

Одеський національний морський університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий морський інженерно-технічний інститут

(назва факультету (відділення))

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

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка до випускної кваліфікаційної роботи студента(ки)

бакалавр

(студент, який склав)

на тему: Проект багатопільового судна для перевезення генерального вантажу і контейнерів, $d_w=12000$ т, швидкість $v=14,0$ вузл., дальність плавання 10000м. миль, питомо-навантажувальний об'єм 1,50 м³/т. Передбачити конструктивні особливості судна: велике розкриття головної палуби, крани на ЛБ і Пр.Б

Виконав: студент(ка) 4 курсу, з/в групи
галузі знань, спеціальності:

13 «Механічна інженерія»

135 «Суднобудування»

(кодиф. назва напрямку підготовки, спеціальності)

Кая Бурак

(підписав та ініціали)

Керівник Онценко А.Ф.

(підписав та ініціали)

Рецензент Васильченко О.Є.

(підписав та ініціали)

Одеса - 2024 рік

Одеський національний морський університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення ІНМІТІ

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

Рівень вищої освіти бакалавр

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»

(кодифікація)

Спеціальність 135 «Суднобудування»

(кодифікація)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Александровська Н.І.

«15» 01 2024р.

ЗАВДАННЯ

НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Кая Бурак

(прізвище, ім'я, по батькові)

- Тема випускної кваліфікаційної роботи (ВКР) Проект багатоцільового судна для перевезення генерального вантажу і контейнерів, $d_w=12000$ т, швидкість $v=14,0$ вузл., дальність плавання 10000м. миль, питомо-навантажувальний об'єм 1,50 м³/т. Передбачити конструктивні особливості судна: велике розкриття головної палуби, крани на ЛБ і Пр.Б
керівник випускної кваліфікаційної роботи Оніщенко А.Ф.
затверджені наказом вищого навчального закладу від № 89, від "21" 03.2024р.
- Строк подання студентом випускної кваліфікаційної роботи з 01.06.24р.
- Вихідні дані до випускної кваліфікаційної роботи: Були розглянуті технічні матеріали багатоцільових суден.
- Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 4.1 Загальні розрахунки; 4.2 Проектування багатоцільового судна; 4.3. Технологія суднобудування; 4.4 Охорона праці;
- Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
5.1 Теоретичне креслення; 5.2 Загальне розташування;
5.3 Схема технології побудови судна.

Керівник випускної
кваліфікаційної роботи

Оніщенко А.Ф.
(підписати та надати)

Студент

Кав Б.
(підписати та надати)

№	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Срок виконання етапів випускної	Примітка
1.	Вибір завдання	15.04.24	
2.	Переддипломна (дослідницька практика)	15.04.24	
3.	Коригування завдання за результатами практики	18.04.24	
4.	Проміжний звіт на кафедрі оцінка готовності	15.05.24	
5.	Попередній захист на кафедрі	05.06.24	
6.	Рецензування	8.06.24	
7.	Захист на засіданні екзаменаційної комісії	10.06.24	

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

7. Дата видачі завдання

15.01.24

Роль	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання визначити	Підпис, дата
6.1 ОП	Ст. вик. Шпота О.О.		
6.2 ТС	доц. Кошарська Л.В.		
6.3 НК	ст. викл. Чапленко Л.В.		

6. Консультанти розділів випускної кваліфікаційної роботи

Введення

Метою даної роботи є розробка проекту багатоцільового сухогрузного судна, що відповідає загальним вимогам технічного завдання. Судно повинне бути пристосоване для перевезення генерального вантажу й найбільшого можливого числа контейнерів міжнародного стандарту.

Проектоване судно призначене для експлуатації на лініях з мало обладнаними портами, тому є необхідність в установці досить потужного вантажного пристрою. Передбачається, що судно в процесі експлуатації буде робити тривалі рейси з постійною експлуатаційною швидкістю, що виправдовує застосування носового бульба. На початкових стадіях проектування, виконаних в проекті, ураховується необхідність задоволення надалі вимогам Правил Регістра [1], а також передбачається можливість будівлі судна на одному з вітчизняних суднобудівних підприємств.

						Лист
№	Лист	№ докум.	Річний	Дата		4

Анотація

Кая Бурак. Проект багатоцільового судна для перевезення генерального вантажу і контейнерів, $\Delta w=12000$ т, швидкість $v=14,0$ вузл., дальність плавання 10000 м.миль, питома-навантажувальний об'єм $1,50 \text{ м}^3/\text{т}$. Передбачити конструктивні особливості судна: АКТ на розсуд студента, подвійні борти.

Кваліфікаційна робота на здобуття першого (бакалавра) рівня вищої освіти у галузі знань 13 «Механічна інженерія» за напрямком підготовки 135 «Суднобудування» ім. проф. Воробйова Ю.Л. Навчально-наукового морського інженерно-технічного інституту ОНМУ, Одеса, 2024.

У випускній кваліфікаційній роботі розглядається проектування багатоцільового судна для перевезення генерального вантажу і контейнерів $\Delta w=12000$ т.

Метою роботи є проект багатоцільового судна для перевезення генерального вантажу та контейнерів $\Delta w=12000$ т.

У роботі були вирішені задачі поглибленого аналізу проектування та доцільності його виконання.

Ключові слова: багатоцільове судно, генеральний вантаж, проектування.

						Лист
№	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		5

Abstracts

Kay B. The project of multi-purpose vessel for the transportation of general cargo and containers, $d_w=12000t$, speed $v=14.0$ kn, range 10000 n.miles, stowage factor $1.50 \text{ m}^3/t$. Provide the structural features of the vessel: ACT at the discretion of the student. Double boards.

Qualification work for the first (bachelor's degree) level of higher education in the field of knowledge 13 "Mechanical Engineering" in the field of study 135 "Shipbuilding" – Department of Shipbuilding and Ship repair named after Prof. Yurii Vorobiev< Educational and Research Marine Engineering Institute of ONMU, Odesa, 2024.

The final qualification work considers the project of a multi-purpose vessel for the transportation of general cargo and containers $d_s=12000$ t..

The purpose of the work is the design of a multi-purpose vessel for the transportation of general cargo and container ships $d_w=12000$ tons.

In the work, the problems of in-depth design analysis and the expediency of its implementation were solved.

Keywords: multipurpose vessel, general cargo, design.

[illegible]

					КРБ-135 «Суднобудування»			
Лист	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Проект базисного судна дв-12000г	Літ.	Арк.	Архивна
Викон.		Кля Буряк	<i>[Signature]</i>				1	7
Перев.		Сиваченко О.Ф.	<i>[Signature]</i>		01. Проектування	ОНМУ ННІМТІ 4 курс		
В. Констр.		Чайченко І.В.	<i>[Signature]</i>	05.02.20				
Дата								

1 Проектування судна

1.1 Дані для проектування

1.1.1 Технічне завдання

Проектується багатоцільове суховантажне судно з вертикальним способом грузообробки для перевезення генеральних вантажів дедвейтом 12000 т, експлуатаційна швидкість 14 вузл, дальність плавання 10000 миль, питомо-навантажувальний об'єм $1,5 \text{ м}^3/\text{т}$, район плавання не обмежений.

Основні елементи прототипу:

Водотоннажність.....	17895т;
Дедвейт.....	12500т;
Довжина між перпендикулярами.....	138,0м;
Ширина.....	20,6м;
Висота борта.....	12,0м;
Осад.....	9,0м;
Швидкість ходу.....	17,0вузл;

1.1.2 Вибір архітектурно-конструктивного типу судна

Машинне відділення розташовуємо в кормовій частині судна, у результаті одержимо більш коротку лінію вала, більш повні вантажні трюми, одну вантажну зону. Судно двопалубне. Житлов рубка розташована в кормовій частині. Судно має 5 трюмів. Борти подвійні, подвійне дно по всій довжині від форпіка до ахтерлика. Седловатість і погиб бімсів верхньої палуби - відсутні. Люкові вирізи - центральні. Носовий край - похилий форштевень для зменшення хвильового опору, з бульбом. Корма - транцева, у носовому краї розташований бак. Судно - Одногвинтове. Кермо - напівбалансирне напівпідвісне. На судні встановлені 3 крани. Два по бортах один у центральній частині судна.

Тип Енергетичної Установки - МОД.

1.2 Попереднє визначення техніко-експлуатаційних характеристик судна

1.2.1 Здавальна й технічна швидкості

Здавальна швидкість V_{zd} у вузлах обчислюється по експлуатаційній швидкості V , за допомогою наближеного виразу:

$$V_{zd} = (1,07 + 1,10) \cdot V, \text{ вузл.};$$

$$V_{zd} = (1,07 + 1,10) \cdot 14 = 14,98 + 15,4, \text{ вузл.};$$

Приймаємо $V_{zd} = 15,0$, вузл.

Під V_{zd} мається на увазі швидкість на ходових випробуваннях судна із проектним осіданням, проведених на тихій глибокій воді, корпус чистий, свіжопофарбований, потужність максимальна тривала.

						Лист
Лист	Лист	№ докум.	Голов.	Дата		8

1.2.2 Дальність плавання

Відповідно до технічного завдання $R = 10000$ миль

1.2.3 Вантажопідйомність

Чиста вантажопідйомність, оцінюємо, користуючись виразом:

$$P_r = \epsilon \cdot d\omega, \text{ Т.};$$

$$P_r = 0,86 \cdot 12000 = 10320 \text{ Т.};$$

Коефіцієнт $\epsilon = 0,86$ визначений приблизно за допомогою графіка (мал. 3.1., [2]).

1.2.4 Контейнеромісткість

Для грубої оцінки контейнеромісткості судна даного дедвейту можна прийняти

$$n_s = \frac{d\omega}{20} = \frac{12000}{20} = 600 \text{ (шт.)},$$

1.3 Визначення основних елементів судна в першому наближенні

1.3.1 Водотоннажність

Водотоннажність визначається, за допомогою коефіцієнта утилізації водотоннажності η_{dw} по дедвейту:

$$\Delta = \frac{d\omega}{\eta_{dw}} = \frac{12000}{0,658} = 18237 \text{ Т.};$$

$$\nabla = \frac{\Delta}{\gamma} = \frac{18237}{1,025} = 17792 \text{ м}^3;$$

Для визначення коефіцієнта η_{dw} використався графік залежності η_{dw} від дедвейту (мал. 4.1., [2]), $\eta_{dw} = 0,658$.

1.3.2 Довжина судна

Довжина судна між перпендикулярами L_{pp} визначається після завдання відносної довжини судна:

$$l = 3,45 + 0,114 \cdot V_{CS} = 3,45 + 0,114 \cdot 15,0 = 5,16;$$

Шукана довжина L_{pp}

$$L_{pp} = l \cdot \sqrt[3]{V} = 5,16 \cdot \sqrt[3]{17792} = 134,0 \text{ м.};$$

1.3.3 Коефіцієнти форми корпусу судна й абсциса ЦВ

1.3.3.1 Коефіцієнт повноти водотоннажності

$$C_D = 0,99 - 1,2 \cdot Fr_{CS} = 0,99 - 1,2 \cdot 0,215 = 0,674;$$

тут: $Fr_{CS} = \frac{V_{CS}}{\sqrt{g \cdot L_{pp}}};$

						Лист
№	Лист	№ докум.	Голов.	Дата		9

$V_{сд} = 0,514 \cdot 15,0 = 7,71$ - здавальна швидкість, м/с.

$$Fr_{сд} = \frac{7,71}{\sqrt{9,81 \cdot 148}} = 0,215.$$

1.3.3.2 Коефіцієнт повноти мідель-шпангоута

Тому що $Cb > 0,65$, приймаємо $Cm = 0,985$;

1.3.3.3 Коефіцієнт поздовжньої повноти

Коефіцієнт поздовжньої повноти ϕ обчислюємо по формулі:

$$Cp = \frac{Ca}{Cm} = \frac{0,674}{0,985} = 0,684.$$

1.3.3.4 Коефіцієнт повноти ПГВЛ

Коефіцієнт повноти ПГВЛ Cw звичайно зв'язують із коефіцієнтом Cp . Зокрема, можна прийняти:

$$Cw = 0,7 \cdot Cp + 0,3 = 0,7 \cdot 0,684 + 0,3 = 0,779.$$

1.3.3.5 Абсциса ЦВ

Для визначення відносної абсциси центра величини (ЦВ) використовується діаграма, запропонована Ватсоном мал. 4.2, [2]). По знайденому раніше значенню коефіцієнта $Ca = 0,688$, визначається відносна абсциса ЦВ у відсотках від довжини судна $L_{гг} = 134$ м. відлічувана в ніс (зі знаком "+"), або в корму (зі знаком "-") від мідель-шпангоута.

$X_c / L_{гг} = -1,3$ - у ніс від миделя;

$X_c = -1,924$ м;

1.3.4 Потужність головних двигунів

Номінальну потужність $N_{ном}$ головних двигунів можна знайти, користуючись наближеним способом Ю. А. Будницького. Шукана $N_{ном}$ у квт, необхідна для досягнення швидкості V_s в умовах здавальних випробувань (тиха, глибока вода, свіжопофарбований корпус) визначається по формулі:

$$N_{ном} = K_T \cdot K_\phi K_\rho \cdot N_0 \cdot \frac{1}{\eta_p};$$

де: $N_0 = 4,8 \cdot 10^3$ - базова потужність, у квт, визначається залежно від знайденого раніше водотоннажності $\Delta = 18237$ т. і експлуатаційної швидкості $V = 14$ узл. за графіком (мал. 4.3, [2]);

					Лист
Зм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	10

$K_s = 1,24$ і $K_1 = 1,03$ - коефіцієнти, обумовлені по графіках (мал. 4.4 і мал. 4.5, [2]) залежно від коефіцієнта загальної повноти судна $C_m = 0,674$, відносної довжини $l = 5,67$ й числа Фруда $Fr = 0,263$;

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

$K_2 = 1,25$ - коефіцієнт, що враховує вплив середніх умов експлуатації судна (вітру, хвилювання, стану поверхні корпусу й т.д.). Застосування таких підвищених значень K_2 дає підстави для більшої впевненості в забезпеченні даної швидкості. Воно, у всякому разі, більше виправдано при передбачуваному використанні судна в районах інтенсивного обростання й частих штормів.

$$N_{\text{ном}} = 1,25 \cdot 1,24 \cdot 1,03 \cdot 4,8 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{0,71} = 10793 \text{ кВт.}$$

Вибираємо двигун марки WARTSILA RT-flex 58T version D, rating point R3.
Циліндрів – 6од.,

$N = 10860 \text{ кВт. } n = 840 \text{ об/хв.}$

вага 322 т,

довжина – 7,384м,

ширина – 3,820м,

висота – 8,822м.

1.3.5 Перевірка й уточнення довжини судна

Перевірка й уточнення довжини $L_{\text{пл}} = 134 \text{ м.}$ знайденої по (3.2) з погляду її відповідності реальним можливостям компоновання судна виконується за допомогою співвідношення:

$$L_{\text{пл}} = L_{\text{ф}} + L_{\text{а}} + L_{\text{мв}} + \sum l_{\text{п}} + \sum l_{\text{д.1}} + l_{\text{д}} + l_{\text{к}};$$

де: $L_{\text{ф}}$ - довжина форпіка;

$L_{\text{а}}$ - довжина ахтерпіка;

Мінімальне число поперечних водонепроникних перебирень - 5;

Довжина форпіка: $0,05L_{\text{пл}} \leq l_{\text{ф}} \leq 0,08L_{\text{пл}}$, або 10м у залежності що менше;

$$0,05 \cdot 134,0 \leq l_{\text{ф}} \leq 0,08 \cdot 134,0;$$

$$6,7 \leq l_{\text{ф}} \leq 10,72;$$

Приймаємо $L_{\text{ф}} = 9,0 \text{ м.}$;

Довжина шпаций у форпіку дорівнює 0,6 м.;

На довжині форпіка вийде $\frac{9,0}{0,6} = 15$ шпаций.

Довжина ахтерпіка: $L_{\text{а}} = 0,04L_{\text{пл}} + 1,5$;

$$L_{\text{а}} = 0,04 \cdot 134,0 + 1,5 = 5,36 \text{ м.}$$

Довжина шпаций в ахтерпіке дорівнює 0,6 м.;

На довжині ахтерпіка вийде $\frac{5,36}{0,6} = 9$ шпаций

Приймаємо довжину ахтерпіка $L_{\text{а}} = 7,2 \text{ м.}$

						Лист
№	Лист	№ докум.	Об'єм	Дата		11

$L_{\text{гп}}$ можна знайти залежно від номінальної потужності головного двигуна $N_{\text{гп}} = 10793 \text{ кВт}$, і кормового розташування МВ $L_{\text{гп}} = 18,9 \text{ м}$.

Кількість трюмів - 5;

Довжина шпаций в середній частині судна дорівнює $0,75 \text{ м}$;

Довжини комінгсів люків $l_{\text{л}}$ установлюються залежно від розмірів (довжини) і числа $n_{\text{л}}$ поперечних рядів стандартних контейнерів, розташованих по довжині люків. За рекомендацією К. В. Кохановського й Е. Г. Оберемка для знаходження $l_{\text{л}}$ може бути використана емпірична залежність:

$$l_{\text{л}} = 6,3 \cdot n_{\text{л}} + 0,5 \text{ м};$$

$$l_{\text{л1}} = 6,3 \cdot 2 + 0,5 = 13,1 \text{ м}.$$

Прийнята $l_{\text{л1}} = 13,3 \text{ м}$ (19 шпаций $a=0,7 \text{ м}$)

$$l_{\text{л2}} = 6,3 \cdot n_{\text{л1}} + 0,5 = 6,3 \cdot 2 + 0,5 = 13,1 \text{ м}$$

Прийнята $l_{\text{л2}} = 13,5 \text{ м}$ (18 шпаций $a=0,75 \text{ м}$)

$$l_{\text{л3}} = 6,3 \cdot 4 + 0,5 = 25,7 \text{ м}.$$

Прийнята $l_{\text{л3}} = 25,5 \text{ м}$ (34 шпаций $a=0,75 \text{ м}$)

$$l_{\text{л4}} = 6,3 \cdot 4 + 0,5 = 25,7 \text{ м}.$$

Прийнята $l_{\text{л4}} = 25,5 \text{ м}$ (34 шпаций $a=0,75 \text{ м}$)

$$l_{\text{л5}} = 6,3 \cdot n_{\text{л1}} + 0,5 = 6,3 \cdot 2 + 0,5 = 13,1 \text{ м}$$

Прийнята $l_{\text{л5}} = 13,5 \text{ м}$ (18 шпаций $a=0,75 \text{ м}$)

$$L_{\text{гп}} = 9 + 17,65 + 18 + 30 + 30 + 17,8 + 18,9 + 7,2 = 148,55 \text{ м};$$

Різниця між уточненою довжиною і первісним значенням $L_{\text{гп}}$ невелика, повторний розрахунок коефіцієнтів форми корпусу, потужність головного двигуна й κ , які базуються на довжині судна, не потрібен.

1.3.6 Ширина, висота борта й осадка судна

Поперечні розміри судна - ширина В і висота борта D при вже відомих довжині й коефіцієнтах форми корпусу (п.п. 3.1 і 3.2) перебувають із наступних умов:

- забезпечення необхідної місткості судна під час перевезення генерального вантажу;
- забезпечення необхідної Правилами Регістра поперечної остійності. Висота борта D повинна задовольняти вимогам Правил Регістра про вантажну марку, що нормує надводний борт судна.

1.3.6.1 Забезпечення місткості судна

Необхідна для проєктованого судна місткість забезпечується відпорядкуванням головних елементів судна рівнянню місткості, що зв'язує їх з

					Лист
					/2

наведеною теоретичною вантажомісткістю основного корпусу W_{tr} , що являє собою обсяг судна вище подвійного дна, обмежений зверху верхньою палубою, а по довжині - кінцевими переборками вантажного простору. Завдання може бути вирішена за допомогою побудови безрозмірної епюри місткості. Ординати епюри являють собою відносини площ перетинів основного корпусу судна

$F(\bar{x})$ до площі перетину по мідель-шпангоуті (β' - коефіцієнт повноти площі F_0

побудовані в крапках осі абсцис, що відповідають різним значенням відносної

абсциси $\bar{x} = \frac{x}{L_{пл}}$ - відстань розглянутого перетину від носового

перпендикуляра). Для побудови епюри необхідно попередньо обчислити

коефіцієнти загальної повноти основного корпусу для носової ($\delta_{нос}$) і

кормовий ($\delta_{корм}$) його половин:

$$\delta_{нос} = \delta_n + 2,25 \bar{x}_c ;$$

$$\delta_{корм} = \delta_n - 2,25 \bar{x}_c ;$$

де: δ_n - коефіцієнт загальної повноти основного корпусу судна, обумовлений по формулі:

$$\delta_n = C_\delta + C_\epsilon \cdot \left(\frac{D}{d_v} - 1 \right) \cdot (1 - \delta) ;$$

де: $C_\delta = 0,3$ - для U-образних носових шпангоутів;

$$d_v/D = 0,85 ;$$

$C_\epsilon = 0,674$ - коефіцієнт повноти водотоннажності;

$$\bar{x}_c = \frac{x_c}{L_{пл}} = -0,013 \text{ м. - відносна абсциса ЦВ судна;}$$

$$\delta_n = 0,674 + 0,3 \cdot \left(\frac{1}{0,85} - 1 \right) \cdot (1 - 0,674) = 0,691 ;$$

$$\delta_{нос} = 0,691 + 2,25 \cdot (-0,013) = 0,661 ;$$

$$\delta_{корм} = 0,691 - 2,25 \cdot (-0,013) = 0,720 ;$$

Відношення n/t перебуває приблизно по формулі:

$$\frac{D}{d} = 1,07 \cdot q \cdot \frac{P_r}{\Delta} + \frac{h_{dd}}{d} ;$$

де: $q = 1,5 \text{ м}^3/\text{т}$ - заданий питомий навантажувальний обсяг генерального вантажу;

$$P_r/\Delta = \eta_r = 10320/18237 = 0,565 - \text{коефіцієнт утилізації водотоннажності по}$$

чистій вантажопідйомності;

h_{dd} - висота подвійного дна.

Відношення h_{dd}/d може бути прийняте за середньостатистичним даними:

При конструктивному осіданні (суду із МНБ) $h_{dd}/d = 0,15 + 0,15$;

приймаємо $h_{dd}/d = 0,15$;

$$\frac{D}{d} = 1,07 \cdot 1,5 \cdot 0,565 + 0,15 = 1,36 ;$$

					Лист
Лист	№ докум.	Підпис	Дата		13

Відповідно до правил приймаємо $n_{дд}/D = 0,13$;

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

$$B \cdot D = \frac{K_3 (W_{доп}^{max} + W_d)}{\left(1 + W_d\right) a \cdot \omega \cdot \beta \cdot L_{доп}}$$

де: $W_{доп}^{max}$ - повна зернова вантажомісткість судна;

W_d - те ж для діптанків, подвійних бортів і інших подібних приміщень,

розташованих у межах вантажних відсіків вище подвійного дна;

$W_d = 0,053$ - ємність усередині комінгсів осей люків до рівня кришок, (з таблиці 4.5);

K_3 - коефіцієнт, що враховує тілесність набору пайола й т.п.; $K_3 = 1,01$ - для судів з подвійними бортами;

$a = 1$ - коефіцієнт, який враховує наявність седловатості й погибу палуби, (сідловатість і погиб палуби відсутній);

$\omega = 0,576$ - коефіцієнт повноти площі епюри ємності

для визначення коефіцієнта β рекомендується наближена формула:

$$\beta = \frac{C_m + \frac{D}{d} - 1}{D/d};$$

де: $C_m = 0,985$ - коефіцієнт повноти площі мидель-шпангоута;

$$\frac{D}{d} = 1,36;$$

$$\beta = \frac{0,985 + 1,36 - 1}{1,3} = 0,988;$$

Повна вантажна місткість судна обчислюється за умовами ТЗ по вираженню:

$$W_{доп}^{max} = W_{ген};$$

де: $W_{ген} = K_{ген} \cdot P_{ген} \cdot q$ - зернова місткість для генерального вантажу

$$K_{ген} = 1,01 + 1,03$$

					Лист
					14
№	Лист	на Лист	Лист	Дана	

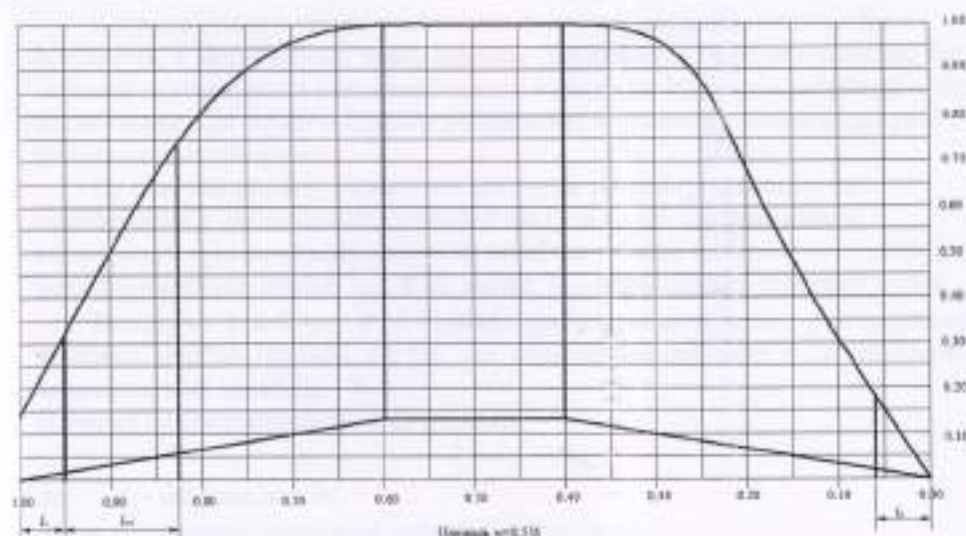


Рисунок 1.3.6.1.1 – Безрозмірна епіюра ємності

для суден з подвійними бортами, приймаємо $K_{\text{свт}} = 1,01$; $P_{\text{св}} = 10320 \text{ т}$, і $q = 1,5 \text{ м}^3/\text{т}$ – відповідно чиста вантажопідйомність судна й питомий навантажувальний обсяг генерального вантажу.

$$W_{\text{св}}^{\text{ген}} = 1,01 \cdot 10320 \cdot 1,5 = 15634 \text{ м}^3;$$

Для грубої оцінки обсягу $W_{\text{в}}$ можливі наступні рекомендації.

$$W_{\text{в}} \approx 0,4 \cdot \left(\frac{P_{\text{г}}}{\gamma_{\text{г}}} + \frac{P_{\text{бал}}}{\gamma_{\text{бал}}} \right)$$

де: $P_{\text{г}}$ – необхідна при заданій дальності плавання маса палива й мастила, що визначається приблизно як частка дедвейту по формулі $P_{\text{г}} = dW \cdot (t - c)$;

$c = 0,815$ (визначений приблизно за допомогою графіка (мал. 3.1.));

$\gamma_{\text{г}} = 0,85 \text{ т/м}^3$ – середня щільність палива;

$$P_{\text{г}} = 12000 \cdot (1 - 0,815) = 2220 \text{ т};$$

$P_{\text{бал}}$ – масу баласту в середньому можна прийняти $P_{\text{бал}} = 0,4 \cdot dW$,

$$\gamma_{\text{бал}} = 1,025 \text{ т/м}^3;$$

$$P_{\text{бал}} = 0,4 \cdot 12000 = 4800 \text{ т};$$

$$W_{\text{в}} \approx 0,4 \cdot \left(\frac{2220}{0,85} + \frac{4800}{1,025} \right) = 2918;$$

$$B \cdot D = \frac{1,01 \cdot (15634 + 2918)}{(1 + 0,01625) \cdot 1 \cdot 0,576 \cdot 0,988 \cdot 148,55} = 216 \text{ м}^2;$$

1.3.6.2 Ширина й висота борта судна

За	Лист	№ докум.	Підпис	Датум

Лист

15

Ширина судна є одним з основних факторів, що впливають на його остійність, з іншого боку, вибір ширини пов'язаний з вимогою можливо більше повного використання вантажомісткості судна при перевозі контейнерів, що задовольняється шляхом їхнього розміщення в просвітах люків по ширині з мінімальними зазорами.

На підставі аналізу характеристик судна розглянутого типу, що перебувають в експлуатації, отримані наступні дані, що дозволяють сформулювати трюмний контейнерний штабель - число трюмних контейнерів, розташованих по ширині $n_{\text{тр}}$ й по висоті $n_{\text{втр}}$ найбільшого перетину судна.

Виходячи з добутку $B \cdot D = 216 \text{ м}^2$, приймаємо центральне розташування люкових вирізів. По табл. 4.6 [2] для отриманого значення $B \times D$ вибираємо контейнерний штабель - 7×4

Ширина судна уточнюється по формулі:

$$B = b_{\text{м}} + 2b_{\text{мз}};$$

де: $b_{\text{м}}$ - ширина люків;

$b_{\text{мз}} = 1,6$ - ширина поперечної підпалубної кишені;

$$b_{\text{м}} = 2,5n_{\text{м}} + 0,5 = 2,5 \cdot 7 + 0,5 = 18 \text{ м};$$

де: $n = 5$ - число контейнерів, розташованих у провітрі к-го люка;

$$B = 18 + 2 \cdot 1,6 = 21,2 \text{ м};$$

Мінімальна припустима висота подвійного дна за умовами міцності:

$$h_{\text{дм}} = \frac{L - 40}{570} + 0,04B + 3,5 \frac{T}{L} \text{ м};$$

$$h_{\text{дм}} = \frac{148,55 - 40}{570} + 0,04 \cdot 21,2 + 3,5 \frac{8,38}{148,55} = 1,24 \text{ м};$$

$$\text{де: } d = \frac{\Delta}{\gamma \cdot C_0 \cdot L \cdot B} = \frac{18237}{1,025 \cdot 0,674 \cdot 148,55 \cdot 21,2} = 8,38;$$

Виходячи, з конструктивних міркувань із погляду оптимального проектування корпусу судна приймаємо висоту борта рівну:

$$H = B \times D / B = 216 / 21,2 = 10,2;$$

при цьому висота подвійного дна відповідно до обраного раніше співвідношення приймаємо $h_{\text{дм}} = 1,26 \text{ м}$. Для вдалого розміщення контейнерів приймаємо виступ борта $10,9 \text{ м}$.

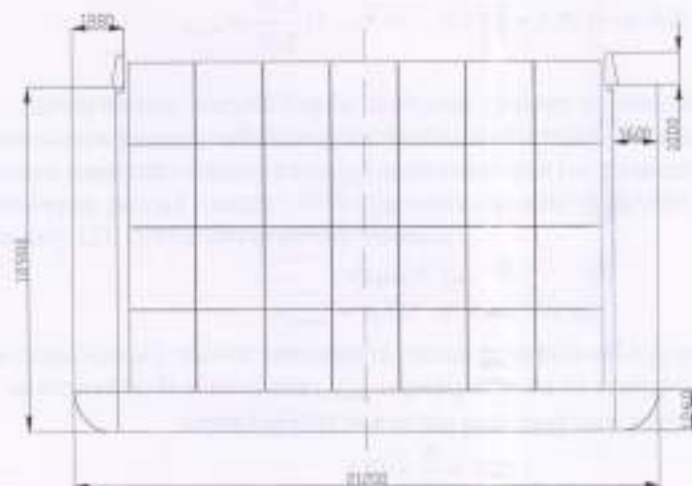
Відповідно до Правил [1] висота комінгсів люків на відкритих палубах надводного борта $h_{\text{ком}}$ повинна бути не менш 600 мм, приймаємо $h_{\text{ком}} = 1,0 \text{ м}$

Для попередньої оцінки висоти палубного штабеля контейнерів можна скористатися наступною рекомендацією:

$$h_{\text{тр}} \leq B - D - h_{\text{ком}} = 21,2 - 10,9 - 1,0 = 9,2 \text{ м};$$

На кришках люків можливо встановити по висоті три яруси контейнерів.

					Лист
№	Лист	№ докум.	Роботи	Дата	16



Прийняті головні розмірвання судна

$L = 148,55$ м – Довжина між перпендикулярами;

$B = 21,2$ м – ширина судна;

$D = 10,9$ м – висота борта до верхньої палуби;

$d = 8,38$ м – проектна осадка;

1.3.6.3 Забезпечення остійності судна

Від поперечних розмірів судна при відомих характеристиках форми корпусу залежить також його поперечна остійність.

$$\zeta_{\text{ост}} = \frac{B}{D} \left(2\sqrt{K_1 K_2} - \bar{h}_{\text{огот}} \right);$$

тут $\bar{h}_{\text{огот}} = 0,03$ – гранична відносна метацентрична висота;

K_1, K_2 – коефіцієнти, що залежать від α і δ й розраховані приблизно по наведеним нижче формулам:

$$K_1 = \frac{\zeta_w}{\zeta_w + \delta_0};$$

$$K_2 = K_r \frac{\zeta_w^2}{\delta_0}; \quad K_r = \frac{1}{11,8};$$

δ_0 – коефіцієнт загальної повноти, розрахований по довжині судна по ватерлінії.

$\delta_0 = \zeta_w \frac{L_{\text{ог}}}{L_{\text{всл}}}$, причому відношення $\frac{L_{\text{ог}}}{L_{\text{всл}}} = 0,98$;

$$\delta_0 = 0,674 \cdot 0,98 = 0,661;$$

$$K_1 = \frac{0,779}{0,779 + 0,661} = 0,541;$$

$$K_2 = \frac{1}{11,8} \cdot \frac{0,779^2}{0,661} = 0,0778;$$

					Лист
Зм	Лист	На докум.	Розроб.	Датум	17

$$\zeta_{\text{max}} = \frac{21,2}{10,9} \left(2 - \sqrt{0,541 \cdot 0,0778} - 0,03 \right) = 0,740;$$

Таким чином, висота борта, знайдена з умови забезпечення місткості буде задовольняти умовам забезпечення необхідної остійності, якщо в розглянутому найбільш несприятливому випадку навантаження (як правило - повний вантаж контейнерів, рідкий баласт і 10% суднових запасів) можливо, забезпечити аппликату ЦТ судна, обумовлену умовою:

$$x_{\text{с.грав}} \leq \zeta_{\text{max}} \cdot D;$$

$$x_{\text{с.грав}} = 0,740 \cdot 10,9 = 8,066 \text{ м.};$$

Для попередньої оцінки виконання умови розраховані в першому наближенні значення В, Н и величина ζ_{max} перевіряються за статистичним даними, характерним для судів розглянутого типу:

$$1,56 \leq \frac{B}{D} \leq 2,25;$$

$$1,56 \leq 1,94 \leq 2,25;$$

$$0,63 \leq \zeta_{\text{max}} \leq 0,74;$$

$$0,63 \leq 0,74 \leq 0,74.$$

1.3.6.4 Розрахунок ваги порожнього судна

Вихідні дані для розрахунку

$L = 148,55 \text{ м}$ – Довжина між перпендикулярами;

$B = 21,2 \text{ м}$ – ширина судна;

$D = 10,9 \text{ м}$ – висота борта до верхньої палуби;

$d = 8,38 \text{ м}$ – проектна осадка;

$d_k = 9,27 \text{ м}$ – конструктивна осадка судна;

$\zeta_B = 0,674$ – коефіцієнт загальної повноти;

$n = 1$ – число палуб.

						Лист
№	Лист	На сторінку	Підпис	Дата		18

Розрахунок вагового навантаження судна і координат центра ваги

Розрахунок вагового навантаження проведено шляхом розділення ваги судна на укрупнені групи. Вага груп, входних до складу ваги порожнього судна визначаються по методу Шнейкльота.

Розрахунок ваги і координат ЦВ сталі основного корпусу

Вага сталі основного корпусу знайдена по формулі:

$$P_{\sigma} = P_{\sigma}^e + \sum_{j=1}^n \Delta_j = 3110,1 + 15,6 + 78,9 + 244,6 + 0,0 + 0,0 = 3449,2 \text{ т.}$$

де:

- вага сталі базового судна

$$P_{\sigma}^e = V_{\sigma} C_1 k_1 k_2 k_3 k_4 k_5 = 25361 \times 0,106 \times 1,054 \times 0,897 \times 0,995 \times 1,000 \times 1,229 \times 1,005 = 3110,1 \text{ т.}$$

- об'єм основного корпусу

$$V_{\sigma} = V_{\sigma 1} + V_{\sigma 2} + V_{\sigma 3} + V_{\sigma 4} = 23729 + 0 + 0 + 1632 = 25361 \text{ м}^3.$$

- об'єм основного корпусу до горизонтальної площини, яка проходить на висоті D

$$V_{\sigma 1} = \delta L B D = 0,691 \times 148,55 \times 21,20 \times 10,90 = 23729 \text{ м}^3.$$

- коефіцієнт загальної повноти основного корпусу

$$\begin{aligned} \delta &= C_{\delta} + C_4 \frac{D - T_{\delta}}{T_{\delta}} (1 - C_{\delta}) = \\ &= 0,674 + 0,30 \times \frac{10,90 - 9,27}{9,27} \times (1 - 0,674 + 0,691) \\ C_4 &= 0,30 \text{ - для U-образних носових шпангоутів} \end{aligned}$$

					Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	19

- об'єм усередині комінгсів люків

Таблиця 1.3.6.4.1- Розрахунок об'ємів комінгсів люків

	$l_{\text{л}}, \text{м.}$	$b_{\text{л}}, \text{м.}$	$h_{\text{л}}, \text{м.}$	$V_{\text{л}}, \text{м}^3.$
Люк №1	13,30	16,0	1,00	213
Люк №2	13,50	18,2	1,00	246
Люк №3	25,50	18,2	1,00	464
Люк №4	25,50	18,2	1,00	464
Люк №5	13,50	18,2	1,00	246

$$W_{\text{л}} = 1632 \text{ м}^3.$$

- коефіцієнти, обумовлені в залежності від характеристик судна

$$\begin{aligned}
 C_1 &= 0,103 \left[1 + 17(L - 110)^2 \cdot 10^{-4} \right] = \\
 &= 0,103 \times \left[1 + 17 \times (148,55 - 110)^2 \times 10^{-4} \right] = 0,106 \\
 k_1 &= 1 + 0,033(L/D - 12) = 1 + 0,033 \times \left(\frac{148,55}{10,90} - 12 \right) = 1,054 \\
 k_2 &= 1 + 0,06(n - D/4) = 1 + 0,06 \times \left(1 - \frac{10,90}{4} \right) = 0,897 \\
 k_3 &= 1 + 0,05(1,85 - B/D) = 1 + 0,05 \times \left(1,85 - \frac{21,20}{10,90} \right) = 0,995 \\
 k_4 &= 1 + 0,20(T_k/D - 0,85) = 1 + 0,20 \times \left(\frac{9,27}{10,90} - 0,85 \right) = 1,000 \\
 k_5 &= 0,92 + (1 - \delta_a) = 0,92 + \left(1 - 0,691 \right) = 1,229 \\
 k_6 &= 1 + 0,75\delta (C_{\text{ст}} - 0,98) = 1 + 0,75 \times 0,691 \times (0,990 - 0,98) = \\
 &= 1,005
 \end{aligned}$$

Визначення виправлень на розходження АКТ спроектованого судна

- виправлення на наявність бульба

$$\Delta_1 = 0,005 P_{\text{ст}}^0 = 0,005 \times 3110 = 15,6 \text{ т.}$$

- виправлення на наявність скулових та підпалубних цистерн.

$$\Delta_2 = 1,3 P_{\text{ст}} = 1,3 \times 61 = 78,9 \text{ т.}$$

де:

- вага листів цистерн

$$P_{\text{ст}} = \rho_{\text{ст}} S_{\text{ст}} = 0,0755 \times 1,2 \times 670 = 60,7 \text{ т.}$$

$$\rho_{\text{ст}} = 0,0755 \text{ т/см}^2 \cdot \text{м}^2 \text{ - щільність сталі}$$

№	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Лист

20

$$t = 1,2 \text{ см} \quad - \text{ середня товщина листів}$$

$$S_{\Sigma} = 670 \text{ м}^2 \quad - \text{ площа листів}$$

- виправлення на наявність подвійних бо.

$$\Delta_2 = 1,3 P_{\Sigma} = 1,3 \times 188 = 244,6 \text{ т.}$$

де:

- вага листів подвійних бортів

$$P_{\Sigma} = \rho_{\sigma} t S_{\Sigma} = 0,0755 \times 1,2 \times 2077 = 188,2 \text{ т.}$$

$$\rho_{\sigma} = 0,0755 \text{ т/см} \cdot \text{м}^2 \quad - \text{ щільність сталі}$$

$$t = 1,2 \text{ см} \quad - \text{ середня товщина листів}$$

$$S_{\Sigma} = 2077 \text{ м}^2 \quad - \text{ площа листів}$$

Абсциса центра ваги сталі основного корпусу визначена по формулі

$$x_{\Sigma} = -0,02 L_{\Sigma} = -0,02 \times 148,55 = -2,97 \text{ м.}$$

Апліката центра ваги сталі основного корпусу визначена по формулі

$$z_{\Sigma} = \left[48 + 0,15 (0,85 - \delta) \left(\frac{L}{D} \right)^2 \right] \frac{D}{100} =$$

$$= \left[48 + 0,15 \times (0,85 - 0,691) \left(\frac{148,55}{10,90} \right)^2 \right] \frac{10,90}{100} = 8,00 \text{ м.}$$

Розрахунок ваги і координат ЦВ надбудов і рубок

Вага бака визначена по формулі:

$$P_{\text{б}} = C_{\text{б}} V_{\text{б}} = 0,10 \times 150 = 15,0 \text{ т.}$$

де:

$$C_{\text{б}} = 0,10 \quad - \text{ коефіцієнт пропорційності}$$

$$V_{\text{б}} = 150 \text{ м}^3 \quad - \text{ об'єм бака}$$

Координати центра ваги бака:

$$x_{\text{б}} = 80,10 \text{ м.} \quad z_{\text{б}} = 13,03 \text{ м.}$$

Масу юта визначаємо по формулі:

$$P_{\text{ю}} = C_{\text{ю}} V_{\text{ю}} = 0,075 \times 750 = 56,3 \text{ т.}$$

де:

$$C_{\text{ю}} = 0,075 \quad - \text{ коефіцієнт пропорційності}$$

$$V_{\text{ю}} = 750 \text{ м}^3 \quad - \text{ об'єм юта}$$

Координати центра ваги юта

$$x_{\text{ю}} = -75,40 \text{ м.} \quad z_{\text{ю}} = 13,03 \text{ м.}$$

					Лист
№	Рис.	Назва	Робоче	Дата	21

Вага кормової рубки визначена як сума мас ярусів

$$P_r = \sum_{i=1}^k C_{руб} h_i F_{в} k'_1 k'_2 k'_3 = 60,8 \text{ т.}$$

Розрахунок ваги ярусів рубки зроблено у табличній формі

Таблиця 1.3.6.4.2 - Розрахунок мас ярусів кормової рубки

	h, м.	$C_{руб}$, т/м ³	$F_{в}$, м ²	l	k_1	k_2	k_3	$P_{ярус}$, т.
ярус №1	2,5	0,064	130	3,0	1,00	1,075	0,999	22,3
ярус №2	2,5	0,063	100	3,0	1,00	1,075	0,999	16,9
ярус №3	2,5	0,059	100	3,0	1,00	1,075	0,999	15,8
рульова	2,5	0,045	46	2,0	1,00	1,13	0,999	5,8

Координати центра ваги кормової надбудови

- абсциса (по кресленню загального розташування)

$$X_g = -69,10 \text{ м.}$$

- апліката

Таблиця 1.3.6.4.3 - Розрахунок аплікати ЦВ рубки

	$P_{ярус}$, т.	z_r , м.	$P_{ярус} z_r$, тм
ярус №1	22,3	15,53	346
ярус №2	16,9	18,03	304
ярус №3	15,8	20,53	324
рульова	5,8	23,03	134

$$z_g = \frac{\sum P_{ярус} z_r}{\sum P_{ярус}} = 18,24 \text{ м.}$$

Сумарна вага надбудов і рубок

$$P_{вп} = P_6 + P_{м} + P_r = 15,0 + 56,3 + 60,8 = 132,0 \text{ т.}$$

Розрахунок координат центра ваги надбудов і рубок

$$x_g = \frac{\sum P_i x_{gi}}{\sum P_i} = -54,8 \text{ м.} \quad z_g = \frac{\sum P_i z_{gi}}{\sum P_i} = 15,42 \text{ м.}$$

Розрахунок ваги і координат ЦВ устаткування

Розрахунок ваги устаткування розроблено по групам

- вага люкових закриттів розрахована в таблиці та складає

					Лист
№	Лист	На стор.	Роботи	Дата	22

$$P_n = 418,7 \text{ т.}$$

Таблиця 1.3.6.4.4 - Люки верхньої палуби

	$l_n, \text{ м}$	$b_n, \text{ м}$	n_n	K_n	$P_n, \text{ т}$
Люк №1	13,30	10,00	1	2,01	26,7
Люк №2	13,50	17,47	1	5,02	67,8
Люк №3	25,50	17,47	1	5,02	128,1
Люк №4	25,50	17,47	1	5,02	128,1
Люк №5	13,50	17,47	1	5,02	67,8

- вага устаткування приміщень розрахована в таблиці 1.3.8.1.3.2

Таблиця 1.3.8.1.3.2 - Розрахунок мас устаткування приміщень

	h_i	F_{ni}	V_{ni}	C_{ni}	P_{pi}
Ют	2,5	300	750	0,06	45,0
ярус №1	2,5	130	325	0,06	19,5
ярус №2	2,5	100	250	0,06	15,0
ярус №3	2,5	100	250	0,06	15,0
рульова	2,5	46	115	0,06	6,9

$$P_{прм} = 101,4 \text{ т.}$$

- вага іншого устаткування

$$P_{и} = C_{и} (LBD)^{2/3} = 0,160 (148,55 \quad 21,20 \quad 10,90)^{2/3} = 169,0 \text{ т.,}$$

де

$$C_{и} = 0,160 \text{ - коефіцієнт пропорційності}$$

Сумарна вага устаткування визначена як сума ваг груп

$$P_{об} = P_{прм} + P_{и} + P_n = 101,4 + 169,0 + 418,7 = 689,1 \text{ т.}$$

Визначення координат центра ваги

- абсциса центра ваги устаткування прийнята рівно $X_g = 0,00 \text{ м.}$

- аппліката центра ваги устаткування розрахована по формулі

$$Z_g = 1,04 * D = 1,04 * 10,90 = 11,34 \text{ м.}$$

Розрахунок ваги і координат ЦВ енергетичної установки

Вага механізмів і систем машинного відділення визначена в залежності від типу і ваги головного двигуна по формулі

$$P_{мв} = C_{мв} P_{гд} = 2,6 \quad 280,0 = 728,0 \text{ т.}$$

$$C_{мв} = 2,6 \text{ - коефіцієнт пропорційності для МОД}$$

Визначення координат центра ваги

					Лист
					23

$$X_g = -63,1 \text{ м.} \quad z_g = H/2 = 5,45 \text{ м.}$$

Розрахунок ваги і координат ЦВ енергетичної установки

У включаются маси: суднових кранів, настилів трюмів, пристроїв для кріплення контейнерів, загарбні пристосування. На проектуваному судні були встановлені три крани SB30/16-18, вантажопідйомністю 30 тон, загальною вагою т.

$$P_{g,4} = 35 + 35 + 35 = 105$$

Розрахунок ваги і координат ЦВ судна порожнем

Вага судна порожнем визначена, як сума складових, з огляду на те, що запас водотоннажності прийнято рівним 6% від ваги складових. Розрахунок приведено в таблиці

Таблиця 1.3.6.4.5 - Розрахунок координат ЦВ судна порожнем

Ваги.	P, т.	X _г , м.	Z _г , м.	PX _г , тм.	PZ _г , тм.
сталі основного корпусу	3449,2	-2,97	8,00	-10248	27593
надбудов і рубок	132,0	-54,83	15,42	-7238	2036
установування	689,1	0,00	11,34	0	7811
енергетичної установки	728,0	-63,10	5,45	-45937	3968
запаса водотоннажності	299,9	0,00	10,9	0	3269
судові крани	150,0	0,00	22,3	0	3338
	5448,2			-63422	48014

- абсциса й аппіката центра ваги судна порожнем

$$x_g = \frac{\sum P_i x_i}{\sum P_i} = -12,64 \text{ м.} \quad z_g = \frac{\sum P_i z_i}{\sum P_i} = 8,81 \text{ м.}$$

Розрахунок перемінних ваг, уточнення чистої вантажопідйомності

Розрахунок маси палива й мастила

$$P_{\text{пал}} = P_{\text{мех}} N_{\text{мех}} \frac{R}{v \cdot 10^3} = 0,180 \cdot 10320 \cdot \frac{12000}{18,0 \cdot 10^3} = 1052,6 \text{ т.}$$

$p_z = 0,180 \text{ кг/кВт. час}$ - питомі витрати палива

Розрахунок ваги екіпажа і видаткових матеріалів

$$P_{\text{екіп}} = 0,14 n_{\text{екіп}} + 15 = 0,14 \cdot 14 + 15 = 17,0 \text{ т.}$$

$n_{\text{екіп}} = 14$ чол. - чисельність екіпажу

Розрахунок ваги прісної води і провізії

$$P_{\text{в}} = (100T_{\text{в}} + 5T_{\text{пр}}) = (100 \cdot 30 + 5 \cdot 60) = 46,2 \text{ т.}$$

					Лист
					24
№	Лист	№ Листа	Розраб	Дата	

$T_{\text{дв}} =$	30 діб.	- автономність по запасам прісної води
$T_{\text{пр}} =$	60 діб.	- автономність по запасам провізії

Уточнення чистої вантажопідйомності

$$P_{\text{ч}} = P_{\text{дв}} - P_{\text{пр}} - P_{\text{експ}} - P_{\text{мт}} = 12000 - 1052,6 - 17,0 - 46,2 = 10884,2 \text{ т.}$$

Розрахунок водотонажності

Водотонажність судна визначено, як суму:

$$\Delta = P_{\text{пр}} + P_{\text{дв}} = 5448,2 + 12000 = 17448,2 \text{ т.}$$

1.4 Побудова епюри місткості та теоретичного креслення

1.4.1 Побудова теоретичного креслення

1.4.1.1 Побудова стройової по шпангоутах

$$K = \frac{L_{\text{дв}}}{L_{\text{пр}}} = 1,01;$$

$$L_{\text{дв}} = 150 \text{ м};$$

Необхідні для побудови трапезії значення:

$$\varphi_{\text{нос}} = C_p + 2,25 \frac{X_L}{L_{\text{пр}}} = 0,698 + 2,25 \cdot (-0,008) = 0,68;$$

$$\varphi_{\text{корм}} = C_p - 2,25 \frac{X_L}{L_{\text{пр}}} = 0,698 - 2,25 \cdot (-0,008) = 0,716; \text{ де: } \varphi_{\text{нос}}, \varphi_{\text{корм}} - \text{коефіцієнти}$$

поздовжньої повноти носової й кормової частин судна;

$C_p = 0,698$, коефіцієнт поздовжньої повноти;

$$X_L / L_{\text{пр}} = -0,008.$$

$$a_{\text{нос}} = 2 \cdot (1 - \varphi_{\text{нос}}) = 2 \cdot (1 - 0,68) = 0,64;$$

$$a_{\text{корм}} = 2 \cdot (1 - \varphi_{\text{корм}}) = 2 \cdot (1 - 0,716) = 0,568.$$

У розмірному виді:

$$a_{\text{нос}} = L \cdot (1 - \varphi_{\text{нос}}) = 148,55 \cdot (1 - 0,68) = 47,54;$$

$$a_{\text{корм}} = L \cdot (1 - \varphi_{\text{корм}}) = 148,55 \cdot (1 - 0,716) = 42,19.$$

Заміняємо отриману криву плавною кривою, при цьому користуємося рекомендаціями В.В. Ашика:

-довжина циліндричної вставки:

$$L_{\text{ц}} = 0,15 \cdot L_{\text{пр}} = 22,28 \text{ м};$$

-довжина носового загострення:

$$L_{\text{н}} = 0,45 \cdot L_{\text{пр}} = 66,85 \text{ м};$$

-довжина кормового загострення:

$$L_{\text{к}} = 0,40 \cdot L_{\text{пр}} = 59,42 \text{ м};$$

1.4.1.2 Побудова КВЛ

Побудова КВЛ аналогічно побудові стройової по шпангоутах, заміняємо φ на α , а X_L на X_r , одержуємо: $C_w = 0,789$; $X_r = -0,025$ - абсциса ЦТ площі КВЛ

						Лист
За	Лист	на докуп.	Година	Дата		25

Таблиця 1.4.1.3.1 Середні ординати теоретичних шпангоутів

№	ξ	$\Delta, \text{м}$	η	$\gamma, \text{м}$
1	16,57	1,98	20,23	2,46
2	34,95	4,18	41,08	4,99
3	51,88	6,21	60,41	7,34
4	67,29	8,05	76,00	9,23
5	81,04	9,70	89,32	10,85
6	91,90	11,00	95,97	11,66
7	96,58	11,56	99,15	12,05
8	98,67	11,81	100,00	12,15
9	99,60	11,92	100,00	12,15
10	100,00	11,97	100,00	12,15
11	100,00	11,97	100,00	12,15
12	100,00	11,97	100,00	12,15
13	98,85	11,83	100,00	12,15
14	96,86	11,59	100,00	12,15
15	92,78	11,10	98,52	11,97
16	83,37	9,98	95,31	11,58
17	70,00	8,38	89,93	10,93
18	41,16	4,93	81,34	9,88
19	21,26	2,54	66,21	8,04
20	6,78	0,81	38,33	4,66

1.4.2 Розрахунок водомісткості по теоретичному кресленню наведено у таблиці 1.4.2.1

Таблиця 1.4.2.1

№ шп.	Ватерлінії						Суми ординат шп-тів	Поправка	Виправл. сума	Площина шп-та
	0 (кіль)	1	2	3	4	5 (КВЛ)				
0	0,10	0,87	0,87	0,46	0,00	0,00	2,3	0,0	2,3	7,7
1	0,30	1,97	1,90	1,20	1,30	2,00	8,7	1,2	7,5	25,2
2	1,91	3,07	3,30	3,50	3,85	4,40	20,0	3,2	16,9	56,6
3	3,30	4,40	4,98	5,50	6,00	6,60	30,8	5,0	25,8	86,6
4	4,47	5,70	6,44	6,98	7,47	7,96	39,0	6,2	32,8	110,0
5	5,70	7,18	7,89	8,39	8,81	9,25	47,2	7,5	39,7	133,2
6	6,87	8,40	9,00	9,50	9,90	10,20	53,9	8,5	45,3	152,0
7	7,62	9,40	9,95	10,30	10,45	10,60	58,3	9,1	49,2	165,0
8	8,41	10,00	10,40	10,60	10,60	10,60	60,6	9,5	51,1	171,3
9	9,12	10,45	10,60	10,60	10,60	10,60	62,0	9,9	52,1	174,7
10	9,12	10,45	10,60	10,60	10,60	10,60	62,0	9,9	52,1	174,7
11	9,12	10,45	10,60	10,60	10,60	10,60	62,0	9,9	52,1	174,7
12	9,12	10,45	10,60	10,60	10,60	10,60	62,0	9,9	52,1	174,7

№	Лист	№ докум.	Листів	Дата	Лист
					97

$$P_n = 418,7 \text{ т.}$$

Таблиця 1.3.6.4.4 - Люки верхньої палуби

	$l_n, \text{ м}$	$b_n, \text{ м}$	n_n	K_n	$P_n, \text{ т}$
Люк №1	13,30	10,00	1	2,01	26,7
Люк №2	13,50	17,47	1	5,02	67,8
Люк №3	25,50	17,47	1	5,02	128,1
Люк №4	25,50	17,47	1	5,02	128,1
Люк №5	13,50	17,47	1	5,02	67,8

- вага устаткування приміщень розрахована в таблиці 1.3.8.1.3.2

Таблиця 1.3.8.1.3.2 - Розрахунок мас устаткування приміщень

	h_i	F_{ni}	V_{ni}	C_{ni}	P_{pi}
Ют	2,5	300	750	0,06	45,0
ярус №1	2,5	130	325	0,06	19,5
ярус №2	2,5	100	250	0,06	15,0
ярус №3	2,5	100	250	0,06	15,0
рульова	2,5	46	115	0,06	6,9

$$P_{прм} = 101,4 \text{ т.}$$

- вага іншого устаткування

$$P_{и} = C_{и} (LBD)^{2/3} = 0,160 (148,55 \cdot 21,20 \cdot 10,90)^{2/3} = 169,0 \text{ т.,}$$

де

$$C_{и} = 0,160 \text{ - коефіцієнт пропорційності}$$

Сумарна вага устаткування визначена як сума ваг груп

$$P_{об} = P_{прм} + P_{и} + P_n = 101,4 + 169,0 + 418,7 = 689,1 \text{ т.}$$

Визначення координат центра ваги

- абсциса центра ваги устаткування прийнята рівно $X_g = 0,00 \text{ м.}$

- аппліката центра ваги устаткування розрахована по формулі

$$Z_g = 1,04 \cdot D = 1,04 \cdot 10,90 = 11,34 \text{ м.}$$

Розрахунок ваги і координат ЦВ енергетичної установки

Вага механізмів і систем машинного відділення визначена в залежності від типу і ваги головного двигуна по формулі

$$P_{м} = C_{м} P_{гд} = 2,6 \cdot 280,0 = 728,0 \text{ т.}$$

$$C_{м} = 2,6 \text{ - коефіцієнт пропорційності для МОД}$$

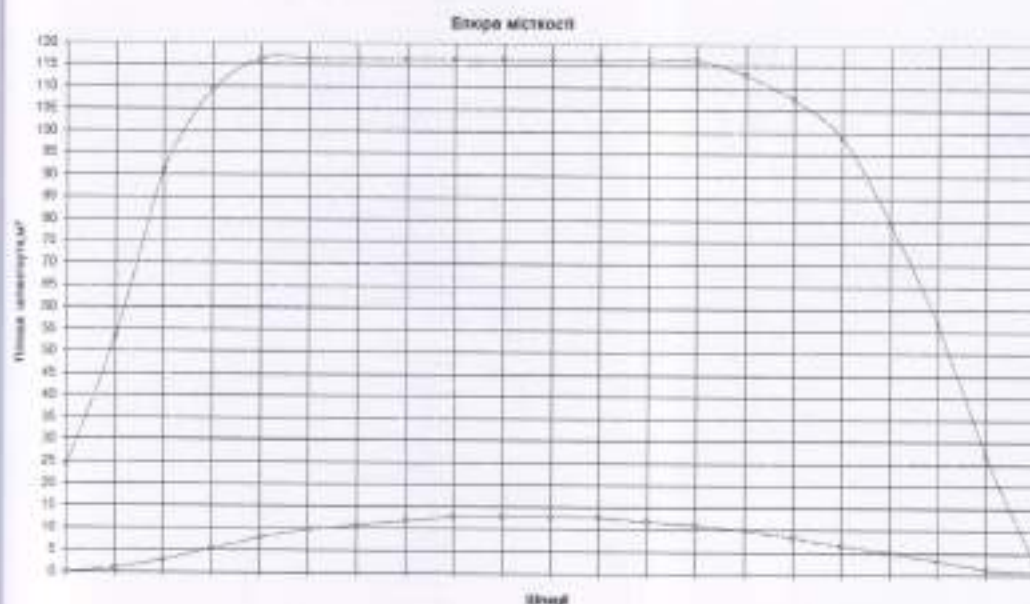
Визначення координат центра ваги

					Лист
					23

Продовження таблиці 1.4.2.1										
13	8,17	10,03	10,46	10,56	10,60	10,60	60,4	9,4	51,0	171,1
14	7,20	9,48	10,04	10,30	10,48	10,60	58,1	8,9	49,2	164,9
15	6,16	8,74	9,47	9,83	10,14	10,33	54,7	8,2	46,4	155,6
16	4,81	7,28	8,49	9,17	9,64	10,00	49,4	7,4	42,0	140,7
17	2,94	5,20	6,70	7,93	8,85	9,50	41,1	6,2	34,9	117,0
18	1,34	2,70	4,00	5,60	7,10	8,40	29,1	4,9	24,3	81,4
19	0,33	0,90	1,20	2,10	4,10	6,50	15,1	3,4	11,7	39,3
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,02	4,0	2,0	2,0	6,7
Сума зверху									687,2	
Поправка									2,2	
Виправлена сума									685,0	
Водомісткість об'єкта									17226	м ³
Водомісткість вагона									17657	т
Похибка									0,96	%

1.4.3 Розрахунки місткості вантажних приміщень

Розрахунки теоретичної місткості виробляються по епюрі ємності й кресленню загального розташування. Розрахунок наведений в таблиці 1.4.3.1. По теоретичній місткості визначаються зернова й кілова вантажомісткості відсіків для генеральних вантажів, зернова місткість танків для рідких вантажів, паливних і баластових цистерн. Виробляється зіставлення питомої (відносної) вантажомісткості з питомо-навантажувальним обсягом генерального вантажу.



№	Лист	№ докум.	Робоче	Дата	Лист
					28

Таблиця 1.4.3.2 Розрахунки місткості судна

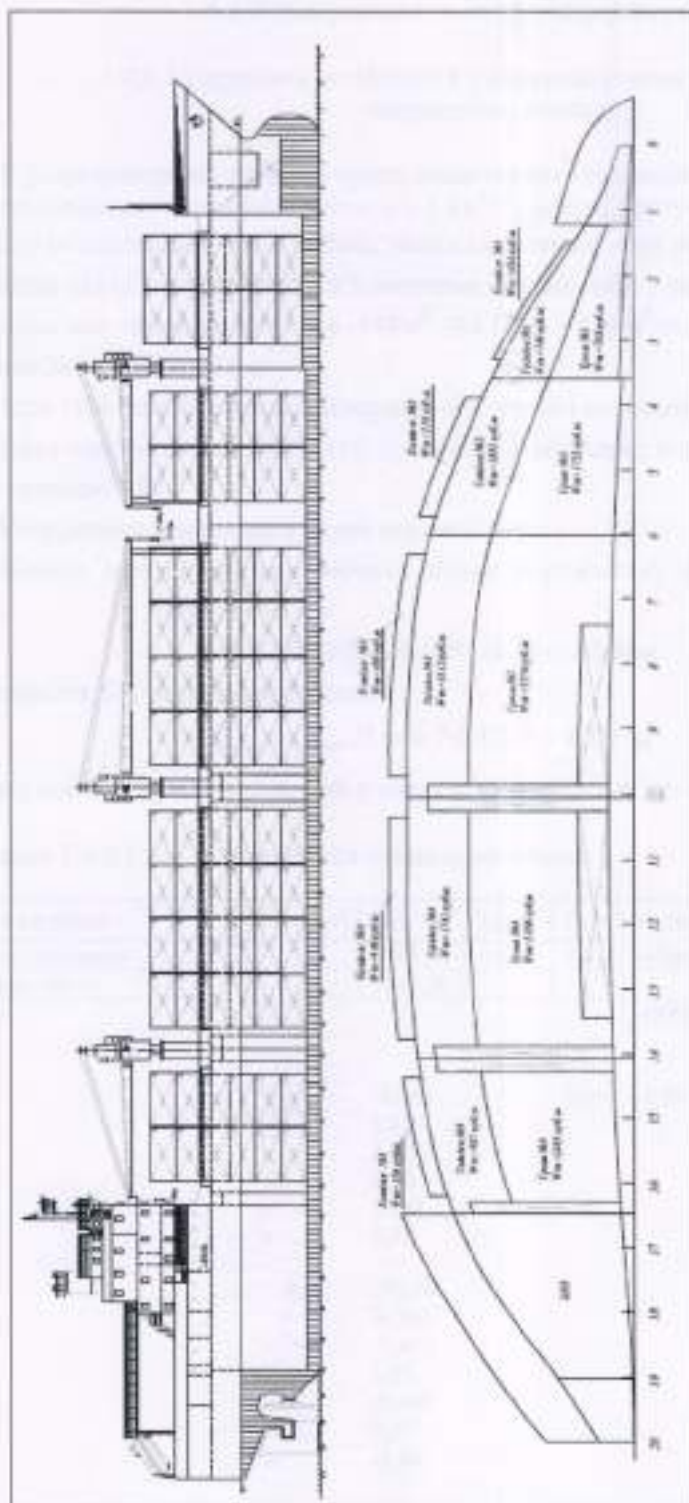
Номер п/п	Найменування вантажного приміщення	Місткість		
		W _т , м ³	W _з , м ³	W _к , м ³
1	Трюм №1	1534	1488	1381
2	Трюм №2	2847	2762	2562
3	Трюм №3	5148	4994	4633
4	Трюм №4	4798	4654	4318
5	Трюм №5	2832	2747	2549
6	Комінгс тр. №1	106	103	95
7	Комінгс тр. №2	236	229	212
8	Комінгс тр. №3	450	437	405
9	Комінгс тр. №4	448	435	403
10	Комінгс тр. №5	236	229	212
Сума		18635	18076	16772

По епюрі місткості загальна теоретична місткість приміщень усередині корпусу судна становить $W_t = 18635 \text{ м}^3$.

Питомо-навантажувальний обсяг при цьому становить:

$$q = \frac{\sum W_e}{P_e} = \frac{16772}{10320} = 1,6 \text{ м}^3/\text{т}. \text{ Похибка невелика, перерахунок не потрібен.}$$

Зм	Лист	Ак. доц.	Підпис	Дата



№	Полет	№ документа	Год	Дата

1.4.4 Перевірка остійності й удиферентування судна

1.4.4.1 Перевірка остійності й удиферентування при завантаженні генеральним вантажем

У розрахунковому випадку судно завантажене генеральним вантажем з питомо-навантажувальним обсягом $q = 1,5 \text{ м}^3/\text{т}$ і має на борту 10% запасів.

Для розміщення запасів палива, масел і котельної води необхідне 1294 м^3 . Фактично під ці запаси відведені 3 цистерни розташовані у вертикальних діптанках між трюмами №3 і №4 - 548 м^3 , №4 і №5 - 528 м^3 та у діптанку між трюмом №5 та МВ - 211 м^3 .

При 10% запасів палива, змащувальних масел і котельної води - $129,4 \text{ м}^3$ достатньо вертикального діптанку, що знаходиться перед носовою перегородкою МВ.

Координати центру ваги судна порожньому:

X_g - абсциса центру тяжіння корпусу судна порожньому обчислюється за формулою:

$$X_g = -(0,07-0,09)L = -0,08 \cdot 148,55 = -11,88 \text{ м}$$

Z_g -апликата ЦГ судна порожньому:

$$Z_{g_{пор}} = \zeta_{пор} \cdot H = 0,74 \cdot 10,9 = 8,07 \text{ м}$$

Розрахунок остійності виконаний у вигляді таблиці 1.4.4.1.1 – 1.4.4.1.3

Таблиця 1.4.3.1.1 - Завантаження судна порожнім

Стаття навантаження	$V_i, \text{м.куб}$	$P_i, \text{т}$	$X_{g_i}, \text{м}$	$Z_{g_i}, \text{м}$	$P_{x_i}, \text{т.м}$	$P_{z_i}, \text{т.м}$
Судно порожнім		5448,20	-12,64	8,81	-68865,25	47998,642
Водомісткість		5448,20				
Сума					-68865,25	47998,642

$$\begin{aligned} X_g &= -12,64 & X_c &= -1,19 \\ Z_g &= 8,81 \\ T &= 2,50 \\ Z_c &= 1,36 \\ r &= 13,81 \\ h &= 6,37 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_0 &= 595,06 \\ \psi &= -1,103 \\ \delta T_H &= -1,452 \\ T_H &= 1,05 \\ \delta T_K &= -1,406 \\ T_K &= 3,91 \\ \Delta &= -2,86 \end{aligned}$$

					Лист
30	Лист	на борту	Габитус	Дата	31

Таблиця 1.4.4.1.2 Розрахунок остійності завантаженні генеральним вантажем і 10% суднових запасів

Стаття навантаження	$P_i, \text{т}$	$X_{g,i}, \text{м}$	$Z_{g,i}, \text{м}$	$P_{x,i}, \text{тм}$	$P_{z,i}, \text{тм}$	$\Delta m, \text{м}$
Трюм №1	930,00	49,94	4,60	46444,20	4278	-
Трюм №2	1726,25	25,71	4,60	44381,89	7940,75	
Трюм №3	3121,25	0,82	4,60	2559,43	14357,75	
Трюм №4	2908,75	-29,23	4,60	-85022,76	13380,25	
Трюм №5	1716,88	46,86	10,00	80452,76	17168,75	
комінгс №1	64,38	-28,81	10,00	-1854,64	643,75	
комінгс №2	143,13	48,70	12,80	6970,19	1832	
комінгс №3	273,13	26,16	12,80	7144,95	3496	
комінгс №4	271,88	-0,14	12,80	-38,06	3480	
комінгс №5	143,13	-29,54	12,80	-4227,91	1832	
Сума навантажень	11298,75					
Баласт (форпик)	266,50	68,51	6,67	18257,92	1777,555	
Баласт (хстерпик)	413,00	-70,22	8,40	-29000,86	3469,2	
Паливо, вода, мастило (10%)	129,40	-47,48	5,58	-6143,912	722,052	0,005
Екіпаж з запасами	63,20	-62,38	14,51	-3942,416	917,032	
Судно порожнє	5448,20	-12,64	8,81	-68865,25	47998,642	
Водомісткість	17619,05					
Сума				7115,51	123293,73	

$X_g =$	0,40	$X_c =$	-1,19
$Z_g =$	7,00		
$T =$	8,10		
$Z_c =$	4,41		
$r =$	4,27		
$h =$	1,69		
$R_o =$	184,01		
$\psi =$	0,496		
$\delta T_H =$	0,654		
$T_H =$	8,75		
$\delta T_K =$	0,633		
$T_K =$	7,47		
$\Delta =$	1,29		

Апліката і абсциса ЦТ судна при повному завантаженні генеральним вантажем і 10% суднових запасів.

$$X_g = \frac{\sum P_i \cdot x_{gi}}{\Delta} \cdot \text{м}$$

$$Z_g = \frac{\sum P_i \cdot z_{gi}}{\Delta}$$

						Лист
№	Лист	№ докум.	Робочий	Дата		32

$$d = \frac{\Delta}{\rho C_w L B} \text{ м}$$

Метацентрична висота:

$$h_0 = Z_c + r - Z_g; \quad Z_c = (0,833 - 0,333 C_w / C_p) d; \quad r = 1/k \cdot (C_w^2 / C_w) \cdot (B^2 / d)$$

Виправлена метацентрична висота:

$$h_{\text{вип}} = h_0 - \left(\frac{\sum \Delta m_k}{\Delta} \right)_j > 0,15 \text{ м (Вимога IMO)}$$

Де $\left(\frac{\sum \Delta m_k}{\Delta} \right)_j$ -сумарна поправка на вплив вільних поверхонь для

розрахункової комбінації цистерн суднових запасів.

$$\left(\sum \Delta m_k \right)_j = \rho_f \sum i_k = 0,9 \cdot \frac{1,4 \cdot 10,6^3}{12} = 89 \text{ м.т}$$

$$\left(\frac{\sum \Delta m_k}{\Delta} \right)_j = \frac{89}{17448} = 0,006 \text{ м}$$

Остійність при даному варіанті завантаження забезпечена.

Удиферентування судна:

Поздовжній метацентричний радіус:

$$R_0 = (0,9 \cdot C_w^2 \cdot L^2) / (8 \cdot 12 \cdot d)$$

Кут диференту:

$$\psi^0 = 57,3 \cdot (X_g - X_c) / R_0$$

Різниця осадок носом і кормою

$$\Delta = (x_g - x_c) \frac{L_{\text{ши}}}{R_0} \text{ м}$$

Судно має помірний диферент на корму, тому результати удиферентування варто визнати задовільними.

					Лист
Зм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	33

Таблиця 1.4.3.1.3 - Завантаження судна генеральним вантажем при 100% запасу

Стаття навантаження	V _i , м.куб	P _i , т	X _g , м	Z _g , м	P _к , тм	P _з , тм	Δm _н , м
Трюм №1	1488	791,49	49,94	4,60	39526,98	3640,851	-
Трюм №2	2762	1469,15	25,71	4,60	37771,82	6758,085	
Трюм №3	4994	2656,38	0,82	4,60	2178,23	12219,36	
Трюм №4	4654	2475,53	-29,23	4,60	-72359,80	11387,45	
Трюм №5	2747	1461,17	46,86	10,00	68470,44	14611,7	
комінгс №1	103	54,79	-28,81	10,00	-1578,42	547,8723	
комінгс №2	229	121,81	48,70	12,80	5932,07	1559,149	
комінгс №3	437	232,45	26,16	12,80	6080,81	2975,319	
комінгс №4	435	231,38	-0,14	12,80	-32,39	2961,702	
комінгс №5	229	121,81	-29,54	12,80	-3598,22	1559,149	
Сума навантажень	18078	9615,96					
Баласт (форпик)		266,50	68,51	6,67	18257,92	1777,555	
Баласт (актерпик)		0,00	-70,22	8,40	0,00	0	
Топливо, вода, масло (100%)		1294,00	-47,48	4,15	-61439,1	5370,1	0
Екіпаж з запасами		63,20	-62,38	14,51	-3942,42	917,032	
Судно порожнєм		5448,20	-12,64	8,81	-68865,2	47998,64	
Водомісткість		16687,86					
Сума					-33597,35	114284	

$$\begin{aligned}
 X_g &= -2,01 & X_{св} &= -1,19 \\
 Z_g &= 6,85 \\
 T &= 7,67 \\
 Z_c &= 4,18 \\
 r &= 4,51 \\
 h &= 1,84 \\
 R_o &= 194,27 \\
 \varphi &= -0,243 \\
 \delta T_H &= -0,320 \\
 T_H &= 7,35 \\
 \delta T_K &= -0,310 \\
 T_K &= 7,98 \\
 \Delta &= -0,63
 \end{aligned}$$

1.4.5 Забезпечення помірності бортової хитавиці

Про помірність бортової хитавиці судна судять по періоду власних коливань τ :

$$\tau = C \frac{B}{\sqrt{h}} = 0,8 \frac{21,2}{\sqrt{0,91}} = 17,0 \text{ с} \quad (C=0,8 - \text{коефіцієнт згідно [2], с. 44})$$

Отриманий великий період власних коливань свідчить про плавний характер бортової хитавиці.

					Лист
Зв	Лист	№ докум	Підпис	Дата	34

1.4.6 Визначення граничних значень осадки, водотоннажності, дедвейту й чистої вантажопідйомності

Оскільки спроектовано повнонаборне судно, необхідно встановити граничні значення осадки, водотоннажності, дедвейту й чистої вантажопідйомності.
Гранична (конструктивна) осадка:

$$d_v = \frac{l}{k} \cdot B + a - b(\delta^2 - 0,68) = \frac{l}{1,333} \cdot 10,9 + 0,374 - 1,3(0,677 - 0,68) = 8,55 \text{ м},$$

де:

$$\delta^2 = 0,9708 + 0,03 = 0,97 \cdot 0,674 + 0,03 = 0,677;$$

a, b, k - були визначені раніше (див. 3.6. 5)

$$k = 1,333; a = 0,374; b = 1,3;$$

$$\text{Гранична водотоннажність: } \Delta_{\text{вод}} = \Delta \cdot \left(\frac{d_v}{d} \right)^{\frac{a}{b}} = 17619 \cdot \left(\frac{8,55}{8,38} \right)^{\frac{0,9708}{1,3}} = 18071 \text{ т}$$

$$\text{Граничний дедвейт: } dW_{\text{гдв}} = \Delta_{\text{вод}} - \Delta_{\text{хол}} = 18071 - 5448,2 = 12622,8 \text{ т}$$

За	Лист	на борт	Лист	Дата

Лист

35

					КРБ-135 «Суднобудування»			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Проект багатопільного судна dw=12000t 02. Суднобудування	Літ.	Арк.	Аркушіт
Зроб.		Кая Бурак	<i>[Signature]</i>					26
Перев.		Олександр О.Ф.					1	
Опс.		<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>					
Контр.		Чайченко І.В.	<i>[Signature]</i>	5062				
Затв.						ОНМУ ІННІТІ 4 курс		

2 Технологія суднобудування

2.1 Технічний опис об'єкта будівництва

Об'єкт будівництва - багатоцільове сухогрузне судно призначене для перевезення генеральних вантажів і контейнерів.

Особливості конструкції судна:

Судно має одну палубу, сім поперечних водонепроникних перебирань (п'ять трюмів), бакову надбудову, подвійне дно від перебирання форпіка до перебирання ахтерпіка, подвійні борта в середній частині, носовий край виконаний з бульбом, кормовий край - транцевий, рубання має башнеподібну форму, на судні встановлені три крани в діаметральній площині між трюмами №1 і №2, №3 і №4 та №4 і №5. По всій довжині й для всіх перекриттів планується застосувати поздовжню систему набору. Найбільш складним з технологічної точки зору районом представляється район вантажних трюмів, де кінчаються подвійні борта.

2.2 Обґрунтування вибору категорії заводу-будівельника з урахуванням особливостей проекту

Судно даного проекту представляється вигідним будувати на суднобудівному заводі Ada Shipyard м. Тузла, Туреччина.

Судно планується будувати у сухому доці заводу.

Зборка корпусу на горизонтальній площадці дозволяє скоротити період знаходження у доці на 10-12% за рахунок зниження трудомісткості розмічальних робіт з порівняння з похилим стапелем.



Зм	Лист	Назва	Листів	Дата

2.3 Обґрунтування вибору метода зборки корпусу

При будівлі судна даного проекту найбільш прийнятним є блоковий метод зборки корпусу, що часто застосовується на горизонтальних будівельних місцях. При блоковому методі виготовлені заздалегідь блоки, починаючи з базового, подають на будівельне місце. У якості базового приймається блок, початок формування судна з якого забезпечує мінімальну тривалість його будівлі. У нашому випадку базовим є блок машинного відділення. Монтажний стик блоків зварюють тільки після закінчення всіх складальних робіт з даного блоку.

Блоковий метод забезпечує широкий фронт робіт з найменшим часом знаходження судна на будівельному місці й дає мінімальні загальні зварювальні деформації корпусу.

2.4 Обґрунтування розбивки корпусу судна на блоки.

Технологічний процес формування корпусу судна на місці будівництва. Особливості формування блоків полягають у наступному: необхідно забезпечити стійке положення й закріплення вільних кінців окремих секцій у монтажних стиків у процесі формування блоку:

перевірка форми й розмірів блоку, а також обводів крайок, що підлягають з'єднанню надалі із суміжними блоками й конструкціями судна, повинна виробляється з підвищеною точністю (клас точності 4);

для з'єднання зв'язків із суміжним блоком поздовжні шви на довжині близько 0,6-1 м від монтажного стику залишають незвареними. Ці замикаючі ділянки швів виконують після закінчення зварювання стиків між блоками після закінчення зварювання стиків між блоками після їхнього стикування на будівельному місці.

Розміри блоків і порядок установки, а також їхні маси зазначені на схемі. При формуванні корпусу із блоків спочатку на будівельному місці встановлюють базовий блок. Як базовий блок прийнятий блок машинного відділення, тому що від нього йде велика кількість комунікацій у суміжні відсіки. Потім подають суміжні блоки. Причерчують монтажні крайки обшивання й набору. Кернами відзначають лінію різьби й наносять на обшивання контрольні лінії на відстані 50-100 мм від лінії різьби. Обрізають монтажні припуски по обшиванню й набору й обробляють крайки під зварювання. Відконтурований блок талрепами підтягують до сформованої частини корпусу. Перевіряють розмір монтажною шпациї, збіг крайок обшивання й набору, розмір зварювального зазору.

Крайки обшивання, настилу палуби і їхнього набору підганяють встик і закріплюють на гребінках, а ребра жорсткості - на електроприхватках. Потім зсередини корпусу зварюють монтажні стики обшивання, настилу палуби й останніми - стики набору. Зовні обробляють корінь шва й виконують підварочний шов. Потім роблять контроль якості

зварених швів. Паралельно приступають до з'єднання наступних блоків у ніс і в корму від установлених.

Підвищеної точності вимагає установка кормового блоку, що включає опори для гребного вала. Крім дотримання плавності обводів і збігу крайок тут повинні бути одночасно витримані прямі лінії валів без лама або зсуву. Контроль положення в цьому випадку повинен здійснюватися по світловій лінії за допомогою мішеней, установлюваних у кожному блоці. Для спрощення цього процесу при розбивці судна на блоки вибирають розмір і форму кормового блоку так, щоб валопровід не виходив за його рамки.

Послідовність зборки корпусу:

- 1) подача базового блоку на будівельне місце судовим візком;
- 2) установка базового блоку з перевіркою за діаметральною площиною й по висоті від основної лінії на спеціальних опорах;
- 3) подача двох блоків, що примикають, у ніс і в корму від базового й установка їх по ДП і по висоті;
- 4) причерчування стикуємих зв'язків блоків, обрізка припусків оброблення крайок під зварювання;
- 5) зближення й доводочне переміщення блоків 2 і 3 із блоком на рухливих опорах за допомогою гвинтових або гідравлічних стяжок. Остаточне припасування по крайках, прихватка по монтажних стиках із припасуванням і обтисненням кінців балок поздовжнього набору;
- 6) зварювання стиків листів зовнішньої обшивки й палуби зсередини корпусу, а потім зовні;
- 7) зварювання стиків поздовжніх перетинок, настилу другого дна, вертикального кіля, стрингерів і карлінгсів;
- 8) зварка залишених раніше на попередній збірці ділянок поздовжніх швів кіля, стрингерів і карлінгсів з аркушами обшивання й настилу другого дна й з аркушами палуби в районах монтажного стику;
- 9) підготовка й зварювання монтажних стиків наступних чергових блоків у ніс і корму;
- 10) установка блоків рубання, перевірка їхнього положення й причерчування нижніх крайок;
- 11) обрізка припусків по нижній крайці блоків рубки, остаточна установка блоків рубки й прихватка їх до палуби.

2.5 Технологія зварювання корпусу на будівельному місці

Монтажні з'єднання між секціями, установленими на будівельному місці, зварюють у різних просторових положеннях. Це робить монтажне зварювання на будівельному місці складною операцією, що виконують найбільш кваліфіковані зварники (не нижче 4 розряди).

Перераховані умови утрудняють використання автоматичного зварювання під флюсом. Тому на межсекційних стиках зовнішнього обшивання при товщині листів від 14 мм застосовують електрошлакове зварювання. Електрошлакове зварювання можливе на стиках, розташованих вертикально або кути, що має, нахилу від вертикалі не більше 250.

Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата

Лист

39

Тимчасове з'єднання листів здійснюється планками й гребінками, які прихоплюють на ребро поперек стику із кроком 500-600 мм. Планки одночасно служать для кріплення мідної охолодної смуги, що формує зворотню сторону шва.

Монтажні стики у вертикальному й похилому положенні аркушів товщиною 8-30 мм зварюють автоматичним дуговим зварюванням із примусовим формуванням шва у вуглекислому газі.

Зварювання стиків виробляється одночасно декількома зварниками, щоб забезпечити більше рівномірне поперечне вкорочення. Секції зварюються симетрично відносно ДП, тобто по обох бортах.

Оброблення крайок швів виконують по палубі нагору, тобто назовні, а по днищевому обшиванню й по виліщі - усередину корпусу. Оброблення крайок у бортовій частині варто виконувати усередину корпусу, щоб перший шов зварювався зсередини. Відразу після закінчення шва виконують строжку підварочної канавки й слідом за цим - підварочний шов.

Загальна послідовність зварювання корпусу в районі монтажного стику:

зварювання з наступною підваркою стиків обшивання й палуби, тобто зовнішніх оболонок;

зварювання й підварка стиків набору, що перетинають стики оболонок:

приварку набору до оболонок на ділянках у стиків.

2.6 Технологія заміни деформованого участка корпусу судна - борту

Замінювана секція борту буде встановлюватися між 116-128 шпангоурами.

Шпацию на цій ділянці дорівнює $a = 700$ мм. Товщина обшивки $S = 13,5$ мм. Балки основного набору виконані з несиметричного полособудьба 22а.

Матеріал конструкції корпусу: сталь Ст3.

Виріз пошкодженої ділянки борту

Вирізку виконують газовою різкою при цьому лінію різі необхідно накернити. В районі вирізки видаляють заштити та ізоляцію на відстані 150 мм від лінії різі і зварювання. До початку, різі на кінцях прямолінійних ділянок лінії різі, виконуються отвори діаметром 3-6мм. Ширина різі не повинна перевищувати 4 мм. Застосовано варіант вирізки конструкції із зсувом лінії різі по обшивці і набору.

Послідовність різання:

І. Наносимо базові лінії, вертикальну та горизонтальну, на корпусі судна поєднуючи їх з лініями контуру вирізу, і продовжуємо їх розмітку за межі

[illegible]

вирізу на 500мм. Розмітку базових ліній виробляємо з лицьового боку, по плазовим ескізам, електроннооптичним приладом.

2. На судні за кресленням розмічаються лінії контуру вирізу на полотнищі.

3. До початку різання повинні бути видалені ізоляція і елементи насичення з внутрішньої сторони полотнища (з боку набору), які можуть зайнятися при горінні розрізу металу і при варенні нових деталей.

4. По контуру вирізу по обшивці корпусу і вирізаємої конструкції приварюють тимчасові планки обмежувачі, що запобігають зміщення конструкції під час різання.

5. Розділяються пояски і стінки балок набору.

6. Відрізаємо пошкоджену частину полотнища. Контури вирізу слід виконувати строго з розмітки і починати на полі видаляємої частини секції.

7. Проводимо зйомку конструкції і транспортування її на колісному візку до ремонтного місця.

Технологія складання бортової секції в цеху

Листовий і профільний металопрокат, призначений для виготовлення бортової секції, що надійшов зі складу в цех, повинен пройти первинну обробку:

- правка на профілегибочному верстаті і листопрямильній машині;
- очищення в дробеметному апараті, ґрунтовка.

Різання профільного металопрокату здійснити комбінованими прес-ножицями. Різання листового металопрокату здійснити на гільйотинних ножицях.

Складання і зварювання полотнища бортового полотнища справити на складальному стенді в такій послідовності:

- подати краном листи на стенд і розклали їх згідно з кресленням;
- зістикувати листи між собою по пазах і стиках на електроприхватках, підготувати кромки для зварювання напівавтоматом під флюсом;
- притиснути полотнище вантажами до стенду по обидва боки пазів, і закріпити його до стенду по контуру гребінками;
- встановити та приварити до кінців стикових швів вивідні планки розміром 100*100мм, товщиною $S = 16\text{мм}$;
- контроль зварних швів здійснити відповідно до ОСТ5.1093-78 і схемою контролю зварних швів. Дефекти зварних швів усунути відповідно до ОСТ5.1078-76. Заміри полотнищ провести згідно ОСТ5.9324-79.

- зробити оконтуровку;
- маркувати полотнище з лицьової і внутрішньої сторони білою фарбою, маркування обвести фарбою;

Зварювання полотнища з набором зробити в такій послідовності:

- виконати розмітку місць установки набору головного напрямку (ребра жорсткості);
- зачистити кромки стінок балок головного напрямку пневматичною шліфувальною машинкою. Зачистити на полотнищі місця встановлення набору пневматичною шліфувальною машинкою;

						Лист
Зм	Лист	Всього	Робочий	Дата		41

- встановити набір головного напрямку на полотнищі за допомогою крана, орієнтуючи торець балок набору по лінії розмітки, притиснути їх до полотнища електромагнітними притисками;
- приварити набір головного напрямку до листів за допомогою зварювального автомата АДФ -1001 - У4 на "прохід";
- зачистили кромки стінок рамного набору пневматичною шліфувальною машиною. Зачистити на полотнищі місця встановлення балок шліфувальною машиною;
- видалити тимчасові кріплення (гребінці, планки ,які фіксують стійки і т.л.), встановлені при збірці;
- напівавтоматом приварити балки рамного набору до полотнища;
- встановити та приварити обуха відповідно до схеми кантування і транспортування секції;
- контроль зварних швів здійснити відповідно до ОСТ5.1093-78 і схемою контролю зварних швів. Перевірка зварних швів на дефекти провести відповідно до ОСТ5.1078-76.

Заміри секції провести згідно ОСТ5.9324-79. Випробувати на непроникність зварних швів провести відповідно до ГОСТ 3285 - 77 гасом. Маркувати секцію з лицьової і внутрішньої сторони білою фарбою. Маркування обвести фарбою. Зробити ґрунтовку секції згідно з відомістю ґрунтовки і ОСТ5.9566 - 74, монтажні кромки шириною 50мм не ґрунтувати. Контрольні лінії, нанесені на секції, відновити і відзначити білою фарбою.

Технологія установки і зварювання бортової секції з корпусом судна

1. Подати виготовлену в корпусному цеху бортову секцію до борту судна краном і візком.
2. Зробити прирізку листів бортової секції по контуру вирізу газовим пальником.
3. Зварити стик з максимальним зазором на електроприхватках, інші стики закріпити на гребінки, встановлених під кутом 45 ° до осі стику.
4. Приварити балки головного напрямку за допомогою ручної дугової зварки.
5. Випробувати на непроникність зварних швів провести відповідно до ГОСТ 3285 - 77 гасом.
6. На поверхню ділянки нанести ґрунт.

						Лист
За	Лист	Не бачим.	Голова	Дата		42

					КРБ-135 «Суднобудування»			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Проект багатопілляного судна дв=12000т 03. Охорона праці	Літ.	Арк.	Аркуші
Розроб.		Кая Бура	<i>КБ</i>					
Перев.		Онищенко О.Ф.					1	43
Конс.		<i>Школот</i>	<i>Ш</i>			ОНМУ НІМІТІ 4 курс		
Н. Контр.		Чаласко І.В.	<i>Ч</i>	<i>05.06.11</i>				
Затв.								

3 Охорона праці

3.1 Охорона праці та техніки безпеки при виконанні заміни деформованих частин корпусу судна

Незважаючи на широке впровадження автоматизованих і механізованих способів обробки металу, ручне дугове зварювання завдяки своїй універсальності є дотепер одним із провідних технологічних процесів. Полегшити умови праці зварників, уберегти їх від впливу несприятливих факторів - завдання важлива й дуже відповідальна.

Під час горіння зварювальної дуги відбувається випромінювання не тільки яскравих світлових, але й невидимих ультрафіолетових і інфрачервоних теплових променів. І якщо видимі світлові промені лише засліплюють і неприємні відчуття, що виникають при цьому, швидко проходять, то ультрафіолетові промені можуть викликати захворювання очей - електроофтальмію, що проявляється через кілька годин після поразки, різко в очах, слезоточинням, спазмами вік, почервонінням слизової оболонки. Захворювання це триває від одного до декількох днів.

Щоб уберегти очі й обличчя при роботі з відкритою електричною дугою, зварники повинні бути забезпечені шоломом-маскою або щитком із захисними стеклами (світлофільтрами), що затримують ультрафіолетові, інфрачервоні й значну частину видимих променів. Світлофільтри повинні застосовуватися відповідно до ГОСТ. Залежно від сили зварювального електричного струму рекомендується застосовувати світлофільтри.

Від бризгів розплавленого металу світлофільтр варто захищати простим склом.

Електрозварювання також супроводжується забрудненням повітряного середовища. Негативний вплив на організм робітника робить потік тонкодисперсного пилу й газів - так званий зварювальний аерозоль, що виникає над електричною дугою. Його хімічний склад залежить від того, який зварюється метал, з якого металу зроблені стрижень і яке покриття електродів.

У суднобудівництві використовують стрижні із заліза, тому пил, що утворюється при зварюванні, на 56-70% складається з окислів заліза. Звичайно в аерозолі присутній й двоокис кремнію. Вона надходить із покриття електродів. При зварюванні електродами руднокислого типу з високим змістом у їхньому покритті з'єднань марганцю виділяється також велика кількість окислів марганцю. Якщо ж зварювання ведеться електродами фтористокальцієвого типу, в аерозолі присутні фтористі з'єднання.

Систематичне й тривале перебування в забрудненій атмосфері негативно позначається на стані здоров'я працюючих.

Переважне число часток пилу, що утворюється при зварюванні, не перевищує десятків і сотих часток мікрону. Такий пил легко проникає в легені й, осідаючи там, особливо двоокису кремнію, може привести до розростання в легенях сполучної тканини. Так розвивається пневмокніоз. До окислів марганцю найбільш чутлива нервова система.

Для профілактики цих захворювань проводиться цілий комплекс технічних і санітарно-технічних мір.

Зв	Лист	Всього	Голов	Дата

Лист

4/4

Одна з них - зниження змісту марганцю, фтору й інших шкідливих домішок у складі покриттів електродів.

Для значно меншого утворення пилу й окислів марганцю, поліпшення умов праці зварників і підвищення її продуктивності запропоновано рутилінове покриття для електродів.

Однак, застосовуючи навіть електроди з новими покриттями, повністю позбутися від шкідливого пилу не можна. От чому ефективної вентиляції належить дуже важлива роль у комплексі оздоровчих мір, спрямованих на профілактику захворювань в електрозварювачів.

У цеху, у приміщенні, де ведеться зварювання, повинна бути загальнообмінна припливно-витяжна вентиляція. Крім цього, у кожного стаціонарного поста, де працює зварник, потрібна витяжка у вигляді широкого бічного відсмоктування, розташованого над столом, навпроти робітника. Іноді стаціонарний зварювальний пост захищається металевою кабіною. Це робиться для того, щоб випромінювання зварювальної дуги не впливало на інших робітників. У кабіні рекомендується вентиляційний пристрій також у вигляді бічного відсосу. Якщо зварюють деталі, що, не занадто великі, найкраще використати витяжну шафу.

Коли зварювання ведеться усередині цистерни, бака, у магістральному трубопроводі, відсіку судна й інших місцях, де не можна пристосувати витяжну шафу, застосовують спеціальну маску, у яку компресором прямо до обличчя робітника подається чисте повітря.

Якщо струмовідна мережа зварювальних агрегатів складається зі зношених, оголених або просто голих проводів, то це може служити серйозною небезпекою поразки електричним струмом зварників і робітників, що перебувають біля цих установок.

Електричну мережу до рухливих зварювальних трансформаторів рекомендується підводити шланговим проводом.

Небезпека поразки електричним струмом і можливість одержання важкої електротравми виникає, коли зварник розриває вторинний ланцюг (режим холостого ходу) і доторкається до електрода, який потрібно замінити. Для цього необхідно використовувати справний, безпечний електродотримач.

Небезпека поразки електричним струмом виникає як при безпосередньому зіткненні зі струмовідними частинами установки, так і при зіткненні з металевими частинами, які опинилися під напругою внаслідок ушкодження ізоляції. З метою попередження поразки робітників електричним струмом всі металеві частини електроустановки (корпуса електрогенераторів зварювальних трансформаторів, кожуха рубильників) повинні бути надійно заземлені.

Для профілактики професійних захворювань електрозварювачам необхідно ретельно стежити за своїм здоров'ям.

Виконання робіт з ручного електродугового зварювання завжди ведеться в умовах підвищеної небезпеки поразки струмом, тому в переліку професій робітників, зайнятих у суднобудівництві, до яких пред'являються додаткові (підвищені) вимоги з техніки безпеки, відносяться й електрозварювачі. Всі небезпеки, що виникають у процесі зварювання, за часом їхньої дії можна

№	Підп.	на борті	Підп.	Датум

розділити на дві групи. До першої групи відносяться небезпеки, які виникають миттєво - імпульсні небезпеки. Такі небезпеки зазвичайно приводять до нещасного випадку, що закінчується виробничою травмою.

До другої групи відносяться небезпеки, які діють протягом усього технологічного процесу електрозварювання, наслідком якого є професійні захворювання, несприятливі зміни в організмі або передчасна їхня стомлюваність.

Як показують дослідження й аналіз, випадки травматизму на виробництві виникають у результаті певних технічних санітарно-гігієнічних і організаційних причин.

До основних технічних причин випадків виробничого травматизму при електрозварювальних роботах відносяться:

- конструктивні недоліки виробничого обладнання, електрозварювальної апаратури, машин і механізмів, відсутність огороження рухомих частин, дефекти в установці підключительних пунктів;

- недосконалість технологічних процесів, недостатня їхня механізація, автоматизація, а також відсутність чи недосконалість дистанційного управління;

- несправність або відсутність заземлення, ізоляції електропроводки, неправильна проводка й прокладка проводів до зварювальних постів і ін., які не відповідають установленим нормам і вимогам техніки безпеки, електробезпеки й протипожежній безпеці.

До несприятливих санітарно-гігієнічних умов відносяться:

- недостатня освітленість на робочих місцях;

- погана вентиляція;

- неприпустимий шум і струси;

- шкідливі випромінювання, виділення шкідливих газів, пари і пилу.

Все це сприяє випадкам травматизму і є основною причиною профзахворювань.

До організаційних причин випадків виробничого травматизму відносяться:

- неправильна організація праці, нерациональний режим роботи;

- неправильне розміщення виробничого обладнання, незадовільне утримання робочих місць, проходів і проїздів;

- порушення технологічного режиму, недотримання встановлених правил експлуатації й оглядів обладнання;

- відсутність або поганий стан індивідуальних захисних засобів;

- відсутність належного нагляду з боку адміністративно-технічного персоналу за дотриманням працюючими правил техніки безпеки, санітарних норм, трудової дисципліни й протипожежної безпеки;

- допуск до роботи осіб, які погано знають безпечні прийоми праці, а також обладнання.

Основну професійну підготовку електрозварювачі одержують у процесі навчання по спеціальних програмах. У процесі навчання зварники одержують знання, уміння й навички по техніці зварювання, по експлуатації зварювального

устаткування, а також по техніці безпеки, виробничій санітарії, по електробезпеці й протипожежній безпеці.

По закінченні строків навчання й при успішній здачі іспитів спеціальною кваліфікаційною комісією зварникам видається диплом (посвідчення) на право виконання певних видів робіт.

Щоб виключити небезпечні дії й підвищити знання, уміння й навички безпечного виконання електрозварювальних робіт, всі електрозварювачі і їх підручні зобов'язані пройти вступний інструктаж з техніки безпеки й виробничої санітарії, інструктаж з техніки безпеки безпосередньо на робочому місці, який повинен проводитися також при кожному переході на іншу роботу або при зміні умов роботи. Повторний інструктаж повинен проводитися для всіх робітників не рідше одного разу в три місяці й реєструватися в спеціальному журналі.

Крім інструктажу необхідно не пізніше трьох місяців від дня надходження робітників на суднобудівне підприємство навчити їх безпечним методам і прийомам робіт за затвердженою головним інженером підприємства програмі.

Після закінчення навчання й надалі щорічно головний інженер повинен забезпечити перевірку знання робітниками зазначених методів і прийомів робіт, а також документальне оформлення перевірки й видачу робітникам посвідчення.

До проходження навчання ці особи до самостійної роботи не допускаються.

За	Лист	не додам	Підпис	Дата

Лист

47

Специфікація

Тип	Судно однопалубне, з кормовим розташуванням машинного відділення, чотирьох трюмне, з одним гвинтом та одним двигуном, з баком, з ютом, з кормовим розташуванням жилой рубки, з подвійним днищем, з подвійним бортом, з бульбообразним носовим краєм, з транцевою кормою, з люковими закриттями типу що складаються
Призначення	Перевезення навалювальних вантажів
Клас	KM + general cargo
Довжина найбільша	182,30 м
Довжина між перпендикулярами	148,55 м
Ширина борта судна на міделі	21,20 м
Висота борта на міделі	10,90 м
Осадка по КВЛ	8,38 м
Вагова водотоннажність	17448 т
Об'ємна водотоннажність	17022 м3
Дедвейт	12000 т
Експлуатаційна швидкість	14 вузл
Кількість членів екіпажу	14 чол.
Дальність плавання	10000 миль

						Лист
Зм	Лист	на дод.	Лист	Дат		48

Перелік літератури:

1. Правила Регістру судноплавства України 2020р.
2. Методичні вказівки щодо виконання дипломного проекту
3. Правила обміру морських суден 2020р.

№	Посл.	№ докум.	Титул	Дата		Лист
						59