cdot n^2 \right), \quad (4.9.10-7)$$

$$Y = 1 - \frac{p \cdot a \cdot b^2 \cdot H_p \cdot 10^{-3}}{I_p \cdot R_{\text{сН}}} \left(0,0271 + 0,169 \frac{h_0}{b} - 0,00292 \frac{\sigma_{\text{Е}}}{R_{\text{сН}}} \right). \quad (4.9.10-8)$$

Якщо визначений за формулами (4.9.10-6), (4.9.10-7) і (4.9.10-8) будь-який коефіцієнт виходить негативним, то його слід приймати рівним нулю, якщо більше одиниці – рівним одиниці.

4.9.11 Редукційні коефіцієнти пластин в районі вм'ятин при поздовжній системі набору не повинні прийматися більше визначених з **4.9.10** редукційних коефіцієнтів поздовжніх деформованих ребер жорсткості, що утворюють їх опорний контур.

Редукційні коефіцієнти пластин в районі вм'ятин при поперечній системі набору, за винятком вантажної палуби суден-площадок і настилу подвійного дна суховантажних суден, визначаються згідно з табл. 4.8.4. Редуковані частини пластин настилу вантажної палуби суден-площадок і настилу подвійного дна суховантажних суден при поперечній системі набору в еквівалентний брус не включаються.

4.9.12 Для забезпечення загальної міцності судна в кінці терміну служби за граничним моментом $M_{\text{гр.к}}$ з урахуванням зносу і місцевих залишкових деформацій в'язей корпусу повинна виконуватися умова:

$$\left| M_{\text{гр.к}} \right| \geq k_{\text{к}} \left| M_{\text{р}} \right|, \quad (4.9.12)$$

де: $k_{\text{к}}$ – коефіцієнт запасу міцності за граничним моментом з урахуванням зносу і місцевих залишкових деформацій в'язей корпусу;

$M_{\text{р}}$ – розрахунковий згинальний момент при прогині і при перегині, кНм.

4.9.13 Коефіцієнт $k_{\text{к}}$ в умові міцності (4.9.12) для всіх суден незалежно від району плавання приймається рівним 1,15.

4.9.14 Для вантажних суден загальну міцність корпусу в кінці терміну служби за граничним моментом $M_{\text{гр.к}}$ з урахуванням зносу і місцевих залишкових деформацій в'язей корпусу необхідно додатково перевірити за допомогою виконання співвідношення:

$$\left| M_{\text{гр.к}} \right| \geq k_{\text{гр.к}} \cdot \Delta \cdot L, \quad (4.9.14)$$

де: $k_{\text{гр.к}}$ – коефіцієнт граничного моменту з урахуванням зносу і місцевих залишкових деформацій в'язей корпусу в кінці терміну служби, що приймається за табл. 4.9.14;

Δ – вагова водотоннажність судна при повному завантаженні, кН.

Таблиця 4.9.14

Тип судна	Коефіцієнт $k_{гр.к}$ при довжині судна L , м				
	24	60	80	100	140
Вантажне самохідне	0,055	0,045	0,033	0,027	0,023
Суховантажне несамохідне	0,045	0,035	0,023	0,018	0,015
Наливна баржа	0,036	0,024	0,016	0,013	0,010

4.9.15 Умови 4.9.11 ÷ 4.9.14 повинні бути виконані при запланованому терміні служби судна.

5 ВІБРАЦІЙНА МІЦНІСТЬ

5.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

5.1.1 Вимоги цього розділу встановлені виходячи з умов забезпечення міцності корпусних конструкцій і надійності роботи встановлених на судні технічних засобів при дії збуджуючих сил, що викликають вібрацію.

5.1.2 Під час проектування судна повинні бути виконані розрахунки загальної і місцевої вібрації, які повинні включатися до складу проектної документації судна в побудові, що подається на розгляд для схвалення Регістром.

5.1.3 При розрахунку вібрації необхідно перевірити відсутність резонансу шляхом порівняння частот вільних коливань з частотами збуджуючих сил, що викликаються роботою головних і допоміжних двигунів судна, гребних гвинтів і інших можливих джерел вібрації.

Необхідно перевірити:

.1 загальні вертикальні коливання корпусу судна перших двох тонів для розрахункових випадків навантаження судна з повним навантаженням і порожнем з баластом;

.2 місцеві коливання першого тону основного набору, ребер жорсткості і пластин зовнішньої обшивки, палуб, платформ, перегородок і стінок рамного набору.

5.1.4 Місцеві коливання необхідно перевіряти в наступних районах:

.1 днища на ділянці від транця до перерізу, віддаленого в ніс від центру диска гребного гвинта на відстань, що дорівнює трьом діаметрам гвинта для одnogвинтових суден і чотирьом діаметрам гвинта для дво- і трьохгвинтових суден;

.2 відсіків судна, де розташовані двигуни (головні і допоміжні) і інші подібні технічні засоби;

.3 цистерн, що примикають до машинного відділення.

5.1.5 Розрахунки загальної і місцевої вібрації, а також експериментальне визначення параметрів вібрації слід виконувати для:

.1 головних суден серії;

.2 суден одиначної побудови;

.3 суден після капітального ремонту;

.4 суден, на яких замінені головні і допоміжні двигуни, інші подібні технічні засоби або встановлені гребні гвинти з іншими розмірами.

5.2 РОЗРАХУНОК ЗАГАЛЬНОЇ ВІБРАЦІЇ

5.2.1 Для запобігання резонансу частоти вільних коливань першого тону повинні відрізнятися не менше ніж на 15%, а другого тону не менше ніж на 20% від частот збуджуючих сил, що чисельно дорівнюють:

.1 частоті обертання гребного гвинта;

.2 частоті обертання гребного гвинта, помноженій на кількість лопатей;

.3 частоті обертання колінчастого валу двигуна;

.4 подвоєній частоті обертання колінчастого валу двигуна;

.5 частоті обертання колінчастого валу двигуна, помноженій на кількість робочих циклів в циліндрах двигуна за один оберт колінчастого валу, що розраховується за формулою:

$$p_n = k \cdot i, \quad (5.2.1.5)$$

де: k – коефіцієнт, що дорівнює 1,0 для двотактного двигуна та 0,5 для чотиритактного двигуна;

i – кількість циліндрів двигуна;

.6 частоті руху черпакового ланцюга при його збіганні з верхнього барабана;

.7 частоті обертання нижнього черпакового барабана;

.8 частоті обертання механічного розпушувача;

.9 частоті обертання механічного розпушувача, помноженій на кількість ріжучих елементів.

5.2.2 Частоту вільних вертикальних коливань першого тону стосовно корпусу слід визначати за формулами, Гц:

.1 для вантажних суден (у тому числі і наливних):

$$N_1 = 6,25 \cdot 10^4 \cdot \sqrt{I / [(1,2 + B/3 \cdot d) \cdot \Delta \cdot L^3]}; \quad (5.2.2.1)$$

.2 для пасажирських і вантажопасажирських суден:

$$N_1 = 5,92 \cdot 10^4 \cdot \sqrt{I / [(1,2 + B/3 \cdot d) \cdot \Delta \cdot L^3]}; \quad (5.2.2.2)$$

.3 для буксирів-штовхачів:

$$N_1 = 5,27 \cdot 10^4 \cdot \sqrt{I / [(1,2 + B/3 \cdot d) \cdot \Delta \cdot L^3]}; \quad (5.2.2.3)$$

де: I – момент інерції площі перерізу еквівалентного бруса на міделі, m^4 (див. **4.3.13**). Момент інерції слід визначати з урахуванням участі надбудови в загальному вигині корпусу згідно з **4.3.4**;

B – ширина судна, м;

d – осадка судна на міделі, м;

Δ – водотоннажність судна, т;

L – довжина судна по діючу ватерлінію, м.

Значення всіх величин беруться для розрахункових випадків навантаження.

5.2.3 Частоту вільних вертикальних коливань другого тону, застосовну до корпусу слід визначати за формулами, Гц:

.1 для вантажних суден:

$$N_2 = 2,6 \cdot N_1; \quad (5.2.3.1)$$

.2 для пасажирських і буксирних суден (штовхачів):

$$N_2 = 2,3 \cdot N_1. \quad (5.2.3.2)$$

5.2.4 Якщо частоти вільних коливань, обчислені за формулами (5.2.2.1 ÷ 5.2.2.3) і (5.2.3.1 ÷ 5.2.3.2), не задовольняють вимогам **5.2.1**, ці частоти повинні бути уточнені розрахунковим шляхом за допомогою одного із загальноприйнятих методів.

Якщо уточнений розрахунок підтвердить, що необхідна різниця частот не забезпечується, то допускається представити обґрунтований розрахунок резонансної вібрації, який підтверджує, що амплітуда коливань кормового краю не перевищує значення, що допускається, розрахованого згідно **5.4.2**.

Якщо амплітуди резонансних коливань перевищують встановлені норми, то повинні бути передбачені відповідні заходи для зміни або частот вільних коливань, або частот збуджуючих сил.

5.3 РОЗРАХУНОК МІСЦЕВОЇ ВІБРАЦІЇ

5.3.1 Для запобігання резонансу частоти вільних коливань першого тону повинні перевищувати не менше ніж на 50% для пластин і на 30% для основного набору і ребер жорсткості частоти збуджуючих сил, що чисельно рівні:

.1 помноженню кількості лопатей гребного гвинта на частоту обертання гребного валу в районі інтенсивного впливу збуджуючих сил, викликаних роботою гребних гвинтів (див. **5.1.4.1**);

.2 частоті обертання колінчастого валу двигуна, помноженій на кількість робочих циклів в циліндрах двигуна за один оберт колінчастого валу в районі відсіків, де встановлені двигуни і інші механізми;

.3 найбільшій з частот обертання нижнього або верхнього черпакового барабана в районі розташування робочих органів;

.4 частоті обертання механічного розпушувача, помноженій на кількість ріжучих елементів.

Необхідне перевищення частот повинно забезпечуватися для всіх основних експлуатаційних режимів роботи судна.

Примітка: для основних експлуатаційних режимів роботи первинних двигунів генераторів і вантажних насосів, допускається перевищення частоти збуджуючої сили (не менше ніж на 30%) над частотою вільних коливань.

Якщо необхідне перевищення частот не забезпечується, слід передбачити заходи для збільшення частоти вільних коливань. Ефективність цих заходів повинна бути підтверджена повторним розрахунком.

За узгодженням з Регістром допускається перевищення вказаних частот на 25% для пластин і 15% для основного набору і ребер жорсткості, за умови подання обґрунтованого розрахунку вимушеної вібрації, який підтверджує, що амплітуда коливань вказаних елементів не перевищує значення, що допускається (див. 5.4.2).

5.3.2 Частота вільних коливань першого тону пластини зовнішньої обшивки, обпертої на рамний набір і не підкріпленої основним набором або ребрами жорсткості, визначається за формулою, Гц:

$$N = \frac{\pi}{2 \cdot a^2} \left(1 + \frac{a^2}{b^2} \right) \sqrt{\frac{s^2 \cdot E}{12 \cdot \rho \cdot (1 - \mu^2)}}, \quad (5.3.2)$$

де: a – коротка сторона пластини, м;

b – довга сторона пластини, м;

s – товщина пластини, м;

E – модуль пружності першого роду матеріалу пластини, Па;

ρ – щільність матеріалу пластини, кг/м³;

μ – коефіцієнт Пуассона матеріалу пластини.

5.3.3 Частоту N^* вільних коливань пластин, вказаних в 5.3.2, з урахуванням приєднаних мас рідини слід розраховувати за формулою, Гц:

$$N^* = N / \sqrt{k_{\Pi}}, \quad (5.3.3-1)$$

де: k_{Π} – коефіцієнт впливу приєднаних мас рідини на частоту вільних коливань пластин, що обчислюється за формулами:

якщо пластина омивається з одного боку рідиною:

$$k_{\Pi} = 1 + \alpha \cdot \rho_p \cdot a / \rho \cdot s; \quad (5.3.3-2)$$

якщо пластина омивається з двох боків рідинами з різною питомою вагою:

$$k_{\Pi} = 1 + \alpha \cdot a \cdot (\rho'_p + \rho''_p) / \rho \cdot s, \quad (5.3.3-3)$$

$\rho_p, \rho'_p, \rho''_p$ – питома вага відповідної рідини, кг/м³;

ρ – щільність матеріалу пластини, кг/м³;

α – коефіцієнт, що визначається залежно від співвідношення сторін пластини за табл. 5.3.3;

s – товщина пластини, м.

Таблиця 5.3.3

$a/b, c/l$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
α	0,76	0,71	0,65	0,61	0,55	0,51	0,47	0,45	0,43	0,42

5.3.4 Частота вільних коливань першого тону гнізд пластин зовнішньої обшивки, обпертих на рамний набір і підкріплених основним набором або ребрами жорсткості (рис. 5.3.4), розраховується за формулою, Гц:

$$N_n = \frac{\pi}{2 \cdot c^2} \left(1 + \frac{c^2}{l^2} \right) \sqrt{\frac{E \cdot s^2}{12 \cdot \rho \cdot (1 - \mu^2)}}, \quad (5.3.4)$$

де: c – коротка сторона гнізда пластини, утвореної рамним і основним набором, м;
 l – довга сторона цієї пластини, м;
 E, s, ρ, μ – згідно з 5.3.2 і 5.3.3.

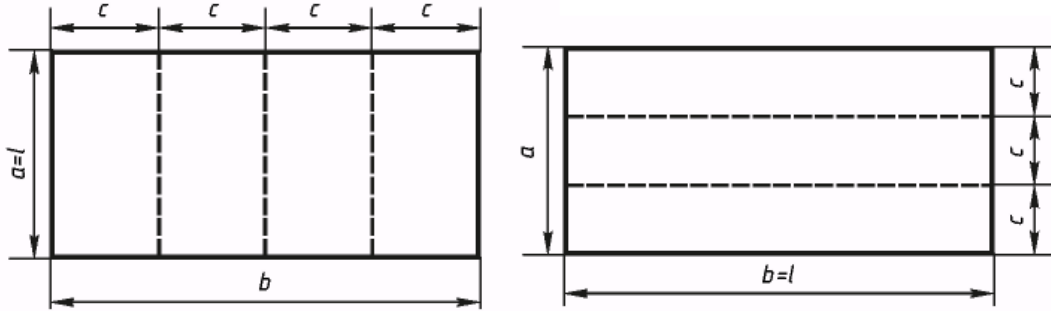


Рис. 5.3.4

5.3.5 Частоту N_n^* вільних коливань гнізда пластини з урахуванням приєднаних мас рідини слід розраховувати аналогічно формулі (5.3.3-1). При цьому коефіцієнт впливу приєднаних мас рідини визначають за формулами:

для пластини, що омивається рідиною з одного боку -

$$k_n = 1 + \alpha \cdot \rho_p \cdot c / \rho \cdot s; \quad (5.3.5-1)$$

для пластини, що омиваються рідинами з різною щільністю з двох боків -

$$k_n = 1 + \alpha \cdot c \cdot (\rho'_p + \rho''_p) / \rho \cdot s, \quad (5.3.5-2)$$

де: c – коротка сторона гнізда пластини, м;

α – коефіцієнт, що визначається по табл. 5.3.3 залежно від співвідношення сторін гнізда пластини;

$\rho_p, \rho'_p, \rho''_p, s, \rho$ – згідно з 5.3.3.

5.3.6 Частота вільних коливань першого тону основного набору або ребер жорсткості визначається за формулою, Гц:

$$N_p = K / \sqrt{E \cdot i / m_p \cdot l^4}, \quad (5.3.6-1)$$

де: K – коефіцієнт, що дорівнює:

$K = 1,57$ при вільно обпертих кінцях профілів;

$K = 2,46$ при вільно обпертому одному кінці профілю і жорстко закріпленому іншому;

$K = 3,56$ при жорстко закріплених кінцях профілю;

E – модуль пружності першого роду, Па;

i – момент інерції поперечного перерізу ребра або основного набору разом з приєднаним пояском обшивки, розміри якого призначаються згідно з 4.4.13.1, м⁴;

$$m_p = \rho \cdot (f + c \cdot s), \quad (5.3.6-2)$$

l – довжина ребра, м;

f – площа поперечного перетину ізолюваного ребра, м²;

s – див. 5.3.2;

c – див. 5.3.4.

5.3.7 Частоту вільних коливань основного набору або ребер жорсткості з урахуванням приєднаних мас рідини слід розраховувати за формулою:

$$N_{\text{p}}^* = N_{\text{p}} / \sqrt{k_{\text{p}}}, \quad (5.3.7-1)$$

де: k_{p} – коефіцієнт впливу приєднаних мас рідини, який слід визначати без урахування орієнтації ребер за формулою:

$$k_{\text{p}} = 1 + \alpha \cdot \rho_{\text{р}} \cdot a / \rho \cdot s_{\text{пр}}, \quad (5.3.7-2)$$

де: $\rho_{\text{р}}$ – згідно з **5.3.3**.

Значення коефіцієнта α слід приймати по табл. 5.3.3 залежно від співвідношення a/b , тобто розмірів пластин до встановлення основного набору або ребер жорсткості.

Приведена товщина пластин з ребром $s_{\text{пр}}$ визначається за формулою, м:

$$s_{\text{пр}} = s + f/c \quad (5.3.7-3)$$

де: s, f, c – згідно з **5.3.6**.

У разі обшивання пластини, підкріпленої основним набором, рідиною з двох боків $k_{\text{р}}$ визначається за формулою:

$$k_{\text{р}} = 1 + \alpha \cdot a \cdot (\rho'_{\text{р}} + \rho''_{\text{р}}) / \rho \cdot s_{\text{пр}}, \quad (5.3.7-4)$$

де: $\rho'_{\text{р}}, \rho''_{\text{р}}$ – згідно з **5.3.3**.

5.3.8 Співвідношення частот вільних коливань основного набору (або ребер жорсткості) і пластини зовнішньої обшивки повинно задовольняти умові:

$$N_{\text{р}}^* / N_{\text{п}}^* > 2. \quad (5.3.8)$$

5.3.9 Частоту вільних коливань першого тону пластин внутрішніх конструкцій, обпертих на рамний набір і не підкріплених основним набором або ребрами жорсткості, слід визначати за формулою, Гц:

$$N = \frac{1,13 \cdot \pi}{a^2} \sqrt{1 + 0,605 \frac{a^2}{b^2} + \frac{a^4}{b^4}} \times \sqrt{\frac{E \cdot s^2}{12 \cdot \rho \cdot (1 - \mu^2)}}, \quad (5.3.9)$$

де: a, b, E, s, ρ, μ – згідно з **5.3.2**.

5.3.10 Частоту вільних коливань пластин, вказаних в **5.3.9**, з урахуванням приєднаних мас рідини слід розраховувати за формулами (5.3.3-1 ÷ 5.3.3-3). Коефіцієнт α вибирають за рис. 5.3.10 залежно від співвідношення сторін a/b по кривій, що відповідає $n = 1$.

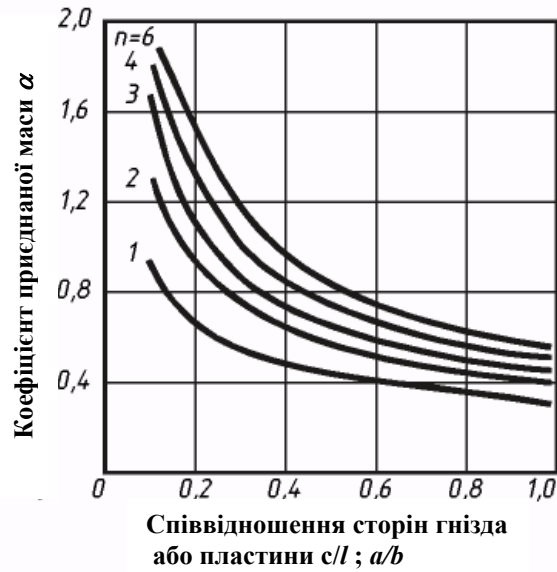


Рис. 5.3.10

5.3.11 Частоту вільних коливань гнізд пластин внутрішніх конструкцій, обертих на рамний набір і підкріплених основним набором або ребрами жорсткості (див. рис. 5.3.4), слід визначати за формулою, Гц:

$$N_n = \frac{1,13 \cdot \pi}{c^2} \sqrt{1 + 0,605 \cdot \frac{c^2}{l^2} + \frac{c^4}{l^4}} \times \sqrt{\frac{E \cdot s^2}{12 \cdot \rho \cdot (1 - \mu^2)}}. \quad (5.3.11)$$

5.3.12 Частоту N_n^* вільних коливань гнізда пластини з урахуванням приєднаних мас рідини слід розраховувати аналогічно формулі (5.3.3-1). Коефіцієнт впливу приєднаних мас визначають за формулами (5.3.5-1) і (5.3.5-2).

Коефіцієнт α в цих формулах слід приймати за рис. 5.3.10 залежно від співвідношення сторін гнізда c/l по кривій, що відповідає значенню n , яке дорівнює кількості гнізд.

5.3.13 Частоту вільних коливань першого тону основного набору або ребер жорсткості для внутрішніх конструкцій при їх коливаннях в повітрі слід визначати за формулами (5.3.6-1) і (5.3.6-2). Вплив приєднаних мас рідини враховується формулами (5.3.7-1 ÷ 5.3.7-4).

5.3.14 Обчислення частот вільних коливань пластин і основного набору або ребер жорсткості для внутрішніх конструкцій слід вважати закінченим, якщо задовольняється умова $N_p^*/N_n^* > 2$ (або $N_p/N_n > 2$ для конструкцій, що знаходяться в повітрі). Інакше необхідно враховувати взаємодію між пластинами і ребрами при їх коливаннях (див. **5.3.15**).

5.3.15 Частоту вільних коливань першого тону пластин з ребрами жорсткості, що підкріплюють ці пластины, внутрішніх конструкцій з урахуванням їх взаємодії слід визначати за формулою, Гц:

$$N_c^2 = \frac{A_1 + A_2 \pm \sqrt{(A_1 + A_2)^2 - 4 \cdot A_1 \cdot A_2 (1 - \beta_1 \cdot \beta_2)}}{2(1 - \beta_1 \cdot \beta_2)} \quad (5.3.15-1)$$

де: A_1 і A_2 – квадрати частот вільних коливань відповідно пластини і ребра жорсткості або основного набору, обчислені відповідно до **5.3.11** ÷ **5.3.13**;

β_1, β_2 – коефіцієнти, що розраховуються за формулами:

$$\beta_1 = \frac{4}{3 \cdot k_n} \left[1 + \sqrt{\frac{3}{2} \cdot \frac{s_{np}}{s} \cdot (k_n - 1) \cdot (k_p - 1)} \right]; \quad (5.3.15-2)$$

$$\beta_2 = \frac{s}{2 \cdot s_{np} \cdot k_p} \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{3}{2} \cdot \frac{s_{np}}{s} \cdot (k_n - 1) \cdot (k_p - 1)} \right]; \quad (5.3.15-3)$$

s_{np} – приведена товщина пластини з ребром, визначена за формулою (5.3.7-3).

Частота N_c повинна задовольняти вимогам **5.3.1**, як для пластин.

5.4 НОРМИ ВІБРАЦІЇ

5.4.1 Незалежно від результатів розрахунків загальної і місцевої вібрації на суднах, указаних в **5.1.5**, слід виміряти амплітуду і частоту вібрації:

- кормової кінцевої частини корпусу;
- пластин зовнішньої обшивки, внутрішніх конструкцій корпусу і надбудови;
- основного набору і ребер жорсткості;
- листів опорних поверхонь фундаментів;
- рамного набору у складі перекриття;
- двигунів і інших подібних технічних засобів.

На цих же суднах рекомендується експериментально визначити частоти вертикальних коливань корпусу перших двох тонів і порівняти їх з частотами, отриманими розрахунком.

Указані вимірювання необхідно виконувати на глибокій воді, а також при обмеженому запасі води під днищем з проектною осадкою судна при повному навантаженні і порожнем для всіх основних експлуатаційних режимів роботи головних і допоміжних двигунів і об'єктів суднової техніки відповідно до програми вібраційних випробувань, розробленої проектантом і схваленої Регістром.

5.4.2 Виміряні амплітуди коливань не повинні перевищувати норм допустимих амплітуд вібрації, що визначаються як указано нижче:

.1 допустимі амплітуди A_1 вертикальних коливань кормової кінцевої частини, мм:

$$A_1 = 2/(1 + 0,04 \cdot N^2), \quad (5.4.2.1)$$

де: N – фактична виміряна частота коливань, Гц.

.2 допустимі амплітуди A_2 коливань листів опорних поверхонь фундаментів двигунів, мм:

$$A_2 = 0,5 \text{ мм при частоті } N \leq 10 \text{ Гц};$$

$$A_2 = 1/(0,02 \cdot N^2) \text{ при частоті коливань } N > 10 \text{ Гц.}$$

.3 допустимі амплітуди A_3 коливань пластин в їх центрі, мм:

$$A_3 = 0,125(a/100 \cdot s)^2 \cdot s, \quad (5.4.2.3)$$

де: a – коротка сторона пластини, мм,
 s – товщина пластини, мм.

.4 допустимі амплітуди A_4 коливань основного набору і ребер жорсткості в середині прогону, мм:

$$A_4 = 4000 \cdot W \cdot l^2 / (E \cdot i), \quad (5.4.2.4)$$

де: W – момент опору поперечного перерізу профілю з приєднаним пояском, m^3 ;
 l – прогін основного набору або ребра жорсткості, m ;
 E – модуль пружності першого роду матеріалу, МПа;
 i – момент інерції поперечного перерізу профілю з приєднаним пояском, m^4 .

5 допустимі амплітуди A_5 коливань рамного набору у складі перекриття визначається як менше з двох значень, обчислених за формулою (5.4.2.1) та нижче наведеною, mm :

$$A_5 = 1250 \cdot W \cdot l^2 / (E \cdot i). \quad (5.4.2.5)$$

5.5 ЗАХОДИ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ВІБРАЦІЇ

5.5.1 Якщо вібрація перевищує нормовану, повинні бути розроблені і узгоджені з Регістром заходи, за допомогою яких можна знизити вібрацію до допустимих норм.

Ефективність виконаних заходів повинна бути підтверджена повторними вимірюваннями вібрації на всіх основних режимах роботи головних і допоміжних двигунів судна.

5.5.2 До заходів, направлених на зменшення загальної вібрації з частотою, що дорівнює частоті обертання гребного валу, відносяться:

- перевірка геометрії гребного гвинта (кроку лопатей, кроку перерізів і взаємного розташування лінії вісі лопатей по дузі кола гвинта тощо). При виявленні відхилень, що перевищують допустимі стандартами або проектом, гвинт повинен бути замінений;
- заповнення або відкачування баластних цистерн;
- зміна частоти обертання гребного валу.

5.5.3 До заходів, направлених на зменшення загальної вібрації з частотою, що кратна кількості лопатей гребного гвинта, відносяться:

- зміна положення гребного гвинта щодо корпусу судна або направляючої насадки;
- зміна кількості лопатей гребного гвинта;
- зміна профілю виступаючих частин для забезпечення плавності обтікання їх водою;
- встановлення спеціальних пристроїв, що вирівнюють поле швидкостей в диску гребного гвинта;
- встановлення в корпусі над гребними гвинтами пристроїв, що амортизують.

5.5.4 Для зменшення місцевої вібрації з частотою, що кратна кількості лопатей гребного гвинта, на додаток до заходів, перерахованих в **5.5.3**, рекомендується:

- потовщувати або підкріплювати проміжними ребрами жорсткості пластини, що вібрують;
- перевіряти правильність конструювання вузлів кріплення в'язей в місцях перетину поздовжнього і поперечного набору; створювати замкнуті контури набору;
- перевіряти якість виконання зварних з'єднань.

5.5.5 Для зменшення місцевої вібрації з частотою, що кратна частоті обертання колінчастого валу двигуна, на додаток до заходів, перерахованих в **5.5.4**, рекомендується:

- встановлювати двигуни на амортизатори або підвісні балочні фундаменти;
- з'єднувати двигуни, встановлені на амортизатори, з іншими об'єктами суднової техніки за допомогою еластичних муфт.

5.5.6 Наведений перелік заходів, що рекомендуються, не є вичерпним. У кожному конкретному випадку на основі аналізу результатів вимірювань вібрації слід здійснювати і інші заходи, що знижують вібрацію до встановлених норм.

ДОДАТОК 1

КОНТРОЛЬ ВОДОНЕПРОНИКНОСТІ КОРПУСУ

При побудові кожного судна корпус повинен бути випробуваний на водонепроникність згідно з схемою випробувань корпусних конструкцій на водонепроникність, складеною відповідно до вимог табл. 1 і схваленою Регістром.

Таблиця 1

№ п/п	Частини корпусу	Методи і норми випробувань	Примітка
1	Форпик і ахтерпик:		
1.1	Які використовуються як водяні (баластні) відсіки	Наливанням води з напором до верху повітряної труби ¹	Ахтерпик випробовується зі встановленими трубою дейдвуда і гелмпортм
1.2	Не призначені для заповнення водою	Наливанням води з напором до найвищої точки палуби, розташованої вище рівня вантажної ватерлінії, та поливанням струменем води під напором вище цього рівня ¹	Якщо комінгси люків форпіка або ахтерпіка, не призначених для заповнення водою, мають висоту менше 0,3м, то наливання води повинно проводитися до рівня верхньої кромки комінгса люка
2	Міждонні відсіки (в тому числі тунельний кіль):		
2.1	Призначені для рідини	Наливанням води на висоту 0,35м над настилом подвійного дна або до верху повітряної труби (по більшому напорі) ¹	
2.2	Не призначені для рідини	Наливанням води на висоту 0,50м вище рівня вантажної ватерлінії ¹	
3	Відсіки подвійного борту:		
3.1	Призначені для рідини	Наливанням води з напором до верху повітряної труби, але не нижче палуби перегородок ¹	
3.2	Не призначені для рідини	Для суден з подвійним дном – поливанням струменем води під напором вище рівня другого дна ² . Для суден без подвійного дна – наливанням води на висоту флорів, але не менше, ніж на 0,35м вище зовнішньої обшивки біля кіля і поливанням струменем води під напором вище цього рівня ² .	
4	Вантажні трюми суховантажних суден, машинні відділення:		
4.1	Для суден з подвійним дном	Поливанням струменем води під напором по всій поверхні вище рівня подвійного дна ¹	
4.2	Для суден без подвійного дна	Наливанням води на висоту флорів, але не менше 0,35м вище зовнішньої обшивки днища біля кіля і поливанням струменем води під напором вище цього рівня ²	
5	Відсіки в міжпалубному просторі:		
		Поливанням струменем води під напором ²	

Продовження табл. 1

№ п/п	Частини корпусу	Методи і норми випробувань	Примітка
6	Цистерни для рідин, розташовані поза подвійним дном (крім указаних в 19 і 20)		
		Наливанням води з напором до верху повітряної труби, але не нижче палуби перегородок ¹	Для цистерн, повітряні труби яких зведені в збірний колектор, верхом труби приймається верх збірного колектора
7	Вантажні відсіки наливного судна:		
7.1	Вантажні танки танкера типу N ^{3,4}	Наливанням води з напором до висоти 0,5м від верху розширювальної шахти, але не менше, ніж до висоти 1м над найвищою точкою палуби вантажного танку ¹ , але не менше напору, який відповідає тиску, на який відрегульований запобіжний клапан, якщо він встановлений	Якщо конструкції танків (трюмів) не витримують заданого напору води, такі танки випробовуються в два етапи: I – на стапелі наливанням води до рівня, що на 0,5м перевищує осадку судна після спуску, а вище цього рівня – поливанням струменем води під напором; II – на плаву наливанням води під напором до висоти 0,5м від верху розширювальної шахти, але не менше, ніж до 1м для танкера типу N і 1,5м для танкера типу C над найвищою точкою палуби вантажного танка, але не менше напору, який відповідає тиску, на який відрегульований запобіжний клапан, якщо він встановлений
7.2	Вантажні танки танкера типу C ^{3,4}	Наливанням води з напором до висоти 1,5м від найвищої точки палуби вантажного танку*, але не менше напору, який відповідає тиску, на який відрегульований запобіжний клапан, якщо він встановлений	
8	Кофердами³		
		Наливанням води до верху повітряної труби ¹ , але не менше ніж до висоти 1,5м над найвищою точкою палуби	
9	Кінгстонні і льодові ящики, ящики забортної води		
		Наливанням води з напором до рівня 1,25 висоти борту судна, але не менше тиску в системі продування	При випробуванні льодових ящиків (при обігріві їх паром) випробувальний напір води у всіх випадках повинен бути не менше розрахункового тиску в системі обігріву. При випробуванні забортних ящиків, за відсутності систем продування, напір води повинен бути на 0,35м вище кришки ящика
10	Тунель гребного валу, вигородки і шахти запасного виходу, а також непроникні шахти (включаючи шахти МВ, кожухи котельних газовідвідних труб і шахт газовипуску), вентиляційні канали, розташовані всередині корпусу, надбудов і рубок		
		Поливанням струменем води під напором ²	Якщо тунель гребного валу або шахти проходить крізь відсіки, що випробовуються наливанням води під напором або надуванням повітря, то відповідні райони коридору і шахт випробовуються при випробуванні відсіку. Так само випробовуються вентиляційні канали, якщо згідно з технічною документацією не передбачене інше

Продовження табл. 1

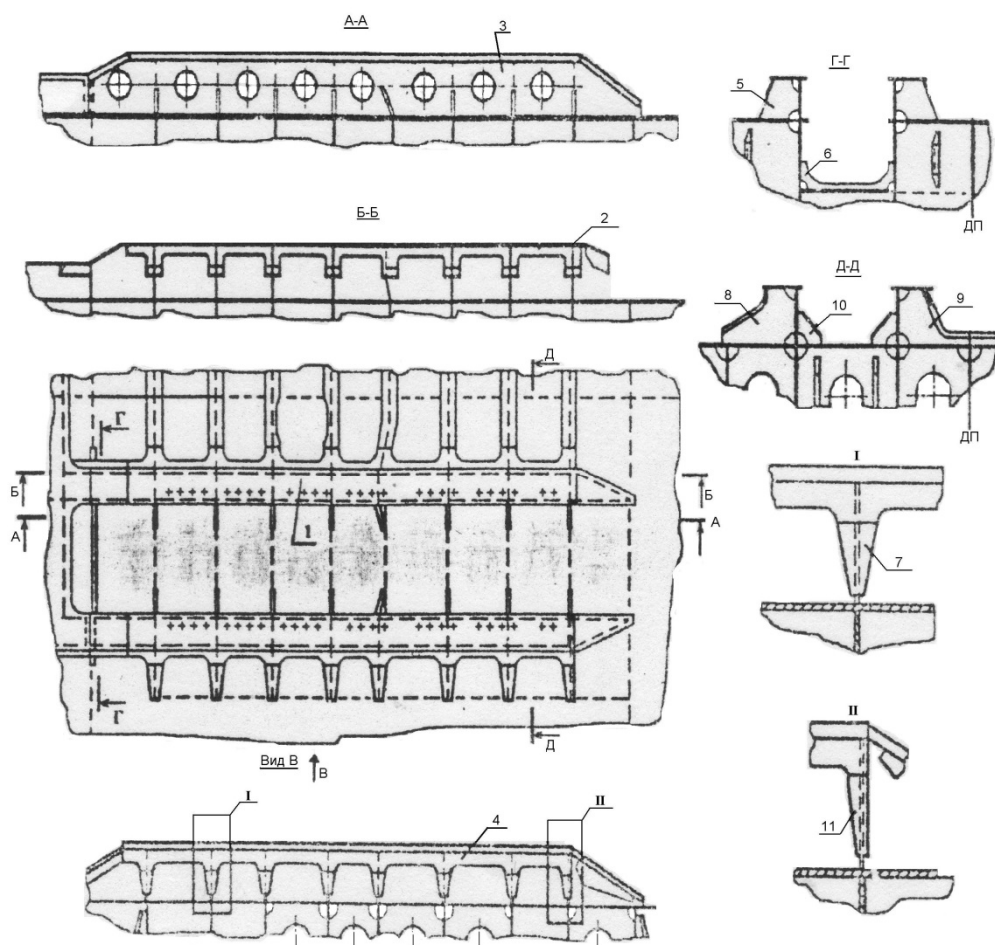
№ п/п	Частини корпусу	Методи і норми випробувань	Примітка
11	Ланцюгові ящики:		
11.1	Розташовані до корми від форпикової перегородки	Напором води до верху ящика або поливанням струменем води під напором ²	
11.2	Розташовані до носу від форпикової перегородки	Напором води до верху ящика або поливанням струменем води під напором ²	Конструкції (чи їх частини) ланцюгового ящика, які піддавалися тиску води при випробуванні наливанням форпіка, можуть не випробовуватися повторно
12	Відсіки в підзорі корми		
		Наливанням води на висоту, що відповідає ватерлінії максимальної осадки, вище цього рівня – поливанням струменем води під напором ²	
13	Стінки надбудов і рубок (включаючи відкриті частини шахт МВ і кожухів газовідвідних труб)		
		Поливанням струменем води під напором ²	
14	Відкриті частини палуб, включаючи палуби надбудов і рубок		
		Поливанням струменем води під напором ²	Частини відкритих палуб в районі вантажних танків наливних суден випробовуються спільно з випробуванням відповідних відсіків (див. 7)
15	Комінгси люків і вентиляційних труб, розташованих на відкритих частинах верхньої палуби і палуб надбудов та рубок		
		Поливанням струменем води під напором ²	Комінгси заввишки до 100мм можуть випробовуватися змочуванням гасом
16	Закриття отворів в непроникних частинах корпусу:		
	<ul style="list-style-type: none"> - двері в непроникних перегородках; - двері по зовнішніх стінках надбудов і рубок; - лацпорти; - кришки світлових і сходових люків; - ілюмінатори у верхній палубі і бортах основного корпусу, в палубі і зовнішніх перегородках надбудов і рубок; - кришки горловин в непроникних палубах, платформах і перегородках; - зовнішні бортові частини сміттєвих ємкостей для видалення сміття; - кришки та інші закриття вантажних люків 		
		Поливанням розсіяним струменем води	Закриття отворів в непроникних корпусних конструкціях, розташованих всередині корпусу, надбудов і рубок, можуть випробовуватися обдуванням струменем стисненого повітря. Закриття отворів (кришки горловин, люків, клінкети тощо), а також повітряні, вимірювальні та інші труби, що встановлюються в міждонних та інших відсіках, що випробовуються наливанням води під напором, повинні випробовуватися одночасно з випробуванням цих відсіків. При окремому випробуванні вони повинні бути випробувані наливанням води з напором, що відповідає випробувальному напору цього відсіку. Двері, що встановлюються в перегородках поділу судна на відсіки, слід випробовувати напором води заввишки до палуби перегородок, але не менше 5м вод. ст., до або після встановлення дверей на своє місце

Закінчення табл. 1

№ п/п	Частини корпусу	Методи і норми випробувань	Примітка
17	Якірні ключі і ланцюгові труби		
		Поливанням струменем води під напором ²	
18	Пустотілі перо стерна (обтічне), насадка і крилоподібні пристрої		
		Наливанням води з напором над верхом, що дорівнює 1м	
19	Вкладні цистерни водяні, паливні і масляні		
		Наливанням води з напором до верху повітряної або переливної труби. Для паливних і масляних цистерн напір повинен бути не менше 0,85м над верхом цистерни ¹	Цистерни мають випробовуватися двічі: до і після їх встановлення на судні з приєднаними до них трубопроводами
20	Цистерни стічних вод		
		Наливанням води з напором, що дорівнює 1,5 тиску стовпа води від дна цистерни до нижнього санітарного прибора ¹	
21	Відсіки підруючого пристрою, повітряні ящики, відсіки плавучості, шахти лага, ехолота		
		Наливанням води на висоту 0,50м вище рівня площини максимальної осадки ¹	
¹ За узгодженням з Регістром випробування наливанням води можуть бути замінені випробуванням надуванням повітря з надмірним тиском 30кПа. ² Для зварних з'єднань, за винятком з'єднань внапуск, випробування поливанням струменем води під напором можуть бути замінені випробуванням змочуванням гасом. ³ Періодичність випробувань в експлуатації - не рідше один раз в 11 років. ⁴ При випробуваннях вантажних танків і цистерн для залишків вантажу випробувальний тиск повинен бути не менше 1,3 розрахункового тиску. Випробувальний тиск при випробуваннях відкритих вантажних танків повинен бути не менше 10кПа (0,10бар).			

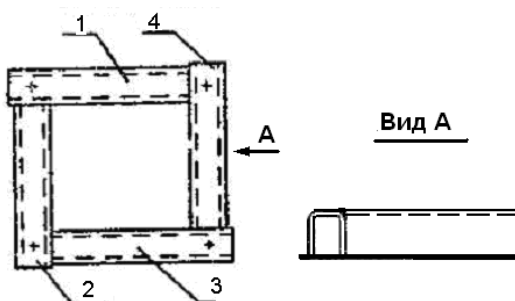
ДОДАТОК 2

ТИПОВІ КОНСТРУКЦІЇ ФУНДАМЕНТІВ



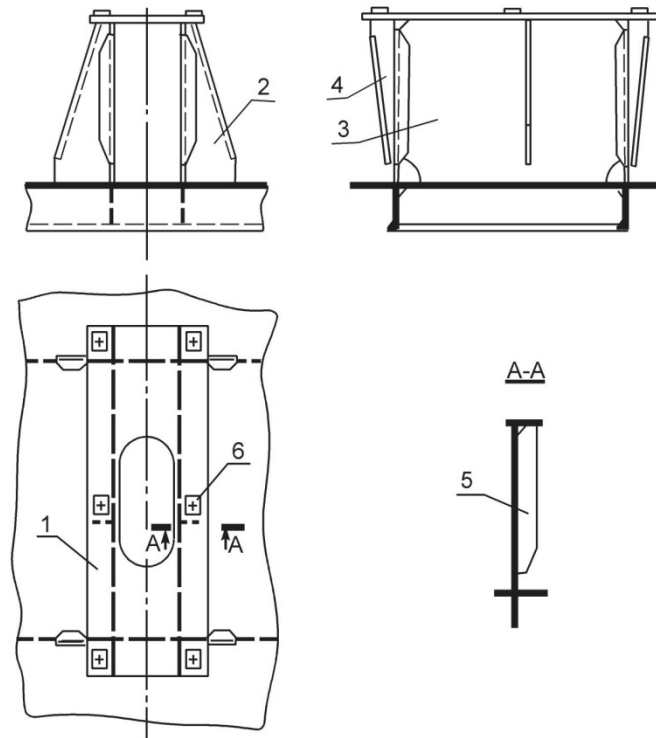
Позначення: 1 – лист опорний; 2, 4 – лист фестонний; 5, 6, 8, 9 – бракета; 10 – книця; 7, 11 – поясок.

Рис. 1. Фундамент-балка



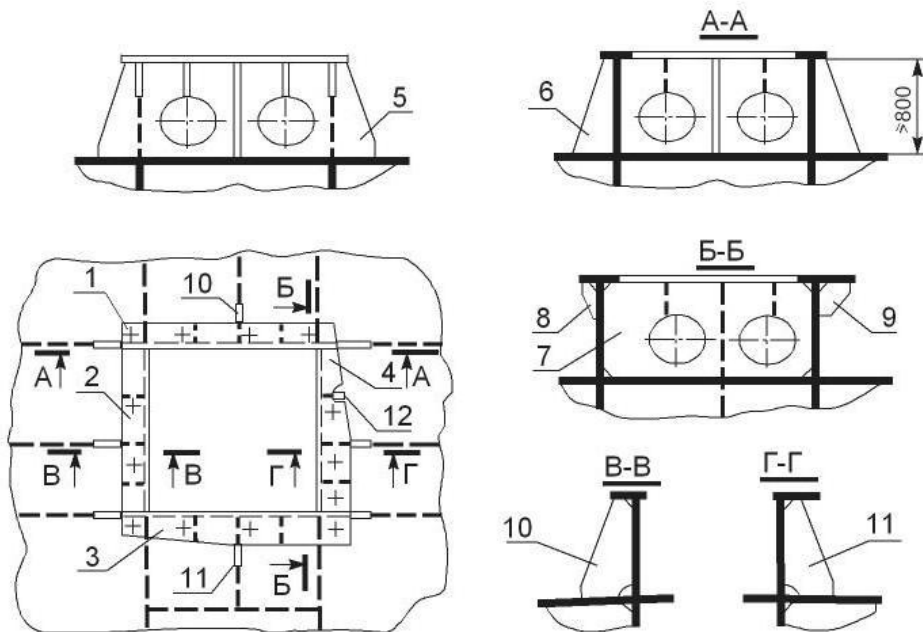
Позначення: 1 - 4 – лист опорний гнучий.

Рис. 2. Фундамент коробчастий



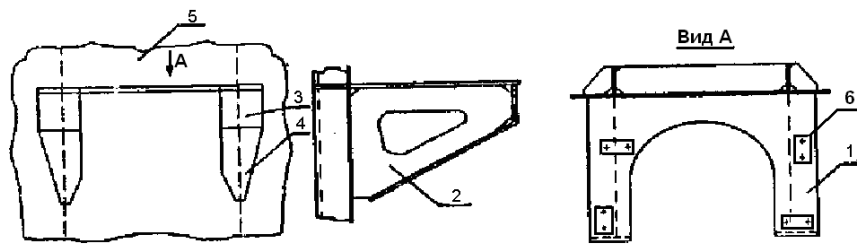
Позначення: 1 – лист опорний; 2 – бракета; 3 – стінка; 4 – книця; 5 – ребро жорсткості; 6 – платик.

Рис. 3. Фундамент-стіл



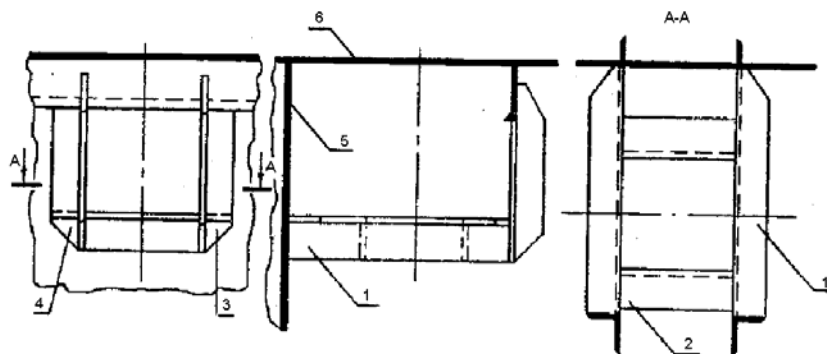
Позначення: 1-4 - лист опорний; 5, 7 - стінки; 6 - бракета; 8-12 – книці.

Рис. 4. Фундамент-банкет



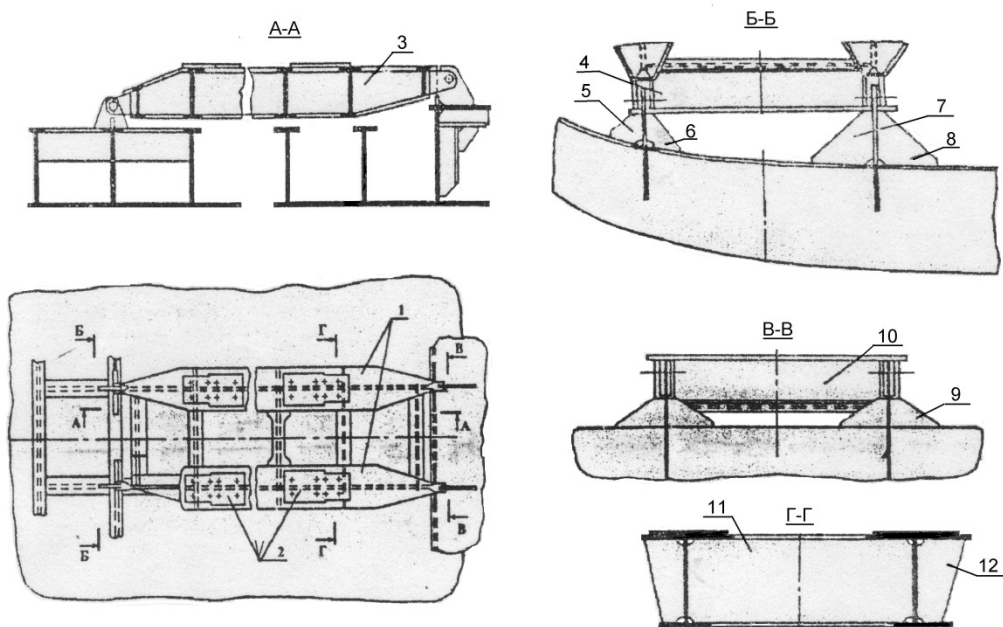
Позначення: 1 - лист опорний; 2 - книця; 3, 4- пояски; 5 – обшивка перегородки; 6 – платики.

Рис. 5. Фундамент-консоль



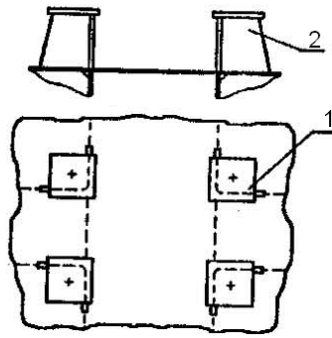
Позначення: 1 – 4 – косинець; 5 – обшивка перегородки; 6 – настил палуби.

Рис. 6. Фундамент підвішений



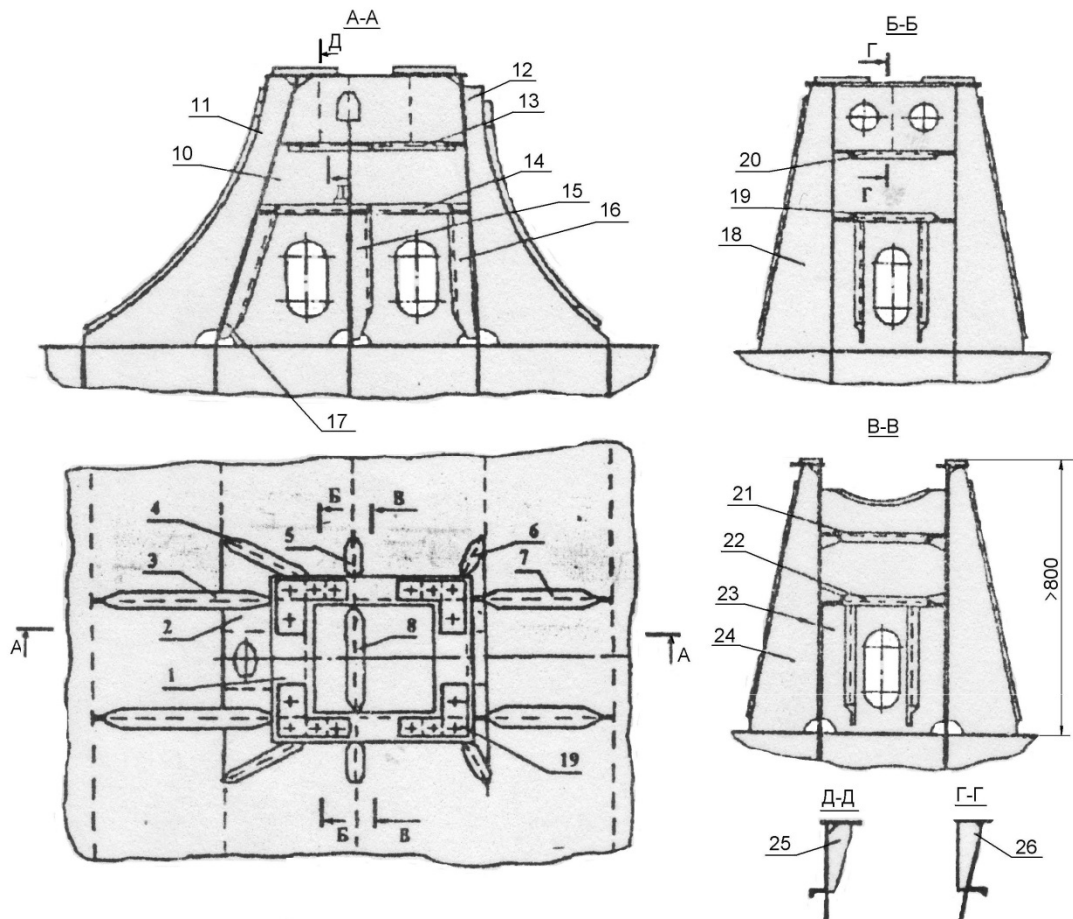
Позначення: 1 – лист опорний; 2 – платик; 3 – стінка; 3-8 – поясок; 4, 10, 11, 12 – бракета; 7, 8, 9 – книця.

Рис. 7. Фундамент підвісний балочний



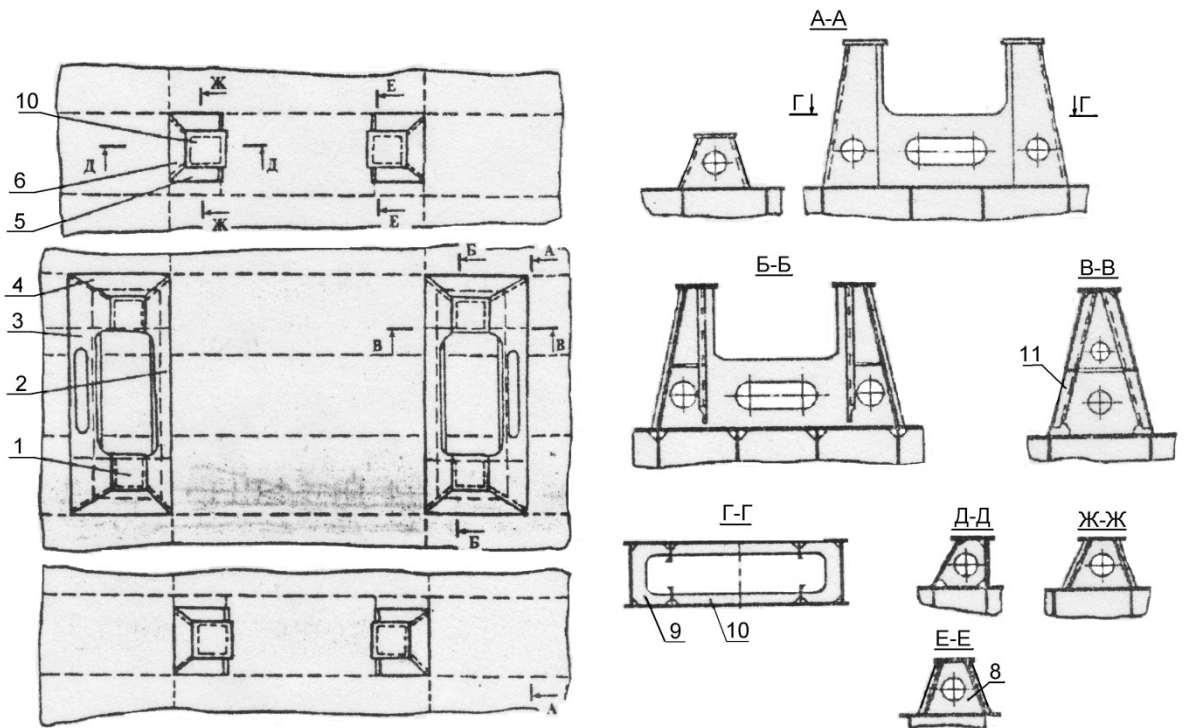
Позначення: 1 — лист опорний; 2 — косинець.

Рис. 8. Фундамент точковий



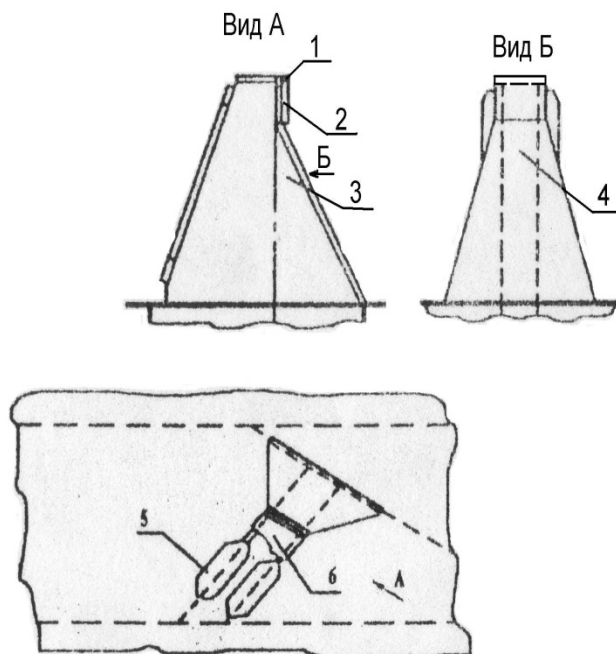
Позначення: 1 — лист опорний; 2, 18 — стінка; 3-8 — поясок; 9 — платик; 10, 23 — бракета; 11, 12, 24, 25, 26 — книця; 13-17, 19-22 — ребро жорсткості.

Рис. 9. Фундамент-тумба



Позначення: 1, 7 – лист опорний; 2-3 – стінка; 4, 5, 6, 8 – бракета; 9, 10 – ребро жорсткості; 11 – стояк.

Рис. 10. Фундамент острівний



Позначення: 1, 5, 6 – поясок; 2 – прокладка гумова; 3, 4 – бракета.

Рис. 11. Упор

ДОДАТОК 3

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ МІЦНОСТІ З'ЄДНУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ КОРПУСІВ КАТАМАРАНІВ

1. В розрахунках міцності з'єднувального мосту повинні бути розглянуті три основні види деформації: поперечний вигин; поперечне скручування і асиметрична деформація, викликана вертикальним вигином корпусів в протилежних напрямках.

Необхідно перевірити міцність в'язей мосту при трьох положеннях судна щодо хвилі:

1.1 лагом на хвилі (курсний кут $\varphi = 90^\circ$), коли поперечний згинальний момент максимальний; момент слід обчислювати за формулами (6-2) і (7-1), а внутрішні зусилля і напруження – відповідно до вказівок п. 16 (тут і далі п. – пункти цього Додатку);

1.2 при косому курсі до хвилі, при якому одночасно з поперечним вигином спостерігається поперечне скручування. Для знаходження максимальних сумарних напружень у в'язях мосту слід провести розрахунки при декількох значеннях кута φ , близьких до значення кута φ_1 , що визначається за формулою (8-10). Зовнішні зусилля слід визначати відповідно до п. 8, а внутрішні зусилля – до п.п. 17 і 19;

1.3 при косому курсі до хвилі, при якому корпуси згинаються в протилежних напрямках. Для знаходження максимальних сумарних напружень від деформації, що викликається вигином корпусів на хвилі і від поперечного вигину на тихій воді, слід виконати розрахунки при декількох значеннях кута φ , близьких до значення кута φ_2 , що визначається за формулою (9-7). Навантаження слід визначати відповідно до п. 9, а внутрішні зусилля – до п. 21.

2. Якщо з'єднання корпусів виконано у вигляді міцної надбудови або рубки, то досить перевірити міцність з'єднувальної конструкції при поперечному вигині відповідно до п. 10.

3. Розрахунковим випадком при перевірці міцності з'єднувальної конструкції є стан судна при повному навантаженні, а також аварійний стан відповідно до 4.1.21 розділу 4 цієї частини Правил. Для вантажних суден слід враховувати максимальну нерівномірність розподілу вантажів по ширині, що допускається Інструкцією по завантаженню і розвантаженню.

4. Поперечні згинальні моменти на тихій воді слід обчислювати так само, як і поздовжні моменти: інтегруванням навантаження не менше ніж по 21 ординаті.

Необхідно обчислити два розрахункових значення поперечного згинального моменту на тихій воді, отримуючи їх безпосереднім складанням моментів від сил ваги і сил підтримування:

M_1 – в перетині площини, що проходить крізь внутрішній борт на міделі паралельно ДП;

M_2 – в перерізі по ДП.

Якщо обводи підводної частини корпусів симетричні відносно ДП корпусів, а вагове навантаження симетричне відносно ДП всього судна, моменти M_1 і M_2 можна обчислювати за формулами, кН·м:

$$M_1 = -P_m \cdot B_k / 2 - P_k \cdot y_k; \quad (4-1)$$

$$M_2 = -P_m \cdot [(B_k + c) / 2 - y_m] - P_k \cdot y_k, \quad (4-2)$$

де: P_m – вага половини мосту з вантажем і навантаженням по інших статтях (між площиною, що розсікає і проходить паралельно ДП крізь внутрішній борт на міделі, і ДП всього судна), кН;

P_k – вага одного корпусу і прилеглої до нього в кінцевих частинах частини мосту разом з вантажем, обладнанням, системами і навантаженнями по інших статтях до перерізу, що проходить паралельно ДП крізь внутрішній борт на міделі, кН;

y_k – відстань центру ваги P_k від ДП корпусу, вона позитивна, коли центр ваги ближче до внутрішнього борту, м;

y_m – відстань центру ваги P_m від ДП всього судна, м.

5. Додаткові зусилля, що діють на з'єднувальну конструкцію на хвилюванні, можуть бути обчислені за наведеними нижче формулами. Довжину розрахункової хвилі λ , що входить в ці формули, слід приймати рівною: для суден району плавання **B1** – 30м; для суден району плавання **B2** – 12м; для суден району плавання **B3** – 6м і для суден району плавання **B4** – 3м.

6. При виконанні умови:

$$2 \cdot (c + B_k) \leq \lambda, \quad (6-1)$$

максимальний додатковий поперечний згинальний момент який виникає в положенні судна лагом до хвилі, визначається за формулою, кН·м:

$$M'_3 = \pm 30,8 \cdot h_{xв} \cdot L \cdot B_k \cdot [d \cdot (H_1 - d/2) \cdot \Pi_6 - B_k^2 \cdot \Pi_1 / 12] / \lambda, \quad (6-2)$$

де: $h_{xв}$ - розрахункова висота хвилі згідно з 4.1.24 розділу 4 цієї частини Правил;

d - осадка на міделі, м;

H_1 - відстань нейтральної вісі поперечної в'язі мосту на міделі від ОП (при з'єднанні корпусів за допомогою міцної надбудови або рубки - відстань нейтральної вісі еквівалентного бруса надбудови або рубки від ОП), м;

Π_1, Π_6 - коефіцієнти, що визначаються за табл. 6 залежно від коефіцієнта повноти діючої ватерлінії одного корпусу α_k і величини b_0 , що дорівнює:

$$b_0 = 0,5 \cdot B_k / (B_k + c). \quad (6-3)$$

Таблиця 6

α_k	Коефіцієнт Π_1 при b_0 , що дорівнює			Коефіцієнт Π_6 при b_0 , що дорівнює		
	0	0,25	0,50	0	0,25	0,50
0,5	0,307	0,293	0,252	0,500	0,469	0,385
0,6	0,384	0,366	0,315	0,600	0,561	0,457
0,7	0,512	0,485	0,413	0,700	0,649	0,511
0,8	0,673	0,636	0,532	0,800	0,732	0,553
0,9	0,833	0,784	0,651	0,900	0,816	0,595
1,0	1,000	0,940	0,774	1,000	0,900	0,637

Одночасно з моментом M_3 на з'єднувальну конструкцію діє сила, що розтягує (позитивна), або сила, що стискає (негативна), яка дорівнює, кН:

$$T'_c = \pm 30,8 \cdot h_{xв} \cdot L \cdot B_k \cdot d \cdot \Pi_6 / \lambda. \quad (6-4)$$

У формулах (6-2) і (6-4) приймаються або верхні, або нижні знаки. Позитивний поперечний згинальний момент викликає розтягування верхніх елементів з'єднувальної конструкції.

7. При невиконанні умови (6-1) максимальний поперечний згинальний момент виникає в положенні судна лагом до хвилі і визначається за формулою, кНм:

$$M''_3 = \pm 30,8 \cdot \frac{h_{xв}}{\lambda} \cdot L \cdot B_k \cdot \sin \frac{\pi \cdot (B_k + c)}{\lambda} \cdot \left[d \cdot (H_1 - \frac{d}{2}) \cdot \Pi_6 - \frac{1}{12} \cdot B_k^2 \cdot \Pi_1 \right], \quad (7-1)$$

де: Π_1 і Π_6 слід приймати за табл. 6 залежно від коефіцієнта повноти діючої ватерлінії одного корпусу α_k і значення b_0 , яке дорівнює:

$$b_0 = B_k / \lambda. \quad (7-2)$$

Сила, що стискає або розтягує з'єднувальну конструкцію, дорівнює, кН:

$$T''_c = \pm 30,8 \cdot \frac{h_{xв}}{\lambda} \cdot L \cdot B_k \cdot d \cdot \Pi_6 \cdot \sin \frac{\pi \cdot (B_k + c)}{\lambda}. \quad (7-3)$$

8. В положенні, при якому ДП судна складає кут φ з напрямом поширення хвиль, на з'єднувальну конструкцію діють:

- додатковий поперечний згинальний момент, який визначається за формулою, кНм:

$$M_4'' = \pm 30,8 \cdot \frac{h_{x\theta}}{\lambda} \cdot L \cdot B_K \cdot \sin \nu \cdot \sin \varphi \left[d \cdot \left(H_1 - \frac{d}{2} \right) \cdot \Pi_4' - \frac{1}{12} \cdot B_K^2 \cdot \Pi_2' \right]; \quad (8-1)$$

- момент, що скручує і викликає поворот одного корпусу відносно іншого навколо поперечної вісі та визначається за формулою, кНм:

$$M_5 = \pm 1,23 \cdot h_{x\theta} \cdot B_K \cdot L^2 \cdot \Pi_3' \cdot \sin \nu, \quad (8-2)$$

- і сила, що стискає або розтягує і визначається за формулою, кН:

$$T_c''' = \pm (30,8 \cdot h_{x\theta} \cdot L \cdot B_K \cdot d \cdot \Pi_4' \cdot \sin \nu \cdot \sin \varphi) / \lambda. \quad (8-3)$$

Складові, що входять до формул, визначаються як:

$$\nu = \pi \cdot (B_K + c) \cdot (\sin \varphi) / \lambda; \quad (8-4)$$

$$b_0 = B_K \cdot (\sin \varphi) / \lambda; \quad (8-5)$$

$$\Pi_2' = [1 - (0,57 + 0,33 \cdot \alpha_K) \cdot b_0^2] \cdot \Pi_2; \quad (8-6)$$

$$\Pi_3' = [1 - 1,4 \cdot (\alpha_K \cdot b_0)^2] \cdot \Pi_3; \quad (8-7)$$

$$\Pi_4' = \Pi_4 - (1,5 - 0,1 \cdot \alpha_K^2) \cdot b_0^2 \cdot \Pi_2. \quad (8-8)$$

Коефіцієнт Π_2 приймається за табл. 8-1, коефіцієнт Π_3 – за табл. 8-2, коефіцієнт Π_4 – за табл. 8-3 залежно від коефіцієнта повноти діючої ватерлінії одного корпусу α_K і значення:

$$l_0 = L \cdot (\cos \varphi) / \lambda. \quad (8-9)$$

Момент M_5 досягає максимального значення при куті близькому до, град.:

$$\varphi_1 = \arccos \frac{3\lambda}{4L}. \quad (8-10)$$

Таблиця 8-1

l_0	Коефіцієнт Π_2 при α_k					
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0	0,307	0,384	0,512	0,673	0,833	1,000
0,1	0,306	0,383	0,509	0,668	0,823	0,984
0,2	0,304	0,378	0,500	0,651	0,794	0,935
0,3	0,299	0,370	0,485	0,625	0,748	0,853
0,4	0,293	0,359	0,465	0,589	0,686	0,757
0,5	0,286	0,345	0,440	0,544	0,611	0,637
0,6	0,277	0,329	0,411	0,493	0,526	0,505
0,7	0,267	0,311	0,379	0,437	0,434	0,368
0,8	0,255	0,291	0,344	0,377	0,340	0,234
0,9	0,243	0,270	0,307	0,315	0,246	0,109
1,0	0,230	0,248	0,270	0,253	0,156	0,000
1,1	0,216	0,225	0,232	0,193	0,074	-0,089
1,2	0,202	0,203	0,196	0,135	0,002	-0,156
1,3	0,188	0,180	0,161	0,088	-0,059	-0,198
1,4	0,173	0,159	0,128	0,036	-0,106	-0,216
1,5	0,159	0,139	0,098	-0,005	-0,140	-0,212

Таблиця 8-2

l_0	Коефіцієнт Π_3 при α_k					
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0	0	0	0	0	0	0
0,1	0,042	0,067	0,089	0,116	0,154	0,207
0,2	0,082	0,131	0,176	0,227	0,300	0,403
0,3	0,120	0,189	0,254	0,328	0,432	0,574
0,4	0,154	0,241	0,323	0,414	0,542	0,713
0,5	0,183	0,283	0,377	0,483	0,627	0,811
0,6	0,207	0,315	0,417	0,531	0,682	0,863
0,7	0,225	0,336	0,440	0,557	0,705	0,869
0,8	0,236	0,344	0,447	0,561	0,697	0,830
0,9	0,241	0,342	0,438	0,544	0,660	0,750
1,0	0,240	0,328	0,414	0,507	0,596	0,637
1,1	0,233	0,306	0,378	0,454	0,511	0,499
1,2	0,221	0,276	0,331	0,388	0,410	0,347
1,3	0,205	0,239	0,277	0,313	0,300	0,191
1,4	0,185	0,200	0,219	0,234	0,187	0,042
1,5	0,163	0,158	0,160	0,154	0,077	-0,090

Таблиця 8-3

l_0	Коефіцієнт Π_4 при α_k					
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0	0,500	0,600	0,700	0,800	0,900	1,000
0,1	0,497	0,595	0,693	0,790	0,887	0,983
0,2	0,487	0,579	0,672	0,764	0,851	0,935
0,3	0,471	0,554	0,638	0,720	0,794	0,858
0,4	0,449	0,520	0,593	0,661	0,717	0,757
0,5	0,423	0,479	0,538	0,591	0,625	0,637
0,6	0,392	0,432	0,475	0,511	0,522	0,505
0,7	0,358	0,380	0,407	0,425	0,412	0,368
0,8	0,322	0,327	0,337	0,337	0,302	0,234
0,9	0,284	0,273	0,268	0,250	0,195	0,109
1,0	0,246	0,220	0,201	0,167	0,096	-0,000
1,1	0,209	0,170	0,138	0,091	0,008	-0,089
1,2	0,173	0,124	0,082	0,025	-0,064	-0,156
1,3	0,140	0,084	0,034	-0,030	-0,120	-0,198
1,4	0,109	0,049	-0,002	-0,073	-0,158	-0,216
1,5	0,082	0,021	-0,034	-0,140	-0,179	-0,212

9. Вертикальні сили, що діють на кожен з корпусів при куті φ між ДП судна і напрямком поширення хвиль, приймають розподіленими по довжині корпусу згідно з законом, кН/м:

$$q = \pm 9,81 \cdot B_K \cdot h_{xв} \cdot (b_1 \cdot \cos \frac{\pi \cdot x}{L} + b_2 \cdot \cos \frac{3 \cdot \pi \cdot x}{L}), \quad (9-1)$$

з початком координат на міделі і вісі x , що направлена в ніс.

Якщо на один корпус навантаження береться зі знаком плюс, то на інший - зі знаком мінус.

Коефіцієнти b_1 і b_2 визначаються за формулами:

$$b_1 = 1,85 \cdot [(1,212 - i_2/\alpha_k) \cdot p - 4 \cdot m \cdot \sin \nu]; \quad (9.2)$$

$$b_2 = 5,55 \cdot [(0,363 - i_2/\alpha_k) \cdot p - 4 \cdot m \cdot \sin \nu], \quad (9.3)$$

де:

$$p = \frac{i_1 \cdot P_4' \cdot \sin \nu - \alpha_k \cdot P_2' \cdot \nu \cdot \cos \nu}{6 \cdot (1 + c/2 \cdot B_K)^2 \cdot \alpha_k + 2 \cdot i_1}; \quad (9-4)$$

$$m = -P_5' \cdot \sin \nu / 8 + i_2 \cdot p / 4 \cdot \alpha_k, \quad (9.5)$$

де: P_5' , визначається за формулою:

$$P_5' = P_5 \cdot \{1 - [1,45 - 2,4 \cdot \alpha_k \cdot (1 - \alpha_k)] \cdot b_0^2\}. \quad (9-6)$$

Величина ν визначається за формулою (8-4), b_0 – за формулою (8-5), коефіцієнти P_2' і P_4' – за формулами (8-6) і (8-8), коефіцієнти i_1 і i_2 приймаються за табл. 9-1 залежно від коефіцієнта повноти діючої ватерлінії одного корпусу α_k , коефіцієнт P_5 – за табл. 9-2 залежно від коефіцієнта повноти діючої ватерлінії одного корпусу α_k і величини l_0 , що обчислюється за формулою (8-9).

Максимальні навантаження діють при куті φ , близькому до кута, град.:

$$\varphi_2 = \arccos \frac{\lambda}{L}. \quad (9-7)$$

Таблиця 9-1 Коефіцієнти i_1 і i_2

α_k	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
I_1	0,307	0,384	0,512	0,673	0,822	1,000
I_2	0,150	0,210	0,267	0,330	0,407	0,500

Таблиця 9-2

l_0	Коефіцієнт P_5 при α_k					
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0	0	0	0	0	0	0
0,1	0,0008	0,0013	0,0018	0,0020	0,0025	0,0041
0,2	0,0031	0,0052	0,0069	0,0083	0,0108	0,0160
0,3	0,0068	0,0115	0,0151	0,0184	0,0240	0,0349
0,4	0,0117	0,0197	0,0258	0,0316	0,0413	0,0592
0,5	0,0176	0,0295	0,0385	0,0471	0,0615	0,0870
0,6	0,0243	0,0403	0,0524	0,0641	0,0832	0,1161
0,7	0,0314	0,0514	0,0667	0,0813	0,1050	0,1443
0,8	0,0386	0,0624	0,0805	0,0978	0,1254	0,1694
0,9	0,0456	0,0726	0,0931	0,1126	0,1432	0,1893
1,0	0,0520	0,0814	0,1037	0,1247	0,1571	0,2026
1,1	0,0578	0,0884	0,1117	0,1336	0,1662	0,2080
1,2	0,0624	0,0934	0,1167	0,1386	0,1698	0,2052
1,3	0,0660	0,0960	0,1186	0,1395	0,1678	0,1942
1,4	0,0682	0,0951	0,1171	0,1362	0,1601	0,1757
1,5	0,0691	0,0940	0,1125	0,1290	0,1473	0,1511

10. Якщо корпуси з'єднані міцною надбудовою чи рубкою (див. **3.9.3.1** розділу **3** цієї частини Правил), то повинна бути перевірена міцність з'єднувальної конструкції при поперечному вигині. Розрахунок ведеться так само, як розрахунок на поздовжній вигин. Повинні бути знайдені напруження в двох поздовжніх перерізах:

- у перерізі площиною, що проходить крізь внутрішній борт на міделі паралельно ДП, в якій діє момент $M_1 + M_3$;
- у перерізі по ДП судна, в якому діє момент $M_2 + M_3$.

В еквівалентний брус для такого розрахунку слід включати:

- обшивку міцних поперечних перегородок, що з'єднують корпуси;
- горизонтальні в'язі, розташовані на перегородках;
- приєднані пояски палуби і палуби надбудови разом з поперечними в'язями, що знаходяться в межах пояска.

Перегорodka вважається міцною, якщо її конструкція задовольняє вимогам **3.9.4.5** розділу **3** цієї частини Правил. Ширину приєданого пояска слід приймати відповідно до вказівок п. **11** для випадку симетричного навантаження.

Знак моменту M_3 необхідно вибирати так, щоб він співпадав зі знаком поперечного згинального моменту на тихій воді.

Напруження від поперечного вигину алгебраїчно підсумовуються з напруженнями від стиснення або розтягування силою T_c , які визначаються за формулою, МПа:

$$\sigma_p = 10^{-3} \cdot T_c / F_{c,k}, \quad (10)$$

де: $F_{c,k}$ – сумарна площа (з урахуванням редукування) в'язей еквівалентного бруса з'єднувальної конструкції, м².

Сумарні напруження не повинні перевищувати допустимі напруження при загальному поздовжньому вигині.

11. Відносну ширину пояска палуби або палуби надбудови в долях від довжини перегородки, що приєднується до стінки міцної перегородки надбудови або рубки, слід визначати за табл. 11 для випадку симетричного навантаження, якщо розглядається поперечний вигин, і для випадку асиметричного навантаження, якщо розрахунок ведеться на поперечне скручування або на деформацію, що викликається вертикальним вигином корпусів в протилежних напрямках.

Ширина приєданого пояска не повинна перевищувати відстані до сусідньої міцної поперечної перегородки. Для торцевих перегородок надбудови ширину приєданого пояска слід приймати вдвічі меншою, якщо поясок розташований тільки по один бік від перегородки.

Таблиця 11

a/l_n	При симетричному навантаженні у перерізі по		При асиметричному навантаженні в перерізі по внутрішньому борту
	внутрішньому борту	ДП судна	
0	0,10	0,32	0,08
0,1	0,15	0,32	0,12
0,2	0,24	0,32	0,16
0,3	0,28	0,32	0,16
0,4	0,32	0,32	0,12
0,5	0,28	0,28	0,08

Позначення: a – відстань від кінця перегородки до внутрішнього борту (довжина частини перегородки в межах одного корпусу), м;
 l_n – довжина поперечної перегородки надбудови, що дорівнює довжині її стінки, м.

12. Якщо корпуси з'єднуються мостом, то при визначенні напружень у в'язях з'єднувальної конструкції слід розглядати катамаран як статично невизначену систему, що складається з двох поздовжніх балок (корпусів), з'єднаних між собою поперечними балками і пластинами (настилом і обшивкою мосту).

Корпуси сприймають деформацію вигину у вертикальній і горизонтальній площинах і деформацію скручування. Поперечні балки мосту сприймають деформацію вигину (для коротких балок з довжиною менше 10 висот необхідно врахувати деформацію зсуву). Пластини знаходяться в плоскому напруженому стані.

При виконанні вимог, викладених в 3.9.4.5 розділу 3 цієї частини Правил, дозволяється робити висновок про міцність мосту на підставі спрощеного розрахунку (див. нижче), в якому не враховуються деформація скручування корпусів і зв'язок поздовжніх деформацій корпусів, що здійснюється через настил і підшивання мосту.

13. Для кожної поперечної в'язі мосту слід обчислювати жорсткість при повороті, що дорівнює моменту M''_i , що діє в ній при симетричному повороті корпусів на одиничний кут. Якщо i -та балка розташована в площині перегородки або напівперегородки корпусу, цей момент визначається як:

$$M''_i = 2 \cdot E \cdot I_i / l_i, \quad (13)$$

де: I_i, l_i – момент інерції поперечного перерізу і довжина i -балки мосту відповідно.

Для інших балок момент M''_i слід знаходити за розрахунком рам без навантаження з заданим зсувом вузлів (із заданими кутами повороту прямих, що з'єднують кінці стрижнів).

14. Повинні бути знайдені зусилля у в'язях мосту, що створюються місцевим навантаженням.

Розраховується стрижньова система, що складається з рамних в'язей мосту і корпусу, в припущенні, що корпуси є нерухомими (тобто не повертаються відносно один одного). Поперечні балки мосту, що знаходяться в площині поперечних перегородок або напівперегородок корпусу, вважаються жорстко закріпленими на кінцях. Решта балок розглядається як частина рами з нерухомими вузлами, що утворена шпангоутними рамами корпусів і поперечною балкою мосту. Незначні кильоватість і криволінійність обводів допускається не враховувати.

Розрахунок ведеться на дію місцевих навантажень, прикладених при стані навантаження судна, що розглядається, до поперечних в'язей мосту і корпусів. Для кожної i -балки мосту слід визначити згинальні моменти M'_i , що діють в площині, яка проходить крізь внутрішній борт на міделі паралельно ДП.

При визначенні напружень від місцевого вигину i -та поперечна в'язь мосту розглядається як вільно оберта балка, що несе місцеве навантаження, до кінців якої прикладені два моменти, що дорівнюють один одному за величиною та протилежно направлені і визначаються за формулою:

$$M_{i1} = M'_i - M''_i \cdot \Sigma M'_i / \Sigma M''_i. \quad (14)$$

Величини $\Sigma M'_i$ і $\Sigma M''_i$ визначаються підсумовування по всіх поперечних балках.

15. Моменти, що прикладені до кінців i -ї поперечної в'язі, при загальному поперечному вигині на тихій воді визначаються за формулою:

$$M_{i2} = M''_i \cdot M_1 / \Sigma M''_i. \quad (15)$$

16. Додаткові моменти від хвилювання, прикладені до кінців поперечних в'язей мосту в положенні судна лагом до хвилі, визначаються за формулою:

$$M_{i3} = M''_i \cdot M_3 / \Sigma M''_i, \quad (16-1)$$

де: M_3 – визначається за формулою (6-2) або (7-1).

Сила T_C , що визначається за формулою (6-4) або (7-3), створює напруження, які розтягують або стискають, що визначаються за формулою, МПа:

$$\sigma_p = 10^{-3} \cdot T_C / F_i, \quad (16-2)$$

де: F_i – площа поперечного перерізу i -ї поперечної в'язі, м².

17. Додатковий поперечний згинальний момент M_4 , що обчислюється за формулою (8-1) при ході косим курсом до хвилі, створює на кінцях i -ї поперечної в'язі мосту моменти M_{i4} , що визначаються за формулою:

$$M_{i4} = M''_i \cdot M_4 / \sum M''_i, \quad (17)$$

а сила T_C , що обчислюється за формулою (8-3), створює напруження σ_p , які визначаються за формулою (16-2).

18. Для кожної поперечної в'язі мосту при лінійному вертикальному зсуві (переміщенні одного корпусу на одиницю вгору, а іншого – на одиницю вниз) слід обчислювати її умовну жорсткість, як перерізуючу силу, що діє в цій в'язі, яка чисельно дорівнює реакції R_{i1} (див. рис. 18).

Якщо i -та в'язь знаходиться в площині напівперегородки корпусу, реакція визначається за формулою:

$$R_{i1} = 24 \cdot E \cdot I_i / (l_i^3 + 31,2 \cdot I_i \cdot l_i / f_i), \quad (18)$$

де: f_i – площа стінки i -ї в'язі.

Для інших балок умовна жорсткість знаходиться при розрахунку рами із заданим зсувом вузлів (див. рис. 18).

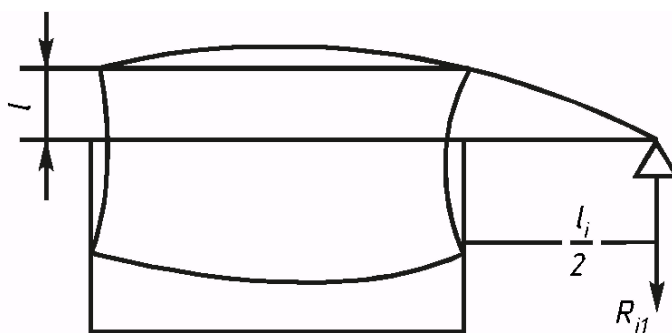


Рис. 18. Рама з заданим зсувом вузлів

19. При розрахунку мосту на поперечне скручування моментом M_5 жорсткість корпусів при вигині і скручуванні слід приймати нескінченно великою.

Перерізуюча сила, що діє в поперечній в'язі, яка встановлена на відстані x_i від міделя (вісь x направлена в ніс), визначається за формулою, кН:

$$N_{i5} = (c_1 + c_2 \cdot x_i / L) \cdot R_{i1} \quad (19-1)$$

і згинальні моменти на кінцях, визначаються за формулою, кН·м:

$$M_{i5} = \pm l \cdot (c_1 + c_2 \cdot x_i / L) \cdot R_{i1} / 2, \quad (19-2)$$

де: c_1, c_2 – знаходяться з системи рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} c_1 \sum R_{i1} + c_2 \sum \frac{x_i}{L} R_{i1} &= 0; \\ c_1 \sum \frac{x_i}{L} R_{i1} + c_2 \sum \left(\frac{x_i}{L} \right)^2 R_{i1} &= \frac{M_5}{L}. \end{aligned} \right\} \quad (19-3)$$

20. При визначенні напружень в поперечних в'язях мосту, що викликані вигином корпусів в протилежних напрямках, допускається вважати, що корпуси зв'язані тільки поперечними балками, що створюють для корпусів пружну основу. Вплив на цю деформацію настилу і підшивання мосту слід враховувати введенням в переріз одного корпусу поздовжніх в'язей мосту, розташованих по одну сторону від ДП судна.

Навантаження, що діють на корпуси, визначається за формулою (9-1), а зусилля в в'язях мосту – відповідно до п. 21. Кут φ слід підбирати так, щоб напруження були максимальними.

21. При вигині корпусів в протилежних напрямках в i -й поперечній в'язі мосту перерізуючи сила визначається за формулою, кН:

$$N_{i6} = R_{i1} \cdot (a_0 \cdot f_{0i} + a_1 \cdot f_{1i} + a_2 \cdot f_{2i} + a_3 \cdot f_{3i} + a_4 \cdot f_{4i}) \cdot h_{xc} \cdot B_k \cdot L \quad (21-1)$$

і згинальні моменти на кінцях – за формулою, кН·м:

$$M_{i6} = \pm N_{i6} \cdot l_i / 2, \quad (21-2)$$

де: R_{i1} – умовна жорсткість i -ї в'язі, що визначається згідно з п. 18;

$f_{0i}, f_{2i}, f_{3i}, f_{4i}$ - коефіцієнти, що визначаються за формулами:

$$f_{0i} = 1; f_{1i} = \frac{x_i}{L}; f_{2i} = \cos \frac{\pi x_i}{L}; f_{3i} = \sin \frac{2\pi x_i}{L}; f_{4i} = \cos \frac{3\pi x_i}{L}, \quad (21-3)$$

де: x_i – відстань i -ї в'язі від міделя (вісь x направлена в ніс).

Коефіцієнти $a_0 \div a_4$ визначаються з системи рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{j=0}^{j=4} a_j (\sum R_{i1} f_{0j} f_{ji}) &= p; \\ \sum_{j=0}^{j=4} a_j (\sum R_{i1} f_{1j} f_{ji}) &= 0; \\ \sum_{j=0}^{j=4} a_j (\sum R_{i1} f_{2j} f_{ji}) + \frac{EI_M}{L^3} (43,8a_2 + 49,6a_4) &= \frac{b_1}{2}; \\ \sum_{j=0}^{j=4} a_j (\sum R_{i1} f_{3j} f_{ji}) + 370 \frac{EI_M}{L^3} a_3 &= 0; \\ \sum_{j=0}^{j=4} a_j (\sum R_{i1} f_{4j} f_{ji}) + \frac{EI_M}{L^3} (49,6a_2 + 2942a_4) &= \frac{b_2}{2}, \end{aligned} \right\} \quad (21-4)$$

де: I_M – момент інерції поперечного перерізу одного корпусу і половини мосту (див. п. 20) на міделі, m^4 ;
 p, b_1, b_2 – параметри навантаження, що визначаються за формулами (9-2), (9-3) і (9-4) відповідно.

Підсумовування поширюється на всі в'язі мосту.

22. Ширину приєднаного пояса для поперечних балок мосту слід призначати відповідно до 1.1.1.6.3 розділу 1 цієї частини Правил.

23. При розрахунку міцності мосту короткі надбудови (рубки) розглядаються як поперечні балки, що розташовані в площині поперечних стінок цих надбудов (рубок), конструктивно зв'язаних з корпусами. Геометричні характеристики балок визначаються згідно з п. 9.

ЧАСТИНА IV. ОСТІЙНІСТЬ, ПОДІЛ НА ВІДСІКИ І НАДВОДНИЙ БОРТ

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 ОБЛАСТЬ ПОШИРЕННЯ

1.1.1 Ця частина Правил поширюється на:

.1 на всі судна, що плавають у водотоннажному стані;

.2 судна на підводних крилах при плаванні в перехідному та експлуатаційному режимах на крилах;

.3 судна на повітряній подушці в експлуатаційних режимах зависання та ширяння.

До глісерів при плаванні в режимі глісування, вітрильних суден, суден з повітряною каверною і плавучих доків вимоги цієї частини застосовуються в тій мірі, у якій це доцільно і здійснено відповідно до обґрунтувань розробника проекту, схвалених Регістром.

1.1.2 Вимоги цієї частини Правил поширюються на судна в експлуатації при їх переобладнанні чи капітальному ремонті, якщо в результаті цього погіршується їх остійність, характеристики непотопності чи змінюється висота надводного борту.

Допуск суден до експлуатації в басейні, що не відповідає встановленим судну умовам плавання, є предметом спеціального розгляду Регістром і здійснюється за умови виконання вимог цієї частини Правил з врахуванням характеристик вітро-хвильового режиму нового басейну плавання.

1.1.3 Регістр може висунути додаткові вимоги і допустити доцільні відступи від вимог цієї частини Правил, виправдані особливостями конструкції судна чи умовами експлуатації.

1.2 ВИЗНАЧЕННЯ І ПОЯСНЕННЯ

Визначення і пояснення, що відносяться до загальної термінології Правил, наведені в «Загальних положеннях класифікаційної та іншої діяльності» і в частині I «Класифікація» Правил класифікації та побудови суден, а також в частині II «Корпус» та частині III «Пристрої, обладнання і забезпечення. Сигнальні засоби» цих Правил.

У цій частині Правил прийняті наступні визначення:

Аварійна ватерлінія – ватерлінія пошкодженого судна при затопленні відсіку (відсіків).

Амплітуда хитавиці – розрахункова умовна амплітуда бортової хитавиці судна на нерегулярному хвилюванні, інтенсивність якого задається висотою хвиль у водних басейнах тієї чи іншої зони судноплавства.

Бризконепроникність – бризконепроникними вважаються елементи конструкції або пристрої (закриття) виготовлені таким чином, щоб у будь-яких погодних умовах, що зустрічаються в призначеній зоні судноплавства, пропускати тільки незначну кількість води всередину судна.

Відкритий отвір – отвір в палубі надводного борту (палубі перегоронок) чи в бортах корпусу, а також у палубах, стінках та перегородках надбудов і рубок, що не має міцного водонепроникного закриття.

При перевірці остійності згідно з додатковими вимогами стулкові ілюмінатори, люки і двері необхідно вважати відкритими отворами.

При перевірці непотопності отвори в перегородках, палубах і бортах, через які можливе заливання судна і подальше поширення води по судну, необхідно вважати відкритими отворами.

Відсік – частина внутрішнього об'єму корпусу, що обмежена днищем чи подвійним дном, бортами чи поздовжніми перегородками, палубою надводного борту, якщо вона є, або верхньою кромкою борту, якщо палуба відсутня, і двома сусідніми поперечними водонепроникними перегородками або піковою перегородкою і кінцевою частиною судна.

Відстань безпеки – відстань, виміряна по вертикалі між площиною максимальної осадки і найнижчою точкою, вище якої, незалежно від наявності приймальних і відливних отворів, плавучий засіб не може вважатися водонепроникним.

Відстань безпеки залишкової – вертикальна відстань, що залишається у випадку крену плавучого засобу між рівнем води і найнижчою точкою зануреного борту, вище якої плавучий засіб вже не є водонепроникним.

Випрямлення судна – процес усунення або зменшення крену і/або диференту судна.

Гранична лінія занурення – уявна лінія на бортовій обшивці, яка проходить не менше ніж на

100мм нижче палуби перегоронок і не менше ніж на 100мм нижче найнижчої водонепроникної точки бортової обшивки. За відсутності палуби перегоронок використовується лінія не менше, ніж на 100мм нижче найнижчої лінії на водонепроникній зовнішній обшивці.

Щодо положення граничної лінії занурення див. також **4.3.4.1**.

Гранично допустимий кут крену – кут крену, перевищення якого цією частиною Правил не допускається.

Довжина судна L – згідно з **1.1.1.1** частини II «Корпус» цих Правил.

Довжина судна $L_{нб}$ – максимальна (найбільша відповідно до ДСТУ 2355) довжина корпусу судна, без врахування руля і бушприту.

Довжина судна L_{WL} – довжина корпусу, що вимірюється в площині максимальної осадки.

Закрита надбудова – водонепроникна міцна надбудова (див. **1.1.1.5** частини II «Корпус» цих Правил) яка має постійне і водонепроникне з'єднання зовнішніх міцних стінок з палубою чи бортами.

Висотою надбудови є середня відстань, виміряна по вертикалі біля борту від верхньої кромки бімса палуби надводного борту до верхньої кромки бімса палуби надбудови.

Довжиною надбудови є середня довжина тієї частини надбудови, яка знаходиться в межах довжини $L_{нб}$.

Якщо надбудова відсунута всередину судна від бортів, її довжина повинна бути помножена на коефіцієнт, визначений відношенням ширини надбудови на середині її довжини до ширини судна на середині довжини надбудови.

Закритий отвір – при перевірці остійності судна за основним критерієм остійності міцні водонепроникні стулкові, що відкриваються, ілюмінатори, люки та двері, вважаються закритими отворами.

При призначенні надводного борту і перевірці непоптовності закритими отворами слід вважати:

- всі люки, шахти, лази, двері, горловини та інші отвори, обладнані міцними водонепроникними закриттями;

- глухі бортові і палубні ілюмінатори;

- стулкові ілюмінатори з постійно навішеними штормовими кришками.

Запаси – вантажі, які витрачаються під час експлуатації судна (паливо, прісна вода, провізія, мастила, витратні матеріали тощо)

Коефіцієнт загальної повноти C_b - коефіцієнт, що визначається при осадці d , довжині L і ширині B за формулою:

$$C_b = \frac{\text{Водотоннажність (м}^3\text{)}}{L B d}$$

Коефіцієнт проникності об'єму приміщення κ_v – відношення об'єму приміщення, який може бути заповнений водою при повному його затопленні, до повного теоретичного об'єму приміщення.

Коефіцієнт проникності поверхні, $\kappa_s = S_a/S$,

де: S_a – площа ватерлінії затопленого відсіку за відрахуванням площ вантажу, механізмів, обладнання, які вона перетинає;

S – площа ватерлінії затопленого відсіку.

Критерій погоди K (основний критерій остійності) – співвідношення гранично допустимого моменту, який відповідає граничному куту або куту перекидання, якщо останній менше, і визначається з урахуванням або без урахування бортової хитавиці (залежно від району плавання), до кренувального моменту внаслідок динамічної дії вітру.

Кут допустимий $\theta_{доп}$ – кут крену, який не повинен перевищуватися і який приписаний в цій частині Правил для відповідного критерію остійності та типу судна. В принципі він відповідає значенню критичного кута θ_f , але він не повинен перевищувати кут перекидання.

Кут заливання $\theta_{зал}$ – найменший кут крену, при якому починається заливання водою внутрішніх приміщень судна через отвори, що вважаються відкритими.

Кут критичний θ_f – кут крену, при якому через відкриті отвори вода починає заливати внутрішні приміщення судна, але який не перевищує кута, при якому кромка палуби надводного борту починає занурюватися у воду або оголюється середина скули, що наступає раніше.

Кут перекидання $\theta_{пер}$ – кут крену, при досягненні якого під дією кренувального моменту починається перекидання судна.

Кренувальний момент – розрахункове значення статично і/або динамічно прикладених

кренувальних моментів.

Мідель судна – мідель судна знаходиться на середині довжини L .

Момент гранично допустимий – розрахункове значення моменту, гранично допустимого із умови забезпечення показників остійності судна, що вимагаються, при його статичному чи динамічному нахиленні.

Надводний борт F – відстань між площиною максимальної осадки та паралельною площиною, що проходить через найнижчу точку палуби надводного борту або, при її відсутності, через найнижчу точку планширу.

Надводний борт залишковий – вертикальна відстань, що залишається у випадку крену судна від рівня води до найнижчої точки зануреного борту, або, за відсутності палуби, до найнижчої точки верхньої кромки водонепроникного борту плавучого засобу.

Палуба надводного борту (палуба, від якої вимірюється надводний борт) – як правило, верхня безперервна відкрита палуба, до якої доведені водонепроникні перегородки корпусу і нижче якої всі отвори по бортах плавучого засобу обладнані стаціонарними водонепроникними пристроями для їх закриття. На судах з переривчастою палубою надводного борту, за палубу надводного борту, приймається найнижча частина відкритої палуби та її продовження, що рівновіддалене від верхньої частини палуби.

Пасажи́рське приміщення – приміщення, яке призначене для розміщення й обслуговування пасажирів, за винятком приміщень для багажу, припасів, провізії і пошти. Житлове приміщення, яке призначене для розміщення й обслуговування екіпажу та спеціального персоналу і розташоване під палубою перегородок, з міркувань безпеки, повинно розглядатися як пасажирське приміщення.

Плече вітрильності – піднесення центра вітрильності над площиною діючої ватерлінії в положенні судна без крену на тихій воді.

Площа вітрильності – площа проєкції надводної частини судна на ДП в положенні судна без крену за середньої осадки по діючу ватерлінію.

Площина максимальної осадки – площина води, що відповідає максимальній осадці, по яку плавучому засобу дозволяється плавати в басейні відповідного розряду.

Площина міделя судна – площина, що проходить через мідель судна перпендикулярно ДП.

Поправка на вільні поверхні – поправка до значення початкової метацентричної висоти, що враховує зниження остійності судна під впливом вільних поверхонь рідких вантажів.

Проникність приміщення – відношення об'єму приміщення, що може бути заповнений водою, до його повного об'єму, виражене у відсотках.

Судно-площадка – судно, яке не має надбудов на палубі надводного борту.

Судно порожнем – цілком готове судно з екіпажем, забезпеченням, укладеним твердим баластом, заповненими механізмами і системами, але без вантажу, запасів, рідкого баласту і пасажирів.

Тиск вітру – умовний розрахунковий тиск вітру (динамічно чи статично прикладений).

Центр вітрильності – геометричний центр площі вітрильності.

Ширина B – найбільша ширина, виміряна до теоретичних обводів шпангоутів на судах з металевою обшивкою і до зовнішньої поверхні корпусу на судах з обшивкою з іншого матеріалу.

Ширина по ватерлінії B_{WL} – ширина корпусу, що вимірюється від зовнішніх кромek обшивки борту на рівні максимальної осадки.

Тип судна – тип судна, залежно від ступеня проникності корпусу та закриття отворів. З метою застосування вимог цієї частини Правил, як указано в тексті, судна поділяються на три типи:

Тип А, палубне судно – судно, закриття вантажних та інших люків якого, розташованих на відкритих ділянках палуби надводного борту (палуби перегородок), мають достатню міцність, жорсткість і водонепроникність, передбачену для району плавання **B1**, або брызконепроникність, передбачену для районів плавання **B2 ÷ B4**, відповідно до розділу 9 частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення. Сигнальні засоби» цих Правил.

Тип В, наливне судно та прирівняні до нього судна – судно, яке має отвори тільки невеликого розміру для доступу у вантажні танки, причому ці отвори закриваються міцними водонепроникними закриттями. Таке судно, з врахуванням указанного, повинно мати наступні характеристики:

- дуже високий ступінь водонепроникності відкритої палуби та

- дуже високий ступінь непотопності завдяки низькій проникності заповнених вантажних відсіків і загальноприйнятому фактору поділу на відсіки.

Тип С, відкрите судно – судно, у якого закриття вантажних та інших люків, розташованих на

відкритих ділянках палуби надводного борту (палуби перегоронок), не мають достатньої міцності, жорсткості, бризконепроникності, або судно, на якому вантажні люки відкриті, або судно без палуби.

Примітка: головні розміри судна, що використовуються для розрахунків у формулах цієї частини Правил, задаються в метрах.

1.3 ОБСЯГ НАГЛЯДУ

1.3.1 Загальні положення, що стосуються порядку класифікації, нагляду за побудовою і оглядів, а також вимоги до технічної документації, яка подається на розгляд Регістру для схвалення, викладені в «Загальних положеннях класифікаційної та іншої діяльності» і в частині I «Класифікація» Правил класифікації та побудови суден.

1.4 ЗАГАЛЬНІ ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

1.4.1 Виконання розрахунків та креслення

1.4.1.1 Усі розрахунки повинні виконуватися загально прийнятими в теорії корабля методами. У випадку застосування комп'ютерного розрахунку, методика і відповідна програма розрахунку повинні бути схвалені Регістром.

1.4.1.2 Масштаб теоретичного креслення повинен бути не менше 1:100. При цьому найбільша апліката повинна бути не менше 100мм. Масштаб теоретичного креслення корпусу повинен бути таким, щоб ширина корпусу становила відрізок не менше 300мм.

1.4.1.3 Схема непроникних відсіків повинна містити дані, необхідні для розрахунку положення центру ваги окремих цистерн, заповнених рідким вантажем, та поправок на вплив вільних поверхонь рідких вантажів на остійність.

1.4.1.4 На планах палуб пасажирських суден повинні бути зазначені райони, передбачені для розміщення і переміщення пасажирів, а також максимально можливе скупчення людей для найгіршого випадку їх розміщення біля одного борту.

1.4.1.5 При користуванні таблицями в цій частині Правил, значення величин, що є проміжними між наведеними, знаходяться лінійною інтерполяцією.

1.4.2 Розрахунок площі вітрильності

1.4.2.1 У площу вітрильності повинні бути зараховані проекції всіх поверхонь судна (корпусу, надбудов, палубних механізмів, палубних вантажів та інших елементів надводної частини) на діаметральну площину судна без крену. Площу проекцій конструкцій круглого перерізу, розташованих на палубі окремо, слід враховувати з ефективним коефіцієнтом обтічності 0,6.

1.4.2.2 При обчисленні площі конструкцій ґратчастого типу зараховується площа, обмежена контуром ґратчастої конструкції, помножена на коефіцієнти заповнення, значення яких приймається згідно з табл. 1.4.2.2.

Таблиця 1.4.2.2

Тип ґратчастої конструкції	Коефіцієнт заповнення
Леєрні огорожі, що:	
- не затягнуті сіткою	0,2
- затягнуті сіткою	0,6
Інші ґратчасті конструкції	0,3 ÷ 0,5

1.4.2.3 При виконанні розрахунків остійності з врахуванням вільного диференту, плече вітрильності z_v повинно визначатися з врахуванням вільного диференту. Положення центру парусності повинно визначатися способом, який зазвичай застосовується для визначення геометричного центра плоскої фігури.

1.4.3 Діаграма остійності

1.4.3.1 Діаграми остійності повинні бути побудовані з врахуванням впливу вільних поверхонь рідких вантажів.

Поправки до метacentричної висоти на вплив вільної поверхні вантажів у конкретному випадку навантаження судна обчислюються для цистерн, в яких кількість рідкого вантажу змінюється під час експлуатації, приймаючи їх заповнення на 50% об'єму незалежно від фактичного, для положення судна

без крену і диференту.

Цистерна, що заповнена рідким вантажем більш ніж на 95% її об'єму, вважається повністю заповненою.

Звичайні залишки рідких вантажів у спорожнених цистернах висотою до 50мм у розрахунках остійності не враховуються.

Якщо судно призначене для перевезення рідких вантажів різного роду, в розрахунок приймається самий несприятливий для остійності випадок навантаження.

1.4.3.2 Діаграми остійності повинні бути побудовані для всіх варіантів навантаження, що розглядаються.

Діаграми остійності криголамів повинні бути побудовані, крім того, з урахуванням зледеніння. При цьому умовні норми зледеніння повинні прийматися відповідно до **2.4**.

1.4.3.3 При побудові діаграм остійності може бути врахований вплив надбудов, рубок та комінгсів вантажних люків при їх протяжності, що дорівнює не менше 0,15 довжини корпусу судна, крім того, ці надбудови, рубки і комінгси, а також пристрої для закриття отворів і вирізів в них повинні бути міцними і водонепроникними.

При надійному кріпленні лісового вантажу, розташованого на непроникних палубах або закриттях люків, допускається зараховувати його об'єм як водонепроникний, причому розрахункову висоту вантажу слід приймати рівною 0,75 дійсної висоти, але не більше 2м.

1.4.3.4 Допустимі кути крену необхідно визначати при рівнооб'ємних нахилах судна.

1.4.4 Варіанти навантаження

1.4.4.1 Остійність суден, залежно від їх типу чи призначення, повинна перевірятися для найгірших для остійності варіантів навантаження, принаймні, у випадках, зазначених у табл. 1.4.4.1.

Таблиця 1.4.4.1

Тип судна	Умови завантаження
Пасажи́рські судна	Без пасажирів і багажу, 10% палива та прісної води, 0% стічних вод
	100% пасажирів з багажем, 10 % палива та прісної води, 98% стічних вод
	100% пасажирів з багажем, 50% палива та прісної води, 50% стічних вод
	100% пасажирів з багажем, 98% палива та прісної води і 10% стічних вод
Усі інші судна	10% запасів, без вантажу
	100% запасів і 100% вантажу

1.4.4.2 Залежно від типу та призначення судна, на додаток до вимог **1.4.4.1**, остійність судна повинна бути перевірена для додаткових умов навантаження згідно з вимогами розділу **3**. Якщо в процесі нормальної експлуатації судна передбачаються гірші для остійності варіанти навантаження порівняно з наведеними в **1.4.4.1** або зазначеними в розділі **3**, для них також повинна бути перевірена остійність.

1.4.4.3 Маса твердого баласту, що знаходиться на судні, повинна враховуватися для стану навантаження «судно порожнем».

При будь-яких варіантах навантаження судна врахування рідкого баласту підлягає узгодженню з Регістром.

1.4.5 Результати розрахунків

Повинні бути складені зведені таблиці результатів розрахунку водотоннажності, положення центру ваги, початкової остійності і диференту, а також зведені таблиці результатів перевірки остійності на відповідність вимогам цієї частини Правил.

1.4.6 Вимоги до Інформації про остійність і непотопність

1.4.6.1 Для надання достатньої інформації, що дозволяє капітану безпечно управляти судном з врахуванням застосовних вимог цієї частини Правил щодо остійності судна в експлуатації та аварійних посадки і остійності, на судно повинна бути видана Інформація про остійність і непотопність, складена згідно з «Вказівками по складанню Інформації про остійність і непотопність судна» (див. **Додаток 1**) та схвалена Регістром. При схвалені Інформації про остійність і непотопність судна на її титульному листі ставиться, додатково до штампу «Схвалено», печатка Регістра, як компетентного органу з огляду суден.

1.4.6.2 Розрахункові дані Інформації про остійність і непотопність повинні бути підтверджені дослідом кренування судна (з належним застосуванням **1.4.6.3** та **1.5.5 ÷ 1.5.7**).

У разі виявлення розбіжностей між розрахунковими даними та даними за результатами дослідження кренування, що перевищують:

- для водотоннажності судна порожнем - $\pm 2\%$, чи
- для метацентричної висоти - $\pm 5\%$,

Інформація про остійність і непотопність повинна бути відкоригована за результатами даних дослідження кренування.

Для суден серійної побудови Інформація про остійність і непотопність складається на підставі кренування першого судна кожної групи, що складається з п'яти суден. Інформація про остійність і непотопність, складена для першого судна однієї групи, може бути використана для суден іншої групи, якщо порівняння результатів кренування перших суден кожної групи підтверджують указані вище розбіжності, а також за умови, що вимоги цієї частини Правил задовольняються для найгірших для остійності варіантів навантаження, для яких повинні бути наново проведені розрахунки остійності на підставі даних кренування судна.

1.4.6.3 За узгодженням з Регістром Інформація про остійність і непотопність може не підтверджуватися дослідом кренування для окремих типів суден за умови, що вони мають надлишкову початкову остійність у всіх випадках навантаження і це достовірно підтверджено розрахунками.

У цьому випадку, а також у випадках застосування **1.5.6** і **1.5.7**, в Інформації про остійність і непотопність вказується, що судно кренуванню не піддавалося.

1.4.6.4 Інформація про остійність і непотопність для плавучих кранів повинна включати дані про остійність за різного вильоту стріли з навантаженням різною вагою на гаку.

1.4.6.5 Інформація про остійність і непотопність повинна бути складена для:

.1 пасажирських і прогулянкових суден та роз'їзних суден, у т.ч. суден, що перевозять організовані групи людей;

.2 буксирів;

.3 вантажних і риболовецьких суден;

.4 плавучого обладнання;

.5 суден інших типів і призначень - за вимогою Регістра.

1.5 ДОСЛІД КРЕНУВАННЯ

1.5.1 Регістру повинні бути надані протокол дослідження кренування, розрахунки, пов'язані з опрацюванням результатів дослідження, а також розрахунок водотоннажності судна порожнем і координат його центру ваги.

1.5.2 Дослідження кренування з наступним розрахунком його остійності мають піддаватися, із зазначених у **1.4.6.5**:

.1 судна серійної побудови – на кожному заводі перше судно з кожної серії, що складається з п'яти суден, що будуються, але не рідше одного судна на рік;

.2 кожне нове судно одиночної побудови;

.3 кожне судно після відновлювального ремонту, великого ремонту, переобладнання чи модернізації, укладання твердого баласту;

.4 судна, остійність яких невідома чи викликає сумнів.

1.5.3 Кренування судна повинно виконуватися при стані навантаження, близькому до водотоннажності порожнем.

Підготовку, проведення й обробку результатів дослідження кренування рекомендується робити відповідно до типової інструкції з кренування судна, що наведена в **Додатку 11** до частини V «Правила технічного нагляду за побудовою суден і виготовленням матеріалів та виробів» Регістра України.

1.5.4 Якщо результати аналізу внесених при побудові серійного судна конструктивних змін показали перевищення указаних в **1.4.6.2** розбіжностей, то таке судно вважається першим стосовно остійності судном нової серії і порядок кренування наступних суден повинний задовольняти вимогам **1.5.2.1**. Результати кренування суден серійної побудови оцінюються з врахуванням розбіжностей згідно з **1.4.6.2**.

1.5.5 Допускається не виконувати кренування судна відповідно до **1.5.2.3**, якщо судно в результаті відбудови, ремонту, переобладнання тощо піддалося конструктивним змінам, в результаті яких, за даними розрахунків, водотоннажність судна порожнем і значення метацентричної висоти

змінилися в межах значень розбіжностей указаних в **1.4.6.2** та конструктивні зміни не викликають порушень або додаткових вимог цієї частини Правил.

1.5.6 За узгодженням з Регістром можна не виконувати дослід кренування плавучого засобу, остійність якого не викликає сумнівів, якщо розрахунком доведено, що при збільшенні аплікати центру ваги судна на 20% вимоги до остійності згідно з цією частиною Правил виконуються.

Кренування судна з метацентричною висотою більше 5,0м на воді не слід виконувати, враховуючи значну похибку його результатів.

Результат розрахунку водотоннажності порожнем має бути перевірений за допомогою вимірювання осадки. Розбіжність не повинна перевищувати $\pm 5\%$.

1.5.7 Допускається не проводити кренування плавучих доків і головних вантажних суден, якщо проектний гранично допустимий момент перевищує кренувальний момент як від динамічної, так і статичної дії вітру більше, ніж на 5% (критерій остійності більш 1,05).

1.6 УМОВИ ДОСТАТНЬОЇ ОСТІЙНОСТІ

1.6.1 Судно вважається достатньо остійним, якщо при варіантах навантаження, передбачених в **1.4.4**, воно задовольняє:

1 вимозі, згідно з якою початкова метацентрична висота, визначена з врахуванням поправок на вплив вільної поверхні рідких вантажів, повинна мати позитивне значення, як це викладено в **2.4** та в додаткових вимогах розділу **3**;

2 критерію погоди згідно з вимогами **2.1 ÷ 2.3**;

3 додатковим критеріям і вимогам до остійності, викладеним в розділі **3** залежно від типу і призначення судна.

1.6.2 Критерії остійності не враховують зсув вантажу, якщо це не обумовлено окремо.

1.6.3 Значення кренувальних моментів від зовнішніх сил, що діють на судно, приймаються постійними у всьому діапазоні нахилення судна.

1.6.4 Допустимий кренувальний момент для всіх варіантів навантаження згідно з **1.4.4** визначається за діаграмою статичної і динамічної остійності відповідно до значень допустимого кута крену, що наводяться в **2.1** та **3**.

Для прямобортних суден визначення допустимих кренувальних моментів $M_{\text{доп}}$ може бути виконано без побудови діаграми за наступними формулами, кНм:

при динамічній дії зовнішніх сил -

$$M_{\text{доп}} = 0,0856 \cdot \Delta \cdot h \cdot \theta_{\text{доп}}; \quad (1.6.4-1)$$

при статичній дії зовнішніх сил -

$$M_{\text{доп}} = 0,1712 \cdot \Delta \cdot h \cdot \theta_{\text{доп}}, \quad (1.6.4-2)$$

де: Δ - водотоннажність судна згідно з відповідним варіантом навантаження, т;

h – початкова метацентрична висота, з поправкою на вплив вільних поверхонь рідких вантажів, м;

$\theta_{\text{доп}}$ – допустимий кут крену, град.

2. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ОСТІЙНОСТІ

2.1 КРИТЕРІЙ ПОГОДИ

2.1.1 Остійність судна за критерієм погоди K вважається достатньою, якщо при найгіршому для остійності варіанті навантаження кренувальний момент від динамічного тиску вітру M_v не перевищує гранично допустимий момент при динамічному нахиленні судна $M_{\text{доп}}$, тобто якщо дотримуються умови:

$$K = \frac{M_{\text{доп}}}{M_v} \geq 1 \text{ або } M_{\text{доп}} \geq M_v, \quad (2.1.1)$$

де: M_v – кренувальний момент внаслідок динамічної дії вітру, який обчислюється відповідно до **2.2**;

$M_{\text{доп}}$ – гранично допустимий момент при динамічному нахиленні, що відповідає допустимому куту крена (див. **2.3.1**) і визначається, як зазначено в **2.3.2** (див. також **1.6.4**).

2.1.2 Перевірка остійності за критерієм погоди суден зі знаком району плавання **V1** проводиться з врахуванням **3.13**.

2.1.3 Перевірка остійності за критерієм погоди може не проводитися для деяких типів або окремих суден, якщо Регістр буде безсумнівно впевнений в тому, що вимоги до остійності такого судна в будь-якому випадку будуть задоволені.

2.2 КРЕНУВАЛЬНИЙ МОМЕНТ ВІД ТИСКУ ВІТРУ

2.2.1 Кренувальний момент M_v внаслідок динамічного тиску вітру на судно, визначається за формулою, кНм:

$$M_v = 0,001 p_v A_v z_v, \quad (2.2.1)$$

де: p_v – розрахунковий тиск вітру, Па;

A_v – площа вітрильності судна (див. **1.4.2**), м²;

z_v – плече вітрильності (плече кренувального моменту), м.

2.2.2 Розрахунковий тиск вітру p_v приймається згідно з табл. 2.2.2 залежно від значення z_v і знаку району плавання (див. **2.2.5.6.1** частини I «Класифікація» Правил класифікації та побудови суден).

Таблиця 2.2.2

z_v , м	1	2	3	4	5	6
V2¹	232	279	318	345	369	388
V3 і V4	178	217	247	269	286	302

¹ Для суден зі знаком району плавання **V1** див. **3.13.1.3**.

2.3 ГРАНИЧНО ДОПУСТИМИЙ МОМЕНТ ПРИ ПЕРЕВІРЦІ ОСТІЙНОСТІ ЗА КРИТЕРІЄМ ПОГОДИ

2.3.1 Значення гранично допустимого моменту при динамічному нахиленні судна $M_{\text{доп}}$ визначається значенням допустимого кута крену. За допустимий кут крену $\theta_{\text{доп}}$ при дії кренувального моменту внаслідок динамічного тиску вітру приймається кут перекидання $\theta_{\text{пер}}$ чи кут заливання $\theta_{\text{зал}}$, залежно від того, який з кутів менше.

2.3.2 Гранично допустимий момент $M_{\text{доп}}$, що відповідає куту перекидання чи заливання, визначається за діаграмами динамічної чи статичної остійності, див також **1.6.4**.

Для визначення гранично допустимого моменту $M_{\text{доп1}}$, що відповідає куту перекидання $\theta_{\text{пер}}$, з початку координат діаграми остійності (точка 0 на рис. 2.3.2-1) проводиться дотична OK до кривої плечей динамічної остійності l_d . Абсциса точки торкання K визначає в даному випадку величину кута перекидання $\theta_{\text{пер}}$. Далі по осі абсцис відкладається відрізок OB , що дорівнює 1 рад ($57,3^\circ$). В точці B встановлюється перпендикуляр BE до перетину з дотичною OK у точці E . Відрізок BE дає числове значення плеча $l_{\text{доп1}}$ гранично допустимого моменту, що відповідає куту перекидання судна. У цьому випадку для визначення гранично допустимого моменту $M_{\text{доп1}}$, кНм, необхідно значення плеча $l_{\text{доп1}}$, м, помножити на водотоннажність судна Δ , т, при осадці, для якої побудована діаграма остійності, за формулою:

$$M_{\text{доп1}} = 9,81 \cdot \Delta \cdot l_{\text{доп1}}, \quad (2.3.2-1)$$

Для визначення гранично допустимого моменту $M_{\text{доп2}}$, що відповідає куту заливання $\theta_{\text{зал}}$, на осі абсцис діаграми відкладається значення цього кута (див. рис. 2.3.2-2), і з отриманої точки встановлюється перпендикуляр до перетинання з кривою плечей l_d у точці K .

Подальші побудови на діаграмі виконуються так само, як у попередньому випадку, з тією різницею, що замість дотичної до діаграми проводиться січна OK до перетину в точці E з перпендикуляром BE , що повинний бути встановлений до відрізка OB , який дорівнює 1 рад. ($57,3^\circ$). Відрізок BE у цьому випадку дає чисельне значення плеча $l_{\text{доп2}}$ гранично допустимого моменту, що відповідає куту заливання судна.

Гранично допустимий момент $M_{\text{доп2}}$, кНм, визначають множенням плеча $l_{\text{доп2}}$, м, на водотоннажність судна Δ , т, за формулою:

$$M_{\text{доп2}} = 9,81 \cdot \Delta \cdot l_{\text{доп2}}, \quad (2.3.2-2)$$

Гранично допустимий момент $M_{\text{доп1}}$ чи $M_{\text{доп2}}$ на діаграмі статичної остійності визначають в результаті побудов, показаних на рис. 2.3.2-1 та рис. 2.3.2-2. На діаграмі статичної остійності підбирається пряма CE , рівнобіжна осі абсцис, таким чином, щоб заштриховані площі A_1 і A_2 дорівнювали одна одній.

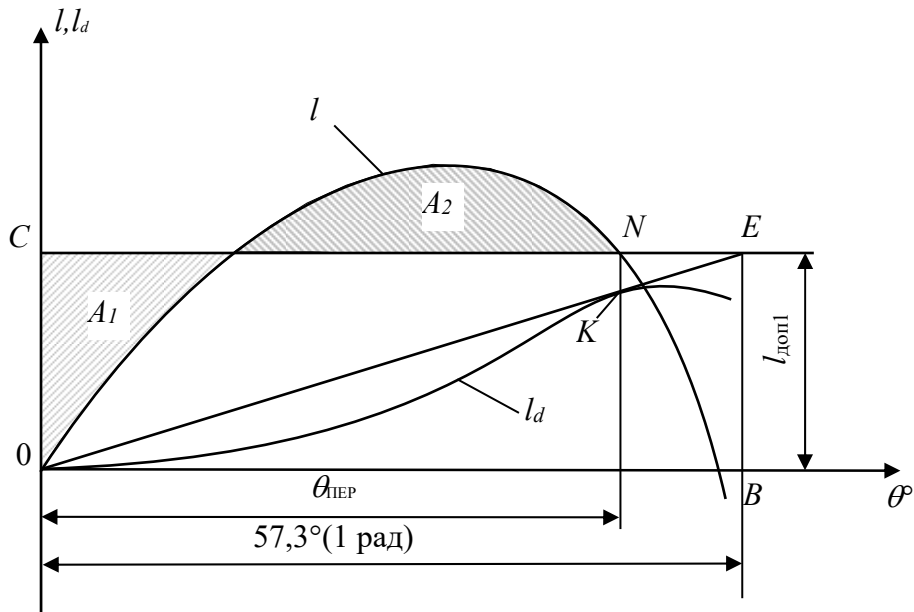


Рис.2.3.2-1

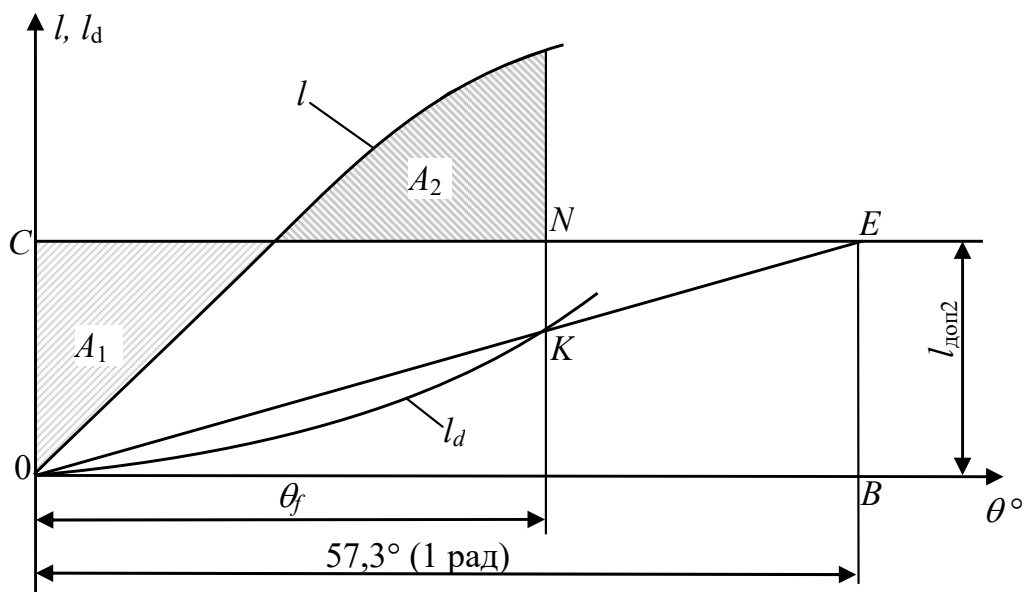


Рис. 2.3.2-2

Відрізок $0C$ на осі ординат діаграми, рис. 2.3.2-1, дає чисельне значення плеча $l_{\text{доп1}}$ гранично допустимого моменту, що відповідає куту перекидання судна, а значення цього моменту $M_{\text{доп1}}$ обчислюється за формулою (2.3.2-1). Аналогічно відрізок $0C$ (див. рис. 2.3.2-2) дає числове значення плеча $l_{\text{доп2}}$ гранично допустимого моменту для кута заливання судна, а значення моменту $M_{\text{доп2}}$ обчислюється за формулою (2.3.2-2).

2.4 МЕТАЦЕНТРИЧНА ВИСОТА

Виправлена з врахуванням поправок на вплив вільної поверхні рідких вантажів початкова поперечна метацентрична висота всіх суден, а для криголамів і з врахуванням зледеніння, для всіх варіантів навантаження, за винятком судна в стані порожнем, повинна бути не менше 0,2м. Для усіх суден випадки метацентричної висоти меншої за 0,2м, а також від'ємне її значення в стані судна порожнем у кожному випадку повинні бути доведені розрахунками та узгоджені із Регістром..

Визначення початкової метацентричної висоти з врахуванням зледеніння повинно проводитися для найгіршого відносно остійності варіанта навантаження. При цьому масу льоду на 1м² площі загальної горизонтальної проекції відкритих палуб слід приймати рівною 15кг. У загальну горизонтальну проекцію палуб повинна входити сума горизонтальних проекцій всіх відкритих палуб і переходів незалежно від наявності навісів. Момент по висоті від цього навантаження визначається за підвищеннями центрів ваги відповідних ділянок палуби і переходів. Палубні механізми, пристрої, кришки люків тощо входять в проекцію палуб і спеціально не враховуються.

3 ДОДАТКОВІ ВИМОГИ ДО ОСТІЙНОСТІ

3.1 ПАСАЖИРСЬКІ СУДНА

3.1.1 Перевірка остійності пасажирських суден у непошкодженому стані повинна виконуватися для варіантів навантаження судна, зазначених в **1.4.4** для цих суден.

Для всіх стандартних варіантів навантаження баластні цистерни повинні розглядатися повністю порожніми чи повністю заповненими відповідно до нормальних умов експлуатації.

Додатково необхідно перевірити виконання вимоги **3.1.2.4** для наступного варіанта навантаження: пасажирів - 100%, паливо та прісна вода - 50%, стічні води - 50%, всі інші цистерни для рідких вантажів (включаючи баласт) - 50%. Для оцінки можливості заміни баласту під час рейсу, повинно бути перевірене виконання вимог **3.1.2** для цього варіанта навантаження. Якщо ці вимоги не виконуються, то в Інформації про остійність і непотопність та у судовому свідоцтві повинен бути зроблений запис, що під час рейсу баластні танки можуть бути або тільки порожніми, або повними і що заміна баласту під час рейсу не повинна проводитися.

Всі розрахунки повинні провадитися без урахування диференту або затоплення.

3.1.2 Остійність непошкодженого пасажирського судна вважається достатньою при виконанні наступних умов:

.1 максимальне плече діаграми статичної остійності l_{\max} повинно бути при куті крену $\theta_{\max} \geq \theta_{\text{мом}} + 3^\circ$ і повинно бути не менше 0,20м. Проте, якщо $\theta_{\text{зал}} < \theta_{\max}$, плече діаграми статичної остійності при куті $\theta_{\text{зал}}$ повинно бути не менше 0,20м;

.2 кут заливання $\theta_{\text{зал}}$ повинен бути не менше $\theta_{\text{мом}} + 3^\circ$;

.3 площа під додатною частиною діаграми статичної остійності A залежно від положення $\theta_{\text{зал}}$ і θ_{\max} , повинна бути не менше значень, зазначених в табл. 3.1.2;

.4 початкова метацентрична висота h_0 , обчислена з урахуванням поправки на вільні поверхні рідини в цистернах, повинна бути не менше 0,15м;

.5 кут крену $\theta_{\text{мом}}$ не повинен перевищувати 12° для кожного з двох випадків:

• при спільній дії кренувальних моментів внаслідок скупчення людей і дії вітру згідно з **3.1.3** та **3.1.4**;

• при спільній дії кренувальних моментів внаслідок скупчення людей і дії відцентрової сили на циркуляції згідно з **3.1.3** та **3.1.5**;

.6 при спільній дії сумарного кренувального моменту внаслідок скупчення людей, дії вітру і дії відцентрової сили на циркуляції згідно з **3.1.3** ÷ **3.1.5** залишковий надводний борт повинен бути не менше 0,20м;

.7 для суден з ілюмінаторами або іншими водонепроникними отворами в корпусі, розташованими нижче палуби перегорожок, залишкова відстань безпеки повинна бути щонайменше 100мм при спільній дії трьох кренувальних моментів які зазначені в **.6**.

Таблиця 3.1.2

Випадок	Умови		Площа A , м·рад
1	$\theta_{\max} \leq 15^\circ$ або $\theta_{\text{зал}} \leq 15^\circ$		0,05 до меншого з кутів θ_{\max} або $\theta_{\text{зал}}$
2	$15^\circ < \theta_{\max} < 30^\circ$	$\theta_{\max} \leq \theta_{\text{зал}}$	$0,035 + 0,001 \cdot (30^\circ - \theta_{\max})$ до кута θ_{\max}
3	$15^\circ < \theta_{\text{зал}} < 30^\circ$	$\theta_{\max} > \theta_{\text{зал}}$	$0,035 + 0,001 \cdot (30^\circ - \theta_{\text{зал}})$ до кута $\theta_{\text{зал}}$
4	$\theta_{\max} \geq 30^\circ$ і $\theta_{\text{зал}} \geq 30^\circ$		0,035 м·рад до кута $\theta = 30^\circ$

Примітка: θ – кут крену, град;
 $\theta_{\text{зал}}$ – кут заливання, тобто кут крену, при якому починають занурюватися у воду отвори в корпусі, надбудові чи рубці, які не можуть бути закриті водонепроникно, град;
 $\theta_{\text{мом}}$ – максимально дозволений кут крену відповідно до **3.1.2.5**, град;
 θ_{\max} – кут крену, що відповідає максимальному плечу діаграми статичної остійності, град.

3.1.3 Кренувальний момент від скупчення людей біля одного борту повинен визначатися за формулою, кНм:

$$M_{h1} = g \cdot P \cdot y = g \cdot \sum P_i \cdot y_i, \quad (3.1.3)$$

де: P – повна маса людей на борту, що розраховується як сума мас максимально дозволеної кількості пасажирів і максимальної кількості екіпажу, включаючи обслуговуючий персонал, для нормального режиму експлуатації, т;

y – відстань від центра ваги повної маси людей P до ДП, м;

g – прискорення вільного падіння: $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

$P_i = 0,075 \cdot n_i \cdot A_i$ – маса людей, що скупчилися на площі A_i , т,

де: A_i – площа, зайнята людьми, м^2 ;

n_i – кількість людей на кожний квадратний метр,

$n_i = 3,75$ для вільних площ палуби і площ палуби з пересувними меблями, і

для зон палуби з закріпленими місцями для сидіння типу лав n_i повинна розраховуватись, приймаючи розміри місця шириною 0,50м і глибиною 0,75м для однієї людини;

y_i – поперечна відстань геометричного центру площі A_i від ДП, м.

Розрахунки повинні бути виконані для скупчення людей як на правому, так і на лівому бортах.

Необхідно приймати найгірше з точки зору остійності розміщення людей. При цьому каюти вважаються незайнятими.

Масу однієї людини слід приймати рівною 75кг, а центр ваги – розташовуваним на висоті 1м над самим низьким місцем на палубі в межах середньої частини судна $0,5L$ без урахування будь-якого вигину палуби.

Детальні розрахунки площ палуби, зайнятих людьми, допускається не виконувати, якщо використовуються наступні значення y та P :

$$y = B/2, \text{ м};$$

$$P = 1,1 \cdot n_{\max} \cdot 0,075 \text{ – для суден, що здійснюють одноденні рейси, т};$$

$$P = 1,5 \cdot n_{\max} \cdot 0,075 \text{ – для каютних суден, т},$$

де: n_{\max} – максимально дозволена кількість людей на борту.

3.1.4 Кренувальний момент від статичної дії вітру M'_{wst} визначається за формулою, кНм:

$$M'_{wst} = p_{wst} \cdot A_v \cdot (z_b + d/2), \quad (3.1.4)$$

де: A_v – площа вітрильності, що обчислюється як зазначено в 1.4.2, для варіантів навантаження, що розглядаються в 3.1.1, м^2 ;

z_b – плече вітрильності згідно з варіантами навантаження, що розглядаються в 3.1.1, м;

p_{wst} – розрахунковий тиск вітру:

$p_{wst} = 0,25 \text{ кН/м}^2$ для районів плавання **B3** і **B4**;

p_{wst} = для районів плавання **B1** і **B2** приймається рівним 0,47 відповідного динамічного тиску, взятого згідно з табл. 2.2.2 для району плавання **B2**.

3.1.5 Кренувальний момент від дії відцентрової сили в еволюційний період циркуляції судна M_{h2} , визначається за формулою, кНм:

$$M_{h2} = c \cdot C_b \cdot v^2 \cdot \frac{\Delta}{L_{WL}} \cdot (Z_g - d/2), \quad (3.1.5)$$

де: c – коефіцієнт, що дорівнює 0,45;

C_b – коефіцієнт загальної повноти (якщо не відомий, приймається $C_b = 1,0$);

L_{WL} і d – відповідно, довжина і осадка по діючу для варіанта навантаження ватерлінії, м;

Δ – водотоннажність судна згідно з даним варіантом навантаження, т;

Z_g – піднесення центра ваги судна над основною площиною, м;

v – максимальна швидкість судна на тихій воді на прямому курсі, м/с.

Для пасажирських суден з засобами активного керування судном згідно з 2.1.5 частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення. Сигнальні засоби» цих Правил, момент M_{h2} визначається за результатами натурних чи модельних випробувань або відповідними розрахунками.

3.1.6 Регістр встановлює максимально дозволена кількість пасажирів і заносить цю кількість у відповідні свідоцтва.

Максимально дозволена кількість пасажирів не повинна перевищувати:

- кількості пасажирів, на яку розраховані існуючі райони евакуації;
- кількості пасажирів, яку було прийнято в розрахунках остійності відповідно до 3.1.3;
- кількості спальних місць для пасажирів у каютах каютного судна, враховуючи нічні стоянки.

Для каютних суден, які також використовуються як судна для виконання одноденних рейсів, кількість пасажирів повинна бути розрахована для обох випадків використання (судно для одноденних рейсів і каютне судно).

Максимально дозволена кількість пасажирів повинна бути нанесена на борти судна в добре помітних місцях.

3.1.7 Додаткові вимоги до остійності вітрильних суден

3.1.7.1 Для визначення кренувального моменту згідно з 3.1.2, при визначенні центру ваги судна слід враховувати згорнуті вітрила.

3.1.7.2 Враховуючи всі варіанти навантаження згідно з 1.4.4, при використанні стандартного набору вітрил кренувальний момент внаслідок дії вітру не повинний перевищувати значення, при якому кут крену перевищує 20° . При цьому:

- .1 в розрахунку приймається постійний тиск вітру, що дорівнює $p_v = 0,07 \text{ кН/м}^2$;
- .2 залишкова відстань безпеки повинна бути не менше 100мм; і
- .3 залишковий надводний борт не повинний бути від'ємним.

3.1.7.3 Плече діаграми статичної остійності повинно:

- .1 досягати свого максимального значення l_{max} при куті крену $\theta_{\text{max}} \geq 25^\circ$;
- .2 бути не менше 0,20м при куті крену $\theta \geq 30^\circ$;
- .3 мати позитивне значення при куті крену θ до 60° .

3.1.7.4 Площа позитивної частини діаграми статичної остійності A повинна бути не менше:

- 0,055м-рад до кута $\theta = 30^\circ$;
- 0,09м-рад до кута $\theta = 40^\circ$ і до кута $\theta_{\text{зал}}$ якщо $\theta_{\text{зал}} < 40^\circ$.
- 0,03м-рад між 30° і 40° та між 30° та $\theta_{\text{зал}}$ якщо $\theta_{\text{зал}} < 40^\circ$.

3.1.7.5 Для пасажирських вітрильних суден довжиною $L \leq 45\text{м}$ максимально допустима кількість пасажирів не повинна перевищувати чисельного значення L в цілих метрах.

3.1.7.6 На суднах, що експлуатуються в районах плавання **В3** та **В4**, кількість пасажирів може бути збільшена до кількості, яка дорівнює $1,5L$ в цілих метрах, якщо дозволяють вітрила, такелаж і рятувальні засоби.

3.2 ПРОГУЛЯНКОВІ ТА РОЗ'ІЗНІ СУДНА

3.2.1 Остійність прогулянкових та роз'їзних суден, у т.ч. суден, що перевозять організовані групи людей, повинна задовольняти застосовним вимогам до остійності пасажирських суден з врахуванням встановленої кількості людей на судні.

При перевірці остійності роз'їзних суден згідно з 3.1.2.5 (при спільній дії кренувальних моментів внаслідок скупчення людей і дії відцентрової сили на циркуляції), якщо передбачені організаційні заходи, що виключають переміщення та скупчення людей, допускається робити припущення про те, що всі пасажирів знаходяться на відведених для них місцях (сидіннях). Ця режимна вимога повинна бути окремо зазначена в Інформації про остійність і непотопність.

3.2.2 В Інформації про остійність і непотопність повинно бути зазначено про неприпустимість суміщення перевезення людей разом з виконанням інших робіт.

3.3 ВАНТАЖНІ СУДНА

3.3.1 Загальні вимоги

3.3.1.1 Перевірка остійності суховантажних суден за критерієм погоди повинна виконуватись при розміщенні вантажу, що відповідає нормальним умовам експлуатації судна згідно з Інструкцією щодо завантаження.

Остійність наливних суден перевіряється додатково при заповненні вантажних танків на 50%.

3.3.1.2 Для всіх вантажних суден, що перевозять палубний вантаж або вантаж в трюмах, у яких плече вітрильності судна з вантажем перевищує 2м, повинна бути перевірена остійність при статичній дії вітру, здатного викликати тривале нахилення судна.

Остійність судна при цьому повинна задовольняти умові:

$$M'_{\text{доп}} \geq M'_{\text{wst}}, \quad (3.3.1.2)$$

де: M'_{wst} – кренувальний момент від статичної дії вітру, що визначається за формулою (3.1.4), кНм;

$M'_{\text{доп}}$ – гранично допустимий момент, що визначається за діаграмою статичної остійності для кута крену, що дорівнює 80% критичного кута, кНм.

3.3.1.3 Для всіх вантажних суден, у яких енергооснащеність (співвідношення між сумарною потужністю силової установки N_e і максимальною водотоннажністю, що допускається Δ) складає $N_e/\Delta \geq 0,75$ кВт/т, повинна бути перевірена остійність на циркуляції згідно з **3.1.5**. При цьому кут статичного крену внаслідок дії моменту M_{h2} не повинен перевищувати 80% критичного кута.

3.4 СУДНА-КОНТЕЙНЕРОВОЗИ

3.4.1 Остійність судна при перевезенні незакріплених контейнерів

3.4.1.1 У випадку перевезення на судні незакріплених контейнерів кожен спосіб розрахунку, що застосовується для визначення остійності судна, повинен відповідати наступним граничним умовам:

.1 метацентрична висота h (з урахуванням впливу вільних поверхонь) повинна бути не менше 1,0м;

.2 внаслідок загального впливу відцентрової сили при циркуляції судна, тиску вітру і врахування поправки на вільні поверхні в цистернах з рідиною кут крену не повинен перевищувати 5° , а відповідний борт не повинний занурюватися у воду.

.3 Плече кренувального моменту внаслідок впливу відцентрової сили при циркуляції судна, визначається за формулою, м:

$$l_{cf} = C_{cf} \frac{v^2}{L_{WL}} \left(z_g - \frac{d'}{2} \right), \quad (3.4.1.1.3)$$

де: C_{cf} – параметр ($C_{cf} = 0,04$), c^2/m ;

v – максимальна швидкість судна відносно води, м/с;

z_g – апліката центру ваги завантаженого судна, м;

d' – осадка судна, завантаженого контейнерами, на міделі, м.

.4 Плече кренувального моменту внаслідок статичного тиску вітру, визначається за формулою, м:

$$l_w = C_w \frac{A_v}{\Delta} \left(z_B + \frac{d'}{2} \right), \quad (3.4.1.1.4)$$

де: C_w – параметр ($C_w = 0,025$), t/m^2 ;

A_v – площа вітрильності судна над відповідною площиною осадки завантаженого судна, m^2 ;

Δ – водотоннажність завантаженого судна, т;

z_B – плече вітрильності, м;

d' – осадка судна, завантаженого контейнерами, на міделі, м.

.5 Плече кренувального моменту внаслідок наявності вільної поверхні об'ємів дощової води та води під сланями, що знаходяться в трюмі або в міждонному просторі, визначається за формулою, м:

$$l_{fs} = \frac{C_{fs}}{\Delta} \cdot \sum \left[b \cdot l \cdot \left(b - 0,55 \cdot \sqrt{b} \right) \right], \quad (3.4.1.1.5)$$

де: C_{fs} – параметр ($C_{fs} = 0,015$), t/m^2 ;

b – ширина трюму або секції трюму, що розглядаються, після його поділу на відсіки поздовжніми водонепроникними перегородками*, м;

l – довжина трюму або секції трюму, що розглядаються, після його поділу на відсіки поперечними водонепроникними перегородками*, м;

Δ – водотоннажність завантаженого судна, т.

Примітка. * Секції трюму, в яких утворюються вільні поверхні води, створюються внаслідок поділу на відсіки поздовжніми і/чи поперечними водонепроникними перегородками і є ізольованими одна від одної.

.6 Для кожного варіанту навантаження необхідно враховувати рідкий вантаж в цистернах запасів палива і прісної води при заповненні на 50% їх об'єму.

3.4.1.2 Остійність судна з вантажем незакріплених контейнерів вважається достатньою, якщо фактична величина z_g не перевищує значення $z_{g \max}$, визначене з використанням відповідної формули. Значення $z_{g \max}$ розраховується для різних водотоннажностей з урахуванням усіх можливих осадок.

Як визначальна максимально допустима апліката центра ваги судна $z_{g \max}$ використовується менша з величин, отриманих за формулами (3.4.1.2-1) і (3.4.1.2-2), м:

$$z_{g \max} = \frac{z_M + \frac{B_{WL}}{2 \cdot F} \cdot \left(C'_{cf} \cdot \frac{d_a}{2} - l_w - l_{fs} \right)}{\frac{B_{WL}}{2 \cdot F} \cdot C'_{cf} + 1} \quad (3.4.1.2-1)$$

Для виразу $\frac{B_{WL}}{2 \cdot F}$ приймається значення не менше 11,5 (де $11,5 = 1/\text{tg } 5^\circ$);

$$z_{g \max} = z_M - 1,0. \quad (3.4.1.2-2)$$

В цих формулах:

z_M – апліката метацентра (від основної площини), яка визначається згідно з приблизними формулами відповідно до 3.4.1.3, м;

F – фактичний надводний борт на міделі, м;

C'_{cf} – величина відцентрової сили, що виникає внаслідок циркуляції:

$$C'_{cf} = \frac{(0,7 \cdot v)^2}{9,81 \cdot 1,25 \cdot L_{WL}} = 0,04 \cdot \frac{v^2}{L_{WL}}; \quad (3.4.1.2-3)$$

де: v – максимальна швидкість судна відносно води, м/с;

d_a – відповідна осадка на міделі, м;

l_w – плече кренувального моменту внаслідок статичного тиску вітру згідно з 3.4.1.1.4, м;

l_{fs} – сума плечей кренувальних моментів внаслідок наявності вільних поверхонь води згідно з 3.4.1.1.5, м.

3.4.1.3 Приблизна формула для визначення аплікати метацентра z_M .

За відсутності гідростатичних кривих величина z_M для розрахунків відповідно до 3.4.1.2 та 3.4.2 може визначатися з використанням наступних приблизних формул, м:

.1 для суден з понтоною формою корпусу:

$$z_M = \frac{B_{WL}^2}{\left(12,5 - \frac{d_a}{D} \right) d_a} + \frac{d_a}{2}, \quad (3.4.1.3.1)$$

де: D і d_a – відповідно висота борта та осадка на міделі, м;

.2 для інших суден:

$$z_M = \frac{B_{WL}^2}{\left(12,7 - 1,2 \frac{d_a}{D} \right) d_a} + \frac{d_a}{2}. \quad (3.4.1.3.2)$$

3.4.2 Остійність судна при перевезенні закріплених контейнерів

3.4.2.1 Контейнери вважаються закріпленими, якщо кожний контейнер міцно прикріплений до корпусу судна за допомогою фітингів або натяжних пристроїв і положення контейнера не може змінюватися протягом плавання судна.

3.4.2.2 Контейнерний вантаж суден району плавання **B1** повинен бути закріплений.

3.4.2.3 Обладнання для закріплення контейнерів повинно задовольняти вимогам Регістра.

3.4.2.4 У випадку перевезення на судах закріплених контейнерів кожен спосіб розрахунку, що застосовується для визначення остійності судна, повинен відповідати наступним граничним умовам:

.1 метацентрична висота h повинна бути не менше 0,5м;

.2 під загальним впливом кренувальних моментів внаслідок дії відцентрової сили на циркуляції судна, тиску вітру та від вільних поверхонь рідкого вантажу ніякі отвори в корпусі судна не повинні занурюватись в воду.

.3 Плечі кренувальних моментів внаслідок дії відцентрової сили на циркуляції судна, тиску вітру і від вільних поверхонь рідкого вантажу, визначається за формулами, указаними в **3.4.1.1.3** ÷ **3.4.1.1.5**.

.4 Для кожного варіанту навантаження необхідно враховувати рідкий вантаж в цистернах запасів палива і прісної води при заповненні на 50% їх об'єму.

3.4.2.5 Остійність судна з вантажем закріплених контейнерів вважається достатньою, якщо фактична величина z_g не перевищує значення $z_{g \max}$, яка розраховується для різних водотоннажностей, з урахуванням всіх можливих осадок.

Як визначальна максимально допустима апліката центра ваги судна $z_{g \max}$ використовується менша з величин, отриманих за формулами (3.4.2.5-1) або (3.4.2.5-2), м:

$$z_{g \max} = \frac{z_M - \frac{I-i}{2\nabla} \left(1 - 1,5 \frac{F}{F'} \right) + 0,75 \frac{B_{WL}}{F'} \left(C'_{cf} \cdot \frac{d_a}{2} - l_w - l_{fs} \right)}{0,75 \frac{B_{WL}}{F'} \cdot C'_{cf} + 1}. \quad (3.4.2.5-1)$$

Для виразу $\frac{B_{WL}}{2F}$ приймається величина не менше 6,6 і для виразу $\frac{I-i}{2\nabla} \left(1 - 1,5 \frac{F}{F'} \right)$

приймається величина не менше 0;

$$z_{g \max} = z_M - 0,50. \quad (3.4.2.5-2)$$

В цих формулах, на додаток до символів та позначень визначених в **3.4.1.2**:

I - поперечний момент інерції площі ватерлінії при осадці d_a (див. приблизну формулу в **3.4.2.6**), м⁴;

i - поперечний момент інерції площі ватерлінії паралельної ОП при висоті $d_a + 2F/3$, м⁴;

∇ - об'ємна водотоннажність судна при осадці d_a , м³;

F' - теоретичний надводний борт, що дорівнює меншому значенню, визначеному за формулами, м:

$$F' = D' - d_a \quad \text{і} \quad F' = \frac{a \cdot B_{WL}}{2b};$$

де: a - вертикальна відстань між нижньою кромкою відкритого отвору, через який вода поступає всередину судна в першу чергу у випадку виникнення крену і ватерлінією судна без крену, м;

b - відстань від того ж отвору до ДП судна, м;

D' - теоретична висота борту, визначена за формулою, м:

$$D' = D + [q / (0,9 \cdot L \cdot B_{WL})],$$

де: q - сумарний об'єм рубок, люків, тронкових палуб і інших надбудов з найбільшою висотою до 1,0м над D або до самого нижнього отвору в об'ємі, що розглядається, при цьому приймається найменше значення. Частини об'єму, розташовані в межах $0,05L$ від кінцевих частин судна, при цьому не враховуються, м³.

3.4.2.6 За відсутності гідростатичних кривих значення I може визначатися з використанням наступних приблизних формул, м⁴:

для суден з понтонною формою корпусу -

$$I = \frac{B_{\text{WL}}^2 \nabla}{\left(12,5 - \frac{d_a}{D}\right) d_a}; \quad (3.4.2.6-1)$$

для інших суден –

$$I = \frac{B_{\text{WL}}^2 \nabla}{\left(12,7 - 1,2 \frac{d_a}{D}\right) d_a}. \quad (3.4.2.6-2)$$

3.5 БУКСИРНІ СУДНА

3.5.1 Остійність буксирів повинна відповідати додатковим вимогам **3.5.2 ÷ 3.5.5** при варіантах навантаження згідно з **1.4.4**.

Остійність суден інших типів, що мають буксирний пристрій та виконують функції буксирного судна, повинна перевірятися на випадок дії буксирного тросу відповідно до вимог **3.5.2 ÷ 3.5.5** для варіанту навантаження, при якому виконується буксирування.

3.5.2 Остійність буксирних суден вважається достатньою, якщо дотримується умова:

$$M_{\text{доп}} \geq M_V + M_T, \quad (3.5.2)$$

де: $M_{\text{доп}}$ – гранично допустимий кренувальний момент, який визначається відповідно до **2.3.2**, кНм;

M_V – кренувальний момент внаслідок динамічного тиску вітру, який визначається відповідно до **2.2.1**, кНм;

M_T – кренувальний момент внаслідок динамічної дії бічної складової тягового зусилля, який визначається відповідно до **3.5.3**, кНм.

3.5.3 Кренувальний момент M_T внаслідок динамічної дії бічної складової тягового зусилля визначається за формулою, кНм:

$$M_T = 1,1 \cdot T \cdot (z_T - d), \quad (3.5.3)$$

де: T – максимальне тягове зусилля, визначене на швартовних випробуваннях, кН;

z_T – апліката точки прикладання тягового зусилля від ОП, м.

У тих випадках, коли значення T невідоме, за узгодженням з Регістром, у розрахунках можуть застосовуватися наступні значення:

- при $\Delta \leq 30\text{т}$:

$T = 0,13N_e$ - для буксирів без насадки,

$T = 0,20N_e$ - для буксирів з насадкою;

- при $\Delta > 30\text{т}$:

$T = 0,16N_e$ - для буксирів без насадки,

$T = 0,20N_e$ - для буксирів з насадкою,

де: N_e - сумарна потужність головних двигунів, кВт.

3.5.4 При перевірці остійності згідно з **3.5.2** кут заливання визначається виходячи з припущення, що всі стулкові ілюмінатори, двері та люки, які ведуть у приміщення, розташовані нижче відкритої палуби, вважаються відкритими незалежно від їх конструкції.

3.5.5 Остійність буксирного судна повинна задовольняти умові:

кут крену від спільної дії кренувальних моментів внаслідок динамічного тиску вітру (згідно з **2.2.1**) та дії відцентрової сили на циркуляції (згідно з **3.1.5**), не повинен перевищувати критичного кута. У будь-якому випадку кут крену не повинен перевищувати 15° .

3.5.6 В Інформації про остійність і непотопність необхідно вказати швидкість течії, при перевищенні якої, маневрування буксира біля плавучого засобу, який стоїть нерухомо, стає небезпечним без віддачі буксирного тросу.

3.6 ШТОВХАЧІ

Остійність штовхачів повинна задовольняти вимогам **3.3**, а остійність штовхачів-буксирів – вимогам **3.5**.

3.7 ПЛАВУЧЕ ОБЛАДНАННЯ

3.7.1 Повинно бути підтверджено, що залишкові надводний борт і відстань безпеки будуть достатніми у випадку навантажень під час роботи робочого механізму (обладнання), а також під час переходу. Достатнім залишковий надводний борт є, якщо він не менше 300мм з можливим його зменшенням згідно з вимогами **3.7.12**. Достатньою залишкова відстань безпеки є, якщо вона не менше 300мм для будь-якого отвору з бризконепроникним закриттям і не менше 400мм для отвору з закриттям, що не є бризконепроникним. При цьому сума кутів диференту і крену не повинна перевищувати 10° і днище корпусу (понтону) плавучого обладнання не повинно оголятися.

3.7.2 Перевірка остійності плавучого обладнання повинна виконуватись за наступних умов:

- .1 при варіантах навантаження: з повними запасами та з 10% запасів;
- .2 з урахуванням навантаження, що виникає під час роботи робочого механізму, див. також **3.7.4** та **3.7.5**;
- .3 з урахуванням навантаження, що виникає під час переходу.

3.7.3 Перевірка остійності повинна включати такі дані і документи:

- .1 креслення понтонів і робочих механізмів, а також їх докладні дані, необхідні для перевірки остійності, такі, як вміст танків, отвори, що забезпечують доступ всередину судна, та їх закриття;
- .2 гідростатичні дані або діаграми;
- .3 діаграми статичної остійності (див. 1.4.3) протяжністю, що відповідає **.5** або **3.7.12**;
- .4 опис робочих умов разом з необхідними даними щодо маси і центру ваги плавучого обладнання, включаючи «судно порожнем» і положення обладнання «по-похідному», коли воно знаходиться на ходу;
- .5 розрахунки площі та плеча вітрильності, кренувальних, диферентувальних і відновлювальних моментів із зазначенням кутів крену і диференту та відповідних величин залишкових надводного борту і відстані безпеки; визначення обмежень під час експлуатації робочого обладнання і максимального завантаження;
- .6 співставлення результатів розрахунків зі специфікаційними даними по граничним значенням експлуатаційних і гранично допустимих навантажень, див. також **1.4.5**.

3.7.4 Перевірка остійності повинна ґрунтуватися, принаймні, на наступних припущеннях відносно навантаження:

- .1 відносна щільність продуктів видобування для черпакового та землесосного снарядів:
 - пісок і гравій: 1,5т/м³,
 - багато мокрого піску: 2,0т/м³,
 - ґрунт, в середньому: 1,8т/м³,
 - водопіщана суміш в піскопроводах: 1,3т/м³;
 - .2 для грейферних земснарядів, щільність, зазначена в підпункті **.1** повинна бути збільшена на 15%;
 - .3 для землесосного снаряда повинна врахована найбільша підймальна сила.
- 3.7.5** Перевірка остійності повинна враховувати кренувальні моменти при експлуатаційних умовах. Ці кренувальні моменти повинні враховувати, принаймні, моменти, що виникають внаслідок:

- .1 навантаження;
- .2 асиметричної конструкції (надбудов, робочого обладнання);
- .3 тиску вітру;
- .4 циркуляції при русі самохідного плавучого обладнання;
- .5 поперечної течії (при наявності);

- .6 наявності баласту і запасів;
- .7 навантаження на палубу та вантажу, що перевозиться (при його наявності);
- .8 впливу вільної поверхні рідини в цистернах;
- .9 сил інерції;
- .10 роботи іншого механічного обладнання.

Моменти, які можуть діяти одночасно, повинні підсумовуватися.

3.7.6 Перевірка остійності за критерієм погоди

3.7.6.1 Перевірка остійності плавучого обладнання за критерієм погоди, крім плавучих кранів, для яких виконується згідно з **3.8**, та перевантажувачів – згідно з **3.9**, повинна проводитися з визначенням кренувального моменту внаслідок динамічного тиску вітру за формулою, кНм:

$$M_V = c \cdot p_w \cdot A \cdot (l_B + d/2), \quad (3.7.6.1)$$

де: c – коефіцієнт опору, що залежить від форми конструкції та враховує динамічну дію вітру:

$c = 1,2$ для решіткових конструкцій та

$c = 1,6$ для конструкцій та балок з суцільним перетином.

За площу вітрильності приймається загальна площа, обмежена контурною лінією конструкції;

$p_w = 0,25 \text{ кН/м}^2$ – розрахунковий рівномірно розподілений тиск вітру;

A – площа вітрильності над площиною максимальної осадки, м^2 ;

l_B – плече вітрильності площі A від площини максимальної осадки, м;

d – максимальна осадка, м.

3.7.7 Кренувальний момент внаслідок циркуляції (див. **3.7.5.4**) самохідного плавучого обладнання визначається за формулою (3.1.5).

3.7.8 Кренувальний момент, обумовлений поперечною течією (див. **3.7.5.5**) повинен враховуватися тільки для плавучого обладнання, яке під час виконання роботи стоїть на якорі або закріплене поперек течії.

3.7.9 Повинні враховуватись в розрахунку найбільш несприятливе для остійності заповнення цистерн та відповідні моменти від рідких баласту і запасів (див. **3.7.5.6**).

3.7.10 Повинен бути врахований момент від сил інерції (див. **3.7.5.9**), якщо переміщення вантажів і працюючих робочих механізмів впливає на остійність.

3.7.11 Відновлювальні моменти для понтонів з вертикальними бічними стінками можуть розраховуватися за формулою, кНм:

$$M_{\text{доп}} = 10 \cdot \Delta \cdot h \cdot \sin \theta \quad (3.7.11)$$

де: h – метацентрична висота, м;

θ – кут крену, град.

Ця формула застосовується при значеннях кута крену 10° і більше до кута, що відповідає початку занурення у воду краю палуби або виходу з води зовнішнього краю скули днища, при цьому береться менше значення. Формула може застосовуватися до похилих бічних стінок при значеннях кута крену до 5° . При цьому повинні враховуватися умови, викладені в **3.7.4** і **3.7.5**.

Якщо окремо взята форма понтона (понтонів) не дозволяє застосовувати дане спрощення, необхідно використовувати діаграму статичної остійності згідно з **3.7.3.3**.

3.7.12 Підтвердження остійності у випадку зменшеного залишкового надводного борту.

Якщо допускається зменшений залишковий надводний борт відповідно до **5.4.5.3.3**, для всіх експлуатаційних умов повинно бути перевірене виконання наступних умов:

.1 метацентрична висота з врахуванням поправки на вільні поверхні рідких вантажів повинна бути не менше $0,15 \text{ м}$;

.2 для кутів крену від 0 до 30° плече діаграми статичної остійності l повинно досягнути значення не менше визначеного за формулою, м:

$$l = 0,30 - 0,28 \cdot \theta_{\text{пер}}, \quad (3.7.12.2)$$

де: $\theta_{\text{пер}}$ - кут крену, починаючи з якого плече діаграми статичної остійності приймає негативне значення (межа остійності). Він повинен бути не менше 20° ($0,35\text{рад}$) і не повинний вводитися в формулу для кутів, що перевищують 30° ($0,52\text{рад}$).

Примітка: $1^\circ = 0,01745\text{рад}$, $1\text{рад} = 57,3^\circ$;

.3 сумарні кути окремо крену і диференту не повинні перевищувати 10° ;

.4 залишкова відстань безпеки відповідає значенню, визначеному згідно з **5.4.5.2**;

.5 залишковий надводний борт не менше $0,05\text{м}$;

.6 при кутах крену від 0° до 30° залишкове плече l_1 повинно мати значення не менше визначеного за формулою, м:

$$l_1 = 0,20 - 0,23 \cdot \theta_{\text{пер}1}, \quad (3.7.12.6)$$

де: $\theta_{\text{пер}1}$ – кут крену, починаючи з якого плече діаграми статичної остійності приймає негативне значення. Він не повинний вводитися в формулу при значеннях більше 30° ($0,52\text{рад}$).

Залишкове плече означає найбільшу різницю між значеннями плечей діаграми статичної остійності і плечей діаграми кренувальних моментів. Якщо вода досягає отворів, які ведуть усередину судна, при куті крену, меншому, за той, що відповідає максимальній різниці між кривими, повинно прийматися в розрахунок плече, що відповідає цьому меншому куту.

3.7.13 Плавуче обладнання може бути звільнене від виконання вимог **3.7.1** ÷ **3.7.12** та **5.4.5.2** і **5.4.5.3** якщо:

.1 їх робочі механізми ніяким чином не впливають на крен і диферент, і

.2 можливість переміщення їх центру ваги може бути обґрунтовано виключена.

При цьому:

.1 при максимальному навантаженні відстань безпеки повинна бути не менше 300мм і надводний борт - не менше 150мм ;

.2 якщо є отвори, що не мають брызгонепроникного закриття, відстань безпеки повинна бути не менше 500мм .

3.7.14 При підйманні вантажу лебідками максимально допустиме навантаження, що визначається умовами виконання вимог до остійності, стійкості та міцності, повинно бути вказане на пульті керування механізму (на палубі) і на посту керування плавучим обладнанням. Якщо вантажопідйомність пристрою може бути збільшена шляхом під'єднання додаткових понтонів, допустимі значення вантажопідйомності повинні бути указані як з таким під'єднанням, так і без нього.

3.8 ПЛАВУЧІ КРАНИ

3.8.1 Остійність плавучих кранів перевіряється за критерієм погоди (див. **3.7.6.1**) для найбільш несприятливого робочого стану з 10% запасів при дії динамічно прикладеного тиску вітру. Повинна задовольнятися умова:

$$M_V \leq M_{\text{доп}}, \tag{3.8.1}$$

де: M_V – кренувальний момент внаслідок динамічної дії вітру (див. **3.8.2**), кНм,

$M_{\text{доп}}$ - гранично допустимий момент, визначений з урахуванням початкового крену від вантажу на гаку відповідно до вказівок **3.8.3**, кНм.

Плавучі повноповоротні крани, крім задоволення цієї умови, при всіх можливих вильотах стріли з вантажем на гаку, повинні мати кут статичного крену не більше $3^\circ 30'$.

3.8.2 Кренувальний момент внаслідок динамічної дії вітру, при перевірці остійності плавучих кранів у робочому стані, тобто з вантажем на гаку, визначається відповідно до вказівок **2.2**. Розрахунковий тиск вітру для кранів усіх типів приймається рівним 400Па незалежно від плеча вітрильності над ватерлінією.

При розрахунку площі вітрильності плавучого крана, площа стріли із суцільними стінками визначається як площа, що обмежена контуром стріли. Площа стріли ґратчастої конструкції визначається як та ж площа, за винятком прорізів між стрижнями.

Розрахункова площа вітрильності конструкції крана $S_{\text{розрах}}$, що має кілька суцільних чи ґратчастих балок однакової висоти, розташованих одна за одною, дорівнює:

.1 при відстані a між балками, меншій за висоту h передньої балки - площі передньої балки S (див. рис. 3.8.2-1);

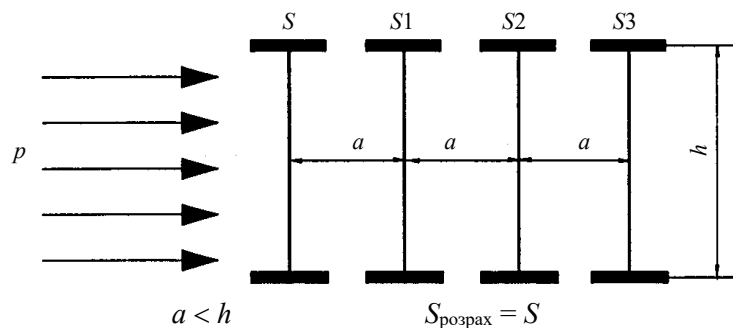


Рис. 3.8.2-1

.2 при відстані між балками a , що дорівнює чи перевищує висоту балки h , але не перевищує її подвоєну висоту - площі передньої балки S плюс 50 % площі кожної наступної балки (див. рис.3.8.2-2);

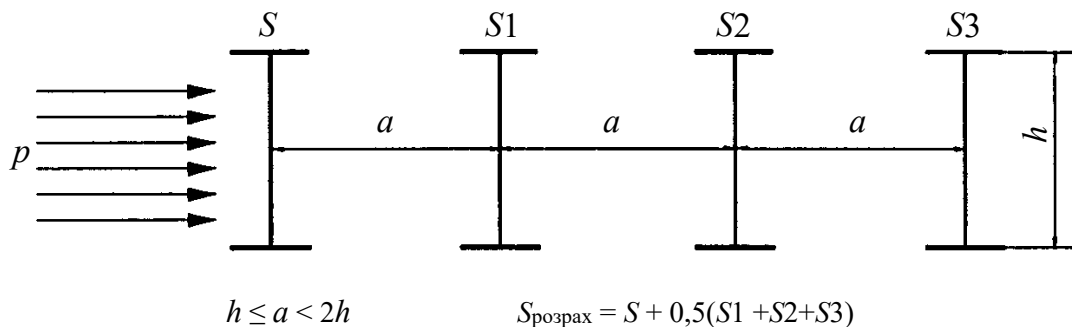
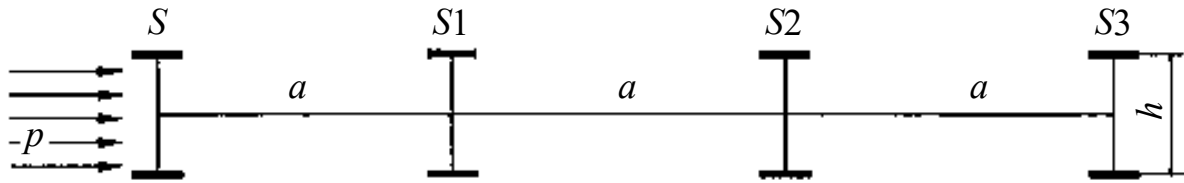


Рис. 3.8.2-2

.3 при відстані між балками a , що дорівнює чи перевищує подвоєну висоту балки h , - сумі площ всіх балок (див. рис.3.8.2-3).



$$S_{\text{розрах}} = S + S1 + S2 + S3$$

Рис. 3.8.2-3

Частини поверхонь задніх балок, що не перекриваються передньою балкою, слід зараховувати цілком.

Перевірка остійності плавучих кранів з поворотною стрілою виконується при положенні стріли на борт у площині шпангоута; при цьому кренувальний момент внаслідок динамічного тиску вітру приймається діючим в ту ж сторону, що і кренувальний момент від розвернутої стріли з вантажем на гаку.

3.8.3 При перевірці остійності плавучих кранів при динамічній дії вітру з початковим статичним креном від розвернутої стріли з вантажем на гаку, гранично допустимий момент $M_{\text{доп}}$ визначається за формулою, кНм:

$$M_{\text{доп}} = 0,086 \cdot \Delta \cdot h \cdot (\theta''_{\text{доп}} - \theta_{\text{Г1}}) \quad (3.8.3)$$

де: $\theta''_{\text{доп}}$ - гранично допустимий кут згідно з **3.8.4**, град.;

h - метacentрична висота з урахуванням поправки на вільні поверхні, м,

Δ - водотоннажність при осадці по діючу ватерлінію, т,

$\theta_{\text{Г1}}$ - кут початкового статичного крену від розвернутої стріли з вантажем на гаку, град.

3.8.4 За гранично допустимий кут крену слід приймати найменший з кутів, перерахованих нижче, але в будь-якому разі не більше 6° :

- кут початку занурення палуби у воду;
- кут, який визначається по ватерлінії, що проходить на 75мм нижче кромки отворів, що вважаються відкритими;
- найбільший кут, при якому дозволяється робота кранового обладнання.

3.8.5 Розрахункове положення центру ваги вантажу, який піднімається, необхідно приймати в точці підвісу його до стріли.

3.8.6 При конструкції корпусу плавучого крану катамаранного типу, його остійність повинна також відповідати вимогам **3.11**.

3.9 ПЕРЕВАНТАЖУВАЧІ

3.9.1 Остійність перевантажувачів у робочому стані перевіряється за критерієм погоди (див. **3.7.6.1**) при динамічній дії вітру з виконанням умови:

$$M_{кр} \leq M''_{доп}, \quad (3.9.1)$$

де: $M_{кр}$ – кренувальний момент внаслідок динамічної дії вітру, який визначається згідно з **2.2**, кНм. При цьому розрахунковий тиск вітру слід приймати рівним 400Па незалежно від району плавання плавучого обладнання та плеча вітрильності, кНм;

$M''_{доп}$ - гранично допустимий момент, що визначається з урахуванням початкового крену $\theta_{кр}$ від несиметричного навантаження в транспортерах і вантажних трубах за формулою (3.8.3), у якій кут θ'_{r1} замінюється на кут $\theta'_{кр}$, кНм.

3.9.2 При конструкції корпусу перевантажувачів катамаранного типу, їх остійність повинна також відповідати вимогам **3.11**.

3.10 РИБОЛОВЕЦЬКІ СУДНА

3.10.1 Остійність риболовецьких суден за основним критерієм (див. **2.1**) необхідно перевіряти для наступних варіантів навантаження:

- .1 при виході на промисел з повною нормою запасів і палива;
- .2 при поверненні з промислу з повним уловом у трюмі та вантажем на палубі (якщо перевезення сіток, риби та інших вантажів на палубі передбачено проектом) і з 10% запасів і палива;
- .3 при поверненні з промислу без улову в трюмі та з вантажем на палубі (якщо перевезення сіток, риби та інших вантажів на палубі передбачено проектом) і з 10% запасів і палива;
- .4 при осадці по вантажну марку;
- .5 на промислі без улову в трюмі, з 20% запасів і палива, з урахуванням промислового забезпечення, що знаходиться на палубі, і дії зусиль, що виникають при виконанні промислових операцій.

3.10.2 Для всіх варіантів навантаження повинна бути також перевірена остійність в еволюційний період циркуляції згідно з **3.1.5**.

3.10.3 За відсутності в трюмах вічок, утворених заставними дошками, які перешкоджають поперечному і поздовжньому переміщенню риби, рибу слід враховувати як рідкий вантаж.

3.11 КАТАМАРАНИ

3.11.1 Область поширення

3.11.1.1 Вимоги розділу 3 поширюються на катамарани залежно від призначення судна в тій мірі, у якій вони до цих суден застосовні і не змінені вимогами цього підрозділу.

Вимоги 3.1.4 та 3.1.5 на катамарани не поширюються.

3.11.1.2 Вимоги цього підрозділу поширюються на катамарани, гранично допустимий кут крену яких не перевищує кута, при якому зовнішня скула одного з корпусів в районі міделя починає виходити з води при рівнооб'ємному нахиленні.

3.11.2 Основні вимоги до остійності

3.11.2.1 Остійність катамаранів за критерієм погоди повинна відповідати вимогам 2.1.

3.11.2.2 Приведене плече пари, що кренить, при динамічній дії вітру на судно, м, для катамаранів обчислюється за формулою:

$$z = z_n - 0,5d \quad (3.11.2.2)$$

де: z_n – піднесення центра парусності над основною площиною судна, м;
 d – середня осадка катамарана по діючу ватерлінію, м.

3.11.2.3 Розрахункову амплітуду бортової хитавиці для катамаранів слід приймати згідно з табл. 3.11.2.3 залежно від значень аргументів qB та $\nabla/(2L)$, (B , L і ∇ - відповідно ширина, довжина та об'ємна водотоннажність катамарану), град. При цьому множник q необхідно визначати за формулою, c^{-2} :

$$q = (z_m - z_g) / i, \quad (3.11.2.3-1)$$

де: z_m - апліката поперечного метацентру, м;
 z_g - апліката центра ваги катамарана, м;
 i - відносний момент інерції маси з урахуванням приєднаної маси рідини, що визначається за формулою, $m \cdot c^2$:

$$i = z_g^2 \left[5,79 B_k^2 / z_g^2 (\bar{c} + 0,61)^2 + 1 \right] / 3g; \quad (3.11.2.3-2)$$

g — прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Аплікату z_m необхідно визначати згідно з 3.11.2.4.

Таблиця 3.11.2.3

Район плавання	qB , $\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$	Розрахункова амплітуда хитавиці θ_m , град, при $\nabla/2L$, м^2 :									
		$\leq 1,0$	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	≥ 10
В1	≤ 10	11,3	9,9	8,3	6,8	6,0	5,7	5,5	5,3	5,2	5,1
	20	12,0	10,5	8,9	7,4	6,6	6,2	6,0	5,9	5,7	5,6
	30	13,2	11,9	10,3	8,7	7,8	7,5	7,3	7,1	7,0	6,9
	40	14,8	13,9	12,3	10,6	9,6	9,3	9,1	9,0	8,8	8,7
	≥ 50	16,5	15,5	13,9	12,2	11,3	10,8	10,6	10,5	10,3	10,2

3.11.2.4 Апліката поперечного метацентру катамарану визначається за формулою, м:

$$z_M = \alpha B_k b \left[\alpha / 11,4 + (\bar{c} + 0,5)^2 + \delta / b^2 (\alpha + \delta) \right] / \delta, \quad (3.11.2.4)$$

де: α - коефіцієнт повноти площі діючої ватерлінії корпусів катамарану;
 B_k - ширина одного корпусу катамарану на рівні діючої ватерлінії на міделі, м;
 b - співвідношення ширини корпусу B_k і осадки катамарана d ;
 δ - коефіцієнт повноти водотоннажності корпусів катамарана;

$\bar{c} = C/2B_k$ - відносний горизонтальний кліренс корпусів катамарана;

C - відстань між внутрішніми бортами корпусів на міделі на рівні діючої ватерлінії, м.

3.11.3 Додаткові вимоги до остійності

3.11.3.1 Пасажирські катамарани

3.11.3.1.1 Динамічно прикладений кренувальний момент в еволюційний період циркуляції катамарана, визначається за формулою, кНм:

$$M_{\text{ц}} = 0,03 \cdot v_0^2 \cdot \Delta \cdot (z_g - 0,5 \cdot d) / L, \quad (3.11.3.1.1)$$

де: v_0 - швидкість катамарану перед входом на циркуляцію, яка приймається рівною швидкості повного ходу на прямому курсі, м/с;

Δ - водотоннажність катамарану при осадці по діючу ватерлінію, кН;

z_g - апліката центра ваги катамарану над ОП, м;

L і d - відповідно довжина катамарана і його середня осадка по діючу ватерлінію, м.

3.11.3.1.2 Кренувальний момент внаслідок статичної дії вітру визначається за формулою, кНм:

$$M_{\text{в}} = 0,001 \cdot p_c \cdot A_v \cdot (z_b - 0,5 \cdot d), \quad (3.11.3.1.2)$$

де: p_c - розрахунковий статичний тиск вітру, який необхідно приймати рівним 0,47 відповідного динамічного тиску, взятого згідно з табл. 2.2.2 залежно від району плавання та плеча вітрильності, Па;

A_v - площа вітрильності катамарану, що обчислюється згідно з 1.4.2, м²;

z_b - апліката центра вітрильності катамарана над ОП в положенні судна без крену, м;

d - середня осадка катамарана по діючу ватерлінію, м.

3.11.3.2 Вантажні катамарани

При перевірці остійності вантажних катамаранів згідно з 3.3.3, динамічно прикладений кренувальний момент $M_{\text{ц}}$, що кренить катамаран в еволюційний період циркуляції, необхідно визначати за формулою (3.11.3.1.1).

3.11.3.3 Буксирні катамарани

1 Ширину буксирного катамарана необхідно приймати як загальну ширину по розрахункову ватерлінію.

2 При перевірці остійності буксирних катамаранів кренувальні моменти необхідно обчислювати згідно з 3.5 з врахуванням 3.11.3.1.1, а також перевіряти за формулою, кНм:

$$M_{\text{кр}} = 0,001 \cdot p \cdot A_v \cdot (z_b - 0,5 \cdot d) + 1,75 \cdot (z_t - 0,5 \cdot d) \cdot P_t, \quad (3.11.3.3.2)$$

де: p - розрахунковий динамічний тиск вітру, що приймається відповідно до району плавання катамарана згідно з табл. 2.2.2, Па;

A_v - площа вітрильності судна, м²;

z_b - апліката центра площі вітрильності над ОП катамарана, м;

d - середня осадка катамарана по діючу ватерлінію, м;

z_t - апліката точки прикладення дії тягового зусилля над ОП судна, м;

P_t - тягове зусилля на буксирному канаті, кН.

Якщо значення тягового зусилля невідомо, слід приймати $P_t = 0,0163 N_e$;

N_e - номінальна потужність головних двигунів, кВт.

3 При перевірці остійності згідно з 3.11.3.3.2 для буксирного катамарана з прямобортною формою корпусів, гранично допустимий момент $M''_{\text{доп}}$ можна визначати за формулою, кНм:

$$M''_{\text{доп}} = 0,0856 \cdot \Delta \cdot h'_0 \cdot \theta''_{\text{доп}}, \quad (3.11.3.3.3)$$

де: Δ - водотоннажність катамарану, т;

h'_0 - мала початкова метацентрична висота катамарану, що обчислюється з урахуванням поправки на вільні поверхні відповідно до вимог **1.4.3.1**, м;

$\theta''_{\text{доп}}$ - гранично допустимий кут крену, що дорівнює куту початку занурення у воду палуби, $\theta''_{\text{вх.п}}$, град.

3.12 ВИСОКОШВИДКІСНІ СУДНА

3.12.1 Водотоннажні судна

3.12.1.1 Остійність високошвидкісних водотоннажних суден, повинна бути перевірена на випробуваннях головного судна.

Перевірка остійності повинна бути проведена на циркуляції на тихій воді при послідовному ступеневому зростанні кута перекладки руля, включаючи максимальний, на борт, протилежний скупченню пасажирів (для пасажирських та, з урахуванням **3.2**, прогулянкових та роз'їзних суден), і при послідовному ступеневому зростанні частоти обертання колінчастого валу двигуна до найбільшої.

3.12.1.2 При випробовуванні судна, яке призначене для перевезення пасажирів, для забезпечення відповідної водотоннажності, положення центра ваги і початкового кута крену при скупченні пасажирів на одному борті необхідно використовувати спеціально прийнятий на судно і надійно закріплений твердий баласт.

3.12.1.3 В процесі випробувань у протоколі слід фіксувати:

- водотоннажність;
- осадку носом і кормою;
- частоту обертання колінчастого валу двигуна і відповідну швидкість судна;
- глибину акваторії;
- стан погоди;
- початкові кути крену;
- кути крену для кожного режиму випробувань;
- кути перекладки руля;
- рівень поверхні води по борту при крені.

3.12.1.4 Отримані на випробуваннях кути крену необхідно порівняти з відповідними допустимими кутами крену за додатковими вимогами до різних типів суден (див. **3.1 ÷ 3.4** та **3.10**).

3.12.1.5 За результатами випробувань в Інформацію про остійність і непотопність судна слід внести необхідні обмеження по одночасному суміщенню частот обертання головного двигуна і кутів перекладки руля.

3.12.1.6 Програма випробувань, протокол, а також складена на підставі розрахунків і випробувань Інформація про остійність і непотопність судна є предметом спеціального розгляду Регістром.

3.12.2 Судна на підводних крилах

3.12.2.1 Вимоги розділу **2** та **3.1** і **3.2** поширюються на судна на підводних крилах (СПК) при плаванні в водотоннажному режимі, за виключенням вимог **3.1.5** (див. **3.12.2.3**).

3.12.2.2 Перевірку остійності СПК необхідно виконувати для варіантів навантаження згідно з **1.1.4** для наступних режимів:

- .1 водотоннажний;
- .2 перехідний;
- .3 експлуатаційний (на крилах).

Перевірку остійності у водотоннажному режимі необхідно виконувати розрахунками, а в перехідному та експлуатаційному режимах – в ході модельних випробувань. Параметри остійності повинні бути відкориговані для водотоннажного режиму за результатами кренування головного судна, а для перехідного та експлуатаційного режимів – за даними експериментальних досліджень, що проводяться в процесі прийнятно-здавальних випробувань головного судна.

Програма випробувань, звіт, а також складена на підставі розрахунків і експериментальних досліджень Інформація про остійність і непотопність судна є предметом спеціального розгляду Регістром.

3.12.2.3 Остійність у водотоннажному режимі повинна бути такою, щоб відхилення судна від горизонтальної площини не перевищували 8° при можливих неконтрольованих переміщеннях

пасажирів (коли всі вільні простори , куди мають доступ пасажирів, заповнені), а кут крену від сумісної дії кренувальних моментів внаслідок скупчення пасажирів з одного борта та циркуляції не перевищував 15°.

Кренувальний момент від циркуляції визначається за формулою, кНм:

$$M_{\text{ц}} = 0,23 \cdot z_g \cdot \Delta \cdot \sqrt[3]{\Delta} / L , \quad (3.12.2.3)$$

де: z_g - апліката центра ваги катамарана над ОП, м;

Δ - водотоннажність катамарану, т;

L - довжина катамарана, м.

3.12.2.4 В перехідному режимі кут крену судна при русі на прямому курсі при варіанті навантаження: 100% пасажирів з багажем, 10 % палива та прісної води, 10% стічних вод та скупчені пасажирів з одного борту не повинен перевищувати 15°.

3.12.2.5 В експлуатаційному режимі при варіанті навантаження: 100% пасажирів з багажем, 10 % палива та прісної води, 10% стічних вод, кут крену на циркуляції, направлений в сторону крена від скупчення пасажирів не повинен перевищувати 10°.

3.12.3 Судна на повітряній подушці

3.12.3.1 Вимоги розділу 2 та 3.1 ÷ 3.3 і 3.13 повинні бути враховані для судна на повітряній подушці (СПП) настільки, наскільки вони застосовні до СПП, якщо ці вимоги не протирічать викладеним нижче вимогам цього пункту, за виключенням наступних вимог, що не застосовуються до СПП:

.1 при плаванні в режимі ходу на повітряній подушці – 2.2.1, 3.1.2, 3.1.4 ÷ 3.1.7, 3.13.1.4, 3.13.2;

.2 при плаванні у водотоннажному режимі – 3.1.2.5 ÷ 3.1.2.7.

3.12.3.2 Остійність СПП необхідно обґрунтовувати розрахунково-експериментальним способом.

3.12.3.2 Експериментальні дослідження можуть не проводитися повністю або частково, якщо розрахунками, результатами випробувань близького судна-прототипу буде доказано Регістру виконання вимог до характеристик остійності, які передбачається визначити при проведенні експериментальних досліджень.

3.12.3.2 Остійність СПП необхідно перевіряти при всіх варіантах навантаження згідно з 1.4.4 залежно від призначення СПП для двох режимів:

.1 плавання (водотоннажний режим);

.2 рух на повітряній подушці.

Характеристики остійності повинні бути відкориговані для режиму плавання за результатами кренування, а також швидкісних та маневрових випробувань даного СПП або головного судна серії, а для режиму руху на повітряній подушці - за даними експериментальних досліджень за найбільш несприятливих умов експлуатації, що передбачаються в процесі приймально-здавальних випробувань СПП.

Програма випробувань, звіт, а також складена на підставі розрахунків і експериментальних досліджень Інформація про остійність і непотопність судна є предметом спеціального розгляду Регістром.

Примітка. Експериментальні перевірку остійності на натурних судна допускається проводити тільки для найгіршого щодо остійності варіанту навантаження, який слід визначити за результатами розрахунків або модельних випробувань. Якщо найгіршим є варіант мінімального навантаження судна, то для досягнення відповідного кренувального моменту необхідно використовувати крен-баласт найменшої маси.

3.12.3.2 Значення гранично допустимих кутів крену слід уточнювати за допомогою експериментальної залежності кута крену від кренувального моменту, швидкості судна та кута перекладки стерна.

3.12.3.3 Основні вимоги до остійності скегових СПП.

3.12.3.3.1 Кренувальний момент M_v внаслідок динамічного тиску вітру на СПП в режимі ходу на повітряній подушці визначається за формулою, кНм:

$$M_v = 0,001 k p_v A_v (z_B - 0,5d) , \quad (3.12.3.3.1)$$

де: k - коефіцієнт, що визначається згідно з 3.12.3.3.2;

p_V - розрахунковий тиск вітру згідно з 2.2.2, Па;

A_V - площа вітрильності судна при середній осадці по діючу ватерлінію (див. 1.4.2), м²;

z_B - апліката площі вітрильності над ОП, що проходить на рівні нижніх кромок скегів, м;

d - середня осадка по діючу ватерлінію при русі на повітряній подушці, м.

3.12.3.3.2 Коефіцієнт k , що враховує вплив на аеродинамічну силу швидкості судна при ході на повітряній подушці, визначається за формулою:

$$k = 1 + 0,711v / \sqrt{p_V} \quad , \quad (3.12.3.3.2)$$

де: v - швидкість судна на повному ході, м/с.

3.12.3.3.3 Кренувальний момент M_V внаслідок динамічного тиску вітру на СПП в режимі плавання слід визначати згідно з 2.2.

3.12.3.3.4 Гранично допустимий момент $M_{\text{доп}}$ для СПП всіх районів плавання незалежно від значень $M_{\text{кр}}$ слід визначати для режиму руху на повітряній подушці по діаграмах статичної чи динамічної остійності, побудованих по одному з способів, узгоджених з Регістром. Гранично допустимий кут крену $\theta_{\text{доп}}$ необхідно приймати згідно з 2.3.1.

Примітка. При розрахунку остійності за критерієм погоди допускається використовувати діаграму остійності, побудовану для режиму ширяння судна на повітряній подушці без руху.

3.12.3.3.5 Гранично допустимий момент $M_{\text{доп}}$ для СПП району плавання **В1** слід визначати з урахуванням бортової хитавиці, розрахункова амплітуда якої в режимі плавання та режимі руху на повітряній подушці повинна бути визначена за модельними та натурними випробуваннями, та застосуванням 3.12.2.5.

3.12.3.4 Додаткові вимоги до остійності скегових СПП.

3.12.3.4.1 Перевірка остійності пасажирських та вантажопасажирських суден за критерієм погоди згідно з 3.12.3.3 повинна бути виконана при варіантах навантаження, вказаних в 1.4.4.

3.12.3.4.2 Остійність пасажирських суден повинна бути достатньою у випадку скупчення людей біля одного борту на всьому діапазоні швидкостей на режимах руху на повітряній подушці та при плаванні судна. При русі на повітряній подушці повинна бути виконана умова:

$$\theta_{\text{л}} < \theta'_{\text{доп}} \quad , \quad (3.12.3.4.2)$$

де: $\theta_{\text{л}}$ - кут крену від скупчення людей біля одного борту при дії кренувального моменту, визначеного згідно з 3.1.3, град;

$\theta'_{\text{доп}}$ - гранично допустимий кут крену, значення якого приймається рівним найменшому значенню наступних кутів, град:

- $0,8 \theta_{\text{зал}}$ (див. 3.1.2.2);

- меншому з кутів, при якому починає входити у воду кромка палуби або верхня кромка обносів судна;

- 10° або для суден довжиною до 30м - 12° .

Кут крену при відповідних кренувальних моментах та швидкості слід приймати рівним максимальному куту крену з урахуванням експериментальної залежності кута крену від швидкості судна та кренувального моменту (див. 7.1 Додатку 2).

Для режиму плавання остійність СПП слід перевіряти згідно з 3.1.2 ÷ 3.1.5 з урахуванням 3.12.3.4.3 ÷ 3.12.3.4.5.

3.12.3.4.3 Остійність пасажирських суден при скупченні людей біля одного борту повинна бути достатньою при найбільшому динамічному крені, що виникає в еволюційний період циркуляції на режимах руху на повітряній подушці та плавання, з виконанням умови:

$$\theta_{\text{ц}} < \theta'_{\text{доп}} \quad , \quad (3.12.3.4.3)$$

де: $\theta_{\text{ц}}$ - максимальний кут крену, що виникає в еволюційний період циркуляції при скупченні людей біля одного борту (див. 3.1.3) та визначається експериментально (див. 7.2 Додатку 2), град;

$\theta'_{\text{доп}}$ - гранично допустимий кут крену, значення якого приймається згідно з 3.1.2.5, град.

3.12.3.4.4 Остійність пасажирських суден з центром вітрильності вище 2м над діючою ватерлінією повинна бути достатньою при скупченні людей біля одного борту у випадку статичної дії вітру.

Для режиму руху на повітряній подушці повинна бути виконана умова:

$$\theta_{\text{вл}} < \theta'_{\text{доп}}, \quad (3.12.3.4.4)$$

де: $\theta_{\text{вл}}$ – кут крену (див. **3.12.3.4.2**) від скупчення людей (**3.1.3**) при одночасній статичній дії вітру (див. **3.12.3.4.5**), град;

$\theta'_{\text{доп}}$ – гранично допустимий кут крену, значення якого приймається згідно з **3.12.3.4.2** без обмеження його 10° або 12°, град.

Для режиму плавання перевірку остійності слід виконувати згідно з **3.1.2**.

3.12.3.4.5 Кренувальний момент від статичної дії вітру для режиму ходу на повітряній подушці визначається за формулою, кНм:

$$M_{\text{Vc}} = 0,001kp_{\text{Vc}}A_{\text{V}}(z_{\text{B}} - 0,5d) , \quad (3.12.3.4.5)$$

де: k – коефіцієнт, що визначається згідно з **3.12.3.3.2** з заміною динамічного тиску вітру p_{V} статичним p_{Vc} , що дорівнює $0,47 p_{\text{V}}$;

p_{Vc} – розрахунковий статичний тиск вітру, який слід приймати рівним $0,47$ динамічного тиску згідно з **2.2.2** залежно від району плавання СПП та плеча вітрильності, Па.

3.12.3.4.6 Остійність вантажних суден слід перевіряти за критерієм погоди згідно з **3.12.3.3** з врахуванням **3.3.1.1**.

3.12.3.4.7 Остійність вантажних суден з центром вітрильності вище 2м над діючою ватерлінією повинна бути перевірена при статичній дії вітру.

Для режиму руху на повітряній подушці повинна бути виконана умова:

$$\theta_{\text{в}} < \theta'_{\text{доп}}, \quad (3.12.3.4.7)$$

де: $\theta_{\text{в}}$ – кут крену внаслідок дії статичного тиску вітру при кренувальному моменті M_{Vc} , розрахованому згідно з **3.12.3.4.5**, град;

$\theta'_{\text{доп}}$ – гранично допустимий кут крену, що дорівнює 80% критичного кута, град.

Для режиму плавання перевірку остійності слід виконувати згідно з **3.3.1.2**.

3.12.3.4.8 Для вантажних суден в режимах руху на повітряній подушці та плаванні повинна бути перевірена остійність в еволюційний період циркуляції з виконанням умови:

$$\theta_{\text{ц}} < \theta_{\text{доп}}, \quad (3.12.3.4.8)$$

де: $\theta_{\text{ц}}$ – максимальний кут крену, що виникає в еволюційний період циркуляції та визначається експериментально (див. **7.2 Додатку 2**), град;

$\theta_{\text{доп}}$ – гранично допустимий кут крену, що дорівнює 80% критичного кута, град.

3.12.3.5 Додаткові вимоги до остійності СПП амфібійного типу.

3.12.3.5.1 Остійність в режимі плавання повинна бути перевірена при всіх варіантах навантаження, указаних в **1.4.4**, так само, як для водотоннажних суден з врахуванням специфіки амфібійного СПП.

3.12.3.5.2 Остійність в режимі руху на повітряній подушці повинна бути підтверджена експериментальними результатами, одержаними в процесу приймально-здавальних випробувань головного судна при найбільш несприятливих умовах експлуатації за програмою, схваленою Регістром.

3.13 ДОДАТКОВІ ВИМОГИ ДО СУДЕН ДЛЯ РАЙОНУ ПЛАВАННЯ В1

3.13.1 Загальні положення

3.13.1.1 Остійність суден, призначених для плавання в обмеженому районі зі знаком **V1**, повинна відповідати вимогам розділів **1, 2 і 3** для суден району плавання **V2**, а також додатковим вимогам цього підрозділу. Крім того, умови достатньої остійності за критерієм погоди згідно з **1.6.1.1** та додатковим критерієм та вимогам згідно з **1.6.1.2** повинні виконуватися також з урахуванням одночасної бортової хитавиці судна.

3.13.1.2 Дотримання застосовних Рекомендацій ІМО стосовно морських суден може розглядатися еквівалентним дотриманням вимог цього підрозділу.

3.13.1.3 При перевірці остійності за критерієм погоди кренувальний момент внаслідок динамічного тиску вітру M_V обчислюється на основі питомого тиску вітру p_V , що відповідає району плавання **V2** згідно з табл. 2.2.2.

3.13.1.4 Допустимий кренувальний момент $M_{доп}$ визначається по діаграмі остійності з урахуванням амплітуди бортової хитавиці, яка визначається згідно з **3.13.2**.

3.13.1.5 За критичний кут приймається кут крену, при досягненні якого починається zalивання водою внутрішніх приміщень судна через отвори в борту або в палубі, що вважаються відкритими. Цей кут може доходити максимально до верхньої кромки поздовжнього комінгса люка вантажного трюму або ж до верхньої кромки розширювальних шахт наливних суден.

3.13.2 Розрахунок амплітуди хитавиці судна

3.13.2.1 Амплітуда бортової хитавиці θ_m судна з плоским днищем, радіус заокруглення скули якого становить $0,05B$ або більше, не обладнаного скуловими кілями, визначається згідно з табл. 3.13.2.1 залежно від величини m , що розраховується за формулою, c^{-1} :

$$m = 0,66 \cdot m_1 \cdot m_2,$$

де: m_1 і m_2 – коефіцієнти, що визначаються згідно з **3.13.2.2** та **3.13.2.3**.

Таблиця 3.13.2.1

m, c^{-1}	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	$\geq 1,60$
$\theta_m, ^\circ$	9	10	13	17	20	23	24

3.13.2.2 Коефіцієнт m_1 розраховується за формулою, c^{-1} :

$$m_1 = \frac{m_0}{\sqrt{h}}, \quad (3.13.2.2-1)$$

де: h – початкова поперечна метацентрична висота для прийнятого варіанту навантаження судна, що визначається без урахування поправки вільні поверхні рідких вантажів, м;

m_0 – коефіцієнт, що приймається згідно з табл. 3.13.2.2 залежно від параметру n_1 , який визначається за формулою:

$$n_1 = \frac{Bh}{z_g \sqrt[3]{\Delta}}, \quad (3.13.2.2-2)$$

де: Δ – водотоннажність судна згідно з даним варіантом навантаження, т;

z_g – апліката центру ваги судна над основною площиною, м.

Таблиця 3.13.2.2

n_1	$\leq 0,1$	0,15	0,25	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50	$\geq 3,0$
m_0	0,42	0,52	0,78	1,38	1,94	2,40	3,00	3,00	3,50	3,60

3.13.2.3 Безрозмірний коефіцієнт m_2 приймається згідно з табл. 3.13.2.3 залежно від співвідношення ширини судна до осадки B/d .

Таблиця 3.13.2.3

B/d	$\leq 2,5$	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	$\geq 10,0$
m_2	$\leq 2,5$	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	$\geq 10,0$

3.13.2.4 У випадку, коли радіус заокруглення скули менше $0,05B$, амплітуда бортової хитавиці, визначена відповідно до **3.13.2.1**, може бути зменшена до кута θ , що визначається за формулою, град:

$$\theta = \theta_m \cdot \left(0,75 + \frac{5 \cdot r}{B} \right), \quad (3.13.2.4)$$

де: r – радіус заокруглення скули, м.

3.13.2.5 Амплітуда бортової хитавиці θ_m , визначена згідно з **3.13.2.1**, повинна бути врахована на діаграмі остійності (див. рис. 3.13.2.5-1 та 3.13.2.5-2, а також рис. 3.13.2.5-3 та 3.13.2.5-4).

Пояснення до рис. 3.13.2.5-1 ÷ 3.13.2.5-4.

На рис. 3.13.2.5-1 та 3.13.2.5-3 показані діаграми статичної остійності, що побудовані з врахуванням амплітуди хитавиці θ_m наступним чином:

- криві доповнюються кривою статичної остійності в зоні негативних величин кутів нахилу до абсциси θ_m (відрізок $0 - D$);
- на діаграмі статичної остійності для визначення граничного моменту, що кренить, площа під кривою до кута $\theta_{\text{доп}}$ (ABE) повинна дорівнювати площі над кривою (ACD);
- на діаграмі на рис. 3.13.2.5-1 представлений випадок, коли кут $\theta_{\text{доп}}$ дорівнює куту перекидання, а на діаграмі на рис. 3.13.2.5-3 - випадок, коли кут $\theta_{\text{доп}}$ дорівнює допустимому за іншим розумінням граничному куту крену.

На рис. 3.13.2.5-2 та 3.13.2.5-4 наведені діаграми динамічної остійності, що побудовані з врахуванням амплітуди хитавиці θ_m наступним чином:

- криві доповнюються кривою динамічної остійності в зоні негативних величин кутів нахилу до абсциси θ_m ;
- через нову вихідну точку O' проводиться дотична до кривої динамічної остійності для визначення граничного моменту перекидання $\theta_{\text{доп}}$ (див. рис. 3.13.2.5-2) або проводиться пряма через точку перетинання кривої динамічної остійності і вертикальної прямої, яка проведена із вершини допустимого, за іншим міркуванням, кута $\theta_{\text{доп}}$;
- відрізок при куті в 1 радіан дає значення граничного кренувального моменту.

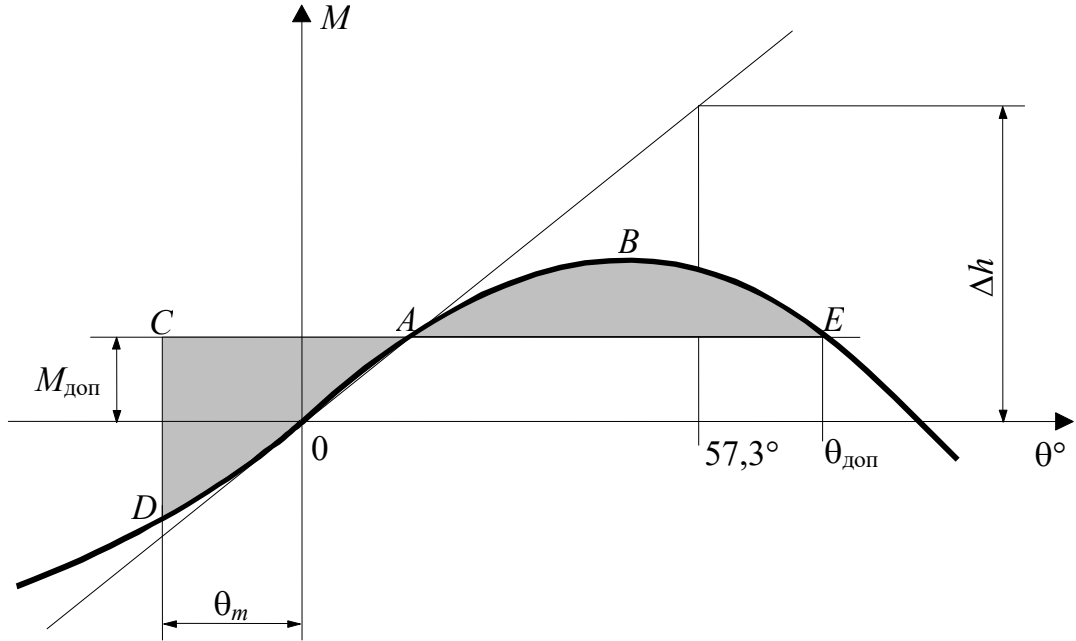


Рис. 3.13.2.5-1

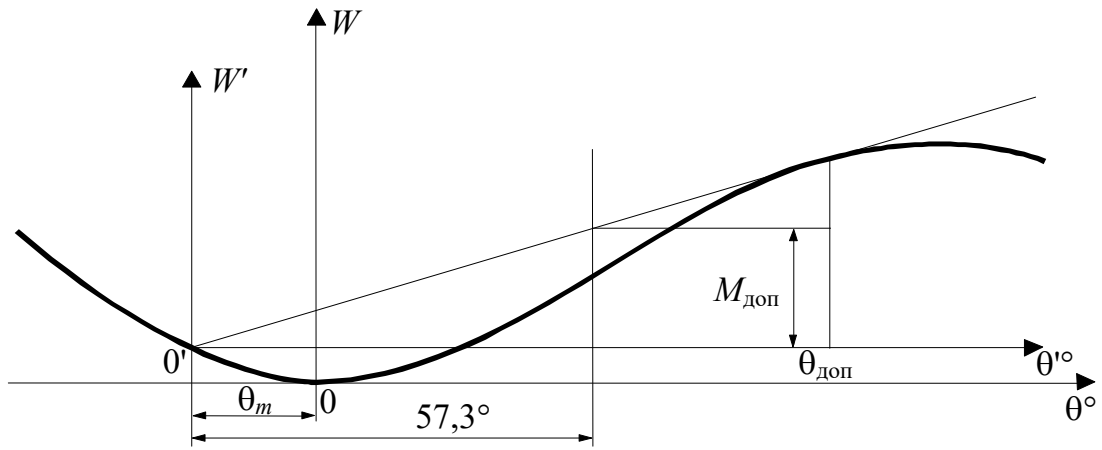


Рис. 3.13.2.5-2

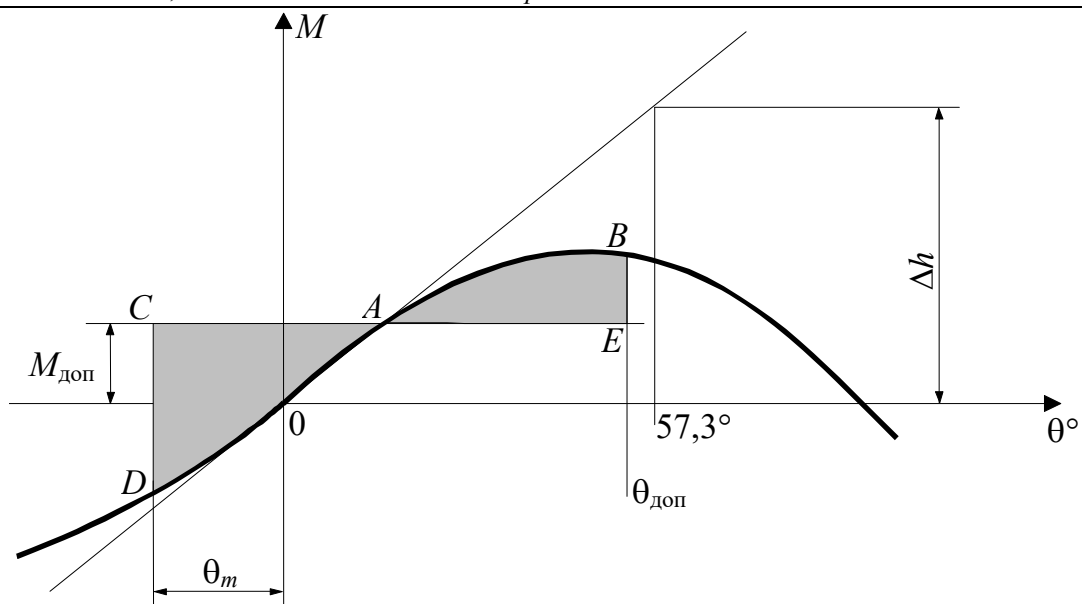


Рис. 3.13.2.5-3

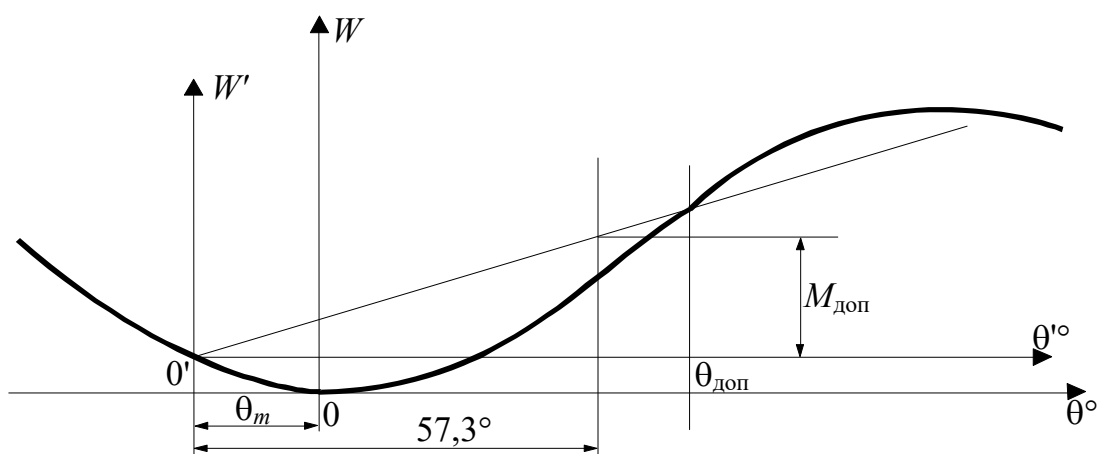


Рис. 3.13.2.5-4

3.14 СУДНА ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ

Остійність суховантажних суден та танкерів, що перевозять небезпечні вантажі, повинна відповідати відповідним вимогам стосовно остійності частини XIII «Судна для перевезення небезпечних вантажів» цих Правил.

4 ПОДІЛ НА ВІДСІКИ

4.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

4.1.1 Конструктивні заходи, пов'язані з поділом корпусу судна на відсіки, повинні задовольняти вимогам **2.7.1** (з належним застосуванням **3.2.3** та **3.14.19**), **3.1.1** та **3.1.2** частини II «Корпус» цих Правил та, для суден, що перевозять небезпечні вантажі, **3.2** та **3.3** частини XIII «Судна для перевезення небезпечних вантажів» цих Правил з виконанням вимог стосовно закриття отворів у водонепроникних конструкціях розділу **9** частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення. Сигнальні засоби» і частини VII «Системи і трубопроводи» цих Правил.

4.1.2 Кількість і розташування перегородок повинні бути вибрані так, щоб у випадку приписаного затоплення судно залишалось на плаву з виконанням вимог **4.2** і **4.3** цього розділу та, для суден, що перевозять небезпечні вантажі, вимог **3.2.2.5** та **3.3.7** частини XIII «Судна для перевезення небезпечних вантажів» цих Правил.

Кожна частина внутрішньої структури, що впливає на поділ судна на відсіки, повинна бути водонепроникною та спроектована так, щоб підтримувати цілісність цього поділу.

4.1.3 Поперечні водонепроникні перегородки, доведені до верхньої безперервної палуби, що враховується при призначенні надводного борта, повинні улаштовуватися з виконанням вимог **2.7.1** частини II «Корпус» цих Правил з врахуванням **4.1.2**, для чого Регістр може вимагати встановлення додаткових перегородок.

4.1.4 Поперечна перегородка може мати уступ, якщо всі частини цього уступу знаходяться в межах простору, обмеженого зверху площиною палуби, з бічних сторін вертикальними площинами, віддаленими від діаметральної площини судна на відстані $1/5B$, і знизу площиною максимальної осадки.

4.1.5 Перегородки, які враховуються в розрахунках аварійної посадки та остійності згідно з **4.2.4** ÷ **4.2.7** та **4.3**, повинні бути водонепроникними і доводитися до палуби перегородок. За відсутності палуби перегородок, ці перегородки повинні простягатися на висоту, щонайменше, на 20см вище граничної лінії занурення.

4.1.6 Кількість отворів в перегородках, указаних в **4.1.5**, повинна бути зведена до мінімуму, що допускається для даного типу конструкції судна та умов його нормальної експлуатації. Отвори і проходи не повинні здійснювати негативний вплив на водонепроникність перегородок. Проходи та отвори в водонепроникних перегородках повинні улаштовуватися з виконанням вимог **5.5.12**.

4.1.7 Непотопність судна у випадку затоплення повинна бути доведена для найбільш несприятливих для аварійних посадки та остійності варіантів навантаження, принаймні, для навантаження з повним вантажем/пасажирями та запасами/стічними водами/баластом рідких речовин, що мають найбільш негативний вплив на остійність. Якщо варіант навантаження з частиною вантажу/неповною кількістю пасажирів є більш несприятливий, непотопність судна для цього варіанта також повинна бути доведена.

Розрахунки, що ґрунтуються на методі постійної водотоннажності, повинні підтвердити, що остійність та посадка пошкодженого судна є достатніми, з виконанням вимог цього розділу, у випадку затоплення. Усі розрахунки повинні виконуватися з врахуванням зміни осадки та супутних крену та диференту.

4.1.8 Посадка судна з затопленим форпіком повинна відповідати вимозі **2.7.1.2.2** (з належним застосуванням **2.7.1.2.3**) частини II «Корпус» цих Правил.

4.2 АВАРІЙНІ ПОСАДКА І ОСТІЙНІСТЬ ПАСАЖИРСЬКИХ САМОХІДНИХ СУДЕН

4.2.1 Для пасажирських самохідних суден повинні бути виконані розрахунки достатньої остійності та задовільної посадки для трьох проміжних стадій затоплення (25%, 50% та 75% заповнення відсіків, що затоплюються) та в кінцевій стадії затоплення.

В розрахунках необхідно приймати розміщення пасажирів на найбільш високій з палуб, на яку дозволений доступ пасажиром.

Повинен бути розглянутий випадок скупчення пасажирів з одного борту або спуск шлюпок, залежно від того, внаслідок чого діє більший кренувальний момент.

Регістр може допустити не виконувати розрахунки достатньої остійності та задовільної посадки для однієї чи всіх проміжних стадій затоплення, якщо надане обґрунтування, що підтверджує кращі характеристики остійності та посадки судна для проміжної стадії затоплення порівняно з кінцевою стадією.

4.2.2 Судна, що експлуатуються в районах плавання **V1**, **V2** і **V3**, повинні мати 2-відсічну непотопність, за винятком суден, довжина яких не перевищує 45м і призначених для перевезення не більше 250 пасажирів, які, а також судна району плавання **V4**, можуть мати 1-відсічну непотопність. Проте судна, для яких вимагається 2-відсічна непотопність і які експлуатуються в районах плавання **V2** і **V3**, можуть мати 1-відсічну непотопність за умови, що вони мають подвійний корпус з мінімальною відстанню між обшивкою зовнішнього та внутрішнього борта 0,6м і простір між зовнішньою і внутрішньою обшивками відповідає 2-відсічній непотопності. Для району плавання **V3** Регістр може допустити 1-відсічну непотоплюваність.

4.2.3 В розрахунках повинні бути взяті до уваги у випадку затоплення наступні припущення відносно ступеня пошкодження:

.1 розміри пошкоджень, що відповідають 1-відсічній та 2-відсічній непотопності, необхідно приймати згідно з табл. 4.2.3.1;

Таблиця 4.2.3.1

	1-відсічна непотопність	2- відсічна непотопність
Розміри бортових пошкоджень		
Довжина l , м	$0,10L_{WL}$, але не менше 4,0м	$0,05L_{WL}$, але не менше 2,25м
Глибина b , м	$B/5$	0,59м
Висота h , м	по вертикалі від днища необмежено вверх	
Розміри пошкоджень по днищу		
Довжина l , м	$0,10L_{WL}$, але не менше 4,0м	$0,05L_{WL}$, але не менше 2,25м
Ширина b , м	$B/5$	$B/5$
Висота h , м	0,59м; трубопроводи, встановлені згідно з 5.5.12.2, вважаються непошкодженими	

.2 для 1-відсічної непотопності перегородки розглядаються як непошкоджені, якщо відстань між двома суміжними перегородками більша за довжину пошкодження. Поздовжні перегородки, встановлені на відстані менше $B/3$ від зовнішньої обшивки, виміряній перпендикулярно діаметральній площині від обшивки на рівні максимальної осадки, не повинні враховуватися при виконанні розрахунків (див. рис. 4.2.3.2);

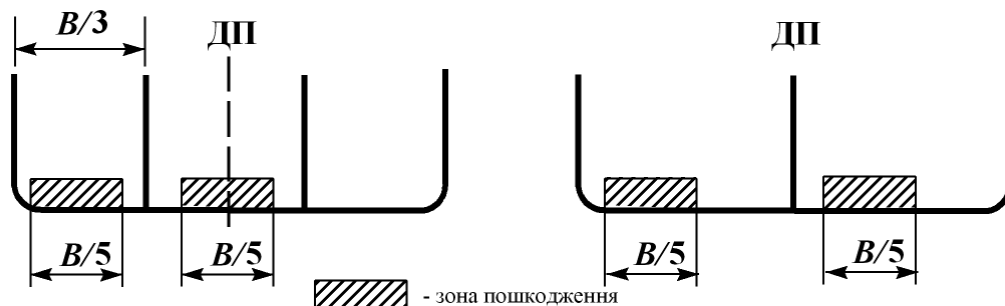


Рис. 4.2.3.2

.3 для 2-відсічної непотопності кожна перегородка, що знаходиться в межах пошкодження, вважається пошкодженою. Розташування перегородок повинно визначатися таким чином, щоб пасажирське судно залишалось на плаву після затоплення двох чи більше будь-яких суміжних відсіків по довжині судна;

.4 нижня кромка кожного отвору, що не є водонепроникним (наприклад, двері, ілюмінатори, люки доступу), в кінцевій стадії затоплення повинна знаходитися вище аварійної ватерлінії не менше ніж на 0,10м. Палуба перегородок в кінцевій стадії затоплення не повинна занурюватися у воду;

.5 коефіцієнт об'ємної проникності відсіків приймається рівним 95%. Якщо розрахунками встановлено, що середній коефіцієнт об'ємної проникності будь-якого відсіку менше 95%, то замість цього значення може бути прийнята розрахункова величина.

У будь-якому випадку значення коефіцієнтів об'ємної проникності не повинні прийматися менше для наступних приміщень:

- пасажирські приміщення – 95%;
- машинне відділення – 85%;
- приміщення для багажу і провізійні комори – 75%;
- міждонні відсіки, паливні та інші цистерни (залежно від того, чи повинні вони згідно з їх призначенням бути заповненими чи порожніми) – 0 або 95%.

Розрахунок впливу вільної поверхні для проміжних стадій затоплення повинен враховувати дійсну площу поверхні води в пошкодженому відсіку на цій стадії;

.6 якщо пошкодження менших розмірів, указаних вище, може привести до більш тяжких наслідків стосовно крену або зменшення метацентричної висоти, таке пошкодження повинно бути враховане при виконанні розрахунків;

.7 уступ в поперечній перегородці (див. **4.1.4**) довжиною більше 2,5м вважається поздовжньої перегородкою.

4.2.4 Для усіх проміжних стадій затоплення, наведених в **4.2.1**, повинні задовольнятися наступні критерії:

.1 кут крену в стані рівноваги на проміжній стадії затоплення, що розглядається, не повинен перевищувати 15°;

.2 в стані рівноваги на проміжних стадіях затоплення максимальне плече відновлювального моменту поза креном повинно бути, принаймні, 0,02м до занурення першого отвору, що не є водонепроникним, або до досягнення кута крену 25°;

.3 отвори, які не є водонепроникними, не повинні занурюватися у воду до того, як крен в положенні рівноваги проміжної стадії затоплення, що розглядається, буде досягнутий.

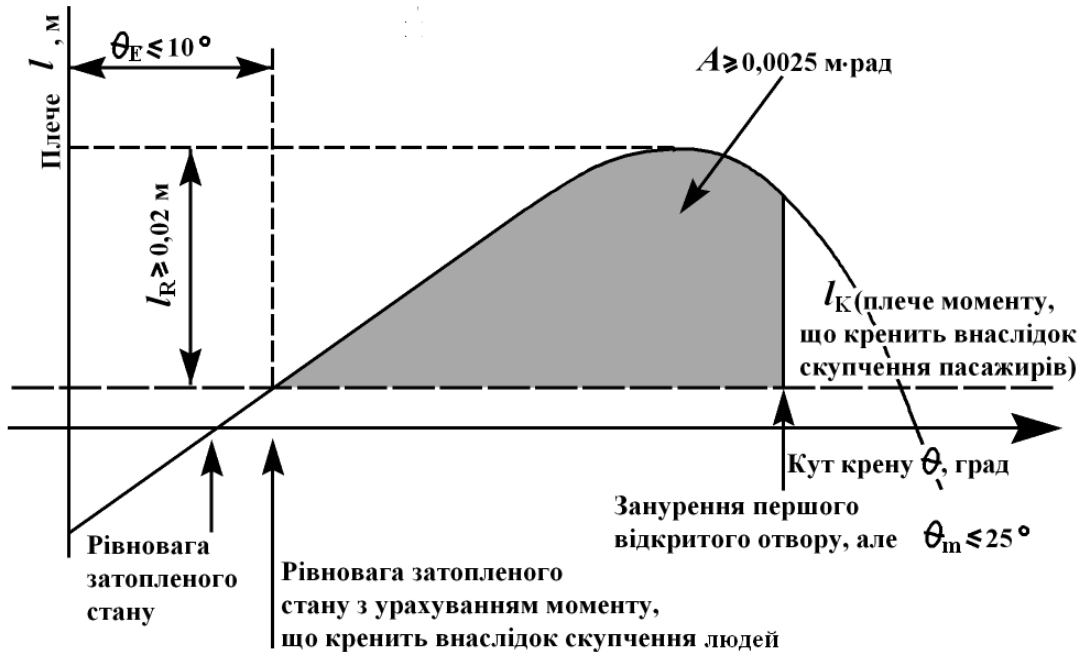
.4 Розрахунок впливу вільної поверхні на всіх проміжних стадіях затоплення повинен враховувати загальну площу поверхні води у затоплених відсіках.

4.2.5 В кінцевій стадії затоплення повинні задовольнятися наступні критерії з врахуванням кренувального моменту внаслідок скупчення пасажирів, який розраховується відповідно до **3.1.3**:

.1 кут крену θ_E не повинен перевищувати 10°;

.2 в стані рівноваги площа під позитивною частиною кривої пліч відновлювального моменту (поза станом рівноваги з врахуванням скупчення пасажирів) повинна бути не менше 0,0025м·рад з максимальним плечем відновлювального моменту $l_R \geq 0,02$ м. Ці мінімальні значення для остійності повинні бути виконані до занурення першого відкритого отвору або у будь-якому випадку до досягнення кута крену $\theta_m = 25^\circ$ (див. рис. 4.2.5);

.3 отвори, що не є водонепроникними, не повинні бути занурені у воду до досягнення стану рівноваги; якщо такі отвори занурюються у воду до досягнення стану рівноваги, то приміщення, зв'язані з цими отворами в розрахунках остійності приймаються затопленими.



Позначення: θ_E – кут крену у кінцевій стадії затоплення з урахуванням кренувального моменту згідно з 3.1.3; θ_m – кут заходу діаграми, або кут занурення першого відкритого отвору, або 25° ; приймається найменший з кутів; l_R – плече відновлювального моменту в кінцевій стадії затоплення з урахуванням кренувального моменту згідно з 3.1.3; l_K – плече кренувального моменту згідно з 3.1.3.

Рис. 4.2.5

4.2.6 Запірні пристрої, що забезпечують водонепроникність, повинні бути відповідним чином промарковані.

4.2.7 Якщо передбачається система контрзатоплення (канали для перетікання) з метою зменшення асиметричного затоплення, повинні бути виконані наступні умови:

- .1 для розрахунку перетоків необхідно застосовувати Резолюцію А.266(VIII) ІМО;
- .2 система повинна бути автоматичною;
- .3 система не повинна мати запірних пристроїв;
- .4 максимально допустимий час випрямлення не повинен перевищувати 15хв.

4.2.8 Відхилення для окремих пасажирських суден

4.2.8.1 Альтернативно забезпеченню достатньої остійності у пошкодженому стані відповідно до 4.2.1 ÷ 4.2.7 пасажирські судна довжиною L_{WL} менше 25м, що мають право перевозити максимум 50 пасажирів, повинні відповідати наступним критеріям при симетричному затопленні:

- .1 занурення судна не повинне перевищувати граничну лінію занурення; і
- .2 метацентрична висота h повинна бути не менше 0,10м.

Необхідна залишкова плавучість повинна забезпечуватись шляхом правильного вибору матеріалу, що застосовується для виготовлення корпусу, або застосуванням міцно закріплених до корпусу поплавців з багатьма повітряними порожнинами. Для цих суден довжиною більше 15м залишкова плавучість може бути забезпечена шляхом використання указаних поплавців та поділу на відсіки відповідно до 1-відсічної непотопності згідно з 4.2.1 ÷ 4.2.7.

4.2.8.2 Якщо для пасажирського судна застосовується альтернативне забезпечення остійності згідно з 4.2.8.1, то воно додатково забезпечується колективними рятувальними засобами для 50% максимальної кількості пасажирів.

4.2.8.3 Судна довжиною $L_{нб}$ більше 110м (див. 3.15.2 частини II «Корпус» цих Правил) повинні мати 2-відсічну непотопність згідно з 4.2.1, 4.2.3 ÷ 4.2.7.

4.3 АВАРІЙНІ ПОСАДКА І ОСТІЙНІСТЬ СУДЕН, КРІМ ПАСАЖИРСЬКИХ САМОХІДНИХ

4.3.1 Вимоги до непотопності непасажирських суден повинні бути забезпечені при затопленні:

- .1 окремо форпіка та ахтерпіка - для суден всіх типів і районів плавання;
- .2 окремо кожного відсіку - для суден спеціального призначення з обмеженими районами плавання **B1** і **B2**; криголамів; самохідних суден-площадок обмеженого району плавання **B1**; залізобетонних суден довжиною $L_{WL} \geq 25$ м, які експлуатуються з екіпажем;
- .3 окремо форпиків і ахтерпиків в одному корпусі і одночасно в обох корпусах - для катамаранів;
- .4 окремо форпиків і ахтерпиків в одному скегу і одночасно в обох скегах - для скегових суден на повітряній подушці;
- .5 кожних двох суміжних відсіків, що прилягають до борту або транця - для залізобетонних суден довжиною $L_{WL} \geq 25$ м і більше, які експлуатуються без екіпажа;
- .6 окремо кожного відсіку в районі черпакового прорізу - для черпакових земснарядів обмеженого району плавання **B1**;
- .7 окремо кожного відсіку, що прилягає до борту - для пасажирського стоянкового судна;
- .8 суховантажного судна та танкера типу **G** і типу **C**, призначених для перевезення небезпечних вантажів, з виконанням, замість вимог **4.3**, вимог відповідно **3.2.2.5** та **3.3.7** частин XIII «Судна для перевезення небезпечних вантажів» цих Правил;
- .9 судна, довжина якого $L_{нб}$ перевищує 110м, з застосуванням особливих вимог згідно з **4.3.10**.

4.3.2 Для суден з 1-відсічною непотопністю в окремих випадках допускається входження у воду граничної лінії занурення і палуби надводного борту. При цьому повинні бути виконані вимоги **4.3.5.2** та **4.3.9**.

4.3.3 Для суден всіх типів рекомендується забезпечувати непотопність при затопленні машинного відділення.

4.3.4 При виконанні розрахунків непотопності повинні бути виконані наступні умови:

- .1 розміри пошкоджень слід приймати згідно з табл. 4.3.4.1;

Таблиця 4.3.4.1

Розміри бортових пошкоджень	
Довжина l , м	$0,04L_{WL}$
Глибина b , м	$0,075B$ або $0,9$ м, приймається менше значення
Висота h , м	по вертикалі від днища необмежено вгору
Розміри пошкоджень по днищу	
Довжина l , м	$0,04 L_{WL}$
Ширина b , м	$0,1B$
Висота по вертикалі h , м	$0,05B$ або $0,8$ м, приймається менше значення

- .2 коефіцієнти проникності об'єму відсіків, що затоплюються, слід приймати рівними для:

98% - міжбортових і міждонних відсіків, баластних цистерн, порожніх не рефрижераторних трюмів, вільних під палубних відсіків суден-площадок;

95% - житлових приміщень, сухих відсіків форпіка і ахтерпіка, приміщень, завантажених колісною порожньою технікою;

93% - порожніх рефрижераторних трюмів;

85% - машинних відділень середніх і великих суден ($L_{WL} \geq 40$ м);

80% - машинних відділень невеликих суден ($L_{WL} < 40$ м);

60% - приміщень, зайнятих генеральним вантажем, судовими запасами;

55% - трюмів, зайнятих насипним вантажем;

35% - трюмів, зайнятих лісним вантажем;

25% - трюмів, завантажених мішками з борошном або пакетами з цементом;

.3 якщо відстань між двома суміжними поперечними непроникними перегородками менша за розміри пошкодження, зазначені в .1, то при перевірці аварійної остійності відповідний відсік повинен приєднуватись, на розсуд проєктанта, до будь-якого із суміжних відсіків.

При цьому для всіх відсіків у корпусі судна середину довжини пошкодження слід приймати посередині довжини відсіку. Форпик і ахтерпик слід розглядати як самостійні відсіки;

.4 якщо будь-яке пошкодження судна з розмірами, меншими зазначених в .1, може призвести до більш тяжких наслідків стосовно аварійної посадки і/або аварійної остійності, такий варіант пошкодження повинен бути розглянутий при виконанні перевірочних розрахунків непотопності.

4.3.5 Вимоги до непотопності судна вважаються виконаними, якщо при затопленні відсіків, зазначених в **4.3.1.1** ÷ **4.3.1.7**, на кінцевій стадії затоплення:

.1 гранична лінія занурення не входить в воду. При цьому в даному випадку, під граничною лінією занурення вважається лінія перетину зовнішньої поверхні настилу палуби надводного борту з поверхнею зовнішньої обшивки борта;

.2 залишкова відстань безпеки до випрямлення судна спеціального призначення, пасажирського стоянкового судна, прогулянкового та роз'їзного суден, у т.ч. що перевозять організовані групи людей, не менше ніж:

- 0,30м - з обмеженням району плавання **B1** і **B2** довжиною $L_{WL} \geq 25\text{м}$;
- 0,15м - з обмеженням району плавання **B1** довжиною $L_{WL} < 25\text{м}$;
- 0,075м - з обмеженням району плавання **B2** довжиною $L_{WL} < 25\text{м}$ і для решти суден;

.3 кути крену до і після випрямлення не перевищують значень, указаних в **4.3.6** і **4.3.7**;

.4 аварійна остійність задовольняє вимогам **4.3.8**;

.5 параметри аварійної діаграми статичної остійності відповідають нормам, встановленим в **4.3.9**.

4.3.6 Кут крену в кінцевій стадії несиметричного затоплення до прийняття заходів з випрямлення судна не повинен перевищувати 20° .

4.3.7 Кут крену при несиметричному затопленні після прийняття заходів з випрямлення судна не повинен перевищувати 12° .

4.3.8 Поперечна метацентрична висота, що визначається методом постійної водотоннажності, в кінцевій стадії затоплення для положення сталої рівноваги при симетричному затопленні і для положення без крену при несиметричному затопленні до прийняття заходів для збільшення метацентричної висоти, повинна бути не менше 0,05м.

4.3.9 Діаграми статичної остійності пошкодженого судна повинні мати достатню площу ділянок з позитивними плечима. При цьому на кінцевій стадії затоплення, а також після випрямлення для всіх суден, крім несамохідних суден-площадок, повинні бути забезпечені:

.1 максимальне плече діаграми аварійної остійності $\geq 0,1\text{м}$;

.2 протяжність частини діаграми аварійної остійності з позитивними плечима - не менше 30° при симетричному затопленні і не менше 20° при несиметричному.

Примітка: для пасажирських стоянкових суден з високою початковою остійністю при симетричному затопленні та зміщенні пасажирів до одного борту протяжність позитивної частини діаграми аварійної остійності повинна становити не менше 20° . В разі недотримання цієї вимоги аварійну остійність слід перевірити за критеріями остійності непошкодженого судна.

4.3.10 Особливі вимоги до суден довжиною $L_{\text{нб}}$ більше 110м

4.3.10.1 Достатні аварійні плавучість і остійність судна у разі затоплення повинні бути підтвержені для варіанта навантаження судна з повним вантажем, що рівномірно розподілений серед всіх трюмів, і з повними запасами і паливом.

Для неоднорідного вантажу розрахунок остійності повинен виконуватися для найбільш несприятливих умов навантаження.

Розрахунок аварійної остійності повинен знаходитися на судні.

Розрахунком повинна бути підтверджена достатня остійність для проміжних стадій затоплення (25%, 50% і 75% кінцевого затоплення та, за необхідністю, для стадії безпосередньо перед застосуванням заходів з випрямлення судна) і для кінцевої стадії затоплення при указаному вище навантаженні.

Регістр може допустити не виконувати розрахунки достатньої остійності та задовільної посадки для однієї чи всіх проміжних стадій затоплення, якщо надане обґрунтування, що підтверджує кращі характеристики остійності та посадки судна для проміжної стадії затоплення порівняно з кінцевою стадією.

4.3.10.2 В розрахунках непотопності повинні прийматися до уваги наступні припущення щодо судна в пошкодженому стані:

.1 розміри бортового пошкодження:

довжина - не менше $0,10L_{\text{нб}}$,

глибина - 0,59м,
розмір по вертикалі - від днища вгору без обмеження;

.2 розміри пошкодження по днищу:

довжина - не менше $0,10L_{нб}$,

ширина - 3,0м,

розмір по вертикалі - від днища 0,39м вгору, за винятком простору під сланню;

.3 всі перегородки в межах пошкодження повинні вважатися пошкодженими, це означає, що поділ на відсіки повинен здійснюватися таким чином, щоб судно залишалось на плаву після затоплення двох або більше суміжних відсіків в поздовжньому напрямку на довжині пошкодження, об'єднаних пошкодженою перегородкою.

Для головного машинного відділення враховується тільки стандарт 1-відсічної непотопності, тобто перегородки, що обмежують машинне відділення, вважаються непошкодженими.

При пошкодженні днища суміжні поперечні відсіки, об'єднані пошкодженими повздовжніми перегородками, також вважаються одночасно затопленими;

.4 коефіцієнт проникності об'єму затоплених відсіків приймається 95%.

Якщо розрахунками встановлено, що середній коефіцієнт об'ємної проникності будь-якого відсіку менше 95%, то замість цього значення може бути прийнята розрахункова величина.

Прийняті значення коефіцієнтів об'ємної проникності не повинні прийматися менше для наступних приміщень:

- машинні приміщення та службові приміщення – 85%;

- вантажні трюми – 70%;

- міждонні відсіки, паливні цистерни, баластні танки тощо (залежно від того, згідно з їх призначенням, чи повинні вони бути заповненими чи порожніми для судна з навантаженням по максимально допустимому осадку) – 0 або 95%.

.5 розрахунок впливу вільної поверхні для проміжних стадій затоплення повинен ґрунтуватися на загальній площі поверхні пошкоджених відсіків.

4.3.10.3 На всіх проміжних стадіях затоплення, зазначених в **4.3.10.1**, повинні дотримуватися такі критерії:

.1 кут крену θ в стані рівноваги на проміжній стадії затоплення, що розглядається, не повинен перевищувати 15° (5° у випадку, якщо контейнери не закріплені);

.2 в стані рівноваги на проміжній стадії затоплення, що розглядається, максимальне плече позитивної частини кривої відновлювальних плечей поза креном повинно бути $l \geq 0,02\text{м}$ ($0,03\text{м}$ у випадку, якщо контейнери не закріплені) до занурення першого отвору, що не є водонепроникним, або до досягнення кута крену $\theta = 27^\circ$ (15° у випадку, якщо контейнери не закріплені);

.3 отвори, які не є водонепроникними, не повинні занурюватися у воду до того, як крен в положенні рівноваги проміжній стадії затоплення, що розглядається, буде досягнутий.

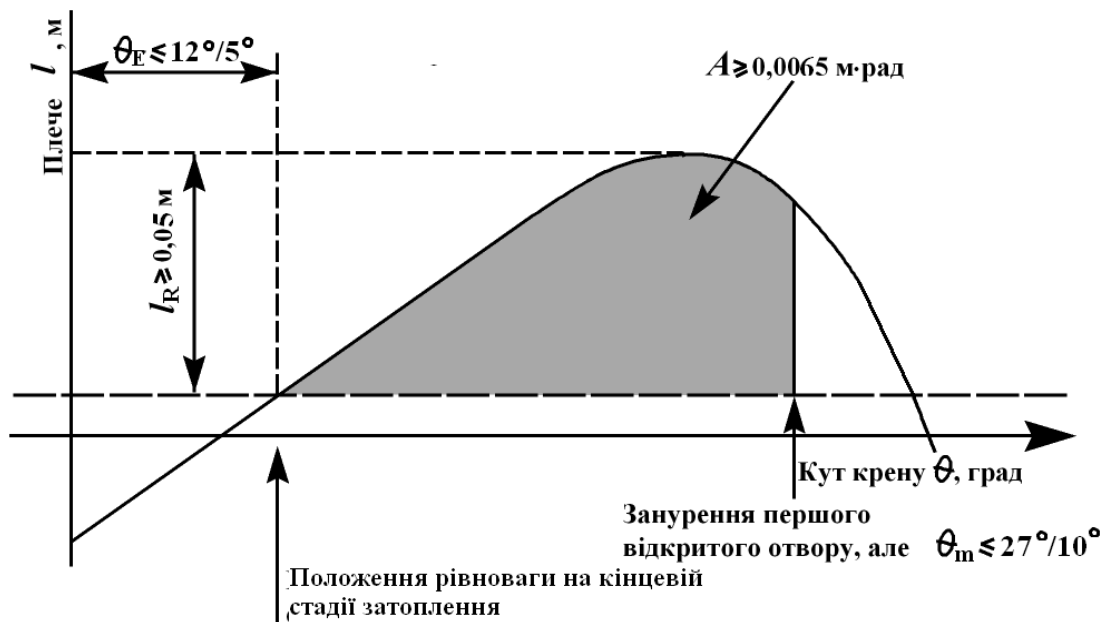
4.3.10.4 У кінцевій стадії затоплення повинні дотримуватися такі критерії:

.1 висота від аварійної ватерлінії до нижньої кромки отворів, що не є водонепроникними (тобто дверей, ілюмінаторів, вікон, люків доступу), повинна бути не менше 0,10м;

.2 кут крену θ_E в стані рівноваги не повинен перевищувати 12° (5° у випадку, якщо контейнери не закріплені);

.3 в стані рівноваги на кінцевій стадії затоплення максимальне плече позитивної частини кривої відновлювальних плечей поза креном повинно бути $l_R \geq 0,05\text{м}$ і площа під кривою повинна становити не менше $0,0065\text{м}\cdot\text{рад}$ до занурення першого відкритого отвору або до досягнення кута крену $\theta_m = 27^\circ$ (10° у випадку, якщо контейнери не закріплені), див. рис. 4.3.10.4.3;

.4 якщо отвори, які не є водонепроникними, занурюються у воду до досягнення стану рівноваги, приміщення, відкриті для доступу, при розрахунку аварійної остійності вважаються затопленими.



Позначення: див. рис. 4.2.5.
Рис. 4.3.10.4.3

4.3.10.5 Якщо передбачаються канали для перетікання, що зменшують асиметричне затоплення, вони повинні задовольняти вимогам **4.2.7**.

4.3.10.6 Якщо отвори, через які додатково можуть бути затоплені непошкоджені відсіки, мають водонепроникне закриття і можуть бути закриті, то на закритті з обох сторін повинен бути нанесений легко розбірливий напис:

«ЗАЧИНИТИ НЕГАЙНО ПІСЛЯ ПРОХОДУ».

4.3.10.7 Площина максимальної осадки повинна бути встановлена заново, якщо це необхідно для задоволення вимог **4.3.10.1**.

4.3.10.8 Повинні бути підтверджені плавучість, посадка та остійність сегментів судна (див. **3.21.1.1** частини II «Корпус» цих Правил) після його роз'єднання з встановленням ступеня навантаження, вище якого плавучість сегментів вже не забезпечується.

5 НАДВОДНИЙ БОРТ І ВАНТАЖНА МАРКА

5.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

5.1.1 В цьому розділі Правил регламентується найменша висота надводного борта суден. Розділ містить також вимоги щодо нанесення вантажної марки (марки надводного борту), марок і шкал осадок.

5.1.2 Необхідною умовою призначення надводного борта є задоволення вимог Правил до міцності, остійності та непотопності судна для осадки, що відповідає призначеному надводному борту і умовам плавання для відповідної зони судноплавства.

Судно, що побудоване і підтримується відповідно до вимог цих Правил чи Правил іншого визнаного класифікаційного товариства, розглядається як таке, що має достатню міцність для відповідного надводного борту з урахуванням умов плавання.

5.1.3 Надводний борт відповідно до цього розділу призначається, виходячи з припущення, що судноплавство буде припинятися, коли погодні умови такі, що виникає небезпека перевищення граничної висоти хвиль, що характеризує зону чи зони судноплавства, для плавання в яких призначене судно, і що при цих умовах судна, що знаходяться на переході, будуть направлятися у сховища в якомога короткий термін.

5.1.4 Площина максимальної осадки повинна визначатися та встановлюватися таким чином, щоб одночасно виконувалися вимоги відносно мінімального надводного борту та мінімальної відстані безпеки. Проте, з причин безпеки Регістр може встановити збільшене значення відстані безпеки або надводного борту. Площина максимальної осадки повинна бути визначена принаймні для зони **3** або, для суден, призначених для плавання тільки в зоні **4**, для зони **4**.

Площина максимальної осадки позначається вантажною маркою, марками граничних осадок та марками осадок згідно з **5.2.9**.

5.1.5 Суднам, конструктивні особливості яких роблять застосування положень цього розділу утрудненим чи практично неможливим або недоцільним, Регістр призначає надводний борт таким чином, щоб умови безпеки були еквівалентними передбаченим в цьому розділі.

5.1.6 Значення надводного борта вказується в Класифікаційному свідоцтві та Судновому свідоцтві.

5.2 ПАЛУБНА ЛІНІЯ, ВАНТАЖНА МАРКА ТА МАРКИ ОСАДОК

5.2.1 Палубна лінія повинна бути позначена верхньою кромкою горизонтального прямокутника довжиною 300мм і шириною 25мм. Цей прямокутник наноситься на міделі судна (з суміщенням його середини з площиною міделя судна) з кожного борту судна і його верхня кромка повинна, як правило, проходити через точку, у якій продовжена назовні зовнішня поверхня палуби надводного борта перетинається із зовнішньою поверхнею обшивки борта судна на міделі.

Якщо найнижча бортова точка верхньої поверхні палуби надводного борту розташована не на міделі судна, позначення палубної лінії наноситься на міделі судна по площині, проведеній горизонтально через зазначену найнижчу бортову точку.

У тих випадках, коли позначити палубну лінію зазначеним способом неможливо чи незручно, враховуючи конструкцію з'єднання палуби з бортом, або для врахування палубного покриття, вона може бути позначена на іншій висоті за умови, що величина надводного борту буде виправлена відповідно до відстані перенесення палубної лінії (див. рис. 5.2.1-1 та 5.2.1-2). Наприклад, на судах із заокругленим з'єднанням палуби з бортом верхня кромка прямокутника палубної лінії може проходити через точку *a* і відстань її до точки *b* – перетинання продовженої верхньої поверхні палуби надводного борту із зовнішньою поверхнею бортової обшивки враховується у значенні надводного борту.

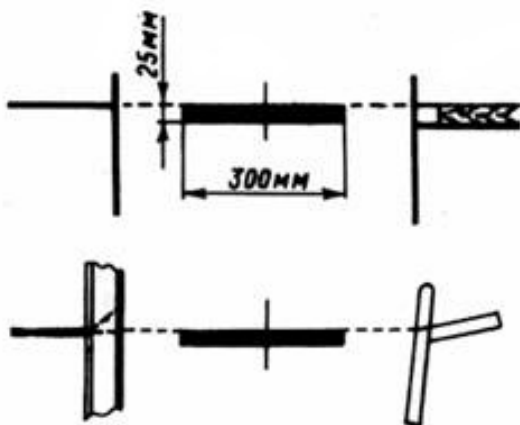


Рис. 5.2.1-1



Рис. 5.2.1-2

Якщо судно має надбудову на всій довжині палуби або за палубу надводного борту прийнята нижня палуба судна, то розрахункове значення мінімального надводного борту, визначене без урахування поправки на положення палубної лінії, може бути таким, що палубна лінія буде перетинати кільце знаку вантажної марки. У такому випадку, якщо судну призначається мінімальний надводний борт, позначення палубної лінії необхідно наносити на борт судна так, щоб воно було вище знаків вантажної марки і найвищої марки граничної осадки.

Відповідна поправка на положення палубної лінії відносно палуби надводного борту враховується у розрахунку і вказується у відповідних свідоцтвах (див. 5.1.6).

5.2.2 Вантажна марка для зон судноплавства 1 і 2 складається з кільця, що перетинається горизонтальною смугою так, щоб нижня кромка горизонтальної смуги проходила через центр кільця. Центр кільця і середина смуги повинні розташовуватися в площині міделя судна. Горизонтальна лінія, що проходить по нижній кромці горизонтальної смуги, є лінією надводного борту і граничної осадки.

Розміри вантажної марки: зовнішній діаметр кільця - 200мм; довжина горизонтальної смуги - 300мм; ширина кільця і горизонтальної смуги вантажної марки - 30мм (див. рис. 5.2.2).

Вантажна марка наноситься на однаковому рівні центра кільця та лінії граничної осадки для зони судноплавства 3 і доповнюється, в разі встановлення надводного борту для двох чи більше зон судноплавства, додатковими марками граничних осадок згідно з 5.2.3.

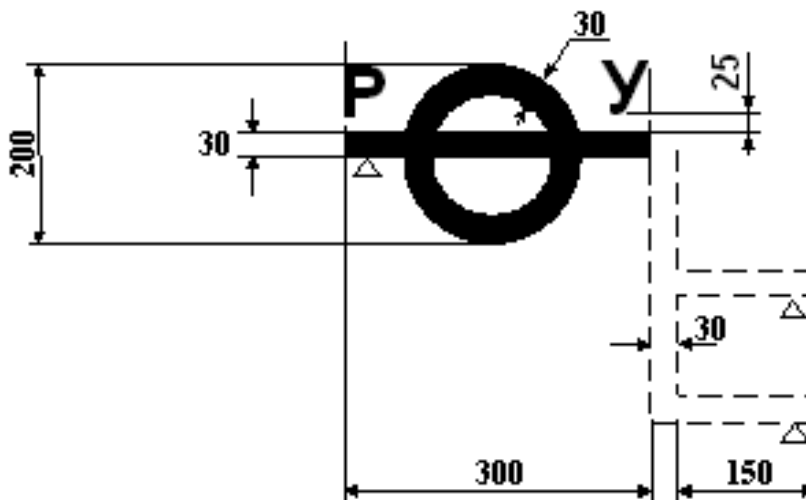


Рис. 5.2.2. Вантажна марка суден, які експлуатуються у зонах 1 і 2

Для суден з надлишковим надводним бортом та пасажирських з однаковим надводним бортом для всіх дозволених зон плавання вантажна марка не доповнюється додатковими марками граничних осадок.

5.2.3 Якщо судно призначене для судноплавства в різних зонах, в напрямку до носа від центру кільця наноситься вертикальна смуга і додаткові горизонтальні смуги-марки граничних осадок для відповідних ліній надводного борту довжиною 150 мм і шириною 30 мм (див. рис. 5.2.2 та рис. 5.2.9.3). Нижня кромка кожної марки граничної осадки повинна відповідати надводному борту, що встановлений для відповідної зони судноплавства. Зони судноплавства позначаються відповідними цифрами (див. рис. 5.2.9.3) з розмірами 60 мм висотою та 40 мм шириною з шириною ліній цифр – 8 мм.

5.2.4 З двох сторін вантажної марки згідно з рис. 5.2.2 та згідно з **5.2.5** наноситься позначення Регістра, як класифікаційного товариства, яке призначило вантажну марку, що складається з букв «Р» і «У» розмірами 75 мм висотою та 45 мм шириною з шириною ліній букв 10 мм.

5.2.5 Вантажною маркою для зони судноплавства 3 є розташована на міделі судна відповідна марка осадки згідно з **5.2.9.2**, яка доповнюється, при призначенні надводного борта для зони судноплавства 4, відповідною цій зоні маркою осадки згідно з **5.2.9.3**.

Для суден, призначених для плавання тільки в зоні судноплавства 4, вантажною маркою для зони 4 є розташована на міделі судна відповідна марка осадки згідно з **5.2.9.2** (як для зони 3). При значеннях надводного борту 65 мм і менше (з можливим теоретичним суміщенням (накладанням) вантажної марки і палубної лінії) палубна лінія наноситься згідно з **5.2.1** як для випадку перетинання палубною лінією кільця знаку вантажної марки.

5.2.6 Якщо знаки вантажної марки і марок граничних осадок потрапляють під привальний брус, то останній повинен бути розрізаний і кінці його не повинні доводитися до знаків вантажної марки і марок граничних осадок на 100 мм.

5.2.7 Позначення палубної лінії та знаки вантажної марки та марок граничних осадок наносяться на обидва борти судна.

5.2.8 Позначення палубної лінії та знаків вантажної марки та марок граничних осадок повинні бути нанесені білою фарбою на темному тлі чи чорною фарбою на світлому тлі. Вони можуть бути виконані з приварених пластин, наплавлені або нанесені іншим схваленим Регістром способом, що забезпечує їхню довговічність, а саме:

на сталених судах указані позначення повинні бути виготовлені з сталевих листів та приварені або зроблені наплавленими валиками;

на судах з легких сплавів горизонтальні смуги повинні бути з приварених або приклепаних пластин із матеріалу корпусу, інші можуть бути накернені;

на судна з армованого пластика позначення слід виконувати з пластика та наклеювати;

на судах з дерев'яною обшивкою, залежно від товщини зовнішньої обшивки, позначення можна вирізати або тільки наносити фарбою.

5.2.9 Марки осадок

5.2.9.1 Судна повинні мати щонайменше три пари марок осадок, з яких одна пара повинна бути розташована в районі міделя судна, а дві інші на відстані, відповідно, від носового та кормового кінців довжини судна L , що приблизно дорівнює одній шостій цієї довжини. Проте:

1 для суден довжиною менше 40м достатньо мати дві пари марок осадок на відстані, відповідно, від носового та кормового кінців довжини судна L , що приблизно дорівнює одній чверті цієї довжини;

2 для суден, не призначених для перевезення вантажів, достатньо мати одну пару марок осадок, розташованих приблизно на середині довжини судна L .

5.2.9.2 Марки осадок для зони судноплавства **3** позначаються прямокутником довжиною 300мм і висотою 40мм з горизонтальною нижньою кромкою, що співпадає з площиною допустимої максимальної осадки для плавання в цій зоні. Будь-які інші марки осадок повинні включати цей прямокутник (див. рис.5.2.9.3).

5.2.9.3 На судна, які експлуатуються в зонах плавання інших, ніж зона **3** (зони **1, 2** або **4**), додатково до носових та кормових марок осадок, зазначених в **5.2.9.1**, наноситься вертикальна смуга, від якої відходить одна або, у випадку декількох зон, декілька додаткових смуг марок осадок довжиною 150мм, які розташовуються в напрямку до носа судна відносно марки осадки для зони **3**.

Ширина вертикальної і горизонтальних смуг повинна бути 30мм. Додатково до марки осадки в напрямку до носа судна наносяться номери відповідних зон судноплавства цифрами з розмірами 60мм висотою та 40мм шириною (див. рис. 5.2.9.3).

Нижня кромка кожної марки осадки повинна співпадати з площиною максимальної допустимої осадки, встановленої для відповідної зони судноплавства.

Для суден, призначених для плавання тільки в зоні судноплавства **4**, марки осадок позначаються як для зони **3** згідно з **5.2.9.2** з врахуванням **5.2.9.4**.

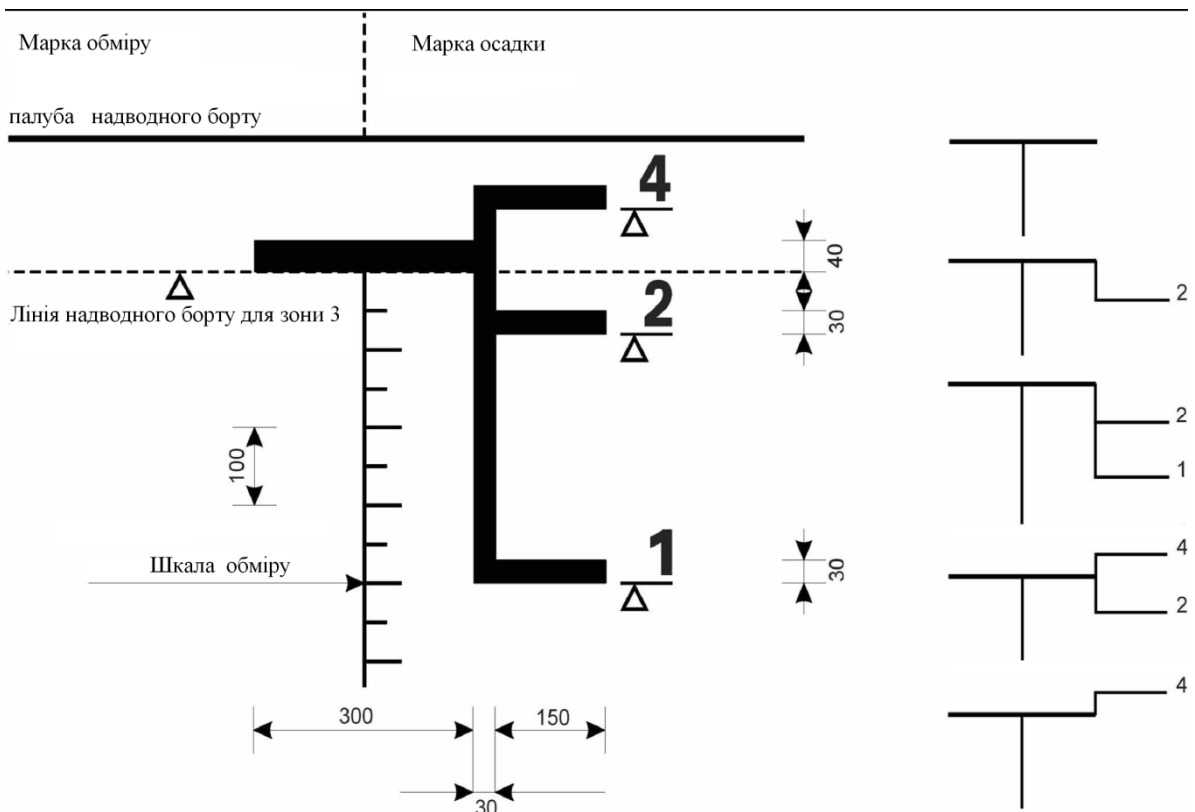


Рис. 5.2.9.3. Марки осадки і марка обміру суден, які експлуатуються в різних зонах плавання

5.2.9.4 При нанесенні вантажної марки для зон судноплавства **1** і **2** згідно з **5.2.2** марки осадок, що повинні розташовуватися в районі міделя судна (див. **5.2.9.1** та **5.2.9.1.2**), можуть не наноситися.

Вантажна марка для зони судноплавства **3** і, при необхідності, зони судноплавства **4** згідно з **5.2.5** наноситься також у випадку відсутності марок осадок в районі міделя згідно з **5.2.9.1.1**.

5.2.9.5 Пари марок осадок наносяться на обидва борти судна так, щоб середини прямокутників, що їх позначають (див. **5.2.9.2**), знаходилися в одній площині перпендикулярній ДП. Марки повинні бути добре видимими і такими, що не стираються (виконання **5.2.8** вважається таким, що відповідає цій вимозі).

5.2.10 Марки або знаки, що втрачають силу внаслідок огляду, повинні бути прибрані або позначені як не дійсні під наглядом Регістра. Вантажна марка, марки граничних осадок та марки осадок можуть бути замінені або змінені тільки під наглядом Регістра.

5.2.11 Якщо проводиться обмір судна відповідно до Конвенції про обмір суден внутрішнього плавання¹, і при цьому площа марок обміру відповідає вимогам цих Правил, марки обміру наносяться замість марок осадок; в судове свідоцтво при цьому вноситься відповідний запис.

При проведенні указанного обміру судна марки обміру наносяться згідно з вказівками цієї Конвенції додатково до вантажної марки. Якщо горизонтальна смуга вантажної марки згідно з **5.2.2** або вантажна марка згідно з **5.2.5** для зони судноплавства **3** співпадають за розташуванням з маркою обміру згідно з вимогами відповідно Правил та цієї Конвенції, допускається їх заміна маркою обміру.

Примітка. ¹ Конвенція про обмір суден внутрішнього плавання 1966 року, ООН.

5.2.12 Шкали осадок

5.2.12.1 На суднах, осадка яких перевищує 1м, мають бути нанесені шкали осадок на кожному борту в районі корми. Можуть також наноситися додаткові шкали осадок.

5.2.12.2 Початкові точки (значення) кожної шкали осадок повинні прийматися на вертикалі від площини, що проходить паралельно площині максимальної осадки через найнижчу точку корпусу або кіля, якщо він є. Вертикальна відстань вище початкової точки повинна бути градуйована в дециметрах. Таке градуювання повинно бути виконане на кожній шкалі від ватерлінії порожнем до ватерлінії, що лежить на 100мм вище максимальної осадки, шляхом вдавнення чи різьблення марок, і пофарбоване двома контрастними кольорами, що чергуються і добре розрізняються. Це градуювання повинно бути позначене цифрами по висоті на відстані через кожні 5 дециметрів шкали, біля шкали зверху поділу.

5.2.12.3 Дві кормові шкали обміру, нанесені згідно з вимогами Конвенції про обмір суден внутрішнього плавання, як зазначено в **5.2.11**, можуть замінити шкали осадок за умови, що вони включають градуювання, що вимагається, а також, де вимагаються, цифри, що позначають осадку.

5.3 УМОВИ ПРИЗНАЧЕННЯ НАДВОДНОГО БОРТУ

5.3.1 Надводний борт призначається згідно з вимогами **5.4** на міделі судна від площини максимальної осадки до верхньої кромки палубної лінії, що визначається згідно з **5.2.1**, з врахуванням загальних положень **5.1**, вимог до устрою отворів та комінгсів згідно з **5.5** та цього розділу.

5.3.2 Конструкція корпусів суден і закриттів повинна запобігати zalivanню трюмів чи обмежувати наслідки zalivanja при нормальних умовах плавання в зоні судноплавства, для якої призначене судно.

На суднах повинні встановлюватися водонепроникні перегородки з врахуванням вимог цих Правил, що забезпечують ефективний поділ на відсіки (див. **4**), а також передбачатися відповідна система осушення відсіків.

5.3.3 Конструкція надбудов і комінгсів, розташованих на палубі надводного борту, повинна відповідати частині II «Корпус» цих Правил.

5.3.4 Повинні відповідати вимогам частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення. Сигнальні засоби» цих Правил розташовані на палубі надводного борту:

- двері закритих надбудов і кришки сходових люків у приміщення всередині корпусу;
- кришки вантажних люків;
- конструкція ілюмінаторів, вікон і світлових люків.

5.4 НАДВОДНИЙ БОРТ ТА ВІДСТАНЬ БЕЗПЕКИ

5.4.1 Найменший надводний борт в зонах судноплавства 1 і 2

5.4.1.1 Найменша висота надводного борту F палубних суден (тип A) визначається згідно з табл. 5.4.1.1.

Таблиця 5.4.1.1

Довжина судна L , м	Найменша висота надводного борту F , мм*	
	Зона 1	Зона 2
≤ 30	250	250
40	340	300
50	440	340
≥ 60	570	340

Примітка: тут і в усіх наступних таблицях цього розділу для проміжних значень довжини судна найменшу висоту надводного борту слід визначати лінійною інтерполяцією.

5.4.1.2 Найменша висота надводного борту F наливних суден (тип B) і суден-площадок визначається згідно з табл. 5.4.1.2.

Таблиця 5.4.1.2

Довжина судна L , м	Найменша висота надводного борту F , мм*	
	Зона 1	Зона 2
≤ 30	180	160
40	250	220
50	330	220
≥ 60	420	220

Конструкція огорожі вантажної площадки судна-площадки повинна виключати можливість змивання навалювального вантажу. Сумарна висота огорожі та надводного борта повинна бути не менше половини висоти хвилі, що встановлена для зони судноплавства плавання судна.

5.4.1.3 Найменша висота надводного борту відкритих суден (тип C) повинна бути не менше:

для зони 1 – 1000мм;

для зони 2 – 600мм.

При цьому, для відкритих суден сумарна висота надводного борта і комінгса повинна бути не менше:

для зони 1 – 1200мм;

для зони 2 – 1000мм.

5.4.2 Найменший надводний борт в зонах судноплавства 3 і 4

5.4.2.1 Базисний надводний борт суден з суцільною палубою, які не мають надбудов і сідловатості, F_0 , повинен становити 150мм.

Для суден, які мають надбудови і сідловатість, висота надводного борта, розраховується за формулою (5.4.2.2).

Мінімальна висота надводного борта в зоні судноплавства 4 може становити 0мм за умови забезпечення відстані безпеки згідно з 5.4.3.4.

5.4.2.2 Надводний борт F з врахуванням поправки до надводного борту на вплив надбудови та/або сідловатості, визначається за формулою, мм:

$$F = F_0 \cdot (1 - \alpha) - \frac{\beta_1 \cdot S_{e1} + \beta_2 \cdot S_{e2}}{15}, \quad (5.4.2.2)$$

де: F_0 – базисний надводний борт (див. 5.4.2.1), мм;

α – коефіцієнт, що враховує всі надбудови, які розглядаються, та визначається згідно з 5.4.2.3;

β_1, β_2 – коефіцієнти, що враховують вплив сідловатості відповідно на носовому і кормовому перпендикулярах з-за наявності надбудов відповідно в носовій і кормовій чверті довжини $L_{нб}$ і визначаються згідно з 5.4.2.4;

S_{e1}, S_{e2} – розрахункова сідловатість відповідно на носовому і кормовому перпендикулярах, мм.

При $\beta_2 \cdot S_{e2} > \beta_1 \cdot S_{e1}$ значення виразу $\beta_2 \cdot S_{e2}$ приймається рівним $\beta_1 \cdot S_{e1}$.

5.4.2.3 Коефіцієнт α визначається за формулою:

$$\alpha = \frac{\sum le_1 + \sum le_m + \sum le_2}{L_{нб}}, \quad (5.4.2.3-1)$$

де: $L_{нб}$ (див. 1.2), м;

le_1, le_m, le_2 – розрахункова довжина надбудов, розташованих відповідно в носовій чверті довжини $L_{нб}$, в середній частині, що відповідає половині довжини $L_{нб}$ та в кормовій чверті довжини $L_{нб}$, м.

Розрахункова довжина надбудов визначається за формулами, м:

$$le_m = l \left(2,5 \frac{b}{B} - 1,5 \right) \frac{h}{0,36}; \quad (5.4.2.3-2)$$

$$le_1, le_2 = l \left(2,5 \frac{b}{B_1} - 1,5 \right) \frac{h}{0,36}, \quad (5.4.2.3-3)$$

де: l – фактична довжина надбудови, що розглядається, м;

b – ширина надбудови, що розглядається, м;

B_1 – ширина судна, яка вимірюється на середині довжини надбудови, що розглядається, на рівні палуби по зовнішні кромки обшивки бортів судна, м;

h – висота надбудови, що розглядається, м. Однак за наявності люків h визначається шляхом зменшення висоти комінгсів на половину відстані безпеки, зазначеної в 5.5.2 і 5.5.3. У будь-якому разі h не повинна прийматися більше 0,36м.

Якщо $b < 0,6B$ або $b < 0,6B_1$, то розрахункова довжина надбудови приймається рівною нулю.

5.4.2.4 Коефіцієнти β_1 і β_2 визначаються за формулами:

$$\beta_1 = 1 - \frac{3 \cdot le_1}{L_{нб}} \quad (5.4.2.4-1);$$

$$\beta_2 = 1 - \frac{3 \cdot le_2}{L_{нб}} \quad (5.4.2.4-2),$$

де: $L_{нб}, le_1, le_2$ – визначаються згідно з 5.4.2.3.

5.4.2.5 Розрахункові сідловатості на носовому перпендикулярі S_{e1} та кормовому перпендикулярі S_{e2} визначаються за формулами, мм:

$$S_{e1} = p \cdot S_1; \quad (5.4.2.5-1)$$

$$S_{e2} = p \cdot S_2, \quad (5.4.2.5-2)$$

де: S_1, S_2 – фактична величина сідловатості відповідно на носовому і кормовому перпендикулярах, мм. При цьому приймаються: S_1 не більше 1000мм і S_2 не більше 500мм;

p – коефіцієнт, що визначається як: $p = 4x/L_{нб}$,

де: x – абсциса, виміряна від відповідного перпендикуляра судна до точки, де сідловатість дорівнює $0,25S_1$ чи $0,25S_2$ (див. рис. 5.4.2.5).

У будь-якому разі значення коефіцієнта p не повинно перевищувати 1.
Коефіцієнт p може бути визначений за табл. 5.4.2.5.

Таблиця 5.4.2.5

$x/L_{\text{нб}}$	$\geq 0,25$	0,20	0,15	0,10	0,05	0
p	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0
Примітка: для проміжних значень відношень x/L коефіцієнт p визначається лінійною інтерполяцією.						

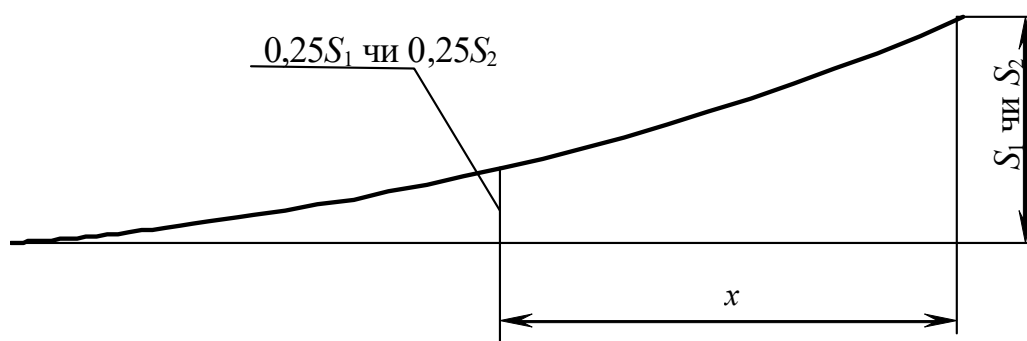


Рис. 5.4.2.5

5.4.2.6 З врахуванням передбаченого зменшення висоти надводного борта згідно з 5.4.2.2 ÷ 5.4.2.5 висота мінімального надводного борта повинна бути не менше 0мм.

5.4.3 Відстань безпеки

5.4.3.1 Для суден типів *A* і *B* відстань безпеки (визначення див. 1.2) повинна бути не менше 600мм для зони судноплавства 2.

Для суден типу *C*, а також для інших суден, що експлуатуються з незакритими трюмами, ця відстань повинна бути збільшена на 400мм для зони судноплавства 2. Проте це збільшення застосовується тільки до комінгсів незакритих трюмів.

5.4.3.2 Для суден типів *A* і *B*, що експлуатуються в зонах судноплавства 3 і 4, відстань безпеки повинна бути не менше 300мм.

5.4.3.3 Для суден типу *C*, що експлуатуються в зонах судноплавства 3 і 4, відстань безпеки повинна бути збільшена таким чином, щоб отвори, які не можуть бути закриті бризконепроникними закриттями, розташовувалися на висоті відносно площини граничної осадки не менше 500мм.

5.4.3.4 Для суден, що експлуатуються в зоні судноплавства 4, на відступ від вимог 5.4.3.2 та 5.4.3.3 відстань безпеки для дверей і отворів, крім люкового закриття, може бути зменшена:

- .1 для отворів, що мають бризконепроникне закриття, до 150мм;
- .2 для отворів без бризконепроникного закриття – до 200мм.

5.4.3.5 Максимальна осадка в варіанті навантаження з повним вантажем суден, які не мають постійно закриттів трюмів, що забезпечують їх бризконепроникність.

Якщо площина максимальної осадки судна для зони судноплавства 3 визначена в припущенні, що закриття трюмів можуть забезпечити бризконепроникність, і якщо відстань між площиною максимальної осадки і верхньою кромкою комінгсів становить менше 500мм, то повинна бути визначена максимальна осадка для плавання з відкритими трюмами. У Суднове свідоцтво повинен бути внесений запис:

«Якщо люки відкриті повністю або частково, судно може завантажуватися тільки до ... мм нижче марки осадки для зони судноплавства 3.»

5.4.4 Особливі вимоги до пасажирських та високошвидкісних суден

Особливі вимоги застосовуються до пасажирських та високошвидкісних суден замість вимог **5.4.1, 5.4.2, 5.4.3.1 і 5.4.3.5.**

5.4.4.1 Відстань безпеки пасажирських суден повинна дорівнювати, принаймні, сумі:

- додаткового занурення борту, виміряного по зовнішній обшивці, викликаного допустимим кутом крену згідно з **3.1.2.5**, і

- залишкової відстані безпеки відповідно до **3.1.2.7.**

Для суден без палуби перегоронок, відстань безпеки повинна становити не менше:

- 1900мм для зони судноплавства **1**;
- 1000мм для зони судноплавства **2**;
- 500мм для зон судноплавства **3**;
- 250мм для зони судноплавства **4**.

5.4.4.2 Найменша висота надводного борту пасажирських суден повинна, принаймні, дорівнювати сумі:

- додаткового занурення борту, виміряного по зовнішній обшивці, при куті крену згідно з **3.1.2.5**,

і

- залишкового надводного борту згідно з **3.1.2.6.**

Визначений таким чином надводний борт, що вимірюється перпендикулярно до площини діючої ватерлінії, повинен становити не менше:

- 600мм для зони судноплавства **1**;
- 400мм для зони судноплавства **2**;
- 300мм для зони судноплавства **3**;
- 200мм для зони судноплавства **4**.

5.4.4.5 Найменша висота надводного борту високошвидкісних суден повинна бути не менше 500мм для відкритих суден і 200мм для палубних суден.

5.4.4.6 Найменшу висоту надводного борту суден на повітряній подушці скегового типу слід розраховувати, як для водотоннажних суден.

При цьому надводним бортом слід вважати відстань до верхньої кромки палубної лінії, а при відсутності палуби – до нижньої кромки отворів, через які можливе заливання, але не вище нижньої кромки віконних вирізів.

5.4.4.7 Найменшу висоту надводного борту суден на повітряній подушці амфібійного типу з конструкцією корпусу та формою корпусу, що відрізняються від звичайних водотоннажних суден, слід призначати з умови забезпечення запасу плавучості не менше 100% максимальної водотоннажності судна.

5.4.5 Особливі вимоги до робочих суден та плавучого обладнання

5.4.5.1 Відстань безпеки і надводний борт робочого судна.

.1 Якщо робоче судно використовується як ґрунтовідвізна шаланда або баржа, що сама розвантажуються, відстань безпеки поза районом розташування трюмів повинна бути не менше 300мм, а надводний борт - не менше 150мм.

Регістр може дозволити менший надводний борт, якщо розрахунком буде доведена достатня остійність для вантажу щільністю 1,5т/м³ і палуба з будь-якого борту при цьому не занурюється у воду. Слід враховувати вплив рідких вантажів, у тому числі вантажу, який може набути властивостей рідкого вантажу.

.2 До інших суден, крім указаних в **.1**, повинні застосовуватися наскільки можливо залежно від зони судноплавства вимоги **5.4.1 ÷ 5.4.3.**

5.4.5.2 Залишкова відстань безпеки плавучого обладнання.

.1 Під залишковою відстанню безпеки, розуміється найкоротша відстань по вертикалі від поверхні води до найнижчої точки плавучого обладнання, вище якої плавуче обладнання уже не є водонепроникним з врахуванням крену і диференту від моментів, зазначених у **3.7.5.**

.2 Залишкова відстань безпеки вважається достатньою згідно з **3.7.1** для будь-якого бризконепроникного отвору, якщо вона не менше 300мм.

.3 Якщо отвори не є бризконепроникними, залишкова відстань безпеки повинна становити не менше 400мм.

5.4.5.3 Залишковий надводний борт плавучого обладнання.

.1 Під залишковим надводним бортом розуміється найкоротша відстань по вертикалі від поверхні води до верхньої поверхні палуби на її краї з врахуванням крену і диференту від моментів, зазначених у **3.7.5**.

.2 Залишковий надводний борт вважається достатнім згідно з **3.7.1**, якщо він становить не менше 300мм.

.3 Залишковий надводний борт може бути знижений за умови підтвердження виконання вимог **3.7.12**.

.4 Якщо форма корпусу істотно відрізняється від паралелепіпеда, наприклад, у випадку, якщо в поперечному перетині корпус має циліндричну форму або має більше чотирьох сторін, Регістр може призначити залишковий надводний борт, який відрізняється від вимог **.2**. Це положення також застосовується до плавучого обладнання, що складається з декількох корпусів.

5.5 УСТРІЙ ОТВОРІВ І КОМІНГСІВ

5.5.1 Всі зовнішні двері надбудов, рубок і тамбурів сходових трапів, розташованих на палубі надводного борту, повинні бути водонепроникними на суднах, призначених для зони судноплавства 1 і бризконепроникними на суднах, призначених для зон судноплавства 2 ÷ 4.

5.5.2 Висота комінгсів люків, тамбурів сходових трапів і отворів на палубі надводного борту і для доступу в надбудови повинна бути не менше 300мм на суднах, призначених для зони судноплавства 1, і 150мм на суднах, призначених для зони судноплавства 2.

Якщо призначений надводний борт перевищує розрахований відповідно до 5.4, висота комінгсів може бути пропорційно зменшена, проте ця висота не може бути менше ніж 40мм і повинні при такому зменшенні висоти комінгсів виконуватися вимоги до відстані безпеки та залишкової відстані безпеки.

Отвори всередині закритих відповідно до вимог Правил надбудов і рубок можуть не мати комінгсів.

5.5.3 При висоті комінгсів меншій, ніж вимагається в 5.5.2, найменша висота надводного борту повинна бути збільшена на різницю між висотою комінгсів, що вимагається згідно з 5.5.2, і фактичною їх висотою.

5.5.4 Зменшення висоти надводного борту у випадку, коли фактична висота комінгсів перевищує вказану в 5.5.2, за рахунок різниці між цими висотами не допускається.

5.5.5 Вентиляційні головки із приміщень, розташованих нижче палуби надводного борту і в закритих надбудовах та рубках повинні мати міцний сталевий комінгс, надійно закріплений на палубі, висотою не менше висоти, що вимагається для комінгсів люків (див. 5.5.2), з товщиною стінки комінгса не менше ніж товщина корпусних конструкцій, через яку вони проходять, а також див. табл. 2.3.8 частини VII цих Правил.

5.5.6 Вхідні і вихідні отвори трубопроводів, що розташовані в бортах нижче палуби надводного борту, повинні бути обладнані доступними і надійними водонепроникними пристроями, що перешкоджають проникненню води всередину судна.

5.5.7 На суднах, призначених для зони судноплавства 1, бортові ілюмінатори, розташовані в приміщеннях нижче палуби надводного борту, вікна надбудов, рубок, тамбурів сходових трапів і світлові люки, розташовані на палубі надводного борту, повинні бути водонепроникними. Крім цього, бортові ілюмінатори, розташовані в приміщеннях нижче палуби надводного борту, повинні мати постійно навішені штормові кришки. Відстань між нижньою кромкою ілюмінатора в борту корпусу і площиною максимальної осадки повинна бути не менше 300мм.

5.5.8 Світлові люки та вікна повинні мати міцну конструкцію.

5.5.9 На суднах, призначених для зони судноплавства 2, отвори світлових люків та вікон можуть мати бризконепроникні закриття, які повинні бути незнімними в тому випадку, якщо нижня кромка цих отворів знаходиться на висоті менше відстані безпеки (див. 5.4.3.1).

5.5.10 Кришки на кінгстонних і льодових ящиках повинні бути водонепроникними.

5.5.11 Палубні шпігати і штормові портики фальшборту повинні мати розміри, достатні для стоку забортної води, що попадає на палубу.

5.5.12 Отвори в водонепроникних перегородках

5.5.12.1 Влаштування дверей і лазів в перегородках форпіка і ахтерпіка, а також тих, що відгороджують від машинного відділення житлові приміщення для пасажирів або для екіпажу та спеціального персоналу, не допускається. Однак, двері в ахтерпіковій перегородці та місця проходу, у т.ч. валів та трубопроводів, можуть бути допущені за умови збереження водонепроникності перегородки. Двері в ахтерпіковій перегородці повинні бути водонепроникними, закриватися з обох сторін, мати можливість визначення їх стану «відкриті-закриті» дистанційним контролем з рульової рубки і мати на обох сторонах дверей нанесені написи «Двері закриті негайно після проходу».

Вимоги щодо встановлення дверей або люків в інших поперечних водонепроникних перегородках, указаних в 4.1.5, див. вимоги 9.5.5 ÷ 9.5.10 частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення. Сигнальні засоби» цих Правил.

5.5.12.2 Всі труби, кабелі, деталі штуртросової і валикової проводок, що проходять крізь водонепроникні перегородки, слід прокладати в перегородкових стаканах із застосуванням сальників або інших з'єднань, конструкція яких забезпечує водонепроникність перегородок.

Трубопроводи з відкритими кінцями, а також вентиляційні труби, повинні прокладатися згідно з вимогами **9.5.3** частини III «Пристрої, обладнання і забезпечення. Сигнальні засоби» та **5.1.4** частини VII «Системи і трубопроводи» цих Правил.

ДОДАТОК 1**ВКАЗІВКИ ЩОДО СКЛАДАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ОСТІЙНІСТЬ І НЕПОТОПНІСТЬ СУДНА****1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

1.1 Інформація про остійність і непотопність, далі Інформація, повинна розроблятися для кожної серії суден або окремого судна (див. **1.4.6.5**) на підставі результатів розрахунків остійності і непотопності, виконаних відповідно до цієї частини Правил, аналізу і узагальнення наявного досвіду експлуатації цих або подібних суден.

Інформація повинна включати наступні розділи:

1. Загальні положення.
2. Основні характеристики судна.
3. Інформаційні відомості про остійність і непотопність судна.
4. Інструкція капітану судна.
5. Додатки.
6. Розписка про ознайомлення капітана з вмістом Інформації.

1.2 В розділі «Загальні положення» повинно бути вказано, що Інформація про остійність і непотопність складена згідно з вимогами цієї частини Правил і є судовим документом, призначеним для капітана (чи іншої особи, що відповідає за безпеку судна, наприклад, на стоянковому судні) і судового командного складу як керівництво при розв'язанні питань, пов'язаних з практичною оцінкою безпеки плавання судна.

1.3 В цьому розділі необхідно зазначити, що будь-яке судно, остійність якого відповідає всім вимогам Правил, може бути перекинуте або поставлене в небезпечні умови у випадку його неправильного завантаження чи недотримання інших правил експлуатації і необхідних заходів обережності.

Задоволення вимогам Правил не звільняє капітана судна від відповідальності за остійність судна в експлуатації.

1.4 В цьому ж розділі необхідно навести пояснення про призначення і зміст Інформації про остійність і непотопність судна, а також про методику її використання.

2 ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СУДНА

2.1 Дані розділу «Основні характеристики судна», необхідні для користування Інформацією, слід навести в табличній формі. Таблиця основних характеристик повинна містити наступні відомості (залежно від того, що застосовні):

- .1 тип, призначення, номер проекту і назву судна;
- .2 кількість і номінальну потужність головних двигунів;
- .3 рік і місце побудови;
- .4 реєстровий номер;
- .5 клас судна, зона судноплавства та район плавання, умови плавання за вітро-хвильовим режимом та експлуатаційні обмеження тощо, необхідні для забезпечення безпеки судна проти перекидання і заливання;
- .6 вантажопідйомність (максимальна для зони судноплавства) та рід вантажу;
- .7 максимально дозволена кількість пасажирів;
- .8 склад екіпажу;
- .9 повну норму судових запасів і палива;
- .10 головні розміри судна (див. **1.2**), включаючи характеристики початкової посадки;
- .11 висоту надводного борту (залежно від зони судноплавства);
- .12 максимальну швидкість судна на спокійній воді в тиху погоду;
- .13 додаткові дані (наявність відкритих отворів згідно з вимогами до остійності і непотопності, відомості про твердий баласт, скулові кілі тощо).

Деякі з перерахованих характеристик судна можуть бути опущені або замінені іншими, які мають більш важливе значення для остійності та непотопності даного судна (наприклад, площа вітрил вітрильного судна, тягове зусилля на гаку буксира при швидкості буксирування).

2.2 Повинні бути наведені відомості про дослід кренування судна, якщо воно проводилось: організацію, яка проводила кренування, місце проведення дослідів, дату і результати (вага судна порожнем $\Delta_{пор}$, координати центра ваги судна x_g і z_g). Слід навести також розрахункові значення $\Delta_{пор}$, x_g і z_g .

Якщо зазначені відомості отримані з відомостей про однотипне судно, то вказується назва цього судна і додається копія затвердженого протоколу його кренування.

У випадку не проведення дослідів кренування (див. **1.4.6.3**) вказується, що судно кренуванню не піддавалося.

3 ІНФОРМАЦІЙНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОСТІЙНІСТЬ Й НЕПОТОПНІСТЬ СУДНА

3.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

3.1.1 В цьому розділі Інформації слід навести відомості, необхідні капітану для практичної оцінки остійності судна при нормованих та інших варіантах навантаження і стосовно всіх, передбачених цією частиною Правил, випадків дії на судно кренувальних моментів, а також відомості для оцінки стану судна при всіх можливих випадках затоплення відсіків відповідно до вимог непотопності.

3.1.2 Цей розділ повинен бути складений таким чином і в такому обсязі, щоб, по можливості, була виключена необхідність виконання розрахунків в судових умовах. Спосіб користування матеріалами, наведеними в цьому розділі, повинний бути максимально простим, а форма їх подання - достатньо наочною і гранично стислою (таблиці, схеми, графіки). Розділ повинен містити матеріали, перераховані нижче.

3.2 ВИМОГИ ДО ОСТІЙНОСТІ І НЕПОТОПНОСТІ СУДНА

3.2.1 В Інформації повинні коротко викладатися вимоги до остійності даного судна і перераховані нормовані Правилами випадки дії кренувальних моментів, залежно від призначення і зони судноплавства судна.

Особливо необхідно відзначити випадки дії кренувальних моментів, найбільш характерні для умов експлуатації судна (моменти і кути крену від спільної дії вітру і хвилювання, від скупчення пасажирів біля борту, від ривка буксирного тросу, під час циркуляції судна, з врахуванням зледеніння тощо).

3.2.2 В Інформації повинні бути також викладені вимоги до непотопності для даного судна; перераховані випадки затоплення відсіків залежно від призначення і зони судноплавства судна, які перевіряються відповідно до цих Правил.

Питання про приєднання малих відсіків до суміжних повинно вирішуватися з урахуванням нормованих Правилами розмірів пошкоджень.

3.3 ВАРІАНТИ НАВАНТАЖЕННЯ СУДНА

3.3.1 Інформація повинна охоплювати усі варіанти навантаження, що встановлюються цією частиною Правил для суден даного типу. Крім того, повинні бути розглянуті інші типи навантаження, можливі в умовах експлуатації даного судна і/або характерні відносно остійності та непотопності.

3.3.2 Усі наведені в **3.3.1** вище варіанти навантаження повинні містити (для кожного варіанту навантаження з урахуванням конструкції судна і наявності вантажу):

- відомості про судно порожнем, твердий і/або рідкий баласт, вантаж у вантажних трюмах і коморах, на палубі і в танках, запаси палива і мастила, питної води і води для миття, екіпаж і пасажирів на палубах і в каютах, інший вантаж на борту (маса і центр ваги для кожного об'єкту, момент інерції площі вільної поверхні для рідких вантажів);

- відомості про осадку на міделі і на перпендикулярах судна;
- відомості про метацентричну висоту, виправлену з урахуванням впливу вільних поверхонь;
- значення і криві відновлювальних моментів / пліч.

Доцільно привести схеми розташування всіх перерахованих вантажів на судні (у вигляді додатка до Інформації).

3.3.3 Судна, призначені для перевезення спеціалізованих вантажів, повинні мати відповідні інструкції з їх розкріплення. В цьому розділі Інформації повинні бути наведені назви і номери цих документів.

3.4 РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ ОСТІЙНОСТІ СУДНА

3.4.1 Для практичної оцінки безпеки плавання судна слід навести результати розрахунків остійності при різних варіантах навантаження. Оцінку остійності судна для даного варіанту навантаження треба виконувати шляхом порівняння кренувального моменту з допустимим моментом, що визначаються цією частиною Правил. Тут також необхідно порівняти розрахунковий й допустимий кути крену.

Для усіх розглянутих варіантів навантаження судна ці дані повинні бути представлені в зведеній таблиці результатів перевірки остійності.

3.4.2 Слід навести схему розташування на судні незакритих отворів, через які можливе заливання внутрішніх приміщень судна при крені (у вигляді додатку до Інформації), а також залежність від осадки судна значень кутів заливання, кутів входу кромки палуби або обносів судна у воду, кутів оголення скули.

3.4.3 В результаті порівняння розрахункових кренувальних моментів з відповідними гранично допустимими моментами повинен бути зроблений висновок про задоволення показників остійності судна вимогам цієї частини Правил.

3.4.4 При розробці цього розділу Інформації особлива увага повинна бути приділена оцінці остійності судна при дії кренувального моменту найнебезпечнішого або характерного для цього судна, залежно від його призначення, зони судноплавства та умов плавання.

3.4.5 Для суден, призначених для плавання в зоні судноплавства **1** необхідно навести розрахункові значення амплітуди бортової хитавиці.

3.4.6 Для суден, що допущені Регістром до експлуатації в більш високих зонах судноплавства, слід навести умови, що обмежують плавання в цих зонах.

3.5 РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ НЕПОТОПНОСТІ СУДНА

3.5.1 Повинні бути наведені результати розрахунків і характеристики аварійної остійності і посадки судна.

3.5.2 У зведенні результатів розрахунків для симетричного і несиметричного затоплень (з врахуванням стадій затоплення) повинні бути наведені дані про аварійну посадку, крен, диферент та поперечну метацентричну висоту.

3.5.3 За результатами розрахунків для випадків затоплення, які перевіряються відповідно до цих Правил, повинні бути наведені діаграми статичної остійності пошкодженого судна.

3.5.4 Слід навести схематичне креслення поздовжнього розрізу судна із зазначенням положення аварійної ватерлінії і поперечних перерізів (за наявності аварійного крену) при затопленні відсіку (відсіків).

3.5.5 За результатами порівняння характеристик посадки і остійності пошкодженого судна з нормованими значеннями повинен бути зроблений висновок про задоволення показників непотопності судна вимогам і рекомендаціям цієї частини Правил.

4 ІНСТРУКЦІЯ КАПІТАНУ СУДНА

4.1. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

4.1.1 Текст цього розділу Інформації складається індивідуально для кожного конкретного судна з урахуванням призначення, зони судноплавства, а також показників остійності і непотопності.

4.1.2 При розробці Інструкції капітану (чи іншій особі, що відповідає за безпеку судна, наприклад, на стоянковому судні) слід використовувати отримані в попередніх розділах висновки щодо остійності і непотопності даного судна.

4.2 ВИМОГИ І РЕЖИМНІ ОБМЕЖЕННЯ

4.2.1 В Інструкції капітану судна необхідно указати про необхідність дотримуватись обмежень району та умов плавання судна, встановлених для судна вантажопідйомності з врахуванням зони судноплавства та пасажиромісткості, обумовлених в Інформації про остійність і непотопність, режимних заходів, приписаних Правилами і Інформацією про остійність і непотопність, а також здійснювати всі необхідні заходи щодо забезпечення остійності судна при всіх умовах експлуатації і в аварійних ситуаціях.

4.2.2 В Інструкції капітану судна необхідно навести вимоги, обумовлені остійністю і непотопністю, а також режимні обмеження з метою забезпечення належної остійності і непотопності в даній зоні судноплавства при різних варіантах навантаження і вітро-хвильових режимах.

4.2.3 Залежно від призначення, зони судноплавства і показників остійності і непотопності судна, обмеження і заходи можуть бути наступними, але не обмежуючись ними:

- .1 обмеження зони судноплавства за критерієм погоди (вітро-хвильовим режимом);
- .2 попереджувальні заходи при посадці і висадці пасажирів, а також заборонені зони для їхнього перебування;
- .3 обмеження скупчення пасажирів з врахуванням бортової хитавиці та курсу ходу судна відносно напрямку руху хвиль;
- .4 зниження норми пасажиромісткості судна;
- .5 обмеження вантажопідйомності судна або висоти укладання вантажів на палубі;
- .6 рекомендації з розкріплення вантажу;
- .7 порядок приймання баласту і заповнення паливних цистерн під час поповнення запасів палива;
- .8 обмеження швидкості входу судна в циркуляцію та потужності головних двигунів буксирів;
- .9 заборона робіт по стягуванню суден з мілини;
- .10 заборона буксирування і виконання технологічних робіт при перевезенні пасажирів, організованих груп людей;
- .11 обмеження і заходи, які необхідно виконувати у випадку втрати судном скулових кілів;
- .12 швидкість течії, при перевищенні якої, маневрування буксира біля плавучого засобу, який стоїть нерухомо, стає небезпечним без віддачі буксирного тросу;
- .13 заборона маневрування судна після його пошкодження, в результаті яких при зануренні палуби у воду, вода надходить через відкриті отвори у непошкоджені відсіки.

Крім перерахованих тут заходів або обмежень, в Інструкції капітану судна можуть бути указані і інші вимоги та режимні обмеження залежно від показників остійності судна, отриманих в розд. 3 Інформації про остійність і непотопність судна.

4.3 РЕКОМЕНДАЦІЇ КАПІТАНУ

4.3.1 В Інструкції капітану судна слід навести також рекомендації, спрямовані на поліпшення остійності, непотопності і умов експлуатації судна.

4.3.2 Для суден, що здійснюють рейси по великих водосховищах, повинен бути наведений висновок про бортову хитавицю судна на хвилюванні.

Деяке уявлення про бортову хитавицю судна на хвилюванні можна отримати по значенню коефіцієнта m_1 , що використовується для визначення амплітуди бортової хитавиці згідно з 3.13.2.2

розділу 3 цієї частини Правил та характеризує частоту власних коливань судна. Якщо для даного судна коефіцієнт m_1 близький до 1,61 при плаванні в басейнах зони судноплавства 1, в інструкції капітану необхідно відзначити значну ймовірність виникнення різкої бортової хитавиці з найбільш небезпечними резонансними амплітудами при положенні судна лагом до хвилі.

В Інструкції капітану необхідно також вказати на істотне погіршення умов життєпридатності та можливість зсуву вантажу під час різкої бортової хитавиці судна зі значними амплітудами.

Якщо коефіцієнт m_1 істотно відрізняється від значення, наведеного вище, то резонанс бортової хитавиці може виникнути при косих курсах судна відносно направлення хвиль, що також необхідно вказати в Інструкції капітану судна.

4.3.3 Судну, у якого для еволюційного періоду циркуляції шляхом розрахунку або експериментом виявлений значний кут крену, слід навести рекомендації щодо зниження швидкості перед виконанням повороту.

Для пасажирського судна слід вказати граничну швидкість перед входом в циркуляцію або граничний кут перекладки керма, при яких кут крену не буде перевищувати:

для суден довжиною 30м або більше — 15°;

для суден довжиною менше 30м — 17°.

4.3.4 В Інструкції капітану необхідно відмітити необхідність своєчасного закриття ілюмінаторів, дверей та люків при можливості появи небезпечних для судна кутів крену в умовах експлуатації (при плаванні в штормову погоду, стягуванні суден з мілини, аварійному затопленні відсіків тощо) та тримання дверей для евакуації незакритими при можливій динамічній дії бічної складової тягового зусилля буксира (ривок чи обрив буксирного канату).

4.3.5 В Інструкції капітану необхідно рекомендувати наступні заходи, спрямовані на поліпшення непотопності судна:

.1 контроль та підтримка у справному стані непроникних перегородок, непроникних закриттів;

.2 контроль та підтримка у справному стані технічних засобів боротьби за непотопність;

.3 використання пристроїв для перетікання води з метою випрямлення судна в аварійній ситуації;

4.3.6 В Інструкції капітану необхідно навести рекомендації щодо організації дій екіпажу при загрозі загибелі судна. Особлива увага повинна бути приділена евакуації пасажирів.

4.3.7 Залежно від конструктивних особливостей і умов експлуатації судна слід навести також інші рекомендації, обумовлені хорошою річковою практикою.

5 ДОДАТКИ

Залежно від призначення, зони судноплавства і району плавання судна, показників його остійності, непотопності та прийнятих режимних заходів і обмежень в додатку до Інформації необхідно навести наступні матеріали:

.1 схеми розташування основних вантажів (включаючи рідкі) на судні при різних варіантах навантаження;

.2 схема розташування на судні отворів, які повинні бути закриті при настанні штормової погоди;

.3 схема укладки баласту;

.4 схема розташування заборонених зон для перебування пасажирів і розміщення огорожувальних пристроїв (ланцюжків, лавок тощо);

.5 допоміжні таблиці, схеми, криві та бланки для виконання капітаном самостійних розрахунків остійності і непотопності;

.6 вказівки щодо здійснення заходів і схеми, необхідні капітану в боротьбі за аварійну остійність і забезпечення безпечної посадки судна в аварійних ситуаціях;

.7 схема поздовжнього розрізу судна, плани палуб і подвійного дна з вказівкою всіх перегородок, вигородок і отворів в них, а також з вказівкою пристроїв для перетікання води;

.8 схема трубопроводів баластно-осушувальної системи на судні;

.9 копія затвердженого протоколу кренування судна або однотипного судна (у випадку його проведення).

В додатку можуть бути наведені також інші матеріали, що є корисними капітану.

**6 РОЗПИСКА ПРО ОЗНАЙОМЛЕННЯ КАПІТАНА СУДНА З ВМІСТОМ ІНФОРМАЦІЇ ПРО
ОСТІЙНІСТЬ І НЕПОТОПНІСТЬ**

В Інформації про остійність і непотопність судна повинен бути наведений текст наступного змісту:

«Цим я, капітан судна, підтверджую, що ознайомився з вмістом цієї Інформації про остійність і непотопність судна і прийняв її до керівництва.»

<i>№ п/п</i>	<i>Прізвище, ім'я, по-батькові</i>	<i>Дата</i>	<i>Підпис</i>	<i>Примітка</i>

Примітка: в разі відсутності капітана, наприклад, на стоянковому судні, в розписці має бути зазначена особа, яка відповідає за безпеку судна.

ВИМОГИ ДО НАТУРНИХ ВИПРОБУВАНЬ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ ПРИ ОБГРУНТУВАННІ ОСТІЙНОСТІ СУДЕН НА ПОВІТРЯНІЙ ПОДУШЦІ

1 Випробування слід проводити на головному судні, що пройшло кренування (див. 1.5).

2 Ціллю випробувань є натурне визначення кутів крену при кренувальних навантаженнях, передбачених в 3.12.3 цієї частини Правил, та різних швидкостях.

3 При перевірці остійності в режимі руху на повітряній подушці випробування проводяться при роботі головних вентиляторів на повній частоті обертання незалежно від швидкості руху судна.

4 Випробування проводяться на акваторії без течії при відсутності вітру та хвилювання. При наявності постійної за швидкістю течії випробування слід проводити на кожному режимі руху два рази: за течією та проти неї.

5 Для одnogвинтового судна вантаж, необхідний для створення розрахункового кренувального моменту, повинен бути розміщений на борту, протилежному напрямленню обертання гвинта.

6 Переміщення вантажу по судну в процесі випробувань повинно бути повністю виключене.

7 При випробування повинні бути перевірені:

.1 рух судна на прямому курсі при п'яти-шести значеннях швидкості ходу від нуля до максимально можливої при розрахункових кренувальних навантаженнях, передбачених 3.12.3 цієї частини Правил, з безперервним записуванням значень кута крену;

.2 циркуляція судна на граничній швидкості і швидкостях, що відповідають найбільшому крену на прямому курсі, при трьох значеннях кута перекладки стерна, включаючи граничні, від нульового положення на лівий та правий борти, з безперервним записуванням значень кута крену. Стерно слід перекладати з найбільш можливою швидкістю. Початковий крен від скупчення людей повинен бути на зовнішній відносно центра повороту борт.

8 Регістру повинні бути надані:

.1 протокол досліду кренування;

.2 протокол випробувань, в якому необхідно вказати вагу судна під час випробувань, осадки носом та кормою, положення центра ваги по висоті та довжині судна, початкову метацентричну висоту, глибину акваторії, наявність течії та стан погоди під час випробувань, дані про проведені при випробуваннях записи та заміри;

.3 оброблені результати випробувань у вигляді графіків залежності кута крену від швидкості на прямому ході при передбачених в 3.12.3 цієї частини Правил кренувальних навантаженнях і максимального кута крену під час циркуляції від кута перекладки стерна та швидкості входу в циркуляцію при передбачених в 3.12.3 цієї частини Правил кренувальних навантаженнях.

Регістр судноплавства України

ПРАВИЛА
КЛАСИФІКАЦІЇ ТА ПОБУДОВИ СУДЕН ВНУТРІШНЬОГО ПЛАВАННЯ

Том 2

Розробник: Бабій О.В.

Регістр судноплавства України
04070, Київ, вул. П. Сагайдачного, 10

Підписано до друку 10. 12. 2021 р. Формат 60x84 $\frac{1}{8}$. Наклад 60 прим. Зам.

Віддруковано з електронної версії в форматі .pdf, наданої
Регістром судноплавства України