Форма № ОНМУ Н-9.02

Одеський національний морський університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий морський інженерно-технічний інститут

(назва факультету (відділення)

Кафедра «Суднобудування і судноремонту» ім. проф. Воробйова Ю.Л.

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до випускної кваліфікаційної роботи студента(ки)

бакалавр

(ступінь вищої освіти)

на тему: Проект багатоцільового судна для перевезення генерального вантажу та контейнерів, dw = 7500 т, швидкість v = 12,0 вуз, дальність плавання – 6000 м. миль, питомо-навантажувальний об'єм – 1,40 м3/т. Передбачити конструктивні особливості судна: широке розкриття палуби, вантажні крани в ДП.

Виконав: студент(ка) _4_курсу, ___групи
галузі знань, спеціальності:
13 «Механічна інженерія»
135 «Суднобудування»
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Антонов Кірілл Олегович
(прізвище та ініціали)

Керівник доц. Дімова С.М.
(прізвище та ініціали)

Рецензент доц. Александровська Н.І.
(прізвище та ініціали)

Одеса - 2026 рік

Форма № ОНМУ Н-9.01

Одеський національний морський університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення ННМІТІ

Кафедра, циклова комісія СіС ім. проф. Воробйова Ю.Л.

Рівень вищої освіти бакалавр

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»

(шифр і назва)

Спеціальність 135 «Суднобудування»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Головань А.І.
«15» 09 2025р.

З А В Д А Н Н Я

НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Антонов Кірілл Олегович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема випускної кваліфікаційної роботи(ВКР) Проект багатоцільового судна для перевезення генерального вантажу та контейнерів, dw = 7500 т, швидкість v = 12,0 вуз, дальність плавання – 6000 м. миль, питомо-навантажувальний об'єм – 1,40 м3/т. Передбачити конструктивні особливості судна: широке розкриття палуби, вантажні крани в ДП.
керівник випускної кваліфікаційної роботи Дімова С.М.
затверджені наказом вищого навчального закладу від № 130, від "19 "05.2026р.
2. Строк подання студентом випускної кваліфікаційної роботи з 01.06.2026р.
3. Вихідні дані до випускної кваліфікаційної роботи: Були використані технічні данні суден морського флоту dw 6000-8000 т.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 4.1 Обґрунтування доцільності виконання КРМ; 4.2 Проектування судна dw=7500 т. 4.3 Технологія суднобудування. 4.4 Охорона праці.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
5.1 Креслення з технології побудови секцій та блоків судна; 5.2 Теоретичне креслення; 5.3 Креслення загального розташування.

6. Консультанти розділів випускної кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
6.1 ТС	доц. Дімова С.М.		
6.2 ОП	доц. Дімова С.М.		
6.3 НК	ст. викл. Чапленко І.В.		23.06.26

7. Дата видачі завдання 15.09.2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів випускної кваліфікаційної роботи	Примітка
1.	*Видача завдання*	15.09.25	
2.	*Переддипломна (дослідницька практика)*	15.05.26	
3.	*Коригування завдання за результатами практики*	19.05.26	
4.	*Проміжний звіт на кафедрі, оцінка готовності*	23.05.26	
5.	*Попередній захист на кафедрі*	10.06.26	
6.	*Рецензування*	06.06.25	
7.	*Захист на засіданні екзаменаційної комісії*	16.06.25	

Студент _____ Антонов К.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник випускної кваліфікаційної роботи _____ доц. Дімова С.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ 3
ABSTRACTS 4
ВСТУП 5
РОЗДІЛ 1. Проектування багатоцільового судна для перевезення генеральних вантажів і контейнерів dw = 7500 т 6
1.1. Дані ТЗ 10
1.2. Вибір АКТ судна 10
1.3. Попереднє визначення техніко-експлуатаційних характеристик судна 10
1.4. Визначення основних характеристик судна в першому приближенні 13
1.5. Побудова теоретичного креслення 40
1.6. Перевірка прийнятих елементів і характеристик судна 44
1.7. Висновок 55
РОЗДІЛ 2. Технологія суднобудування 58
2.1. Технічний опис об'єкта будівництва 58
2.2. Обґрунтування вибору заводу-будівника з урахуванням особливостей проєкту 59
2.3. Обґрунтування вибору методу збирання корпусу та розбивки на блоки і секції 60
2.4. Спуск судна на воду 61
2.5. Монтаж ізоляції 62
2.6. Швартові випробування 63
РОЗДІЛ 3. Охорона праці 63
3.1. Особливості безпеки при виконанні зварювальних робіт 66
3.2. Правила безпеки під час проведення електрогазозварювальних робіт 66
3.3. Дотримання правил безпеки при холодній обробці металів 67
3.4. Пожежна безпека під час корпусних робіт 68
3.5. Санітарно-гігієнічні умови праці 68
3.6. Заходи щодо зниження виробничих ризиків 69
СПЕЦІФІКАЦІЯ 69
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 71
72

АНОТАЦІЯ

Антонов Кірілл Олегович. Проект багатоцільового судна для перевезення генерального вантажу і контейнерів dw = 7500 т, швидкість v = 12 вуз., дальність плавання 6000 м. миль, питомо-навантажувальний об'єм 1,40 м3/т.

Передбачити конструктивні особливості судна: АКТ на розсуд студента, широке розкриття палуби, вантажні крани в діаметральній площині.

Кваліфікаційна робота на здобуття першого (бакалаврського) рівня вищої освіти у галузі знань 13 «Механічна інженерія» за напрямом підготовки спеціальності 135 «Суднобудування», випускної кафедри «СіС ім. проф. Воробйова Ю.Л.» ННМІТІ ОНМУ.

У дипломній роботі бакалавра розглядається проектування багатоцільового судна для перевезення генерального вантажу і контейнерів dw = 7500 т.

Метою роботи є проект багатоцільового судна для перевезення генерального вантажу та контейнерів dw = 7500 т.

У роботі були вирішені задачі пов'язані з проектуванням заданого судна і можливості його експлуатації.

Ключові слова: ПРОЕКТУВАННЯ СУДНА, ВАНТАЖІ, МІСТКІСТЬ, КОНТЕЙНЕРОМІСТКІСТЬ, ШИРОКЕ РОЗКРИТТЯ ПАЛУБИ, ВАНТАЖНІ КРАНИ.

ABSTRACTS

Antonov Kirill. The project of a multi-purpose vessel for the transportation of general cargo and containers dw = 7500 t, speed v = 12 knots, sailing range 6000 n. miles, stowage factor 1,40 m3/t.

Predict the structural features of the vessel: ACT at the discretion of the student, wide deck opening, cargo cranes in the centreline.

Qualification work for obtaining the first (bachelor) level of higher education in the field of knowledge 13 “Mechanical engineering" in the field of training specialty 135 “Shipbuilding”, graduation department "Shipbuilding and Ship Repair named after Prof. Y.L. Vorobyov" of the Educational and Scientific Marine Engineering and Technical Institute of the Odesa National Maritime University.

The bachelor's thesis examines the design of a multi-purpose vessel for the transportation of general cargo and containers dw = 7500 t.

The purpose of the work is the design of a multi-purpose vessel for the transportation of general cargo and container ships dw = 7500 t.

In the work, the tasks related to the design of the given vessel and the possibilities of its operation were solved.

Keywords: SHIP DESIGN, CARGO, CAPACITY, CONTAINER CAPACITY, WIDE DECK OPENING, CARGO CRANES.

ВСТУП

Багатоцільові судна являють собою клас транспортних суден, призначених для перевезення різнотипних вантажів — генеральних, контейнерних, пакетованих та великогабаритних. Вони мають місткі трюми з широким розкриттям палуби, що дозволяє швидко й зручно проводити вантажні операції з найрізноманітнішими видами вантажу. Розміри та вантажопідйомність таких суден можуть суттєво відрізнятися — від невеликих каботажних до великих океанських — залежно від призначення та умов експлуатації.

Актуальність вантажів у контейнерах залишається високою завдяки декільком ключовим факторам. Контейнеризація дозволяє швидко та зручно перевозити великі обсяги товарів, зменшуючи час завантаження та розвантаження. Контейнери мають стандартні розміри, що спрощує процеси транспортування, обробки та зберігання вантажів. З розвитком глобалізації зростає потреба у швидкому та ефективному транспортуванні товарів між країнами, а контейнеризація повністю відповідає цій потребі. Окрім того, контейнери забезпечують захист вантажів від пошкоджень, втрати та крадіжок, а також можуть бути використані для перевезення різноманітних товарів.

У 2025 році багатоцільові судна дедвейтом близько 7500 тонн займають важливу нішу на ринку морських перевезень. Вони є оптимальним вибором для обслуговування регіональних маршрутів та каботажних перевезень, зокрема в акваторіях Середземного, Чорного, Балтійського морів та на лініях Західної Африки. Зростання попиту на доставку контейнеризованих і генеральних вантажів невеликими партіями стимулює будівництво універсальних суден малого та середнього класу, здатних заходити в порти з обмеженою інфраструктурою.

Економічна ефективність багатоцільових суден полягає в декількох аспектах. Універсальні суховантажні судна можуть перевозити великі обсяги вантажів за один раз, що дозволяє знижувати витрати на перевезення на одиницю товару. Здатність перевозити різноманітні види вантажів забезпечує гнучкість у використанні суден та дозволяє оптимізувати їх роботу на різних торгових

маршрутах. У порівнянні з іншими видами транспорту судноплавство зазвичай є менш витратним варіантом перевезення великих обсягів вантажів на великі відстані, а утримання сухопутажних суден є відносно економічним.

Саме судна з дедвейтом 7500 т поєднують достатню вантажопідйомність для прибуткових регіональних рейсів з економічною доцільністю експлуатації. У сучасних умовах жорсткої конкуренції такі судна демонструють оптимальне співвідношення витрати палива, габаритів та гнучкості в роботі на змінних маршрутах.

Загалом, багатоцільові судна є економічно ефективним варіантом для перевезення великих обсягів різноманітних вантажів по морях та океанах, що дозволяє забезпечувати ефективність та конкурентоспроможність у міжнародній торгівлі. Ціль проектування багатоцільових суден полягає у створенні суден, які максимально відповідали б потребам сучасної торгівлі та логістики, забезпечуючи оптимальні умови для перевезення різноманітних вантажів.

Сенс архітектурно-конструктивного типу судна полягає в створенні такого дизайну та будівельних характеристик, які забезпечують оптимальну функціональність, ефективність, безпеку та сталість судна в експлуатації. У цій кваліфікаційній роботі розробляється багатоцільове судно, головною метою якого є перевезення генеральних вантажів і контейнерів, з урахуванням його технічних, експлуатаційних характеристик та індивідуального завдання.

Мета проекту – розробка багатоцільового судна dw = 7500 т, з урахуванням його швидкості 12 вуз. та необмеженого району плавання. Архітектурно-конструктивний тип, яким задається сам студент, надає можливість спроектувати унікальне судно з такими конструктивними особливостями, як широке розкриття палуби, вантажні крани в діаметральній площині.

Вибір дедвейту в 7500 т не є випадковим – він дозволяє розробити судно, здатне ефективно працювати на заданих маршрутах експлуатації. Урахування сучасних ринкових запитів дозволяє забезпечити комерційну життєздатність проєкту та відповідність сучасним тенденціям морської логістики.

Прототип судна відіграє важливу роль у процесі проектування нового

судна. Прототип дозволяє перевірити технічні аспекти проекту, такі як гідродинамічні властивості, маневреність, остійність, оптимальність корпусу та системи управління. Окрім того, шляхом аналізу прототипу можна зібрати дані про роботу судна в різних умовах експлуатації — швидкість, витрати палива, надійність обладнання, — що є важливим для оптимізації функціональності та ефективності проєктованого судна.

Прототипом судна, що проектується, обрано судно типу «Sider Buffalo».

					КРБ – 135 «Суднобудування»			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпись	Дата				
Розроб.		Антонов			Проект багатоцільового судна dw = 7500 т Проектування судна	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Дімова					9	
Керівник						ОНМУ ННМІТІ 4 курс		
Н. Контр.		Чапленко						
Затверд.								

РОЗДІЛ 1. Проектування багатоцільового судна для перевезення генеральних вантажів і контейнерів dw = 7500 т

1.1. Дані ТЗ

Дедвейт	dw	7500	т
Швидкість	v	12,0	вуз
Дальність плавання	R	6000	м. миль
Питомо-навантажувальний об'єм	q	1,40	$м^3/т$
Конструктивні особливості	Широке розкриття палуби, вантажні крани в ДП		

1.2. Вибір АКТ судна

Обрано наступний архітектурно-конструктивний тип судна:

- машинне відділення розташоване в кормі;
- одна безперервна палуба;
- надбудови й рубки розташовані в кормі над МО. У кормі розташовані ют і кілька ярусів рубок. У носі розташований бак. Вантажних приміщень у надбудовах немає;
- число вантажних відсіків відповідно до Правил - 4. Особливих вантажних приміщень (для рідких вантажів і т.п.) на судні не передбачено;
- трюм для довгомірних вантажів не передбачений;
- наявність і розташування диптанків і подвійних бортів вище другого дна;
- сідлуватість і погиб бімсів відсутній;
- центральні люки по ширині судна;
- носовий край - похилий форштевень, бульб. Кормовий край - вертикальний транець;
- тип енергетичної установки - ДВС;
- число гвинтів - один.

1.3. Попереднє визначення техніко-експлуатаційних характеристик судна

1.3.1. Здавальна й експлуатаційна швидкість

Здавальна швидкість $v_{зд}$ у вузлах обчислюється по експлуатаційній швидкості v_e, за допомогою наближеного вираження:

$$v_{зд} = (1{,}07 - 1{,}10) \cdot v_e = (1{,}07 - 1{,}10) \cdot 12{,}0 = (12{,}84 - 13{,}20) \text{ вуз.}$$

Під $v_{зд}$ мається на увазі швидкість на ходових випробуваннях судна із проектною осадкою, проведених на тихій глибокій воді, корпус чистий, свіжопофарбований, потужність максимально тривала.

Прийнято: $v_{зд} = 13{,}0$ вуз.

1.3.2. Дальність плавання

Дальність плавання, що вказана в технічному завданні, збільшується на поправочний коефіцієнт x, що враховує можливі зміни погодних умов (штормова погода впливає на збільшення споживання палива, за рахунок збільшення потужності головних двигунів, або падіння швидкості), витрати палива в портах.

$$R = (1 + x) \cdot R_L = (1 + 0{,}3) \cdot 6000 = 7800 \text{ м. миль,}$$

де $x = 0{,}3$ враховуючи, що приблизні надбавки на штормову погоду - 10%, та на простої в портах - 20%.

1.3.3. Вантажопідйомність

Так як задано дедвейт, то оцінюємо попередньо чисту вантажопідйомність $P_ч$, користуючись вираженням:

$$P_ч = c \cdot dw = 0{,}965 \cdot 7500 = 7238 \text{ т,}$$

де коефіцієнт c визначаємо по графіку (рис. 1.3.3.1),

Величина для входу в графік:

$$10^{-3} \cdot R \cdot \frac{v_e^2}{\sqrt{dw}} = 10^{-3} \cdot 7800 \cdot \frac{12{,}0^2}{\sqrt{7500}} = 12{,}97.$$

Для суден з дизельною установкою $c = 0{,}965$.

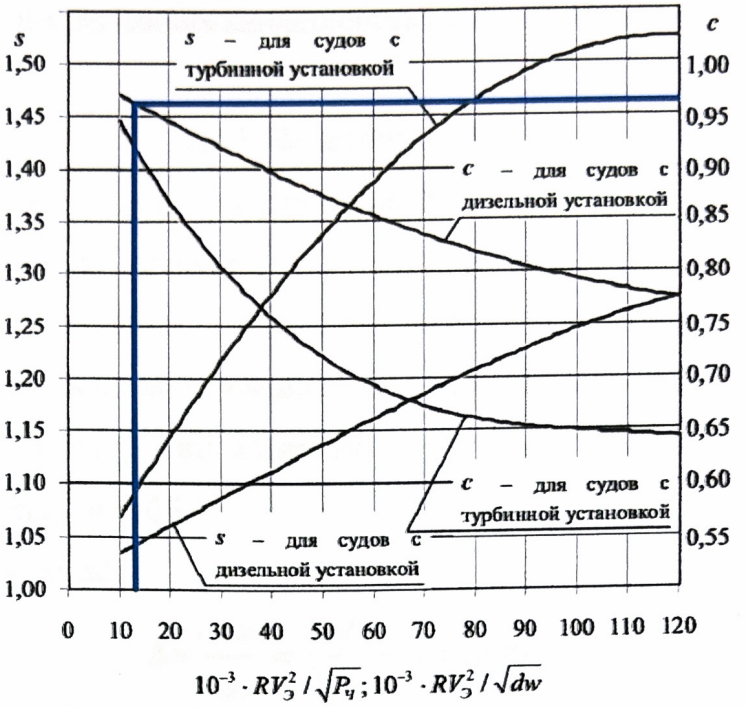


Рис. 1.3.3.1. Залежність між повною та чистою вантажопідйомністю

1.3.4 Контейнеромісткість

Для грубої оцінки контейнеромісткісті суден дедвейту 3000 - 18000 т, що приймається в трюми і на палубу, може бути заздалегідь оцінене за допомогою формули:

$$n_k \approx \frac{dw}{20} = \frac{7500}{20} = 375 \text{ TEU.}$$

В наступному, значення n_k буде уточнене, тобто необхідно розмістити максимально можливу кількість контейнерів для кращого використання вантажопідйомності судна. Уточнення будуть виконані після визначення місткості контейнерів по довжині і по поперечному перетину судна.

В подальшому приймаємо наступні характеристики контейнерів:

	20-футовий контейнер				40-футовий контейнер			
довжина	6,10	м	20'	(футів)	12,20	м	40'	(футів)
ширина	2,44	м	8,0'	(футів)	2,44	м	8,0'	(футів)
висота	2,59	м	8,5'	(футів)	2,59	м	8,5'	(футів)
середня маса	15	т			30	т		

1.4. Визначення загальних характеристик судна в першому наближенні

1.4.1. Водотоннажність

Водотоннажність судна Δ визначаємо за допомогою коефіцієнта утилізації водотоннажності η_{dw} по дедвейту:

У розрахунках першого наближення коефіцієнт утилізації η_{dw}, визначаємо за статичними даними по побудованих судах. Для цієї мети використаємо графік (рис 1.4.3.1) залежності η_{dw} від дедвейту.

По графіку $\eta_{dw} = 0{,}658$.

Водотоннажність:

$$\Delta \approx \frac{dw}{\eta_{dw}} = \frac{7500}{0{,}631} = 11886 \text{ т.}$$

Об'ємна водотоннажність:

$$\nabla = \frac{\Delta}{\gamma} = \frac{11886}{1{,}025} = 11596 \text{ м}^3.$$

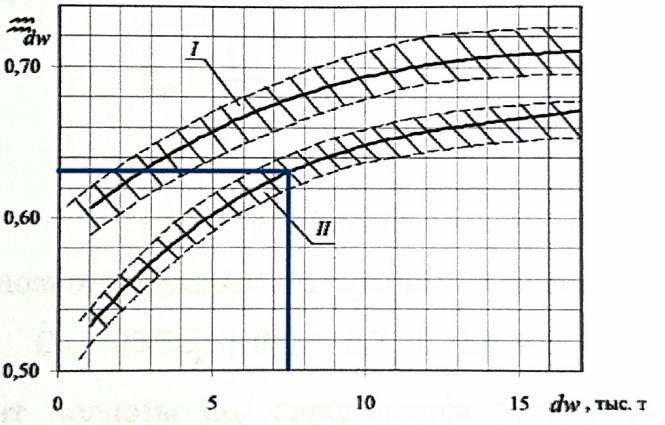


Рис. 1.4.1.1. Залежність коефіцієнта η_{dw} від дедвейту

1.4.2. Довжина судна

Довжину судна між перпендикулярами в першому приближенні визначаємо за допомогою відносної довжини. Значення відносної довжини:

$$l = 3{,}45 + 0{,}114 \cdot v_{зд} = 3{,}45 + 0{,}114 \cdot 13{,}00 = 4{,}932,$$

$$L_{ПП} = l \cdot \sqrt[3]{\nabla} = 4{,}932 \cdot \sqrt[3]{11596} = 111{,}63 \text{ м.}$$

1.4.3. Коефіцієнти форми корпусу і абсциса центра величини

1.4.3.1. Коефіцієнт повноти водотоннажності

Коефіцієнти повноти водотоннажності визначено в відповідності з формулою:

$$C_b = 0{,}99 - 1{,}2 \cdot Fr_{зд} = 0{,}9 - 1{,}2 \cdot 0{,}202 = 0{,}748,$$

де $Fr_{зд} = \frac{v_{зд}}{\sqrt{g \cdot L_{пп}}} = \frac{0{,}514 \cdot 13{,}00}{\sqrt{9{,}81 \cdot 111{,}63}} = 0{,}202.$

1.4.3.2. Коефіцієнт повноти мідель-шпангоута

Значення коефіцієнта повноти мідель-шпангоута C_m визначаємо по формулі:

$$C_m = 0{,}928 + 0{,}085 \cdot C_b = 0{,}928 + 0{,}085 \cdot 0{,}748 = 0{,}992.$$

1.4.3.3. Коефіцієнт повздовжньої повноти

Коефіцієнт поздовжньої повноти C_p знаходиться за формулою:

$$C_p = \frac{C_b}{C_m} = \frac{0{,}748}{0{,}992} = 0{,}754.$$

1.4.3.4. Коефіцієнт повноти ВВЛ

Коефіцієнт повноти вантажної ватерлінії визначено по формулі:

$$C_W = 0{,}7C_p + 0{,}3 = 0{,}7 \cdot 0{,}754 + 0{,}3 = 0{,}828.$$

Коэффициент полноты C_W определяется исходя из длины судна по ватерлинии $L_{ВВЛ}$.

1.4.3.5. Абсциса ЦВ

Для визначення оптимальної з точки зору опору відносної абсциси ЦВ, використовуємо діаграму Ватсона рис. 1.4.3.5.1 (лінія для судна з носового бульба).

$$\frac{x_c}{L_{пп}} = 0{,}8\%,\ x_c = 0{,}8\% \cdot L_{пп} = 0{,}8\% \cdot 111{,}63 = 0{,}893 \text{ м}.$$

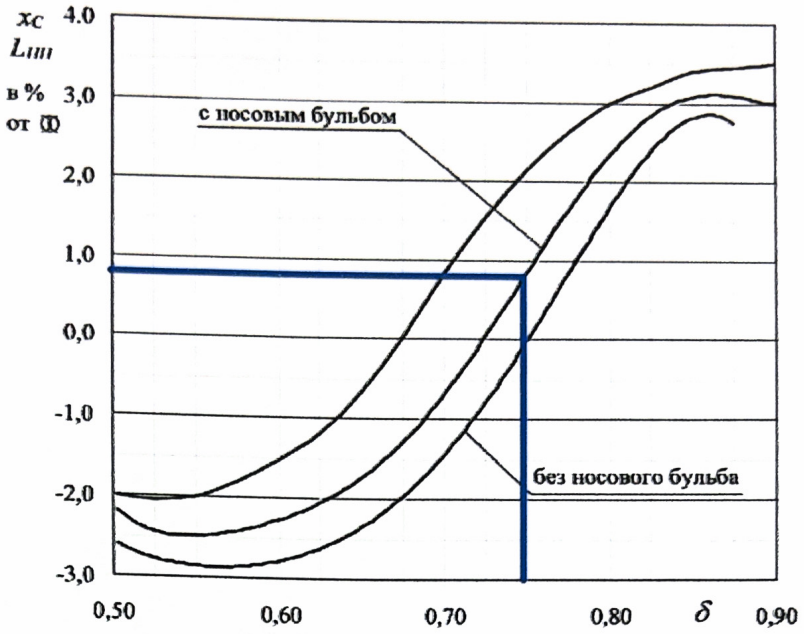


Рис. 1.4.3.5.1. Графік визначення положення ЦВ за довжиною судна.

1.4.4. Потужність головних двигунів

Номінальну потужність $N^*_{ном}$ головних двигунів визначаємо, користуючись наближеним методом Ю.А.Будницкого.

Шукана $N^*_{ном}$ в кВт, необхідна для досягнення швидкості v_e в умовах здавальних випробувань (тиха, глибока вода, свіжопофарбований корпус) визначається за формулою:

$$N^*_{ном} = K_E \cdot K_{C_b} \cdot K_l \cdot N_0 \cdot \frac{1}{\eta_p} = 1{,}2 \cdot 1{,}35 \cdot 0{,}956 \cdot 1031 \cdot \frac{1}{0{,}71} = 2249 \text{ кВт},$$

де: $N_0 = 1031$ кВт - базова потужність. Визначена згідно з рис. 1.4.4.1 при $\Delta = 11886$ т та $v_e = 12{,}0$ вуз.

$K_E = 1{,}2$ - коефіцієнт, що враховує вплив середніх умов експлуатації судна (вітер, хвилювання, стани поверхні корпусу і т.д.);

$K_{C_b} = 1{,}35$ - коефіцієнт, що враховує вплив коефіцієнта загальної повноти на буксировочну потужність. Визначається згідно з рис. 1.4.4.2. При:

$$0{,}8 \cdot l^{1/8} \cdot Fr = 0{,}8 \cdot 4{,}932^{1/8} \cdot 0{,}202 = 0{,}197.$$

$K_l = 0{,}956$ - коефіцієнт, що враховує вплив коефіцієнту відносної довжини l на буксировочну потужність. Визначається згідно з рис. 1.4.4.3

$\eta_p = 0{,}71$ - пропульсивний коефіцієнт;

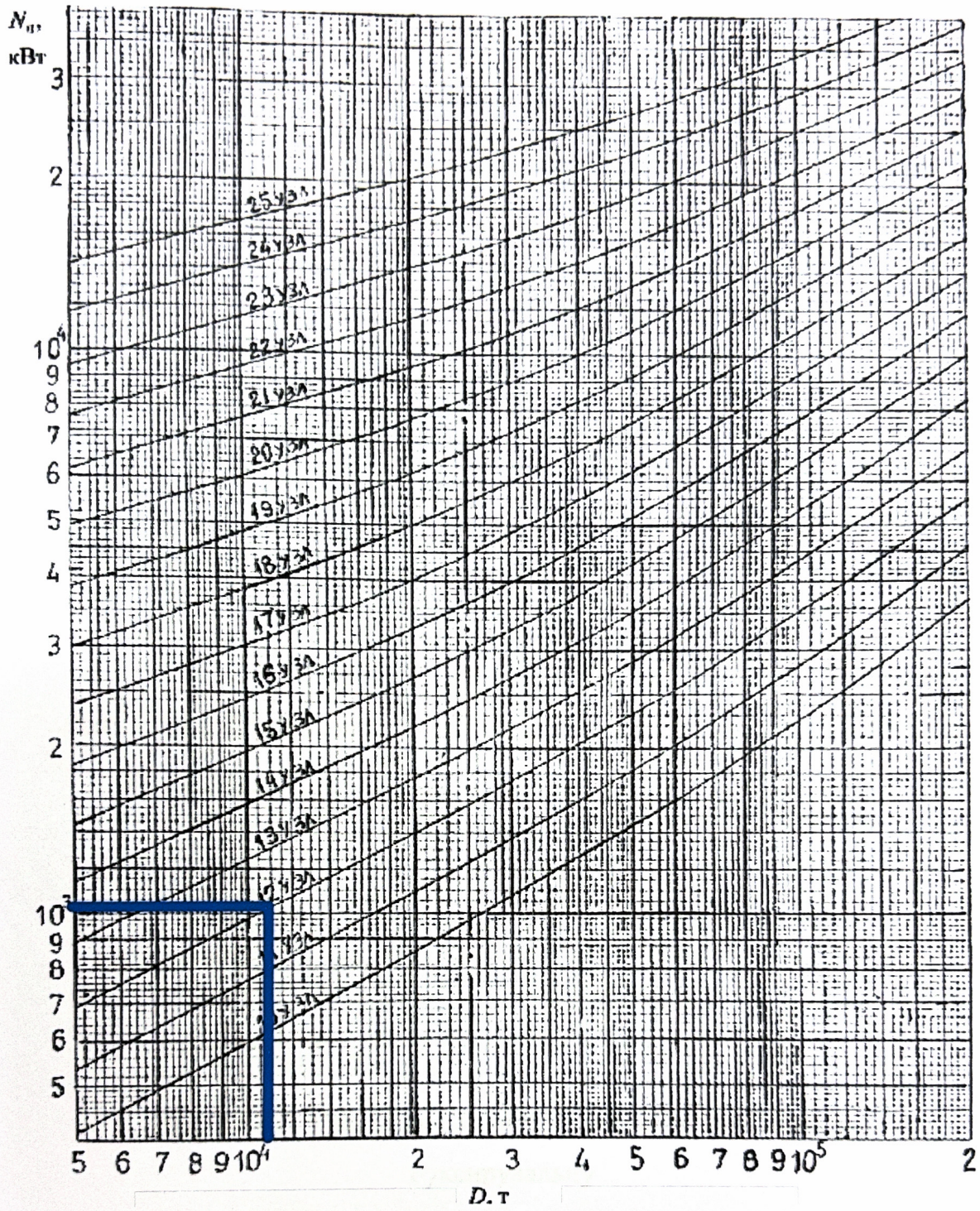


Рис. 1.4.4.1. Графік визначення базової потужності

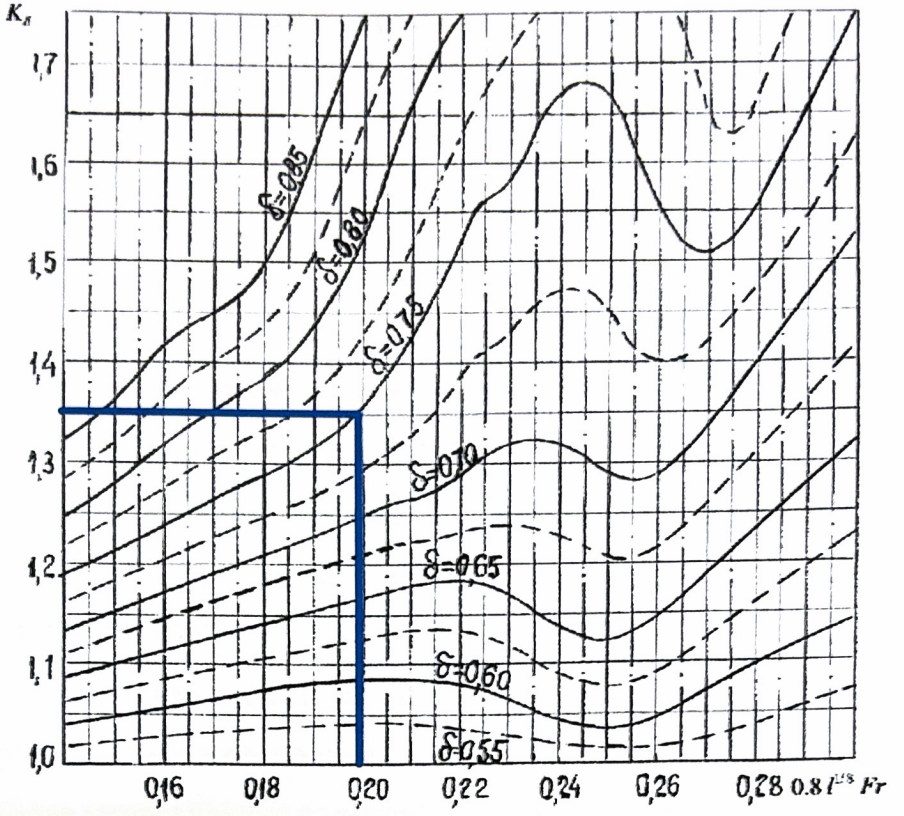


Рис. 1.4.4.2. Графік для оцінки впливу δ на буксирувальну потужність

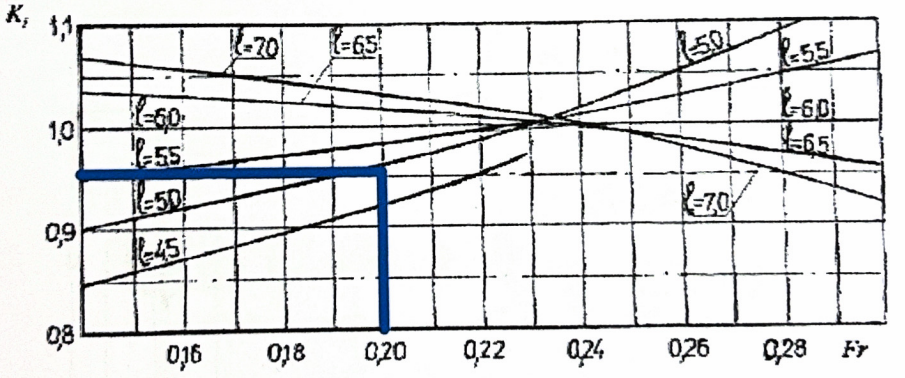


Рис. 1.4.4.3. Графік для оцінки впливу відносної довжини l на буксирувальну

В якості головного двигуна приймаємо MAN S30ME-B9.5/-GI.

Номінальна потужність	N =	3200	кВт
Кількість обертів	n =	195	об/хв
Маса	m =	10,5	т

Розшифровка моделі двигуна MAN “S30ME-B9.5/-GI”:

S - судновий двигун;

30 - діаметр циліндра у сантиметрах, що становить 300 мм;

ME - двигун з електронною системою керування, яка забезпечує точніше регулювання роботи порівняно з традиційним механічним управлінням;

B - позначення серії, що вказує на конструктивну компактність двигуна;

9.5 - версія серії B;

/-GI - позначення двопаливної модифікації:

G - робота на газовому паливі;

I - газове упорскування з можливістю переходу на дизельне паливо.

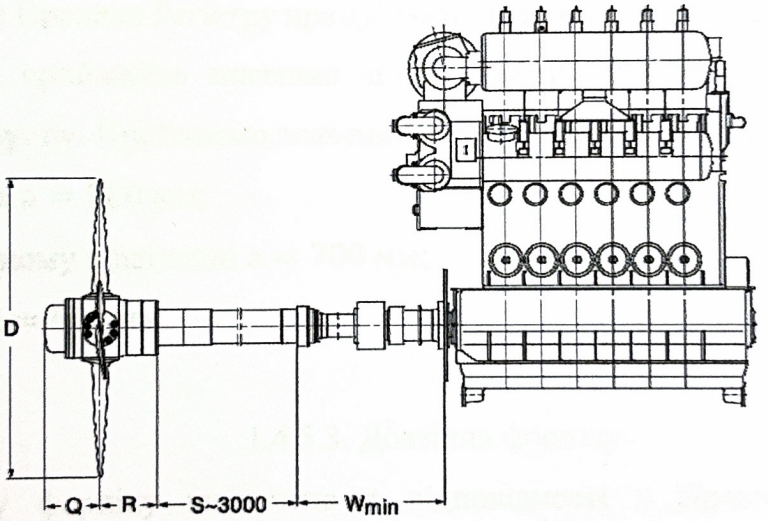


Рис. 1.4.4.4. Двигун MAN S30ME-B9.5/-GI.

1.4.5. Перевірка і уточнення довжини судна

1.4.5.1. Поперечні перебірки

Згідно Правил Регістру, число поперечних водонепроникних перебірок, включаючи перебірки форпіка і ахтерпіка та кормовим розташуванням машинного відділення, повинно бути не менше означеного в п. 2.7.1.3 Правил РУ

При кормовому розташуванні машинного відділення – 6.

При цьому число вантажних трюмів – 4.

Водночас, Правилами Регістру Судноплавства окремо оговорюється, що довжина трюму не повинна перевищувати 30 м.

1.4.5.2. Шпація

Нормальну шпацію визначаємо по формулі (п. 1.1.3 Правил РУ):

$$a_0 = 0{,}002L + 0{,}48 = 0{,}002 \cdot 111{,}63 + 0{,}48 = 0{,}703 \text{ м}.$$

Оскільки Правила Регістру припускають відхилення від нормальної шпації в межах 25%, приймаємо значення шпації кратним 50 мм з округленням в найближчу сторону. Приймаємо значення поперечної шпації основного набору:

у трюмах $a = 700$ мм;

в машинному відділенні $a = 700$ мм;

у піках $a = 600$ мм.

1.4.5.3. Довжина форпіку

Довжину форпіку визначено в відповідності з Правилами Регістру Судноплавства (не менш 0,05L від довжини судна, або 10 м, залежно від того, що менше, але не більш 8% довжини судна, або 0,05L + 3 м, дивлячись по тому, що більше):

$$L_{Фmin} = 10 \text{ м або } L_{Фmin} = 0{,}05L = 0{,}05 \cdot 111{,}63 = 5{,}58 \text{ м};$$

$$L_{Фmax} = 0{,}05L + 3 = 0{,}05 \cdot 111{,}63 = 8{,}58 \text{ м або}$$

$$L_{Фmax} = 0{,}08L = 0{,}08 \cdot 111{,}63 = 8{,}37 \text{ м}.$$

Прийнято довжину форпіку рівною $L_Ф = 6{,}60$ м.

1.4.5.4. Довжина ахтерпіку

Відстань від кормового перпендикуляру до переборки ахтерпіку повинна забезпечувати розміщення дейдвудного пристрою і залежить від конструкції кормової кінцевої частини судна. Для призначення довжини ахтерпіку можна скористуватися даними, основаними на статистиці (таблиця 4.2 [1]), або формулою:

$$L_A = l_A \cdot L_{ПП} = 0{,}048 \cdot 111{,}63 = 5{,}36 \text{ м.}$$

$$L_A = 0{,}04L_{ПП} + 1{,}5 = 0{,}04 \cdot 111{,}63 + 1{,}5 = 5{,}97 \text{ м.}$$

Прийнято довжину ахтерпіку рівною $L_A = 6{,}60$ м.

1.4.5.5. Довжина машинного відділення

Згідно рекомендаціям (таблиця 4.3 [1]), довжину МВ визначаємо

$$L_{MB} = 0{,}379N_{max}{}^{0{,}44} = 0{,}379 \cdot 3200^{0{,}44} = 13{,}21 \text{ м;}$$

$$L_{MB} = (0{,}13 - 0{,}15) \cdot L_{ПП} = (0{,}13 - 0{,}15) \cdot 111{,}63 = (14{,}51 - 16{,}74) \text{ м.}$$

Прийнято довжину машинного відділення $L_{MB} = 15{,}40$ м.

1.4.5.6. Довжина вантажних люків

Довжини комінгсів люків встановлюються в залежності від розмірів (довжини) і числа поперечних рядів стандартних контейнерів, що містяться по довжині люків.

Перевірка і уточнення довжини $L_{ПП}$ судна виконується шляхом поділу судна на відсіки з урахування кількості поперечних перебірок, з урахуванням прийнятої шпації поперечного набору, вибраних довжин повздовжніх комінгсів, довжин міжлюкових перемичок (для можливості перевезення контейнерів, для складання люкових кришок). Перевірку виконано в табл. 1.4.5.1.

Таблиця 1.4.5.1. Поділ довжини судна на відсіки

Назва		Шпації		Довжина	
		а, мм	кількість	l_i, м	$l_{отс}$, м
Форпік	$L_Ф$ =	600	11	6,60	6,60
Перемичка №1 носов.	$t_{1н}$ =	700	3	2,80	23,80
Люк №1	$l_{л1}$ =	700	26	18,20	
Перемичка №1 корм.	$t_{1к}$ =	700	3	2,80	
Перемичка №2 носов.	$t_{2н}$ =	700	3	2,80	19,60
Люк №2	$l_{л2}$ =	700	20	14,00	
Перемичка №2 корм.	$t_{2к}$ =	700	3	2,80	
Перемичка №3 носов.	$t_{3н}$ =	700	3	2,80	19,60
Люк №3	$l_{л3}$ =	700	20	14,00	
Перемичка №3 корм.	$t_{3к}$ =	700	3	2,80	
Перемичка №4 носов.	$t_{4н}$ =	700	3	2,80	19,60
Люк №4	$l_{л4}$ =	700	20	14,00	
Перемичка №4 корм.	$t_{4к}$ =	700	3	2,80	
Машинне відділення	$L_{МВ}$ =	700	22	15,40	15,40
Ахтерпік	L_A =	600	11	6,60	6,60

$$L_{ПП} = L_Ф + L_{МВ} + L_A + \sum L_{тр},$$

$$L_{ПП} = 6{,}60 + 6{,}60 + 15{,}40 + 23{,}80 + 19{,}60 + 19{,}60 + 19{,}60 = 111{,}20 \text{ м}.$$

Різниця між уточненим та первинним значенням $L_{ПП}$ складає:

$$\frac{|111{,}20 - 111{,}63|}{111{,}63} \cdot 100\% = 0{,}39\%.$$

Тобто різниця між уточненим та первинним значеннями $L_{ПП}$ не перевищує 1%, корегування інших, раніше визначених елементів (C_w, C_m, C_b, C_p, Fr, x_c, $N^*_{ном}$) не потрібно.

1.4.6. Ширина і висота борту судна

Поперечні розміри судна - ширина B та висота борту H - за вже відомими значеннями довжини та коефіцієнтів форми корпусу визначаються з урахуванням наступних умов:

- забезпечення необхідної вантажомісткості судна при перевезенні генерального вантажу;

- оптимального, з точки зору ефективного використання вантажомісткості, розміщення стандартних контейнерів за шириною і висотою у трюмах і твінаках;

- забезпечення вимогливої поперечної остійності відповідно до вимог Правил.

Висота борту D повинна відповідати вимогам Правил Регістру щодо вантажної марки, які нормують надводний борт судна.

1.4.6.1. Забезпечення місткості судна

Необхідна для проектного судна місткість забезпечується відповідністю головних елементів судна рівнянню місткості, що зв`язує їх з питомою (приведеною) теоретичною вантажомісткістю основного корпусу Wтг, яка являє собою обсяг судна вище подвійного дна, обмежений згори верхньою палубою, а по довжині – кінцевими переборками вантажного простору.

З рівняння місткості знаходяться поперечні розміри B x D, величина яких забезпечує необхідну місткість основного корпусу судна. Задача може бути вирішена за допомогою побудови безрозмірної епюри місткості (рис. 1.4.6.1.1).

Для побудови епюри необхідно обчислити коефіцієнти загальної повноти основного корпусу для носової та кормової кінцевих частин корпусу.

$$C_{b_H} = C_b + C_4\left(\frac{D}{d_K} - 1\right)(1 - C_b) = 0{,}748 + 0{,}4\left(\frac{1}{0{,}85} - 1\right)(1 - 0{,}748) =$$

$$= 0{,}766,$$

$$C_{b_{H_{нос}}} = C_{b_H} + 2{,}25\bar{x}_c = 0{,}766 + 2{,}25 \cdot 0{,}008 = 0{,}784,$$

$$C_{b_{H_{корм}}} = C_{b_H} - 2{,}25\bar{x}_c = 0{,}766 - 2{,}25 \cdot 0{,}008 = 0{,}748,$$

де C_{b_H} - коефіцієнт загальної повноти основного корпусу судна;

C_4 - коефіцієнт, що залежить від форми носових шпангоутів;

$C_4 = 0{,}40$ при V – образних носових шпангоутах;

Приймаємо $C_4 = 0{,}40$ при V – образних носових шпангоутах;

$D/d_K = 0{,}85$ конструктивна осадка судна;

$\bar{x}_c = 0{,}008$ - відносна абсциса ЦВ судна:

Побудова безрозмірної епюри виконана з допомогою графіків, з яких для різноманітних положень по довжині знімаються ординати безрозмірної епюри в залежності від коефіцієнтів повноти носової та кормової частин основного корпусу і H/d:

$$\frac{D}{d} = 1{,}07q\frac{P_ч}{\Delta} + \frac{h_{дд}}{d} = 1{,}07 \cdot 1{,}40 \cdot \frac{7238}{11886} + 0{,}20 = 1{,}112,$$

де $q = 1{,}40$ м^3/т - заданий питомо-навантажувальний об'єм вантажу;

$\eta_ч = P_ч/\Delta$ - коефіцієнт утилізації водотоннажності по чистій вантажопідйомності;

$h_{дд}/d = 0{,}20$ - для суден з подвійними бортами до нижньої палуби.

Для приблизної оцінки $h_{дд}/D$ можна скористуватися наступними рекомендаціями Є.Г. Оберемка

Приймаємо $h_{дд}/D = 0{,}10$ - для суден з подвійними бортами по всій висоті.

Відношення довжини форпіку до прийнятої довжини судна:

$$l_Ф = \frac{L_Ф}{L_{ПП}} = \frac{6{,}60}{111{,}20} = 0{,}059.$$

Відношення довжини ахтерпіку до прийнятої довжини судна:

$$l_A = \frac{L_A}{L_{ПП}} = \frac{6{,}60}{111{,}20} = 0{,}059.$$

Відношення довжини МВ до прийнятої довжини судна:

$$l_{МВ} = \frac{L_{МВ}}{L_{ПП}} = \frac{15{,}40}{111{,}20} = 0{,}138.$$

В таблиці 1.4.6.1.1. наведені ординати безрозмірної епюри місткості для значень коефіцієнтів загальної повноти носової та кормової частини корпусу судна:

$$C_{b_{H_{нос}}} = 0{,}784 \text{ та } C_{b_{H_{корм}}} = 0{,}748.$$

Таблиця 1.4.6.1.1. Ординати безрозмірної епюри місткості

x_i	y_i	x_i	y_i	x_i	y_i
0	0,15	7	0,97	14	0,99
1	0,37	8	1,00	15	0,95
2	0,56	9	1,00	16	0,86
3	0,71	10	1,00	17	0,71
4	0,85	11	1,00	18	0,52
5	0,94	12	1,00	19	0,28
6	0,95	13	1,00	20	0,00

По ординатам безрозмірної епюри місткості виконуємо побудову безрозмірної епюри місткості. В результаті побудов на епюрі може бути виділена і обчислена, з урахуванням масштабу по довжині та висоті епюри, площа - $w = 0{,}609$, заштрихована на рис. 1.4.6.1.1, відповідна приблизно обсягу $W_{тг}$ основного корпусу, розташованого по довжині судна в межах вантажних відсіків, а по висоті - вище подвійного дна. Розрахунок цієї площі, з урахуванням площин по довжині та висоті, відбувався методом трапецій.

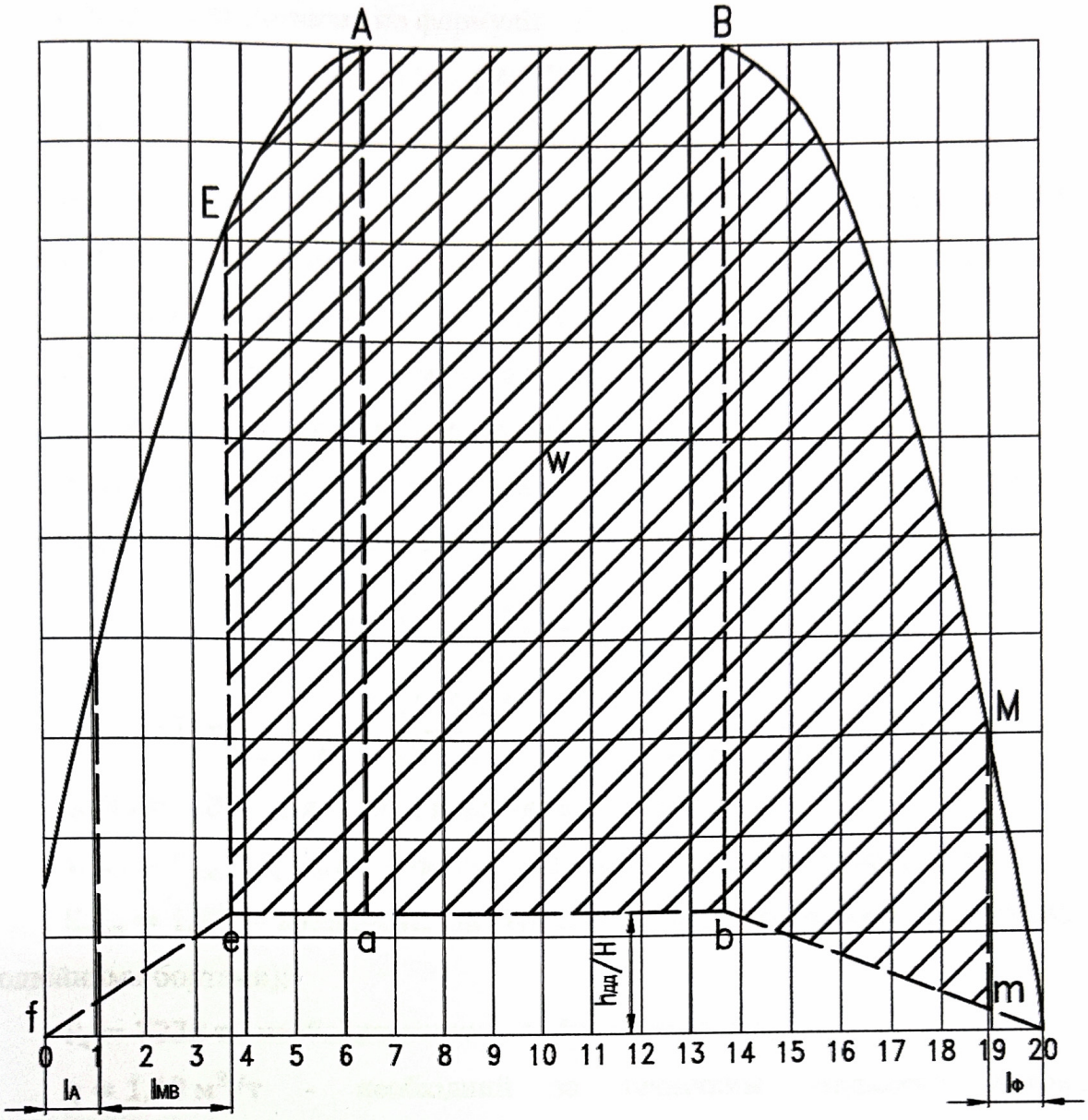


Рис. 1.4.6.1.1. Безрозмірна епюра місткості

Теоретичний обсяг вантажних приміщень: $W_{тг} = C_w \cdot \omega \cdot C_m{}' \cdot L_{ПП} \cdot B \cdot D$.

Коефіцієнт повноти мідель-шпангоута до верхньої палуби визначаємо по формулі:

$$C_m{}' = \frac{C_m + {}^{D}/_{d} - 1}{{}^{D}/_{d}} = \frac{0{,}992 + 1{,}112 - 1}{1{,}112} = 0{,}992.$$

Коефіцієнт, що враховує наявність вигину і сідлуватості палуби $a = 1$, скільки проектуємо судно не має сідлуватості та вигину бімсів.

Обсяг $W_{тг}$ визначаємо по формулі:

$$W_{тг} = К_З \cdot \left(W_{З\,гр}^{полн} + W_ц - W_н - W_л\right),$$

де $W_{З\,гр}^{полн}$ - повна зернова вантажомісткість судна;

$W_ц$ - зернова місткість для диптанків, подвійних бортів і інших подібних приміщень, розташованих в межах вантажних відсіків вище подвійного дна;

$W_н$ - зернова місткість для ватажних приміщень в надбудовах;

$W_л$ - ємність всередині комінгсів всіх люків до рівня кришок;

$К_З$ - коефіцієнт, що враховує тілесність набору, пайола і та ін.

Розрахункова формула для визначення поперечних розмірів судна, що задовольняють умові забезпечення необхідної місткості:

$$B \cdot D = \frac{К_З\left(W_{З\,гр}^{полн} + W_Ц\right)}{(1 + \overline{W_Л}) \cdot a\omega\beta' L_{ПП}};$$

$$B \cdot D = \frac{1{,}01 \cdot (10436 + 1294)}{(1 + 0{,}0138) \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}609 \cdot 0{,}992 \cdot 111{,}20} = 174\ м^2,$$

де $К_З = 1{,}01$ - для судна з подвійними бортами;

$W_{ген} = К_{кип} \cdot Р_ч \cdot q, м^3$ - місткість для генерального вантажу (кіпова);

$К_{кип} = 1{,}03$ - коефіцієнт, що враховує тілесність набору (для судна з подвійними бортами);

$Р_ч = 7238$ т - необхідна вантажопідйомність судна;

$q = 1{,}40\ м^3/т$ - необхідний за технічним завданням питомо-навантажувальний об'єм генерального вантажу;

$$W_{ген} = W_{З\,гр}^{полн} = К_{кип} \cdot Р_ч \cdot q = 1{,}03 \cdot 7238 \cdot 1{,}40 = 10436\ м^3.$$

Відносну місткість комінгсів приймаємо рівній: $\overline{W_Л} = 0{,}0138$.

Тоді для попередньої оцінки місткості цистерн:

$$W_Ц \cong 0{,}4 \cdot \left(\frac{Р_Т}{\gamma_Т} + \frac{Р_{бал}}{\gamma_{бал}}\right) = 0{,}4 \cdot \left(\frac{263}{0{,}85} + \frac{3000}{1{,}025}\right) \approx 1294\ м^3,$$

де $Р_т = dw \cdot (1 - c) = 7500 \cdot (1 - 0{,}94) = 263$ т (вага палива);

$\gamma_т = 0{,}85\ т/м^3$ - густина палива;

$Р_{бал} = 0{,}4 \cdot dw = 0{,}4 \cdot 7500 = 3000$ т (вага баласта);

$\gamma_б = 1{,}025\ т/м^3$ - густина баласта.

По отриманому значенню B · D згідно табл. 4.6 [1], вибираємо параметри контейнерного штабелю 5 × 4 - центральні люки.

Ширину люку визначаємо по рекомендаціям К.В. Кохановського і Є.Г. Оберемка:

$$b_{л\,k} = 2{,}5 \cdot n + 0{,}5 = 2{,}5 \cdot 5 + 0{,}5 = 13{,}00 \text{ м.}$$

Приймаємо ширину люку: $b_{л\,k} = 13{,}50$ м.

Ширина поперечної підпалубної кишені та міжлюкової перемички повинна бути не менше 1,50 м, що зумовлене безпечною шириною проходу по верхній палубі між поздовжніми комінгсами люку та бортом.

Ширину поперечного підпалубного карману приймаємо: $b_{п\,кр} = 1{,}75$ м.

1.4.6.2. Ширина судна

Ширину судна визначено як суму:

$$B = \sum_{k} b_{л\,k} + 2 \cdot b_{п.кр} + b_{дп} = 13{,}50 + 2 \cdot 1{,}75 = 17{,}00 \text{ м.}$$

1.4.6.3. Висота борту

Висоту борту визначено по формулі:

$$D = \frac{B \cdot D}{B} = \frac{174}{17{,}00} = 10{,}25 \text{ м.}$$

Для попередньої оцінки остійності значення B/D повинні бути в межах 1,62 - 2,26. Обрані значення $B/D = 17{,}00/10{,}25 = 1{,}66$ задовольняють вимогам остійності.

1.4.6.4. Осадка судна

Проектна осадка в першому наближенні визначається з рівняння плавучості:

$$d = \frac{\Delta}{\gamma \cdot C_b \cdot L \cdot B} = \frac{11886}{1{,}025 \cdot 0{,}748 \cdot 111{,}20 \cdot 17{,}00} = 8{,}20 \text{ м.}$$

Мінімальна необхідна висота подвійного дна в відповідності з Правилами Регістру Судноплавства:

$$h_{дд} = \frac{L - 40}{570} + 0{,}04B + 3{,}5\frac{d}{L};$$

$$h_{дд} = \frac{111{,}20 - 40}{570} + 0{,}04 \cdot 17{,}00 + 3{,}5 \cdot \frac{8{,}20}{111{,}20} = 1{,}06.$$

Висоту подвійного дна прийнято: $h_{дд} = 1{,}10$ м.

Висоту трюму прийнято: $h_{тр} = 9{,}15$ м.

Висоту комінгсу прийнято: $h_{ком} = 1{,}30$ м.

Висота вантажної зони складає: $h_{тр} + h_{ком} = 10{,}45$ м.

Висота контейнерного штабелю складає: 10,36 м.

Заздалегідь число ярусів палубних контейнерів передбачається на основі рекомендації, отриманої на основі аналізу даних по побудованим судам

$$h_{пк} \leq B - D - h_{ком} = 17{,}00 - 10{,}25 - 1{,}30 = 5{,}45 \text{ м}$$

Тут $h_{пк}$ - висота штабелю контейнерів, встановлених на кришках люків верхньої палуби.

Таким чином число ярусів контейнерів, встановлених на кришках люків верхньої палуби в першому наближенні 2 яруси.

1.4.7. Забезпечення остійності

Від поперечних розмірів судна при відомих характеристиках форми корпусу залежить також його поперечна остійність. Для того, щоб визначені раніше поперечні розміри судна – ширина і висота борту задовольняли водночас і умови остійності, слід керуватися формулою:

$$\zeta_{max} = \frac{B}{D}\left(2\sqrt{k_1 k_2} - \bar{h}_{0\,пред}\right) = \frac{17{,}00}{10{,}25} \cdot \left(2\sqrt{0{,}53 \cdot 0{,}079} - 0{,}03\right) = 0{,}64,$$

де $\bar{h}_{0\,пред} = h_{0\,пред}/B$ - гранична відносна метацентрична висота;

$\bar{h}_{0\,пред} = h_{0\,пред}/B = 0{,}02 \div 0{,}03$ - при B = 16 … 25 м, принято:

$\bar{h}_{0\,пред} = 0{,}03.$

$$k_1 = \frac{C_W}{C_W + C_{bB}} = \frac{0{,}828}{0{,}828 + 0{,}733} = 0{,}53.$$

$C_{bB} = C_b \frac{L_{ПП}}{L_{ВВЛ}} = 0{,}748 \cdot 0{,}98 = 0{,}733$ - коефіцієнт загальної повноти, що визначається по довжині судна по ватерлінії, з урахуванням що відношення $L_{ПП}/L_{ВВЛ} = 0{,}98$.

$$k_2 = k_r \frac{C_W{}^2}{C_{bB}} = 0{,}084 \cdot \frac{0{,}828^2}{0{,}733} = 0{,}079.$$

$k_r = 0{,}084$ - коефіцієнт при транцевій кормі.

Для попередньої оцінки виконання умови остійності, певні в першому наближенні значення B/H перевіряються по статистичним даним, характерним для суден даного типу:

$1{,}65 \le \frac{B}{D} \le 2{,}25$	$0{,}63 \le \zeta_{max} \le 0{,}74$
$B/D = 17{,}00/10{,}25 = 1{,}66$	$\zeta_{max} = 0{,}64$

Умови остійності в першому наближенні виконуються.

Визначимо безрозмірні відношення головних розмірів і порівняємо їх зі статистикою:

$L_{ПП}/B = 111{,}20/17{,}00 = 6{,}54$	5,80 - 7,00
$B/d = 17{,}00/8{,}20 = 2{,}27$	2,20 - 3,00
$B/D = 17{,}00/10{,}25 = 1{,}66$	1,65 - 2,25
$L_{ПП}/D = 111{,}20/10{,}25 = 11{,}10$	11,0 - 13,0

1.4.8. Розрахунок навантаження судна

Маса судна в вантажы (водотоннажність) може бути подана у вигляді суми:

$$\Delta' = \Delta_{пор} + dw,$$

де $\Delta_{пор}$ - водотоннажність судна у порожньому, т.

Розрахунок навантаження судна виконується методом Шнеєклюта у відповідності з методичними вказівками [1].

Водотоннажність порожнього судна розраховується за формулою:

$$\Delta_{пор} = P_{ст} + P_{нр} + P_{об} + P_{еу} + P_{з},$$

де $P_{ст}$ - маса сталі основного корпусу;

$P_{нр}$ - маса надбудов та рубки;

$P_{об}$ - маса обладнання;

$P_{еу}$ - маса енергетичної установки;

$P_{з}$ - запас водотоннажності .

1.4.8.1. Вихідні дані для розрахунку

$L_{ПП} = 111{,}20$ м - довжина між перпендикулярами;

$B = 17{,}00$ м - ширина судна;

$D = 10{,}25$ м - висота борту;

$d = 8{,}20$ м - проектувальна осадка;

$d_к = 0{,}85 \cdot H = 0{,}85 \cdot 10{,}25 = 8{,}71$ м - конструктивна осадка;

$C_b = 0{,}74$ - коефіцієнт загальної повноти;

$h_{бак} = 2{,}60$ м, $l_{бак} = 6{,}00$ м - висота та довжина баку;

$h_{ют} = 2{,}60$ м, $l_{ют} = 6{,}00$ м - висота та довжина юта;

$N_{max} = 3200$ кВт - максимальна потужність головного двигуна;

$\eta_д = 167$ об/хв - частота обертів валу двигуна;

$\eta_в = 167$ об/хв - частота обертів гребного гвинта

Характеристики люків:

	$l_{лі}$, м	$b_{лі}$, м	$h_{лі}$, м	$V_{лі}$, м^3
Люк №1	18,90	13,31	1,65	440,23
Люк №2	20,25	18,00	1,65	637,88
Люк №3	20,25	18,00	1,01	637,88
Люк №4	19,16	18,00	1,75	614,25
			Σ	2330,23

1.4.8.2. Розрахунок маси сталі основного корпусу

$$P_{ст} = P_{ст}^{0} + \sum_{i=1}^{m} \Delta_i,$$

де $P_{ст}^{0}$ - маса сталі основного корпусу;

Δ_i - поправки, що враховують відмінності в АКТ судна, що проектується, від базового.

1.4.8.2.1. Розрахунок $P_{ст}^{0}$

$$P_{ст}^{0} = V_0 \cdot C_1 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, т$$

де V_0 - обсяг основного корпусу по верхню палубу:

$$V_0 = V_н + V_л + V_в = 14338{,}68 + 1134{,}38 = 15473{,}06\ м^3,$$

$V_н = C_b \cdot L_{пп} \cdot B \cdot D = 0{,}740 \cdot 111{,}20 \cdot 17{,}00 \cdot 10{,}25 = 14338{,}68\ м^3$ - обсяг основного корпусу до горизонтальної площині площини, проходить на висоті H;

$V_л = 1134{,}38\ м^3$ - об'єм в середині комінгсів;

$V_в = 0\ м^3$ - додатковий об'єм за рахунок вигину палуби.

$$C_1 = 0{,}103 \cdot [1 + 17 \cdot (L - 110)^2 \cdot 10^{-6}] =$$

$$= 0{,}103 \cdot [1 + 17 \cdot (111{,}20 - 110)^2 \cdot 10^{-6}] = 0{,}103;$$

$$K_1 = 1 + 0{,}033 \cdot \left(\frac{L}{H} - 12\right) = 1 + 0{,}033 \cdot \left(\frac{111{,}20}{10{,}25} - 12\right) = 0{,}962;$$

$$K_2 = 1 + 0{,}06 \cdot \left(n - \frac{H}{4}\right) = 1 + 0{,}06 \cdot \left(4 - \frac{10{,}25}{4}\right) = 1{,}086;$$

$$K_3 = 1 + 0{,}05\left(1{,}85 - \frac{B}{D}\right) = 1 + 0{,}05\left(1{,}85 - \frac{17{,}00}{10{,}25}\right) = 1{,}010;$$

$$K_4 = 1 + 0{,}20 \cdot \left(\frac{T_к}{D} - 0{,}85\right) = 1 + 0{,}20 \cdot (0{,}85 - 0{,}85) = 1{,}00;$$

$$K_5 = 0{,}92 + \left(1 - C_{b_H}\right) = 0{,}92 + (1 - 0{,}740) = 1{,}180;$$

$$K_6 = 1 + 0{,}75 \cdot C_{b_H} \cdot (C_m - 0{,}98) = 1 + 0{,}75 \cdot 0{,}740 \cdot (0{,}991 - 0{,}98) =$$

$$= 1{,}006.$$

Підставляючи у вираз, отримаємо:

$$P_{ст}^{0} = 15473{,}06 \cdot 0{,}103 \cdot 0{,}962 \cdot 1{,}086 \cdot 1{,}010 \cdot 1{,}00 \cdot 1{,}180 \cdot 1{,}006 =$$
$$= 1996{,}47 \text{ т.}$$

1.4.8.2.2. Визначення поправок

Виправлення на наявність бульба:

$$\Delta_1 = (0{,}004 - 0{,}007) \cdot P_{ст}^{0} = 0{,}005 \cdot 1996{,}47 = 9{,}98 \text{ т.}$$

Виправлення на наявність подвійних бортів:

$\Delta_2 = (1{,}4 - 1{,}6) \cdot P_{л.вн.б.} = 0$ т (немає подвійних бортів)

де $P_{л.вн.б.} = 2 \cdot (-) = 2 \cdot (0 \text{ (немає)}) = 0$ т - маса стальних листів внутрішніх бортів;

h - висота внутрішнього борту;

l - довжина внутрішнього борту.

Виправлення на льодове посилення

$$\Delta_3 = 0{,}02 \cdot P_{ст}^{0} = 0{,}02 \cdot 1996{,}47 = 39{,}93 \text{ т.}$$

Тоді маса сталі основного корпусу:

$$P_{ст} = 1996{,}47 + 9{,}98 + 0 + 39{,}93 = 2046{,}38 \text{ т.}$$

Абсциса центра мас сталі основного корпусу визначається за формулою:

$$x_{g.ст} = -0{,}03 \cdot L_{ПП} = -0{,}03 \cdot 111{,}20 = -3{,}34 \text{ м.}$$

Апліката центра мас сталі основного корпусу визначається за формулою:

$$z_{g.ст} = \left[48 + 0{,}15 \cdot (0{,}85 - \delta_H) \cdot \left(\frac{L}{H}\right)^2\right] \cdot \left(\frac{D}{100}\right) =$$

$$= \left[48 + 0{,}15 \cdot (0{,}85 - 0{,}740) \cdot \left(\frac{111{,}20}{10{,}25}\right)^2\right] \cdot \left(\frac{10{,}25}{100}\right) = 5{,}11 \text{ м.}$$

1.4.8.3. Розрахунок маси набудов і рубки

Маса $P_{нр}$ визначається як сума маси надбудов $P_н$ та рубки $P_р$.

$$P_н = C_{бак} \cdot V_{бак} + C_{ют} \cdot V_{ют},$$

де $V_{бак} = 248 \text{ м}^3, V_{ют} = 2402 \text{ м}^3$ - об'єм баку та юту;

$C_{бак} = 0{,}1 \text{ т/м}^3$; $C_{ют} = 0{,}075 \text{ т/м}^3$ - коефіцієнти пропорційності.

$$P_н = 0{,}10 \cdot 248 + 0{,}08 \cdot 2402 = 205 \text{ т}$$

$$P_p = \sum_{i=1}^{k} C_{руб} \cdot h_i \cdot F_{di} \cdot k'_{1i} \cdot k'_{2i} \cdot k'_{3i},$$

де $C_{руб}$ - коефіцієнт пропорційності, який визначається за табл. 2.4. [3] в залежності від положення рубки по висоті та відносно площі верхньої палуби даного ярусу з бічними проходами до дійсної площі даного ярусу;

h_i - висота ярусу рубки;

f_i - відношення довжини внутрішньої переборки рубки до ширини рубки.

Таблиця 1.4.8.3.1. Розрахунок маси ярусів кормової рубки

	h, м	$C_{руб}$, т/м^3	$F_н$, м^2	f	k_1	k_2	k_3	$P_{яр}$, т
ярус №1	2,60	0,072	145,00	1,0	1,00	1,175	0,996	31,77
ярус №2	2,60	0,072	118,00	1,0	1,00	1,1625	0,996	25,85
ярус №3	2,60	0,058	68,00	1,0	1,00	1,175	0,996	8,00
ярус №4	2,60	0,058	48,00	1,0	1,00	1,175	0,996	8,47
рульова	2,60	0,058	48,00	1,0	1,00	1,18	0,996	12,51

Координата центра маси кормової надбудови:

Таблиця 1.4.8.3.2

	$P_{яр}$, т	x_g, м	$P_{яр} \cdot x_g$, м	z_g, м	$P_{яр} \cdot z_g$, м
ярус №1	46,73	-52,35	-2446,20	14,05	656,53
ярус №2	88,05	-41,25	-1908,32	48,65	633,57
ярус №3	17,90	-48,37	-866,00	19,25	344,65
ярус №4	12,60	-46,17	-581,53	21,85	275,21
рульова	12,60	-46,17	-581,53	24,45	307,96
Σ	127,9		-6383,59		2217,91

$$x_g = \frac{\sum P_i \cdot x_{gi}}{\sum P_i} = \frac{-3557{,}32}{86{,}60} = -49{,}92 \text{ м};\ z_g = \frac{\sum P_i \cdot z_{gi}}{\sum P_i} = \frac{1509{,}21}{127{,}9} = 17{,}34 \text{ м}.$$

1.4.8.4. Розрахунок маси обладнання

Розрахунок $P_{об}$ при мінімальній інформації про проектоване судно:

маса $P_{об}$ може бути визначена залежно від типу судна, його довжини та ширини:

$$P_{об} = k_{об} \cdot L \cdot B = 0{,}45 \cdot 111{,}20 \cdot 17{,}00 = 850{,}68 \text{ т},$$

де $k_{об} = 0{,}45$ - коефіцієнт, знайдений за табл. 2.5 [2].

Розрахунок маси обладнання при поділі $P_{об}$ на окремі групи:

$$P_{об} = P_{л.з.} + P_{в.п.} + P_{жил.п.} + P_{ін.},$$

де $P_{л.з.}$ - маса люкових закриттів;

$P_{в.п.}$ - маса вантажних пристроїв;

$P_{жил.п.}$ - маса обладнання житлових приміщень;

$P_{ін.}$ - маса іншого обладнання.

1.4.8.4.1. Розрахунок маси люкових закриттів

$P_{л.з.}$, включаючи масу люкових закриттів і їх поводів, визначається у таблиці 1.4.8.4.1.1:

Таблиця 1.4.8.4.1.1. Розрахунок маси люкових закриттів верхньої палуби

	$l_{лі}$, м	$b_{лі}$, м	n_i	$K_{лі}$, т/м	$P_{лі}$, т
люк №1	17,50	12,50	1	2,50	66,88
люк №2	19,50	12,50	1	3,25	61,65
люк №3	12,25	18,00	1	3,25	60,13
люк №4	19,50	18,00	1	5,25	102,96
				Σ	376,43

$$P_{л.з.} = \sum_{i=1}^{m} l_{лі} \cdot K_{лі} = 376{,}43 \text{ т},$$

де $l_{лі}$ - довжина і-го люка; $K_{лі}$ - коефіцієнт по табл. 2.6 [3].

1.4.8.4.2. Розрахунок маси вантажних пристроїв

Маса вантажних пристроїв включає масу судових кранів. На судні встановлені 3 крана, вантажопідйомністю 40 т кожний. Маса крана становить 54 т. Отже одержуємо масу вантажних пристроїв:

$$P_{в.п.} = 3 \cdot 54 = 162 \text{ т.}$$

1.4.8.4.3. Розрахунок маси обладнання житлових приміщень

У $P_{жил.п.}$ включаються маси: перебірок (не сталевих), покриттів поверхонь із ізоляцією, санітарно-гігієнічного устаткування із трубопроводами, дверей, вікон, ілюмінаторів, систем опалення, вентиляції, кондиціювання, устаткування камбуза, різного інвентарю. Розрахунок у таблиці 1.4.8.4.3.1.

Таблиця 1.4.8.4.3.1. Розрахунок мас обладнання ярусів кормової рубки

	h_i, м	$F_{ні}$, $м^2$	$V_{яі}$, $м^3$	$C_{яі}$, $т/м^3$	$P_{ярі}$, т
ярус №1	2,60	213,29	554,56	0,06	33,61
ярус №2	2,60	173,69	451,60	0,06	27,10
ярус №3	2,60	101,45	263,76	0,06	15,83
ярус №4	2,60	71,37	185,56	0,06	11,13
рульова	2,60	71,37	185,56	0,06	11,13
				Σ	98,46

$$P_{жил.п.} = \sum_{i=1}^{m} V_{яі} \cdot C_{яі} = 98{,}46 \text{ т,}$$

де $V_{яі}$ - об'єм житлових приміщень;

$C_{яі} = 0{,}06 \text{ т}/м^3$ - коефіцієнт.

1.4.8.4.4. Розрахунок маси іншого обладнання

У $P_{ін.}$ включаються маси: якірного, швартовного, рятувального, кермового, леєрного, й тентових пристроїв, устаткування рульової рубки, трапів, дверей (поза житловими приміщеннями), закриттів горловин, систем поза МВ й

житловими приміщеннями, навігаційного устаткування. $P_{ін.}$ залежить від розмірів судна й визначається приблизно по формулі:

$$P_{ін.} = C_{ін.} \cdot (L \cdot B \cdot D)^{\frac{2}{3}} = 0{,}2 \cdot (111{,}20 \cdot 17{,}00 \cdot 10{,}25)^{\frac{2}{3}} = 195{,}38 \text{ т},$$

де $C_{ін.} = 0{,}2$.

Таким чином загальна маса обладнання становить:

$$P_{об} = 732{,}27 \text{ т}.$$

Визначення координат центра мас:

абсциса центра мас устаткування прийнята $x_g = 0{,}00$ м;

апліката центра мас устаткування визначається по формулі:

$z_g = 1{,}04 \cdot D = 1{,}04 \cdot 10{,}25 = 10{,}66$ м.

1.4.8.5. Розрахунок маси енергетичної установки

У РЕУ включаються маси: головних двигунів, димоходів, гребних гвинтів, гребних валів, підшипників (упорних, опорних, дейдвудних), електроустаткування (генераторів, кабелів, розподільних щитів), допоміжних механізмів, устаткування й систем МВ, трубопроводів паливної й баластної систем у подвійному дні, листів настилу, трапів і ізоляції в МВ, видаткових матеріалів, води, палива й масла, що перебувають у трубопроводах і видаткових цистернах.

Маса $P_{еу}$ визначається зі співвідношення:

$$P_{еу} = C \cdot P_{гд} = 2{,}6 \cdot 16{,}30 = 42{,}38 \text{ т},$$

де $C_{ін.} = 2{,}6$ - коефіцієнт пропорційності для МОД.

Визначення координат центра мас:

$$x_g = -50{,}43 \text{ м}, \; z_g = 5{,}26 \text{ м}.$$

1.4.8.6. Розрахунок запасу водотоннажності

$$P_з = 0{,}01 \cdot \Delta = 0{,}01 \cdot 11596 = 115{,}96 \text{ т}.$$

1.4.8.7. Розрахунок маси порожнього судна і координат Ц.В.

Маса судна порожнього визначається як сума складових, з урахуванням запасу водотоннажності судна. Розрахунок у таблиці 1.4.8.7.1.

Таблиця 1.4.8.7.1. Розрахунок координат центра мас порожнього судна

Маса:	P, т	x_g, м	z_g, м	Px_g, т · м	Px_g, т · м
сталі основного корпусу	2046,38	-3,34	5,11	-20998,94	26778,68
надбудов і рубок	127,87	-49,92	17,34	-6383,59	2217,91
обладнання	1716,27	0,00	10,56	0,00	7729,83
енергетичної установки	35,38	-50,04	5,00	-2137,22	222,92
запасу водотоннажності	115,38	0,00	10,15	0,00	1188,16
Σ	4104,24			-16072,75	32243,50

$$x_g = \frac{\sum P_i \cdot x_{gi}}{\sum P_i} = \frac{-29519,75}{4104,00} = -4,67 \text{ м};\ z_g = \frac{\sum P_i \cdot z_{gi}}{\sum P_i} = \frac{38800,50}{4104,00} = 6,14 \text{ м}.$$

Уточнена водотоннажність судна становить:

$$\Delta' = \Delta_{пор} + dw = 4104 + 7500 = 11604.$$

Погрішність між ваговою водотоннажністю склала:

$$\frac{|\Delta' - \Delta|}{\Delta} \cdot 100\% = \frac{|11604 - 11596|}{11596} \cdot 100\% = 0,45\ \%.$$

Осадка, що відповідає розрахованій водотоннажності, становить:

$$d = \frac{\Delta'}{\gamma \cdot C_b \cdot L \cdot B} = \frac{18320}{1,025 \cdot 0,740 \cdot 111,20 \cdot 17,00} = 8,03 \text{ м}.$$

1.4.9. Забезпечення вимог Правил про вантажну марку

1.4.9.1. Визначення мінімального надводного борту

Проектоване судно повинно задовольняти Правилам про вантажну марку, що регламентують мінімальний надводний борт (МНБ). МНБ вимірюється на

міделі по вертикалі від палуби надводного борту, якою є верхня палуба, до найбільш високої ватерлінії.

В першу чергу вирішується задача для стандартного судна з МНБ без квартердека, зі стандартними профілем сідлуватості і висотою надбудови.

Базисний надводний борт згідно п. 4.1.3.2	$F_b = 1946$ мм
Поправка на коефіцієнт загальної повноти п. 4.4.3	при $C_b = 0{,}740 > 0{,}68$ $K_1 = \frac{C_b + 0{,}68}{1{,}36} = \frac{0{,}74 + 0{,}68}{1{,}36} = 1{,}044$
Поправка на висоту борта згідно п. 4.4.4 при $H > L/15$	$D = 10{,}25$ м; $\frac{L}{15} = \frac{111{,}20}{15} = 8{,}91$ $10{,}25 > 7{,}41$ $K_2 = \left(H - \frac{L}{15}\right) \cdot R = (10{,}25 - 7{,}41) \cdot 250 =$ $= 309$ мм, де $R = 250$, так як $L > 120$ м
Відрахування на надбудови та ящики згідно п. 4.4.6	$K_3 = D_д - D = 10150 - 10150 = 0$ мм
Відносна сумарна довжина комінгсів	$l_{ком} = \frac{(l_{к1} + l_{к2} + l_{к3} + l_{к4})}{L}$ $l_{ком} = \frac{(18{,}90 + 20{,}25 + 20{,}25 + 19{,}50)}{111{,}20} =$ $= 0{,}59$
Відсоток відрахувань в залежності від сумарної довжини комінгсів п. 4.4.6.2	$a = 50{,}9\% = 0{,}509$
Відношення фактичної висоти до стандартної	$k = h_{ком}/h_{ст} = 1{,}75/2{,}30 = 0{,}761$
Поправка на відхилення від стандартного профілю сідлуватості та надлишок	$K_4 = C \cdot \left(0{,}75 - \frac{S}{2L}\right)$ $K_4 = -704 \cdot \left(0{,}75 - \frac{14{,}40}{2 \cdot 111{,}20}\right) = -490$ мм

висоти кінцевих надбудов згідно п. 4.4.7	
Нестача сідлуватості з надлишком висоти кінцевих надбудов згідно п. 4.3.4	$C = \Delta C - \frac{ZL'}{3L} = -682 - 22 = -704$ мм
Сума стандартної сідлуватості в носовій частині згідно п. 4.3.3	$C_{Нст} = 133{,}4\left(\frac{L}{3} + 10\right) =$ $= 133{,}4\left(\frac{111{,}20}{3} + 10\right) = 7279$ мм
Сума стандартної сідлуватості в кормовій частині згідно п.4.3.3	$C_{Кст} = 66{,}7\left(\frac{L}{3} + 10\right) = 66{,}7\left(\frac{111{,}20}{3} + 10\right) =$ $= 3640$ мм
Дійсна сідлуватість в носу та кормі	$C_{Нд} = 0$ мм та $C_{Кд} = 0$ мм
Нестача сідлуватості в носу п.4.3.3	$C_Н = \frac{(C_{Нд} - C_{Нст})}{8} = \frac{0 - 7279}{8} = -910$
Нестача сідлуватості в кормі п.4.3.3	$C_К = \frac{(C_{Кд} - C_{Кст})}{8} = \frac{0 - 3640}{8} = -455$
Середня нестача сідлуватості	$\Delta C = \frac{(C_Н + C_К)}{2} = \frac{(-910 + (-455))}{2} = -682$
Поправка надлишок висоти кінцевих надбудов згідно п.4.3.4	$\frac{ZL'}{3L} = \frac{(h_{дбак} - h_{ст})L_{бак}}{0{,}5L \cdot 3} + \frac{(h_{дют} - h_{ст})L_{ют}}{0{,}5L \cdot 3} =$ $= \frac{(2{,}60 - 2{,}30) \cdot 7{,}20 + (2{,}60 - 2{,}30) \cdot 7{,}20}{0{,}5 \cdot 111{,}20 \cdot 3} =$ $= 0{,}022$ м
Стандартна висота надбудови згідно п. 4.2.1	для судна довжиною $L = 111{,}20$ м та $h_{ст} = 2{,}30$ м
Дійсна висота бака	$h_{дбак} = 2{,}60$ м
Дійсна висота юта	$h_{дют} = 2{,}60$ м
Довжина бака	$L_{бак} = 6{,}00$ м

Довжина юта	$L_{ют} = 6{,}00$ м
Сумарна довжина надбудов	$S = L_{бак} + L_{ют} = 7{,}20 + 7{,}20 = 14{,}40$ м
Мінімальний надводний борт з урахуванням поправок	$F = F_b \cdot K_1 + K_2 - K_3 + K_4 =$ $= 1973 \cdot 1{,}044 + 309 - 490 = 1879$ мм

1.4.9.2. Мінімальна висота в носовій частині і запас плавучості

Висота в носовій частині, яка визначається як відстань по вертикалі на носовому перпендикулярі між ватерлінією, що відповідає призначеному літньому надводному борту при найбільшому розрахунковому диференті на ніс, і верхньою кромкою відкритої палуби біля борту, повинна бути не менше величини, у мм, що визначаються за формулами:

$$F_{bн} = \left[6075 \cdot \left(\frac{L}{100}\right) - 1875 \cdot \left(\frac{L}{100}\right)^2 + 200 \cdot \left(\frac{L}{100}\right)^3\right] \cdot$$

$$\cdot \left[2{,}08 + 0{,}609 \cdot C_b - 1{,}603 \cdot C_W - 0{,}0129 \cdot \frac{L}{T}\right] =$$

$$= \left[6075 \cdot \left(\frac{133{,}70}{100}\right) - 1875 \cdot \left(\frac{133{,}70}{100}\right)^2 + 200 \cdot \left(\frac{133{,}70}{100}\right)^3\right] \cdot$$

$$\cdot \left[2{,}08 + 0{,}609 \cdot 0{,}740 - 1{,}603 \cdot 0{,}823 - 0{,}0129 \cdot \frac{111{,}20}{8{,}20}\right] = 4729 \text{ мм.}$$

Вимоги Правил про вантажну марку щодо мінімальної висоти надводного борту задовольняються.

Надводний борт:

$$F = D - d = 10150 - 8000 = 2150 \text{ мм} > 1879 \text{ мм.}$$

Висота борта в носовій частині:

$$F_{bн} = H + h_{бак} - d = 10150 + 2600 - 8000 = 4750 \text{ мм} > 4729 \text{ мм.}$$

1.5. Побудова теоретичного креслення

На початковому етапі було визначено основні характеристики проєктованого судна: довжина між перпендикулярами, ширина, висота борту та осадка. Осадку і надводний борт визначив, виходячи з розрахованої маси

порожнього корпусу, завантаження та вимог безпеки. Для цього використовувались нормативи і методики, рекомендовані Регістром судноплавства.

Далі розпочав побудову теоретичного креслення. За основу було взято обводи прототипу. З урахуванням завдання, адаптував геометрію корпусу: змінив обводи, розміри та коефіцієнти повноти, особливо в районі носової та кормової частини. Розрахунок стройової по шпангоутах виконувався методом рівновеликих трапецій - розраховував значення ординат для побудови кривих корпусу.

У процесі роботи використовував програми Rhinoceros 3D і Delftship, що значно полегшило побудову теоретичного креслення. В цих програмах змоделював корпус, перевірив симетрію, побудував проєкції та підготував модель для подальшого використання.

Отримане креслення включає діаметральну площину, основну площину та площину мідель-шпангоуту. Усі побудови виконані з урахуванням розрахованих параметрів судна та технічних вимог.

1.6. Перевірка прийнятих елементів і характеристик судна

1.6.1. Розрахунок елементів плавучості та початкової остійності. Коригування вантажопідйомності

Після побудови проскції «корпус» теоретичного креслення, виконуємо перевірку-водотоннажності й положення центру величини по довжині корпусу спроектованого судна з водотоннажністю, прийнятою на першій стадії проектування. Перевірку водотоннажності виконуємо методом трапецій. Розрахунок водотоннажності виконано у таблиці 1.6.1.1. Розрахунок положення центру величини по довжині судна наведено у таблиці 1.6.1.2. Визначення прийняти в таблиці:

№ шп	- номер теоретичного шпангоута;
Y_i	- ордината і-го теоретичного шпангоута (напівширота) на рівні ВЛ:;
$w_i = 2 \cdot \Sigma_{випр.} \cdot \Delta d$	- площа і-го теоретичного шпангоута по поточну ВЛ;
$\Delta d = d/5$	- відстань між теоретичними ватерлініями;
$\Delta L = L/20$	- відстань між теоретичними шпангоутами;
$\Sigma_{випр.}$	- виправлена сума поточного рядка;
$(Y_0 + Y_5)/2$	- поправка суми поточного рядка;

Таблиця 1.6.1.1. Визначення водотоннажності

№ шп	Y_0	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	ΣY_i	$\frac{Y_0 + Y_5}{2}$	$\Sigma_{випр.}$	w_i
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,15	4,15	2,07	2,07	6,63
1	0,00	1,75	2,62	3,32	4,74	6,65	19,07	3,32	15,74	50,36
2	0,33	3,41	4,68	5,89	7,12	8,51	29,93	4,42	25,51	81,59
3	0,98	5,36	6,87	8,04	9,03	9,90	40,17	5,44	34,73	111,10
4	1,96	7,64	8,94	9,80	10,42	10,86	49,62	6,41	43,21	138,22
5	3,09	9,39	10,36	10,89	11,11	11,21	56,05	7,15	48,90	156,41
6	4,08	10,52	11,06	11,22	11,25	11,25	59,39	7,67	51,72	165,44
7	4,81	11,12	11,25	11,25	11,25	11,25	60,92	8,03	52,89	169,20
8	4,81	11,16	11,25	11,25	11,25	11,25	60,97	8,03	52,94	169,33
9	4,81	11,16	11,25	11,25	11,25	11,25	60,97	8,03	52,94	169,33
10	4,81	11,16	11,25	11,25	11,25	11,25	60,97	8,03	52,94	169,33
11	4,81	11,16	11,25	11,25	11,25	11,25	60,97	8,03	52,94	169,33
12	4,81	11,16	11,25	11,25	11,25	11,25	60,97	8,03	52,94	169,33
13	4,81	11,16	11,25	11,25	11,25	11,25	60,97	8,03	52,94	169,33
14	4,78	11,11	11,24	11,25	11,25	11,25	60,88	8,02	52,86	169,09
15	4,50	10,80	11,10	11,19	11,24	12,25	61,08	8,38	52,70	168,59
16	3,82	9,75	10,27	10,51	10,67	10,81	55,83	7,31	48,51	155,18

17	2,72	7,79	8,47	8,82	9,08	9,36	46,23	6,04	40,19	128,56
18	1,32	5,00	5,77	6,23	6,56	6,98	31,85	4,15	27,70	88,61
19	0,00	2,21	2,95	3,29	3,47	3,91	15,83	1,95	13,88	44,39
20	0,00	0,64	1,41	1,63	1,20	0,00	4,88	0,00	4,88	15,62

$\Sigma w_i = 2664{,}95$ м^2;

$$\frac{w_0 + w_{20}}{2} = 11{,}12 \text{ м}^2;$$

$$\Sigma w_i - \frac{w_0 + w_{20}}{2} = 2664{,}95 - 11{,}12 = 2653{,}83 \text{ м}^2;$$

$$\nabla = \left[\Sigma w_i - \frac{w_0 + w_{20}}{2}\right] \cdot \frac{L}{20} = 2653{,}83 \cdot \frac{111{,}20}{20} = 11280 \text{ м}^3;$$

$\Delta = \gamma \cdot \nabla = 1{,}025 \cdot 11280 = 11562$ т.

Коефіцієнт загальної повноти:

$$C_b = \frac{\nabla}{LBd} = \frac{7238}{111{,}20 \cdot 17{,}00 \cdot 8{,}20} = 0{,}737.$$

Різниця між уточненим і початковим значеннями водотоннажності складає:

$$\frac{|11280 - 11313|}{11313} \cdot 100\% = 0{,}29\%.$$

Оскільки різниця між уточненим і початковим значеннями водотоннажності не перевищує 1,00%, корегування теоретичного креслення не вимагається.

Таблиця 1.6.1.2. Визначення координат центру величини по довжині судна

№ шп	k	w_i	$k \cdot w_i$
0	-10	3,27	-32,66
1	-9	25,72	-231,45
2	-8	42,55	-340,38
3	-7	56,75	-397,26
4	-6	70,89	-425,32
5	-5	80,61	-403,03
6	-4	85,65	-342,60

7	-3	88,48	-265,43
8	-2	90,00	-180,00
9	-1	90,00	-90,00
10	0	90,00	0,00
11	1	90,00	90,00
12	2	90,00	180,00
13	3	90,00	270,00
14	4	88,79	355,14
15	5	87,12	435,59
16	6	81,17	486,99
17	7	66,82	467,74
18	8	45,84	366,69
19	9	22,86	205,77
20	10	7,75	77,47

$$x_c = \frac{\sum k \cdot w_i}{\nabla} \cdot \frac{L}{20} = \frac{227,27}{11313} \cdot \frac{111,20}{20} = 0,085 \text{ м};$$

Різність між уточненим і початковим значеннями x_c складає:

$$\frac{|0,085 - 0,723|}{0,723} \cdot 100\% = 0,66\%.$$

1.6.2. Розрахунок місткості та контейнеромісткості

Розрахунки теоретичної місткості виробляються по епюрі ємності та креслення загального розташування. За теоретичною місткістю визначаються зернова та кипова вантажомісткості відсіків для генеральних та рефрижераторних вантажів, зернова місткість танків для рідких вантажів, паливних та баластових цистерн. Проводиться зіставлення питомої (відносної) вантажомісткості з питомо-вантажним обсягом генерального вантажу. Розташовуються абсциси центрів тяжкості обсягів перерахованих відсіків.

Контейнеромісткість n_k уточнюється шляхом розміщення контейнерів по ширині, висоті та довжині люків.

Побудова епюри місткості судна:

На рисунку відкладаємо довжину між перпендикулярами в масштабі й розбиваємо на 20 теоретичних шпацій.

По висоті приймається масштаб: в 1 см → 5,0 м^2.

По довжині приймається масштаб: в 1 см → 0,1теор. шп.

Для відповідних теоретичних шпангоутів рахується їхня площа до верхньої палуби. Значення площ відкладаються в масштабі на епюрі місткості вверх від основи кожного теоретичного шпангоута. З'єднуючи отримані точки плавною кривою від носового перпендикуляру до кормового перпендикуляру, будують лінію палуби на епюрі. Значення площ шпангоутів на рівні другого дна відкладаються на епюрі. Отримані точки з'єднуються плавною кривою від переборки форпіка до переборки ахтерпіка. Ця крива зображає лінію другого дна на епюрі.

Над лінією палуби на епюрі у відповідних місцях по довжині розташовуються комінгси-люків, бак і ют, а під КВЛ малюємо лінію подвійних бортів. Визначаються площі шпангоутів методом трапецій від основної площини до верхньої палуби.

Таблиця 1.6.2.1. Визначення ординат епюри місткости

№ шп	$w_{дд}$, м^2	$w_{вп}$, м^2	$w_{наб.}$, м^2
0		17,8	34,94
1	3,34	72,46	94,99
2	8,84	112,88	138,83
3	14,84	145,98	174,07
4	15,18	177,12	206,22
5	20,38	209,58	
6	22,74	219,68	
7	23,16	225,32	

8	23,16	228,38	
9	23,16	228,38	
10	23,16	228,38	
11	23,16	228,38	
12	23,16	228,38	
13	23,16	228,38	
14	23,16	225,94	
15	23,08	222,60	
16	22,12	209,14	
17	17,18	175,00	
18	9,96	123,88	
19	3,04	65,08	106,40
20	0	18,98	42,00

Значення місткості вантажних приміщень:

1) площа епюри між основною лінією та верхньою кривою в масштабах (довжин х площ) являє собою теоретичний об'єм всього корпусу;

2) площа епюри між основною лінією та кривою подвійного дна являє собою теоретичний об'єм подвійного дна;

3) площі епюри місткості які розташовані між трюмиими перекриттями,• лінією подвійного дна палубами являють собою теоретичні об'єми трюмів та твіндеків.

Зернова та кіпова місткість вантажних приміщень судна визначається в процентному відношенні від теоретичної:

$$W_з = 0{,}98 \cdot W_т;\ W_к = 0{,}90 \cdot W_т.$$

Таблиця 1.6.2.2. Місткість відсіків і приміщень судна

№	Найменування	$W_т$, м^3	$W_з$, м^3	$W_к$, м^3	x, м	z, м
1	Вантажний трюм №1	1590	1558	1431	39,71	6,16
2	Комінгс №1	282	276	254	37,68	11,14
3	Вантажний трюм №2	2847	2790	2562	18,90	6,67

4	Комінгс №2	430	421	387	18,90	11,14
5	Вантажний трюм №3	2873	2816	2586	-2,94	6,56
6	Комінгс №3	425	416	382	-2,94	11,14
7	Вантажний трюм №4	2470	2421	2223	-24,45	6,41
8	Комінгс №4	415	407	374	-24,45	11,14
	Σ	11332	11105	10199		

$W_т = 11332$ м^3 - теоретична місткість;

$W_з = 11105$ м^3 - зернова місткість;

$W_к = 10199$ м^3 - кіпова місткість.

Сумарне значення кіпової місткості всіх вантажних приміщень, розділене на заданий питомо-навантажувальний обсяг визначає розрахункову чисту вантажопідйомність $P_в$:

$$P_в = \frac{\sum W_к}{q} = \frac{10199}{1,40} = 7285 \text{ т.}$$

Питомо-навантажувальний обсяг при цьому становить: $q = 1,40$ м^3/т.

$$W_к^{погр} = P_ч \cdot q = 7238 \cdot 1,40 = 10133 \text{ м}^3$$

Умова забезпечення місткості $W_к^{погр} \leq W_к^{факт}$

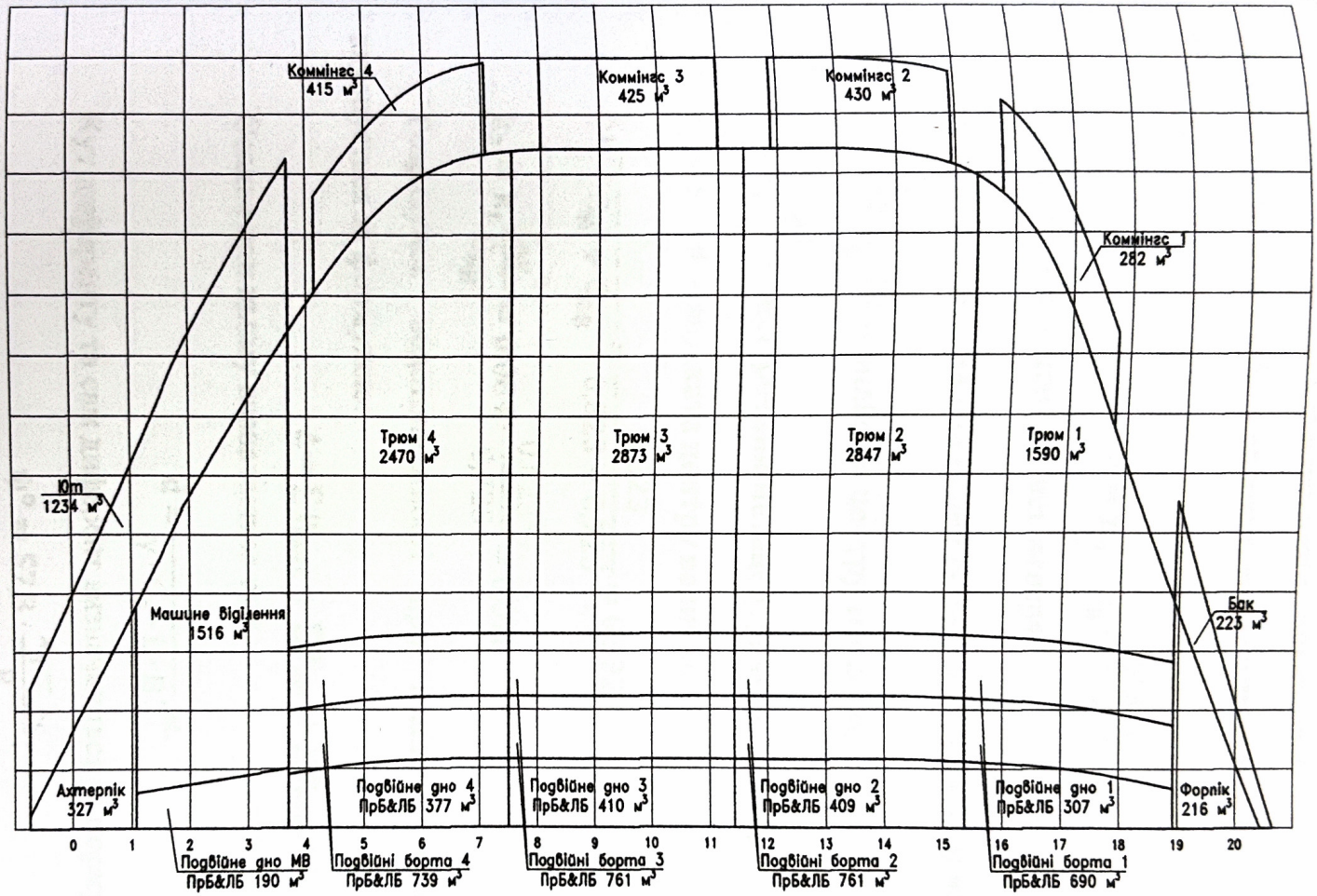
10133 м$^3 \leq 10199$ м^3 - умова забезпечення місткості виконана.

Таблиця 1.6.2.3. Місткість відсіків і приміщень судна

№	Найменування	$W_т$, м^3	$W_з$, м^3	x, м	z, м
1	Цистерна подвійного дна (ПрБ&ЛБ) №1	307	301	39,71	0,66
2	Цистерна другого борту (ПрБ&ЛБ) №1	690	676	39,71	6,06
3	Цистерна подвійного дна (ПрБ&ЛБ) №2	409	401	18,90	0,66

4	Цистерна другого борту (ПрБ&ЛБ) №2	761	746	18,90	6,56
5	Цистерна подвійного дна (ПрБ&ЛБ) №3	410	402	-2,94	0,66
6	Цистерна другого борту (ПрБ&ЛБ) №3	761	746	-2,94	6,46
7	Цистерна подвійного дна (ПрБ&ЛБ) №4	377	369	-24,45	0,66
8	Цистерна другого борту (ПрБ&ЛБ) №4	739	724	-24,45	6,31
9	Цистерна подвійного дна у МВ (ПрБ&ЛБ)	190	186	-42,40	0,91
10	Форпік	261	256	53,06	4,65
11	Ахтерпік	327	320	-53,48	5,25
	Σ	5232	5127		

Епюра місткості



Інв. № подл.	Підпись и дата	Взам. інв. №	Інв. № дубл.	Підпись и дата

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпись	Дата		Арк.
						49

1.6.3. Перевірка остійності та удиферентування судна

1.6.3.1. Загальні відомості

Мінімальним із характеристик початкової остійності є задоволення вимогам Регістру до вибору виправленої метацентричній висоти, що виражається як:

$$h = z_m - z_g - \frac{\sum \Delta m_h}{D},$$

де $z_m = r + z_c$ - апліката метацентра;

$\frac{\sum \Delta m_h}{\Delta}$ – поправка на вплив вільної поверхні рідких вантажів

$z_g = \frac{\sum_i P_i \cdot z_{gi}}{\Delta}$ – апліката центру тяжкості;

$r = k_2 \frac{B^2}{d}$ – поперечний метацентричний радіус;

$z_c = k_1 \cdot d$ – апліката центру величини;

$$k_1 = \frac{C_W}{C_W + C_{bB}} = \frac{0{,}823}{0{,}823 + 0{,}725} = 0{,}532.$$

$$k_2 = k_r \frac{C_W{}^2}{C_{bB}} = 0{,}084 \cdot \frac{0{,}823^2}{0{,}725} = 0{,}078.$$

Розрахунок водотоннажності при кожному з варіантів загрузки виконується за формулою:

$$\Delta = \sum P_{вант.} + \sum P_{зап.} + \sum P_{бал.}, \text{ т.}$$

Осадка при цьому визначається так:

$$d = \frac{\Delta}{\gamma \cdot C_b \cdot L \cdot B}, \text{ м.}$$

Кут диференту та сам диферент визначаються за формулами:

$$\psi^o = 57{,}3 \cdot \frac{x_g - x_c}{R_o};$$

$$d^* = (x_g - x_c) \cdot \frac{L_{ПП}}{R_o},$$

де $R_o = 0{,}9 \frac{C_W{}^2}{C_b{}^2} \cdot \frac{L^2_{ГВЛ}}{12 \cdot d}$ – продольний метацентричний радіус.

Осадка носом та кормою визначаємо за формулами:

$$d_н = d + \left(\frac{L_{пп}}{2} + x_f\right) \cdot \frac{\psi^o}{57,3};\ d_к = d - \left(\frac{L_{пп}}{2} + x_f\right) \cdot \frac{\psi^o}{57,3}.$$

Всі розрахунки виконуємо в табличному вигляді.

1.6.3.2. Перевірка остійності та удиферентування при завантаженні генеральним вантажем

При невеликому диференті на корму $\psi^o = -0,5^o$ судно в першому наближенні вважається удиферентоване. Позитивні кути диференту не допускаються. Початкова метацентрична висота має бути не менш ніж $h = 0,2$м.

Таблиця 1.6.3.2.1. Визначення ваги і координат ЦВ судна.

Варіант І: Судно при перевезенні генерального вантажу ($q = 1,40$ м^3/т), 100 % запасів і палива

Статті навантаження	P, т	x, м	z, м	P · x, т · м	P · z, т · м
Судно порожнем	4104	-4,67	6,14	-29520	38800
Запаси					
Паливо, мастило	500	-3,53	0,65	-1765	325
Вода, провізія	40	-0,50	10,25	-20	406
Екіпаж, расх. матеріал	20	-49,67	17,95	-993	359
Вантаж					
Трюм + комінгс №1	1897	47,75	6,1	90577	11571
Трюм + комінгс №2	3341	22,725	6,6	75915	22048
Трюм + комінгс №3	3341	-3,53	6,5	-11792	21714
Трюм + комінгс №4	2923	-29,4	6,35	-85926	18559
Σ	18381	-1,38	6,19	36475	113782

$x_c =$	0,72	$k_2 =$	0,078	$\psi^o =$	-0,45

$z_c =$	4,28	d =	8,00	d* =	-1,36
$k_1 =$	0,532	$d_н =$	7,48	r =	3,78
$x_g =$	-1,38	$d_к =$	8,53	$z_m =$	8,03
$z_g =$	6,19	$R_0 =$	207,25	h =	1,84

Диферент $\psi^o = -0{,}45°$ - задовільно;

Метацентрична висота $h = 1{,}84 > 0{,}2$ - задовільно.

У даному випадку завантаження вимоги до остійності й диферентуванні судна задовольняються.

Забезпечення помірності бортової качки:

$\tau = C\frac{B}{\sqrt{h}} = 0{,}8 \cdot \frac{17{,}0}{\sqrt{1{,}05}} = 13{,}2$ секунд - задовільно.

1.6.3.3. Перевірка остійності та удиферентування при перевезенні контейнерів

При невеликому диференті на корму $\psi^o = -0{,}5^o$ судно в першому наближенні вважається удиферентоване. Позитивні кути диференту не допускаються. Початкова метацентрична висота має бути не менш ніж $h = 0{,}15$м.

Маса трюмних контейнерів	15 т
Маса палубних контейнерів	12 т
Кількість трюмних контейнерів	278 TEU
Кількість палубних контейнерів	209 TEU
Загальна кількість контейнерів	487 TEU
Загальна маса контейнерів	6678 т

При перевезенні максимального числа вантажних контейнерів для забезпечення остійності необхідно прийняття баласту. Для трюмних і палубних контейнерів координати ЦТ визначені з урахуванням реальної конфігурації контейнерного штабеля.

Таблиця 1.6.3.3.1. Визначення ваги і координат ЦВ судна.

Варіант II: Судно при перевезенні контейнерів, 100 % запасів і палива

Статті навантаження	P, т	x, м	z, м	P · x, т · м	P · z, т · м
Судно порожнем	4104	-4,67	6,14	-29520	38800
Запаси					
Паливо, мастило	500	-3,53	0,65	-1765	325
Вода, провізія	40	-0,50	10,25	-20	406
Екіпаж, расх. матеріал	20	-49,67	17,95	-993	359
Вантаж					
Трюм + комінгс №1	780	47,75	6,1	90577	11571
Трюм + комінгс №2	2016	22,725	6,6	75915	22048
Трюм + комінгс №3	2016	-3,53	6,5	-11792	21714
Трюм + комінгс №4	1866	-29,4	6,35	-85926	18559
Баласт					
Цистерна другого борту (ПрБ&ЛБ) №1	1087	47,75	6,00	51900	6521
Цистерна другого борту (ПрБ&ЛБ) №2	1199	22,73	6,50	27247	7794
Цистерна другого борту (ПрБ&ЛБ) №3	1199	-3,53	6,40	-4232	7674
Цистерна другого борту (ПрБ&ЛБ) №4	1165	-29,40	6,25	-34251	7281
Σ	18381	-1,38	6,19	36475	113782

$x_c = 0,72$	$x_g = -1,62$	$d = 7,98$	$R_0 = 207,67$	$r = 4,97$
$z_c = 4,25$	$z_g = 7,39$	$d_н = 7,52$	$\psi^o = -0,40$	$z_m = 9,22$
$k_1 = 0,532$	$k_2 = 0,078$	$d_к = 7,41$	$d^* = -1,51$	$h = 1,83$

Диферент $\psi^{o} = -0{,}4° > -0{,}5°$ - задовільно;

Метацентрична висота $h = 1{,}83 > 0{,}15$ - задовільно.

У даному випадку завантаження вимоги до остійності й диферентуванні судна задовольняються.

Забезпечення помірності бортової качки:

$$\tau = C\frac{B}{\sqrt{h}} = 0{,}8 \cdot \frac{17{,}0}{\sqrt{1{,}05}} = 13{,}3 \text{ секунд - задовільно.}$$

1.6.5. Визначення граничних значень осадки, водотоннажності, дедвейту та чистої вантажопідйомності

Спроектоване судно можна розглядати, як повнонабірне, с залишковим надводним бортом. Відповідно із цим визначаємо граничне значення осадки, водотоннажності, дедвейту і чистої вантажопідйомності.

Приблизно оцінимо граничну осадку з вираження:

$$d_k = \frac{1}{k} \cdot D - a + b \cdot (C_b{}^0 - 0{,}68);$$

$$d_k = \frac{1}{1{,}333} \cdot 10{,}25 - 0{,}4 + 1{,}47 \cdot (0{,}747 - 0{,}68) = 8{,}31 \text{ м.}$$

Коефіцієнт k, a, b - - приймаються по рекомендаціям [1].

$C_b{}^0 = 0{,}68$ - коефіцієнт загальної повноти при осадці, що складає 85% від найменшої (по довжині судна) теоретичної висоти борту, але не менше 0.68. При довжинах - 120 м і більш вважати:

$$C_b{}^0 = 0{,}97 \cdot C_b + 0{,}03 = 0{,}97 \cdot 0{,}740 + 0{,}03 = 0{,}747.$$

Граничну водотоннажність визначаємо по приблизній формулі:

$$\Delta_{пред} = \Delta \cdot \left(\frac{d_k}{d}\right)^{\frac{C_W}{C_b}} = 11596 \cdot \left(\frac{8{,}31}{8{,}20}\right)^{\frac{0{,}823}{0{,}740}} = 14000 \text{ т.}$$

Граничний дедвейт при цій водотоннажності:

$$dw_{пред} = \Delta_{пред} - \Delta_{пор} = 14000 - 4104 = 9896 \text{ т.}$$

При незмінних далекості плавання R і потужності енергетичної установки, слідством збільшення осадки судна є збільшення опору руху судна, і відповідно,

часу рейсу і запасів палива і води. Для приблизної оцінки чистої вантажопідйомності використаємо формулу:

$$P_{чпред} = dw_{пред} - 1{,}1 \cdot (P_{тп} + P_{вп} + P_{рм}) = 11442 \text{ т.}$$

1.6.6. Регістрова місткість судна

Важливою характеристикою судна є його регістрова місткість, що визначається у відповідності з Міжнародної Конвенції по обміру суден 1969 г.

$$GT = k_1 \cdot W^1 = 0{,}290 \cdot 30201 = 8746,$$

де $k_1 = 0{,}2 + 0{,}02 \cdot \lg W^1 = 0{,}2 + 0{,}02 \cdot 30201 = 0{,}290;$

$W^1 = 30201 \text{ м}^3$ - обсяг усіх закритих приміщень судна - складається з обсягу основного корпуса, обсягу надбудов, рубок і всіх інших приміщень, закритих від впливу моря.

Чисту місткість суховантажного судна визначаємо по формулі:

$$NT = k_2 \cdot W_c \cdot \left(\frac{4 \cdot d}{3 \cdot D}\right)^2 = 0.281 \cdot 11332 \cdot \left(\frac{4 \cdot 8{,}20}{3 \cdot 10{,}25}\right)^2 = 5617,$$

де $W_c = 11332 \text{ м}^3$ - обсяг вантажних примішень;

$k_2 = 0{,}2 + 0{,}02 \cdot \lg W_c = 0{,}2 + 0{,}02 \cdot 11332 = 0.281$, але не більше 1,0.

$$NT \geq 0{,}3 \cdot GT;\ 5617 \geq 2624 = 0{,}3 \cdot 8746.$$

1.7. Висновок

У цій кваліфікаційній роботі було розроблено і спроектовано багатоцільове судно дедвейтом 7500 т, швидкістю 13,5 вуз., дальністю плавання 10000 м. миль для перевезення контейнерів і генеральних вантажів.

Архітектурно-конструктивний тип судна було обрано за прототипом і обґрунтовано сучасними рішеннями для таких же типів суден. Завдяки отриманим розрахунками, було накреслено теоретичне креслення судна, загальне розташування, що в свою чергу допомогло визначитися з розмірами вантажних приміщень, розташуванням якірного та швартовного обладнання.

Цей проект відповідає всім вимогам і стандартам, зокрема щодо безпеки судна та його ефективності. Потенційні перспективи використання цього судна

включають його застосування в галузі торгівлі.

Через те, що судно було спроектовано під багатоцільове, тому вантажні відсіки в нього підлаштовані під різноманіття товарів. Наприклад, сипучий вантаж - зернові культури та порошок, вантажі в тарі - контейнери, роли, тюки, палети, мішки. Так само, під різні типи вантажу була розрахована остійність судна, вага вантажу, що може перевозитися. Тим самим забезпечено економічну складову цього проекту.

Отже, спроектоване багатоцільове судно - має невелику довжину, що забезпечує його маневреність, малогабаритність, спроможність заходити в низку портів, у які велике судно не в змозі потрапити, проходити через вузькі канали, проливи, тощо. При цьому має ширину, яка дозволяє розмітити вантажі в достатній кількості для вигідних рейсів.

Також, судно оснащене корабельним бульбом. Завдяки своїй формі, він створює зустрічні хвильові амплітуди, які частково нейтралізують основну хвилю, що утворюється форштевнем судна, знижуючи хвильовий опір (опір Фруда) корпусу. Це особливо ефективно при швидкостях у межах 13 - 18 вузлів, де хвильовий опір є визначальним компонентом загального опору. Такий конструктив дозволяє підвищити енергетичну ефективність, збільшити швидкість ходу або зменшити потужність при заданій швидкості, що в сукупності забезпечує економію пального на рівні 10 - 15%.

В завершені, треба підкреслити, що багато аспектів було розкрито у роботі та так само багато аспектів ще потрібно розв'язати емпіричними методами. Загальну мету - проектування багатоцільового судна для перевезення генеральних вантажів і контейнерів - було вирішено і викладено в цій роботі.

					КРБ – 135 «Суднобудування»		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпись	Дата			
Розроб.		Антонов			Проект багатоцільового судна dw = 7500 т	Літ.	Арк. 57 / Аркушів
Перевір.		Дімова					
Керівник						ОНМУ ННМІТІ 4 курс	
Н. Контр.		Чапленко			Технологія суднобудування		
Затверд.							

РОЗДІЛ 2. Технологія суднобудування

У цьому розділі розглядаються основні технологічні етапи побудови багатоцільового судна, яке проектується в рамках даної випускної кваліфікаційної роботи. Процес будівництва охоплює всі основні стадії — від плазово-розміточних робіт до швартових випробувань. Особливу увагу приділено вибору суднобудівної верфі, обґрунтуванню її технічних можливостей та сучасному підходу до побудови корпусу з урахуванням таких конструктивних особливостей проєктованого судна, як широке розкриття палуби, вантажні крани в ДП.

2.1. Технічний опис об'єкта будівництва

Проєктоване багатоцільове судно призначене для перевезення генеральних вантажів та стандартних контейнерів у змішаному режимі. Це універсальне судно, яке має забезпечити високу вантажну ефективність, маневреність, надійність у мореплаванні та відповідність сучасним міжнародним вимогам (зокрема нормам IMO, MARPOL, SOLAS).

Проєктом передбачено дедвейт 7500 тонн при повному завантаженні, швидкість ходу 12 вузлів та дальність плавання 6000 морських миль. Питомо-навантажувальний об'єм складає 1,40 м³/т, що дозволяє ефективно використовувати внутрішній вантажний простір для змішаного вантажопотоку. Однією з ключових конструктивних особливостей судна є широке розкриття палуби, вантажні крани в ДП.

Основні технічні характеристики проєкту:

— енергетична установка — дизельна (Caterpillar 8DKM-28e потужністю N ≈ 2880 кВт), з оптимізацією під економічний режим експлуатації;

— один валовий лінійний гвинт регульованого кроку з можливістю реверсу;

— машинне відділення розміщується у кормі;

— надбудова з ходовою рубкою розташована над машинним відділенням;

— вантажні трюми з прямокутними люками, що мають широке розкриття для зручності проведення вантажних операцій;

— подвійне дно по всій довжині корпусу для розміщення баластних та

паливних танків і підвищення безпеки судна.

Основні розміри судна:

— довжина найбільша Lmax = 110 м;

— довжина між перпендикулярами Lпп = 107,9 м;

— ширина B = 16,0 м;

— висота борту H = 8,0 м;

— осадка при повному завантаженні T = 6,2 м.

Такі габарити дозволяють експлуатувати судно як у міжнародних, так і в обмежених припортових акваторіях, забезпечуючи високу гнучкість експлуатаційного використання.

2.2. Обґрунтування вибору заводу-будівника з урахуванням особливостей проєкту

Для побудови судна обрано Damen Shipyards Antalya — сучасну верф, що розташована у Анталія (Туреччина). Підприємство спеціалізується на будівництві сталевих суден малого та середнього тоннажу і має значний досвід реалізації проєктів багатоцільових суден класу handysize. Виробничі можливості заводу повністю відповідають усім технічним вимогам проєкту.

Damen Shipyards Antalya має понад 120000 м² загальної площі, з них понад 38000 м² — закриті виробничі приміщення, що дозволяють вести роботи впродовж усього року незалежно від погодних умов. Виробничі потужності включають:

— сухий док розмірами 200 × 32 м, що достатньо для побудови проєктованого судна;

— крани вантажопідйомністю 2 × 80 т (портальні) та мобільні 85 т, 30 т, які дозволяють маніпулювати блоками корпусу масою до 120–150 т;

— транспортери для переміщення великих блоків між цехами та стапелем;

— плазморізальні комплекси з ЧПУ для розкрою листового металу;

— напівавтоматичні зварювальні комплекси CO_2/MAG;

— сталевий цех продуктивністю 2700 т/рік.

Також верф має власний комплекс для фарбування, гідростатичних

випробувань та антикорозійної обробки. Усі виробничі процеси сертифіковані відповідно до міжнародних стандартів ISO 9001, ISO 14001 та ISO 45001, а роботи виконуються під наглядом провідних класифікаційних товариств (BV, DNV, LR, ABS). Орієнтовна вартість будівництва судна на даній верфі на 25–30% нижча за аналогічну вартість на верфях ЄС при порівнянній якості, а терміни побудови становлять 16–20 місяців.

2.3. Обґрунтування вибору методу збирання корпусу та розбивки на блоки і секції

Будівництво корпусу судна виконується блоково-секційним методом. Це означає, що корпус збирається з окремих секцій і блоків, виготовлених заздалегідь у цехових умовах. Метод дозволяє паралельно вести виготовлення кількох блоків, а також максимально насичувати блоки трубопроводами, електрикою та іншими інженерними елементами ще до встановлення на стапель. Це суттєво скорочує стапельний період і покращує якість монтажу.

Загальна схема побудови судна складається з таких послідовних етапів:

— виготовлення деталей корпусу — обшивки, набору, балок;

— збирання вузлів — зварювання в єдині конструктивні частини;

— складання плоскостних та об'ємних секцій;

— формування блоків шляхом об'єднання кількох секцій;

— монтаж базових блоків на стапелі (машинне відділення, форпік);

— послідовне стикування вантажних блоків, ахтерпіка та надбудови;

— фінальне зварювання та герметизація монтажних стиків;

— зовнішнє фарбування корпусу та оснащення палуби.

Межі блоків визначаються за конструктивними перебірками, довжиною зварних швів та зручністю транспортування. Маса одного блоку для проєктованого судна може досягати 120–150 т, що відповідає можливостям кранового обладнання верфі. Корпус ділиться приблизно на 7–8 поперечних блоків плюс окремий блок надбудови. Стикування блоків ведеться переважно від корми до носа, що дозволяє раніше розпочати добудову машинного відділення та паралельно виконувати монтаж систем.

Зварювання блоків між собою виконується згідно з технологічними картами та чинними стандартами якості. Контроль виконуваних швів здійснюється візуально, а також неруйнівними методами — ультразвуковою дефектоскопією та рентген-контролем для відповідальних з'єднань. Після складання корпусу виконується герметизація, антикорозійна обробка та підготовка до фарбування.

2.4. Спуск судна на воду

Спуск судна на воду є завершальним етапом стапельного будівництва корпусу й одним із найвідповідальніших моментів усього виробничого процесу. З огляду на габарити та масу проєктованого судна, на верфі Damen Shipyards Antalya застосовується метод поперечного спуску по ковзальній доріжці.

Поперечний спуск передбачає встановлення судна перпендикулярно до лінії берега на спеціальні дерев'яно-металеві полозки (салазки), які монтуються на стапельній доріжці. Поверхня полозків змащується спеціальними мастилами (жировими або синтетичними мастилами на основі графіту чи тальку), що значно зменшують коефіцієнт тертя та дозволяють корпусу ковзати контрольовано й без ривків. Також використовуються гальмівні пристрої, які забезпечують плавність і безпечність процесу.

Перед спуском здійснюється комплекс попередніх робіт:

— перевіряється маса корпусу та положення центру ваги;

— виконується балансування судна за осадкою та остійністю;

— перевіряються розрахункові зусилля на ковзання та тиск на доріжки;

— встановлюються кріплення та страхувальні механізми.

На сучасній верфі процес спуску повністю автоматизований: застосовується електронна система моніторингу, яка в реальному часі відстежує швидкість спуску, крен судна, залишкові напруження в корпусі. При необхідності процес може бути призупинений або сповільнений за допомогою гальмівних пристроїв.

Спуск відбувається під дією сили тяжіння: після зняття фіксаторів корпус починає поступово ковзати по доріжці, переходить у воду та набуває плавучості.

Одразу після занурення виконується оцінка положення судна на воді, перевіряються шпангоути на наявність деформацій, а також функціонування клапанів та інженерних систем. Після успішного спуску судно буксирується до добудовчого причалу, де тривають внутрішні роботи, установка надбудовного обладнання, систем життєзабезпечення та проводяться швартові випробування.

2.5. Монтаж ізоляції

Монтаж ізоляції на судні є одним із важливих технологічних етапів, що забезпечує безпеку експлуатації, комфорт екіпажу, енергоефективність та виконання вимог пожежної безпеки. На багатоцільовому судні застосовуються чотири основні види ізоляції: теплова, звукова, вогнезахисна (протипожежна) та вібраційна. Кожен вид ізоляції має своє призначення і встановлюється у відповідних приміщеннях судна.

Теплоізоляція встановлюється у районах, що межують із машинним відділенням, паливних танках, котельних, рефрижераторних приміщеннях, і призначена для запобігання тепловтратам та конденсації. Звукоізоляція встановлюється у житлових приміщеннях, рульовій рубці та штурманській, для забезпечення норм за рівнем шуму згідно з MSC.337(91). Вогнезахисна ізоляція класів A-60, A-30, B-15 застосовується для розділення приміщень категорій згідно з SOLAS Chapter II-2. Вібраційна ізоляція реалізується через пружні прокладки під фундаменти ГЕУ, ДГ, насосів — вона знижує передачу вібрації на корпус судна.

Згідно з вимогами ІМО та класифікаційних товариств усі ізоляційні матеріали мають бути негорючими (non-combustible) та сертифікованими. На проєктованому судні застосовуються мати з мінеральної (базальтової) вати щільністю 80–100 кг/м³ — для теплозвукоізоляції перебірок та палуб у житлових приміщеннях; плити з кам'яної вати з фольгованим покриттям — для ізоляції шахт МВ та котельних трубопроводів; спеціальні плити Promatect-H, Marinate-100 — для вогнезахисної ізоляції класу A-60; склотканина — для оздоблення поверх ізоляції; гумометалеві амортизатори виробництва Vulkan, Trelleborg — для вібраційної ізоляції фундаментів обладнання.

Монтаж ізоляції виконується після завершення гідравлічних випробувань танків та основних трубопроводів, а також після прокладання кабельних трас. Послідовність робіт включає очищення поверхонь корпусу від іржі, окалини та бризок зварювання з обов'язковим пневматичним обдмухуванням; забарвлення поверхонь епоксидним або алкідним ґрунтом для антикорозійного захисту; установлення приварних шпильок М6–М8 з кроком 200–300 мм; укладання матів ізоляції з натягом на шпильки та фіксація шайбами і стопорами; ущільнення стиків алюмінізованим скотчем або герметиком; оздоблення зовнішнім шаром (оцинкована сталь для МВ, пластикові панелі для житлових приміщень, листовий алюміній для зовнішніх перебірок надбудови).

Після завершення монтажу проводиться приймання робіт із перевіркою щільності та цілісності ізоляційного шару, відповідності товщини проєктній документації, пожежної сертифікації використаних матеріалів, теплопровідності методом прямого вимірювання у житлових приміщеннях, а також звукоізоляційних характеристик на стадії здавальних випробувань. Усі результати оформлюються протоколами, які входять до здавальної документації судна.

2.6. Швартові випробування

Швартові випробування є завершальним етапом добудови судна на причалі перед проведенням ходових випробувань. Вони проводяться з метою перевірки працездатності всіх основних і допоміжних систем судна в умовах його стоянки біля причалу, без виходу в море.

Під час швартових випробувань особливу увагу приділяють роботі енергетичної установки: запуску головного двигуна, перевірці його систем змащення, охолодження, подачі палива, автоматичного керування. Випробовується робота гвинторульового комплексу, у тому числі функціональність рульової машини, приводу, датчиків кута перекладки стерна.

Також проводиться перевірка всіх електросистем судна — від головного розподільного щита до локальних мереж освітлення та автоматизації. Окремо тестується аварійне живлення, генератори, система заземлення та ізоляції. У

межах випробувань перевіряються система пожежогасіння та тривожної сигналізації; системи зв'язку та навігації; баластна система; герметичність вантажних відсіків і перебірок; насосне обладнання, компресори, системи вентиляції та кондиціонування; системи водопостачання, каналізації, опалення.

Усі випробування виконуються згідно з затвердженою програмою, під технічним наглядом класифікаційного товариства та представника судновласника. За результатами випробувань складається технічний акт. Тільки після успішного завершення швартових випробувань та усунення всіх виявлених недоліків судно допускається до наступного етапу — ходових випробувань у морі.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпись	Дата	КРБ – 135 «Суднобудування»			
Розроб.		Антонов			Проект багатоцільового судна dw = 7500 т Охорона праці	Літ.	Арк. 65	Аркушів
Перевір.		Дімова				ОНМУ ННМІТІ 4 курс		
Керівник								
Н. Контр.		Чапленко						
Затверд.								

РОЗДІЛ 3. Охорона праці

Проєктування багатоцільового судна для перевезення генерального вантажу та контейнерів дедвейтом 7500 тонн зі швидкістю 12 вузлів і дальністю плавання 6000 морських миль передбачає врахування не лише технічних характеристик та конструктивних рішень, але й питань охорони праці під час виготовлення елементів корпусу на стадії будівництва судна. Враховуючи передбачені конструктивні особливості — широке розкриття палуби, вантажні крани в ДП — збільшується складність монтажу й обробки корпусу, що вимагає ретельного дотримання норм охорони праці. Кожен етап — від розкрою листового прокату до остаточного фарбування — має бути організований з урахуванням чинних нормативних вимог, міжнародних стандартів і внутрішніх правил підприємства. Особливу увагу в межах проєкту приділено питанням безпеки під час електрогазозварювальних робіт, оскільки саме ці роботи становлять підвищений ризик травматизму.

Виробничим майданчиком для побудови судна обрано верф Damen Shipyards Antalya (Туреччина), яка має сучасну інфраструктуру: загальна площа підприємства складає понад 120000 м², з них понад 38000 м² займають криті цехи. На території працюють сухий док розмірами 200 × 32 м, крани вантажопідйомністю 2 × 80 т (портальні) та мобільні 85 т, 30 т, сталевий цех продуктивністю 2700 т/рік. Типова маса корпусних секцій становить 120–150 т, що потребує чітко налагодженої логістики, контрольованого переміщення та дотримання режиму безпеки на всіх технологічних етапах.

3.1. Особливості безпеки при виконанні зварювальних робіт

На етапі зварювання конструкцій судна основним пріоритетом є дотримання правил, встановлених НПАОП 0.00-1.15-07 та галузевими стандартами охорони праці. До зварювальних робіт допускаються особи, що пройшли медичний огляд, навчання за відповідною професією та інструктаж з охорони праці, мають кваліфікаційне посвідчення з відмітками про допуск до конкретного типу робіт. Електрозварник повинен мати II групу з електробезпеки, газозварник — спеціальне свідоцтво.

Робочі місця зварників обладнані локальною витяжкою безпосередньо біля зони зварювання, заземленням, переносними щитами для захисту інших працівників від ультрафіолетового випромінювання. Зварники забезпечуються маскою з автоматичним затемненням, вогнестійким спецодягом, рукавицями-крагами, діелектричним взуттям, респіратором.

Для великих корпусних конструкцій використовується напівавтоматичне або автоматичне зварювання, що дозволяє не тільки підвищити якість швів, а й зменшити безпосередній контакт людини з небезпечними зонами нагріву та електричної напруги. Усі зварювальні апарати проходять регулярні перевірки технічного стану та електробезпеки. При роботі у замкнених приміщеннях (трюми, цистерни, форпік, ахтерпік) обов'язкові: знижена напруга 12 В для освітлення, аналіз повітря на вибухонебезпечні гази та достатній вміст кисню (не менше 20%), постійна примусова вентиляція, наявність спостерігача поза приміщенням, рятувальний пояс із страхувальним фалом.

3.2. Правила безпеки під час проведення електрогазозварювальних робіт

Електрогазозварювальні роботи є одним із найбільш небезпечних видів робіт у суднобудуванні. Працівники піддаються впливу таких чинників: ураження електричним струмом, опіки розплавленим металом, вплив зварювального аерозолю, ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання, вибух і пожежа від іскор, отруєння токсичними газами в обмежених приміщеннях.

При електрозварюванні напруга холостого ходу зварювального трансформатора не повинна перевищувати 80 В (для пристроїв постійного струму — 90 В). Корпус апарата та виріб, що зварюється, мають бути надійно заземлені. Заборонено зварювати посудини, ємності, трубопроводи під тиском або такі, що містили легкозаймисті рідини, без попереднього очищення та дегазації. Електроди, тримачі та кабелі повинні мати справну ізоляцію.

При газозварюванні балони з киснем і ацетиленом зберігаються та транспортуються вертикально у спеціальних візках, окремо один від одного, із

запобіжними ковпачками. Заборонено використовувати кисневі балони з масляним забрудненням — масло у поєднанні з киснем призводить до вибуху. Манометри, редуктори та шланги мають бути перевірені та опломбовані. Кожен газ — окремий шланг свого кольору (синій — кисень, червоний — горючий газ). Запобіжні гідрозатвори/полум'явідсікачі обов'язкові на лінії горючого газу. Робоче місце звільняється від легкозаймистих матеріалів у радіусі не менше 5 м.

На місці робіт обов'язкова наявність первинних засобів пожежогасіння: порошкового вогнегасника (≥5 кг), вуглекислотного (2 кг), ящика з піском, азбестового покривала, бочки з водою. Усі отвори для проходу іскор у сусідні приміщення закриваються азбестовими або металевими щитами. По завершенні робіт місце оглядається упродовж не менше 2 годин, а при роботах поблизу ізоляції чи паливних танків — до 4 годин. Усі тимчасові вогневі роботи проводяться лише за наявності оформленого Наряду-допуску.

3.3. Дотримання правил безпеки при холодній обробці металів

Холодна обробка металів включає процеси різання, гнуття, свердління, клепання та складання елементів корпусу. Усі роботи повинні проводитися відповідно до Правил безпеки при виконанні робіт з холодної обробки металів. Основні вимоги: огородження рухомих частин механізмів; використання індивідуального захисту — захисні окуляри, рукавиці, спецодяг; постійне очищення робочої поверхні від стружки та мастил; перевірка справності інструментів перед початком зміни.

Операторів верстатів навчають правилам техніки безпеки та періодично проводять повторні інструктажі. Також на верфі встановлюються обмеження на роботу під час утоми або хвороби працівника для запобігання нещасним випадкам.

3.4. Пожежна безпека під час корпусних робіт

Пожежна безпека — один із ключових аспектів на етапі будівництва судна, особливо через велике використання зварювальних робіт та робіт із легкозаймистими матеріалами. Усі виробничі зони обладнані вогнегасниками, спеціальними щитами із засобами пожежогасіння (пісок, азбестові покривала).

Забезпечується постійна наявність евакуаційних виходів без перешкод. Робітники проходять навчання діям у разі виникнення пожежі.

На місцях виконання зварювання встановлюються автоматичні датчики температури і диму. Роботи поблизу складів зберігання фарб, розчинників чи мастил категорично забороняються без спеціального дозволу та додаткових заходів безпеки. На території верфі діє автоматизована пожежна система, вогнегасники, пожежні гідранти. У кожному цеху розміщено плани евакуації. Тренування проводяться щоквартально.

3.5. Санітарно-гігієнічні умови праці

Організація робочого середовища повинна відповідати нормам по мікроклімату, рівню шуму та вібрації. У виробничих приміщеннях контролюється температура повітря (+16...+22°C), його вологість (40–60%) та швидкість руху повітря. Рівень шуму на робочих місцях не повинен перевищувати 85 дБ. Виробничі приміщення оснащені потужними вентиляційними системами для видалення пилу та випарів, а також високим рівнем освітленості, щоб уникнути аварійних ситуацій.

Працівники повинні мати можливість скористатися побутовими приміщеннями для відпочинку, переодягання, гігієнічних процедур. Обов'язково передбачаються кімнати для короткочасного відпочинку при роботах, що потребують тривалої концентрації уваги. Також організовується регулярне медичне обстеження персоналу для своєчасного виявлення професійних захворювань.

3.6. Заходи щодо зниження виробничих ризиків

Для підвищення безпеки праці на етапі збирання корпусу судна на верфі розробляються та впроваджуються додаткові заходи:

— використання сучасних підйомно-транспортних засобів для переміщення важких деталей;

— проведення щотижневих інструктажів з охорони праці;

— введення системи фіксації та аналізу інцидентів для попередження повторних випадків;

— регулярний аудит технічного стану обладнання та засобів індивідуального захисту;

— ведення журналу інструктажів та призначення відповідальних осіб наказом.

Завдяки цим заходам ризик виникнення нещасних випадків або аварій на виробництві істотно знижується. Таким чином, забезпечення охорони праці при будівництві багатоцільового судна на верфі Damen Shipyards Antalya вимагає дотримання комплексу заходів, які охоплюють усі етапи: від зварювання та монтажу до обробки й очищення. Завдяки технічній оснащеності підприємства, високій кваліфікації персоналу і впровадженій системі безпеки можливе ефективне та безпечне виготовлення судна.

СПЕЦІФІКАЦЯ

Тип	Багатоцільове судно. Судно однопалубне, чотиритрюмне, з одним гвинтом та двигуном, з баком, з ютом, з кормовим розташуванням житлової рубки, з кормовим розташуванням машинного відділення, з подвійним дном, з бульбовим нісом та транцевою кормою, з люковими закриттям. У проекті передбачено конструктивні особливості судна: бульбовий ніс, широке розкриття палуби.
Призначення	Перевезення генерального вантажу та контейнерів
Клас	КМ AUT2 Ice2 CONTAINER GEN CARGO
Довжина найбільша	118,99 м
Довжина між перпендикулярами	111,20 м
Ширина судна	17,00 м
Висота борту	10,25 м
Осадка КВЛ	8,20 м
Вагова водотоннажність	11886 т
Об'ємна водотоннажність	11596 м3
Дедвейт	7500 т
Експуатаційна швидкість	12,00 вуз.
Кількість членів екіпажу	19
Дальність плавання	6000 м. миль
Потужність двигуна	3200 кВт

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Демідюк О. В., Васильченко О. Є. Проектування багатоцільового судна для перевезення генеральних вантажів і контейнерів: Методичні вказівки для виконання розрахунково-графічного завдання. Одеса: ОНМУ, 2023.

2. Правила про вантажну марку. Регістр Судноплавства України, Київ 2020.

3. Правила класифікації та побудови морських суден. Том 2. Регістр Судноплавства України, Київ 2020.

4. Онищенко А.Ф. Методичні вказівки "Визначення головних розмірів судна у першому наближенні". ОНМУ 2022.

5. Іванов, О. П. Основи суднобудування. Київ: Видавництво "Наукова думка", 2018.

6. Петров, М. С. Суднові конструкції та матеріали. Одеса: Видавництво "Політехніка", 2016.

7. Мельников, В. Г. Новітні технології в зварюванні суднобудівних конструкцій. Суднобудівельний вісник, 29(1), 77-89, 2021.

8. Гордієнко, С. П. Процеси виробництва в суднобудуванні. Харків: Видавництво "Техніка", 2021.

9. Кравченко, М. О. Охорона праці в суднобудуванні. Київ: Видавництво "Техніка безпеки", 2018.

10. Демченко, І. А. Безпека праці при виробництві суднобудівних конструкцій. Харків: Видавництво "Техніка, 2020.

11. MAN Energy Solutions. Marine engine programme 2020. Augsburg: MAN Energy Solutions, 2020. 252 с.

№1

StrikePlagiarism.com

Звіт не був оцінений

Метадані

ДОКУМЕНТ

Заголовок
Антонов К. КРБ

Автор
Антонов

Науковий керівник / Експерт
доцент Ірина Вікторівна Чапленко

ІД документу
334422488

ОРГАНІЗАЦІЯ

Назва організації
Odesa National Maritime University

підрозділ
Суднобудування і судноремонт

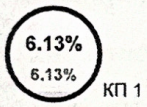
ЗВІТ

Дата звіту
2026-06-25

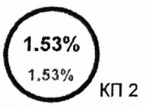
Дата редагування

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



КП 1



КП 2



КЦ

25
Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2

20525
Кількість слів

147538
Кількість символів

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв		61
Інтервали		0
Мікропробіли		0
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		88

Джерела

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз

Колір тексту

#	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	Чендарогло маг [redacted] 12/8/2025	73 0 (0.36 %)

Odesa National Maritime University (Суднобудування і судноремонт)

2	Чендарогло маг [redacted] 12/8/2025 Odesa National Maritime University (Суднобудування і судноремонт)	65 0 (0.32 %)
3	http://shipregister.ua/books/PVM2020.pdf	57 0 (0.28 %)
4	http://shipregister.ua/books/PVM2020.pdf	56 0 (0.27 %)
5	Чендарогло маг [redacted] 12/8/2025 Odesa National Maritime University (Суднобудування і судноремонт)	37 0 (0.18 %)
6	Записка_1 [redacted] 12/8/2025 Odesa National Maritime University (Суднобудування і судноремонт)	26 0 (0.13 %)
7	Чендарогло маг [redacted] 12/8/2025 Odesa National Maritime University (Суднобудування і судноремонт)	24 0 (0.12 %)
8	Записка_1 [redacted] 12/8/2025 Odesa National Maritime University (Суднобудування і судноремонт)	24 0 (0.12 %)
9	http://rp.onmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/4417/%D0%9A%D0%A0%28%D0%9C%29_%D0%A6%D0%B8%D0%BA%D1%83%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%9E.%D0%9E.-%D0%9E%D0%B1%D2%91%D1%80%D1%83%D0%BD%D1%82%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%BE-%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D1%83%D0%BC%D0%BE%D0%B2%20%D0%B7%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%BF%D0%BE%D1%82%D1%83%D0%B6%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%B9%20%D0%A7%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D1%83%20%D0%B7%20%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D0%BA%D0%B8%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%B9%D0%BD%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B2.pdf?sequence=1	24 0 (0.12 %)
10	Чендарогло маг [redacted] 12/8/2025 Odesa National Maritime University (Суднобудування і судноремонт)	21 0 (0.1 %)

База даних RefBooks

#	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)

Домашня база даних (4.2 %)

#	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	Чендарогло маг [redacted] 12/8/2025 **Odesa National Maritime University (Суднобудування і судноремонт)**	**638 (41) (3.11 %)**
2	Записка_1 [redacted] 12/8/2025 **Odesa National Maritime University (Суднобудування і судноремонт)**	**204 (16) (0.99 %)**
3	Дипломна робота Кушнір А.В. [redacted] 6/12/2026 Odesa National Maritime University (Практична психологія)	15 (1) (0.07 %)

4	КОНКУРСНА РОБОТА [redacted] 3/17/2026 Odesa National Maritime University (Суднобудування і судноремонт)	6 (1) (0.03 %)

Програма обміну базами даних ☐

#	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)

Інтернет (1.93 %) ☐

#	ДЖЕРЕЛО URL	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
5	http://shipregister.ua/books/PVM2020.pdf	**113 (2) (0.55 %)**
6	http://rp.onmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/4417/%D0%9A%D0%A0%28%D0%9C%29_%D0%A6%D0%B8%D0%BA%D1%83%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%9E.%D0%9E.-%D0%9E%D0%B1%D2%91%D1%80%D1%83%D0%BD%D1%82%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%BE-%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D1%83%D0%BC%D0%BE%D0%B2%20%D0%B7%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%BF%D0%BE%D1%82%D1%83%D0%B6%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%B9%20%D0%A7%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D1%83%20%D0%B7%20%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D0%BA%D0%B8%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%B9%D0%BD%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B2.pdf?sequence=1	110 (8) (0.54 %)
7	http://rp.onmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/1955/%D0%9A%D0%A0%20%28%D0%91%29%20%D0%93%D1%83%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%90%D0%95%20%D0%92%D0%B8%D0%B1%D1%96%D1%80%20%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D1%83%20%D1%84%D1%80%D0%B0%D1%85%D1%82%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D1%81%D1%83%D0%B4%D0%B5%D0%BD%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D0%BD%D1%8C%20%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%97%20%D0%BA%D1%83%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B7%D0%B8.pdf?sequence=1	39 (3) (0.19 %)
8	http://visnyk.onmu.org.ua/index.php/1/article/download/244/243/	21 (3) (0.1 %)
9	http://docplayer.net/78178724-Pravila-klasifikaciyi-ta-pobudovi-suden-zmishanogo-plavannya.html	20 (2) (0.1 %)
10	https://vikidalka.ru/3-46736.html	17 (1) (0.08 %)
11	https://nuph.edu.ua/wp-content/uploads/2016/12/%D0%9F%D0%9E%D0%9B-%D0%BF%D1%80%D0%BE-%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%8F%D0%B4%D0%BE%D0%BA-%D0%BF%D1%96%D0%B4%D0%B3%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B8-%D1%82%D0%B0-%D0%B7%D0%B0%D1%85%D0%B8%D1%81%D1%82%D1%83-%D0%B2%D0%B8%D0%BF%D1%83%D1%81%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D0%BA%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%84%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%80%D0%BE%D0%B1%D1%96%D1%82.pdf	17 (2) (0.08 %)
12	https://dspace.khadi.kharkov.ua/bitstreams/f52d54cc-cf97-42ad-8b2c-965ddd66a079/download	15 (1) (0.07 %)
13	https://ua-referat.com/uploaded/ekolog-ichni-problemi-virobnictva-moroziva/index1.html	12 (2) (0.06 %)
14	http://www.weidmann-mpm.com/	11 (1) (0.05 %)
15	http://inmad.vntu.edu.ua/portal/static/397081BA-F0FD-4C9B-97AB-F4E345DE112A.docx	8 (1) (0.04 %)
16	https://thelib.info/literatura/2177559-zavdannya-na-ekrannu-vipusknu/	7 (1) (0.03 %)
17	http://rp.onmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/4454/3.%D0%9C%D0%92___%D0%9A%D0%9C%D0%92%D0%A0 %D0%BC%D0%B0%D0%B3 %D0%A5%D0%9E%D0%9D%D0%95%D0	6 (1) (0.03 %)

%9B%D0%86%D0%AF_%D0%91%D0%A3%D0%93%D0%90%D0%84%D0%92%D0%90_%D0%9A%D0%90%D0%9B%D0%AE%D0%96%D0%9D%D0%90%20.%20%D0%BA%D0%B0%D1%84.%20%D0%9C%D0%A0%D0%9F%D0%92%D0%A8%D0%A2%D0%95.%20%D0%B4%D1%80%D1%83%D0%BA.%20%D0%A3%D0%94%D0%9A.pdf?sequence=1

Список прийнятих фрагментів

#	ЗМІСТ	КІЛЬКІСТЬ ОДНАКОВИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)

НАПРАВЛЕННЯ НА РЕЦЕНЗІЮ

Рецензенту п. Александровській Н.І.
(прізвище, ініціали)

Шановний Надія Ігорівна
(ім'я, по-батькові)

Направляємо на рецензію кваліфікаційну роботу студента 4 курсу
Навчально-наукового морського інженерно-технічного інституту,
спеціальність **13 Механічна інженерія**
освітня програма **135. Суднобудування**
РВО бакалавр (бакалавр /магістр) Антонов К.О. (ПІБ студента)
на тему Проєкт багатоцільового судна для перевезення ген. вантажу та контейнерів DW=7500т, швидкість V=12,0 вузлів, дальність плавання 6000 миль, q_T=14 кг/т. Передбачити конструктивні особливості судна: широке розміщення палуби, вантажні крани в ДП
Додаток: Розрахунково-пояснювальна записка на 72 арк.
Графічна частина на 4 арк.
«19» 06 2026 р. Директор ННМІТІ

РЕЦЕНЗІЯ

1. Актуальність теми, діяльність розробки (наскільки чітко в розробці аргументована актуальність)	У КРБ достатньо аргументована актуальність.
2. Відповідь роботи завданню за змістом та обсягом	КРБ відповідає завданню за змістом та обсягом
3. Приклади розроблення розділів та питань, виконаних на високому науково-теоретичному, організаційному чи практичному рівні (відображаються не менше 3 питань, а саме: новизна ідей, методів виконання, глибина проробки і використання ЕОМ, економічне обґрунтування та економічний ефект тощо)	На практичному рівні виконані розділи: обґрунтування та технологія суднобудування
4. Рівень використання літературних джерел (особливо зазначаються періодичні видання, інформаційні матеріали)	Рівень використання літ. джерел - достатній

5. Повнота застосування чинних нормативно-технічних документів (які стандарти не використані, чи є посилання на недіючі нормативно-технічні документи)	Не зовсім достатнє застосування чинних н-т документів
6. Якість оформлення пояснювальної записки (грамотність, акуратність, якість брошурування тощо) та графічної частини	Якісно оформлення - хороша
7. Недоліки та зауваження по розділах та кресленнях роботи, зазначити не менше трьох недоліків та/або зауважень суттєвого змісту	1. Не прорахована кількість контейнерів на бокову виді 2. Не зрозуміла доцільність встановлення кранів типу 2 та 3 типами 3. Недостатньо опрацьовано розташування приміщень в цеху

ВИСНОВКИ

Підготовленість студента до самостійної інженерної роботи

Антонов Кіріл Олегович підготовлен

Оцінка кваліфікаційної роботи відмінно

(відмінно, добре, задовільно, незадовільно)

РЕЦЕНЗЕНТ

к.т.н. доц. Александровська-Н.І. _____ (_____)

(інженерна кваліфікація, учений ступень, звання) (особистий підпис) Ім'я ПРИЗВИЩЕ

«23» 06 2026 р.

Форма ОНМУ ХХ.УУУ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ПОДАННЯ
ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ
ЩОДО ЗАХИСТУ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Направляється студен **АНТОНОВ Кірілл Олегович** до захисту кваліфікаційної роботи за спеціальністю (напрямом підготовки) **135 « Суднобудування»**,
(шифр і назва)

на тему «Проект багатоцільового судна для перевезення генерального вантажу та контейнерів, dw = 7500 т, швидкість v = 12,0 вуз, дальність плавання – 6000 м. миль, питомо-навантажувальний об'єм – 1,40 м3/т. Передбачити конструктивні особливості судна: широке розкриття палуби, вантажні крани в ДП.
The project of multi-purpose vessel for the transportation of general cargo and containers, dw = 7500 t, speed v = 12,0 knots, range – 6000 n.miles, stowage factor -- 1,40 m3/t. Provide the structural features of the vessel: wide deck opening, cargo cranes on CL.».
Кваліфікаційна робота і рецензія додаються.

Заст.директора ННМІТІ _____ Тетяна БЕРНЕВЕК
(підпис)

Довідка про успішність

АНТОНОВ Кірілл Олегович за період навчання в Навчально-науковому морському інженерно-технічному інституті з 2022 року до 2026 року повністю виконав навчальний план за напрямом підготовки, спеціальністю з таким розподілом оцінок за:
національною шкалою: відмінно _69_%, добре _30_%, задовільно _1_%;
шкалою ЄКТС: A ____%; B ____%; C ____%; D ____%; E ____%.

Ст.інспектор ННМІТІ _____ Тетяна БЕРНЕВЕК
(підпис) (прізвище та ініціали)

Висновок керівника кваліфікаційної роботи

Студент(ка) Антонов К.О. має бажання глибоко вивчати професію корабела

Керівник ~~проекту~~ (роботи) _____
(підпис)

«19» 06 2026 року

Висновок кафедри про дипломний ~~проект~~ (роботу)

Кваліфікаційну роботу розглянуто. Студент(ка) Антонов К.О.
(прізвище та ініціали)

допускається до захисту цього(цієї) проекту (роботи) в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри суднобудування і судноремонту ім. професора Ю.Л. Воробйова

_____ Головачев А.Ю.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«19» 06 2026року.