

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Херсонський навчально-науковий інститут
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова

Кафедра Суднобудування та ремонту суден

«Допущений до захисту»
Завідувач кафедри



О.В. Щедролоєв

«08» червня 2023 р.

Кваліфікаційна робота
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

на тему: Проект лісовоза з розробкою технологічного процесу
виготовлення секції верхньої палуби судна

Виконав: студент 4111 групи

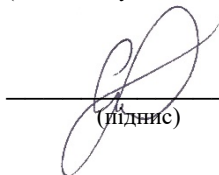

(підпис)

Луб'яна Е.І.

Керівник роботи:

викладач

(посада, науковий ступень, вчене звання)


(підпис)

Соценко В.В.

Херсон – 2023 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Херсонський навчально-науковий інститут
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова

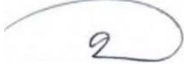
Кафедра Суднобудування та ремонту суден

Спеціальність 135 «Суднобудування»

Освітня програма «Кораблі та океанотехніка»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми

 Дудченко О.М.
«16» березня 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

Луб'яна Еліза Ігорівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **Проект лісовоза з розробкою технологічного процесу виготовлення секції верхньої палуби судна**

Керівник роботи викладач Соценко В.В.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Затверджені наказом по ХННІ НУК № **04** від «**16**» **березня 2023 року**

2. Строк подання студентом роботи 02.06.2023 року

3. Вихідні дані до роботи:

3.1. Вантажопідйомність (вантажомісткість) 5597 т

3.2. Вид вантажу (питома завантажувальна кубатура) Круглий ліс

3.3. Швидкість експлуатаційна 13,2 вузлів

3.4. Клас судна за Правилами РСУ для морських суден: КМ  A1 Timber ship

3.5. Дальність та район плавання 5000 миль, необмежений

3.6. Додаткові вимоги Забезпечити каюти екіпажу – одномісні, практикантів – двомісні

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

4.1. Визначення водотоннажності та головних розмірювань судна.

4.2. Розробка теоретичного креслення.

4.3. Набір корпусу за Правилами Регістру.

4.4. Технологія виготовлення бортової секції.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) / Перелік презентаційних матеріалів:

5.1. Теоретичне креслення.

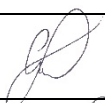
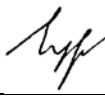
5.2. Креслення загального розташування: боковий вид та план верхньої палуби.

5.3. Конструктивний мідель-шпангоут судна.

5.4. Технологія виготовлення бортової секції.

5.5. Демонстраційна таблиця.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата			
		завдання видав		завдання прийняв	
проекування судна	викладач Соценко В.В.		16.03.2023		16.03.2023
побудова теоретичного креслення	викладач Соценко В.В.				
конструкція корпусу	викладач Соценко В.В.				
технологічна частина	професор Щедролосєв О.В.				

7. Дата видачі завдання 16.03.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Визначення основних елементів і характеристик судна-проекту.	17.03.2023	
2.	Побудова теоретичного креслення.	31.03.2023	
3.	Набір корпусу за Правилами класифікаційного товариства. Конструктивний мідель-шпангоут.	21.04.2023	
4.	Технологічна частина проекту. Креслення з технологічної частини проекту.	05.05.2023	
5.	Демонстраційна таблиця	19.05.2023	
6.	Оформлення пояснювальної записки та завершення оформлення кваліфікаційної роботи й презентацій.	02.06.2023	

Студент



Е.І. Луб'яна

Керівник



В.В. Соценко

ЗМІСТ

Анотація	5
Вступ.....	7
1. Визначення водотоннажності та головних розмірів.....	10
2. Розробка теоретичного креслення.....	20
3. Проектування конструктивного мідель-шпангоута	27
4. Проектування технологічного процесу виготовлення секції верхньої палуби	43
Висновки	64
Список використаної літератури.....	65

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Відповідно до завдання на дипломну роботу бакалавра, виданого кафедрою суднобудування та ремонту суден Херсонського навчально-наукового інституту НУК, спроектовано лісовоз вантажопідйомністю 5597 тон.

У розрахунковій частині проекту виконане наступне:

- визначені водотоннажність судна та головні розміри:
довжина судна між перпендикулярами $L = 90,30$ м;
ширина судна $B = 11,93$ м;
висота борту $D = 5,22$ м;
осадка на міделі $d = 4,67$ м;
- розроблене теоретичне креслення корпусу судна;
- спроектовано конструктивний мідель–шпангоут судна згідно Правил Регістру судноплавства України;
- в технологічній частині роботи спроектовано технологічний процес виготовлення секції верхньої палуби судна.

В дипломній роботі для проведення розрахунків та виконання графічної частини використовувались спеціалізовані комп'ютерні програми (автоматичні графічні системи): «FreeShip+», AutoCAD 2017.

Спроектоване судно задовольняє завданню на дипломне проектування, вимогам Правил Регістру та іншим нормативним документам.

Ключові слова: верхня палуба, водотоннажність, лісовоз, проектування, теоретичне креслення, секція, суднобудування.

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ANNOTATION

In accordance with the terms of reference for the bachelor's thesis issued by Department of Shipbuilding and Ship Repair of the Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, given out by a department, a log carrier is projected by a carrying capacity a 5597 tone.

The following was done in the design calculation part of the project:

- determination of the ship's displacement and main dimensions:

length between perpendiculars $L = 90,30$ m;

beam $B = 11,93$ m;

height $D = 5,22$ m;

draft on the midship $d = 4,67$ m;

- development of the theoretical drawing of the ship's hull;

- the structural model of the ship's frame has been designed in accordance with the Rules of the Ukrainian Register of Shipping;

- in the technological part of the work, the technological process of manufacturing the section of the upper deck was designed.

Specialized computer programs (automatic graphic systems): «FreeShip+», AutoCAD 2017 were used for calculations and graphic design in the thesis.

The designed ship meets the task of the diploma project, the requirements of the Classification Society's Rules, and other regulatory documents.

Keywords: upper deck, displacement, timber carrier, design, technical drawing, section, shipbuilding.

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Студент		Луб'яна			Вступ				Літ.	Арк.	Акрушів	
Консульт.		Соценко										
Керівник		Соценко							ХННІ НУК			
Зав. кафедр.		Щедролосєв										

ВСТУП

Лісовоз – суховантажне судно для перевезення вантажів лісу, в тому числі круглого лісу та пиломатеріалів розсипом в пакетах. Можливе використання лісовозів для перевезення масових вантажів (зерно, вугілля). Головна відмінність лісовоза від інших вантажних суден полягає в тому, що 1/3 вантажу перевозиться на верхній відкритій палубі. Це зумовлює забезпечення підвищеної міцності верхньої палуби, звільнення її від огорожувальних конструкцій, а також оснащення лісовоза спеціальними пристроями для кріплення грузу: дерев'яними або металевими стенселями (пристрій для кріплення балок до фальшборту).

Ретельно покладений і надійно закріплений караван (складений круглий ліс) розглядається як суцільна суднова надбудова, яка забезпечує додатковий захист вантажних люків, тамбурів, вентиляційних отворів і кінцевих перегородок надбудови, збільшує об'єм, що входить до води при крені судна і підвищує остійність при великих кутах крену. Тому лісовози можуть мати менший надводний борт, ніж інші вантажні судна. З урахуванням цього лісовозам крім основної вантажної марки, що відповідає перевезенню вантажів в трюмах, призначається лісова вантажна марка, осадка по яку на 5-6 см більше осадки по основну вантажну марку, що відповідає різниці в дедвейті 7-10%.

Наявність палубного вантажу вимагає від лісовозів підвищеної остійності, здатності протистояти збільшеному крену. Тому лісовози будуються з більш широкою палубою. Лісовоз зазвичай обладнаний вантажними засобами, які нерідко використовуються при завантаженні та розвантаженні в необладнаних річкових лісових портах. Перевезення вантажу на палубі диктує і інші умови: палуба повинна бути «чистою», тобто не захащеною судовим обладнанням.

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Збільшення перевезень лісу в пакетах, особливо пиломатеріалів, вимагає відповідних конструкційних рішень в суднобудуванні. В результаті, лісовози, дедалі більшою мірою перетворюються в судна – пакетовози, які пристосованні для перевезень лісу в пакетах.

Безпосередньо до лісовозів примикає численна група малотоннажних суден прибережного плавання, так званих коустерів (coaster), які обслуговують європейські морські перевезення. Коустер – це однопалубне судно вантажопідйомністю в 500 – 1500 т, здатне перевозити найрізноманітніші вантажі: ліс, фанеру, целюлозу, плити, вугілля та інше..

У даній дипломній роботі буде спроектовано судно типу лісовоз вантажопідйомністю 1600т.

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.01							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Студент		Луб'яна			Визначення водотоннажності та головних розмірів			Літ.		Арк.	Акрушів	
Консульт.		Соценко										
Керівник		Соценко								ХННІ НУК		
Зав. кафедр.		Щедролосєв										

1 ВИЗНАЧЕННЯ ВОДОТОННАЖНОСТІ ТА ГОЛОВНИХ РОЗМІРІВ

Короткі відомості про судно прототип

Для судна, що проектується, вантажопідйомністю 3500 т, в якості прототипу використовуємо технічні данні судна лісовоза, основні характеристики наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Основні характеристики судна прототипу

Назва елементу	Позн.	Одиниця виміру	Числове значення
Довжина між перпендикулярами	$L_{\perp\perp}$	м	70,00
Довжина найбільша	L	м	76,0
Ширина	B	м	11,84
Висота борту	H	м	5,18
Осадка по КВЛ	T	м	4,63
Коеф. загальної повноти	C_b	-	0,653
Коеф. повноти міделя	C_m	-	0,979
Коеф. повноти КВЛ	C_w	-	0,759
Швидкість експлуатаційна	V_s	вуз.	13,2
Вантажопідйомність	Δ	т	2597
Дальність плавання		миль	5000
Екіпаж		осіб	15

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.01	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1. Визначення водотоннажності та головних елементів проекту у першому наближенні

Водотоннажність у першому наближенні Δ_0 визначається за формулою:

$$\Delta_0 = \frac{P_{\Gamma}}{\eta_{\Gamma}},$$

де $P_{\Gamma}=2597$ - задана вантажопідйомність судна, т,

$\eta_{\Gamma}=0,72$ – коефіцієнт утилізації водотоннажності за чистою вантажопідйомністю:

$$\Delta_0 = \frac{2597}{0,72} = 3607 \text{ т}$$

1.2. У першому наближенні потужність головних двигунів визначається за формулою адміралтейських коефіцієнтів:

$$N_0 = \Delta_0^{1/2} \cdot V_S^{5/2} / 27,2 \text{ кВт},$$

где V_S – швидкість ходу на випробуваннях, вуз

$$V_S = V_{\Sigma} \cdot 1,05 = 13,2 \cdot 1,05 = 13,86 \text{ вуз}$$

$$N_0 = 3607^{1/2} \cdot 13,86^{5/2} / 27,2 = 1579 \text{ кВт}.$$

Отримане значення потужності говорить про те, що в якості головного двигуна на проектуваному танкері може бути застосований малооборотний або середньооборотний двигун.

1.3. Визначення водотоннажності у першому наближенні

Точніші значення водотоннажності і інших елементів судна можуть бути отримані шляхом складання і рішення рівняння мас, яке має вигляд:

$$m\Delta - n\Delta^{2/3} - p\Delta^{1/2} = P_{\Gamma}$$

где P_{Γ} - задана вантажопідйомність судна, т.

Коефіцієнти рівняння m , n і p визначаються за такими формулами:

$$m = 1 - a_{\kappa} - a_{\text{ЭК}} - a_{\text{ЗВ}},$$

$$n = a_y + a_{\text{ел}} + a_{\text{ЖСГ}} + a_{\text{сн}},$$

$$p = a_{\text{эу}} + a_m,$$

где a_{κ} – вимірювач маси металевого корпусу,

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.01	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$a_{\text{ЭК}}$ – вимірювач маси команди,

$a_{\text{ЗВ}}$ – вимірювач маси запасу водотоннажності,

$a_{\text{У}}$ – вимірювач маси суднових пристроїв і систем,

$a_{\text{ЭЛ}}$ – вимірювач маси електрообладнання,

$a_{\text{ЖГ}}$ – Вимірювач маси рідких вантажів,

$a_{\text{СН}}$ – вимірювач маси постачання,

$a_{\text{ЭУ}}$ – вимірювач маси енергетичної установки,

$a_{\text{Т}}$ – вимірювач маси палива.

1.3.1. Определение измерителей масс

Вимірювач маси по розділу « Установка энергетична » визначається за формулою:

$$a_{\text{ЭУ}} = \frac{q_{\text{ЭУ}} \cdot V_S^{5/2}}{27,2},$$

Для дизельних установок величина $q_{\text{ЭУ}}$ визначається за формулою:

$$q_{\text{ЭУ}} = 600/N^{1/4} = 600/2366^{1/4} = 86,02 \text{ кг/кВт},$$

$$a_{\text{ЭУ}} = \frac{95,18 \cdot 13,86^{5/2}}{27,2} = 2,50$$

Вимірювач маси по розділу « Запасы палива , воды , масла » визначається за формулою :

$$a_m = P_m / \Delta_0^{1/2},$$

$$\text{де } P_m = K_m \cdot q_m \frac{\Delta_0^{1/2} \cdot V_S^{3/2}}{27,2} \cdot R,$$

где $K_m = 1,15$ – коефіцієнт морського запасу,

R – дальність плавання , миль ,

$q_{\text{Т}}$ – питома витрата енергетичних запасів на всю СЕУ.

$$q_m = q'_m \cdot (1 + a''_m + a'''_m) \cdot K_c,$$

де q'_m – питома витрата палива , г / кВт год ,

$a''_{\text{Т}} = 0,03$ – коефіцієнт витрати масла для ДВЗ,

$a'''_{\text{Т}} = 0,03$ – коефіцієнт витрати води,

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.01	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_c = 1,25$ – коефіцієнт що враховує витрати палива на загальносуднову потреби.

$$q_m = 185 \cdot (1 + 0,03 + 0,03) \cdot 1,25 = 265 \text{ г/ кВт г},$$

$$P_m = 1,15 \cdot 265 \cdot 10^{-6} \frac{3607^{1/2} \cdot 13,86^{3/2}}{27,2} \cdot 5000 = 173 \text{ т.}$$

$$a_m = 173/3607^{1/2} = 2,89.$$

Вимірник маси по розділу «Запас водотоннажності» визначається за формулою [2]:

$$a_{3.6} = a'_{3.6}(1 - \eta_B),$$

де $a_{3.6} = 0,035$ - коефіцієнт запасу водотоннажності [1];

$\eta_B = 0,76$ – коефіцієнт утилізації водотоннажності за вантажем [1];

тоді

$$a_{3.6} = a'_{3.6}(1 - \eta_B) = 0,035(1 - 0,76) = 0,0098$$

Інші вимірники мас приймаємо за статистичними даними [1].

Всі вимірники мас зведено в таблицю 1.1.

Всі вимірювачі мас зведені в таблицю 1.1 :

Таблиця 1.1. Вимірювач мас

Розділ навантаження		Залежність від Δ	Вимірювач a_i	Прим.
01	Корпус	$a_k \cdot \Delta$	0,242	[2]
02	Судові пристрої	$a_y \cdot \Delta^{2/3}$	0,027	[2]
03	Системи	$a_c \cdot \Delta^{2/3}$	0,008	[2]
04	Енергетична установка	$a_{\text{эу}} \cdot \Delta^{1/2}$	2,50	розр.
05	Електрообладнання	$a_{\text{эл}} \cdot \Delta^{2/3}$	0,014	[2]
11	запас водотоннажності	$a_{3.6} \cdot \Delta$	0,0098	розр.
12	Рідкі вантажі	$a_{\text{жг}} \cdot \Delta^{2/3}$	0,008	[2]
13	Постачання , майно	$a_{\text{сн}} \cdot \Delta$	0,005	[2]

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.01	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

14	Екіпаж , провізія , вода	$a_{\text{эк}} \cdot \Delta$	0,005	[2]
16	Запас палива , масла , води	$a_m \cdot \Delta^{1/2}$	2,89	розр.

1.3.2. Складання рівняння мас.

Підставляючи вимірювачі з таблиці 1.1 в формули отримуємо коефіцієнти рівняння мас :

$$\begin{aligned}
 m &= 1 - a_{\text{к}} - a_{\text{эк}} - a_{\text{зв}}, \\
 n &= a_{\text{у}} + a_{\text{ел}} + a_{\text{жг}} + a_{\text{сн}}, \\
 p &= a_{\text{эу}} + a_{\text{т}}, \\
 m &= 1 - 0,242 - 0,005 - 0,0098 = 0,743, \\
 n &= 0,027 + 0,014 + 0,008 + 0,005 = 0,054, \\
 p &= 2,50 + 2,89 = 5,39.
 \end{aligned}$$

Таким чином , рівняння мас має вигляд:

$$\begin{aligned}
 m\Delta - n\Delta^{2/3} - p\Delta^{1/2} &= P_{\Gamma} \\
 0,743\Delta - 0,054\Delta^{2/3} - 5,39\Delta^{1/2} &= 3607
 \end{aligned}$$

1.3.3. Рішення рівняння мас.

Рівняння мас вирішуємо методом Ньютона.

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}$$

где $f(x_n)$ – значення функції , що виражає рівняння,
 $f'(x_n)$ – значення першої похідної від цієї функції.

За початкове значення кореня рівняння мас приймається водотоннажність в нульовому наближенні :

$$\begin{aligned}
 f(\Delta_0) &= m\Delta_0 - n\Delta_0^{2/3} - p\Delta_0^{1/2} - P_{\Gamma} \\
 f(80000) &= 0,743 \cdot 3607 - 0,054 \cdot 3607^{2/3} - 5,39 \cdot 3607^{1/2} - 3607 \\
 f'(\Delta_0) &= m - \frac{2}{3}n\Delta_0^{-1/3} - \frac{1}{2}p\Delta_0^{-1/2} \\
 f'(8000) &= 0,743 \cdot 3607 - \frac{2}{3}0,054 \cdot 3607^{-1/3} - \frac{1}{2}5,39 \cdot 3607^{-1/2} \\
 \Delta_1 &= 5410 \text{ т.}
 \end{aligned}$$

Перевіримо правильність знайденого значення:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРБ.135.4111.01.ПЗ.01

Арк.

$$0,743 \cdot 5410 - 0,54 \cdot 5410^{2/3} - 5,39 \cdot 5410^{1/2} - 3670 = 0.$$

Таким чином , водотоннажність судна в першому наближенні :
 $\Delta_1 = 5410$ т .

Складаємо зведену таблицю розрахунку вагового навантаження в першому наближенні .

Таблиця 1.2. Вагове навантаження в першому наближенні

Розділ навантаження		Залежність від Δ	Маса P_i , т
01	Корпус	$a_k \cdot \Delta$	1309,4
02	Судові пристрої	$a_y \cdot \Delta^{2/3}$	8,32
03	Системи	$a_c \cdot \Delta^{2/3}$	2,47
04	Енергетична установка	$a_{\text{эу}} \cdot \Delta^{1/2}$	183,9
05	Електрообладнання	$a_{\text{эл}} \cdot \Delta^{2/3}$	4,31
11	запас водотоннажності	$a_{\text{зв}} \cdot \Delta$	53,02
12	Рідкі вантажі	$a_{\text{жсг}} \cdot \Delta^{2/3}$	2,47
13	Постачання , майно	$a_{\text{сн}} \cdot \Delta$	27,05
водотоннажність порожньом			1590,9
14	Екіпаж , провізія , вода	$a_{\text{эк}} \cdot \Delta$	27,05
15	Груз		3670
16	Запас палива , масла , води	$a_m \cdot \Delta^{1/2}$	212,6
Дедвейт			3909,6
Повна водотонажність			5500,5

Приймаємо $\Delta_1 = 5500$ т.

1.4. Розрахунок головних розмірювань у першому наближенні.

1.4.1. Відносна довжина першого наближення визначається за емпіричною формулою:

$$l_1 = \left(2 + \frac{2}{\sqrt[3]{\Delta_1}} \right) V_S^{1/3} = \left(2 + \frac{2}{\sqrt[3]{13986}} \right) 12,60^{1/3} = 5,07.$$

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.01	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Довжина між перпендикулярами може бути визначена:

$$L_1 = l\Delta_1^{1/3} = 5500^{1/3} = 89,6 \text{ м}$$

Для цього виразимо ширину і осадку в першому наближенні через довжину судна і раніш знайдені відношення (L/B) і (B/d);

$$B_1 = L_1/(L/B), d_1 = B_1/(B/d).$$

$$B_1 = 89,6/7,56 = 11,84 \text{ м};$$

$$d_1 = 11,84/2,56 = 4,63 \text{ м};$$

$$D_1 = d_1 \cdot (D/d) = 4,63 \cdot 1,12 = 5,18 \text{ м}$$

1.4.2. Визначаємо число Фруда:

$$Fr = \frac{0,514V_S}{\sqrt{gL_1}} = \frac{0,514 \cdot 12,60}{\sqrt{9,81 \cdot 116,8}} = 0,240.$$

1.4.3. Визначаємо коефіцієнти повноти.

Кф. загальної повноти: $C_B = \delta = 1,09 - 1,68 \cdot Fr = 0,686$

Кф. повздовжньої повноти: $C_P = \varphi = 0,04 + 0,96\delta = 0,699$

Кф. повноти ватерлінії: $C_W = \alpha = 0,8780 \varphi + 0,1733 = 0,787$

Кф. повноти мідель-шпангоута: $C_M = \beta = \delta/\varphi = 0,982$

1.4.4. Головні розмірювання судна в другому наближенні знаходяться за методом геометричної подібності. Коефіцієнти повноти у другому наближенні вважаються рівними коефіцієнтам повноти у першому наближенні:

$$C_{B_2} = C_{B_1} = 0,686;$$

$$C_{M_2} = C_{M_1} = 0,699;$$

$$C_{W_2} = C_{W_1} = 0,787.$$

Коефіцієнт подібності визначається за формулою

$$\lambda = \sqrt[3]{\frac{\Delta_2}{\Delta_1}} = \sqrt[3]{\frac{5500}{5410}} = 1,006;$$

$$L_2 = L_1 \cdot \lambda = 89,6 \cdot 1,006 = 90,30 \text{ м};$$

$$B_2 = B_1 \cdot \lambda = 11,84 \cdot 1,006 = 11,93 \text{ м};$$

$$D_2 = D_1 \cdot \lambda = 5,18 \cdot 1,006 = 5,21 \text{ м};$$

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.01	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_2 = d_1 \cdot \lambda = 4,63 \cdot 1,006 = 5,22 \text{ м};$$

$$\Delta_2 = K_{64} \cdot \gamma \cdot C_{B_2} \cdot L_2 \cdot B_2 \cdot d_2 = 1,01 \cdot 1,025 \cdot 0,686 \cdot 90,3 \cdot 11,93 \cdot 5,22 = 5597 \text{ т.}$$

Повинна виконуватися умова $\left| \frac{\Delta_2 - \Delta_1}{\Delta_2} \right| \leq 0,03;$

$$\left| \frac{5597 - 5500}{5597} \right| = 0,017 \leq 0,03.$$

Так як умова виконується і різниця між значеннями водотоннажності у першому і другому наближеннях незначна (не більше 1 %), то немає необхідності виконувати третє наближення.

1.4.5 Таблиця 1.3 – Головні елементи судна в 1-му наближенні

Назва елементу	Позн.	Одиниця виміру	Числове значення
Довжина між перпендикулярами	$L_{\perp\perp}$	м	89,6
Ширина	B	м	11,8
Висота борту	D	м	5,18
Осадка по ВВЛ	d	м	4,63
Коеф. загальної повноти	C_B	-	0,686
Коеф. повноти міделя	C_M	-	0,699
Коеф. повноти ВВЛ	C_W	-	0,787
Коеф. поздовжньої повноти	C_P	-	0,982
Вагова водотоннажність	Δ	т	5500

Таблиця 1.3 – Головні елементи судна у другому наближенні

Назва елементу	Позначення	Одиниця виміру	Числове значення
Довжина між перпендикулярами	$L_{\perp\perp}$	м	90,30
Ширина	B	м	11,93
Висота борту	D	м	5,22
Осадка по ВВЛ	d	м	4,67
Коеф. загальної повноти	C_b	-	0,686
Коеф. повноти міделя	C_m	-	0,699

Коеф. повноти ВВЛ	C_w	-	0,787
Коеф. повздовжньої повноти	φ	-	0,982
Вагова водотоннажність	Δ	т	5597

1.5 Поділ судна на відсіки

Для розрахунку мас по інших розділах навантаження, що входять до складу водотоннажності порожньому і координат їх центрів ваги необхідно визначити розташування і довжину МВ, бака та інші конструктивні особливості судна. Для отримання цих даних необхідно зробити розподіл судна на відсіки.

1.5.6. Шпация в середній частині судна визначається за формулою Морського Регістру:

$$a_0 = 0,002 \cdot L + 0,48 = 0,002 \cdot 90,3 + 0,48 = 0,660 \text{ м.}$$

Приймаємо $a_0 = 650 \text{ мм.}$

Шпацию в районі ахтерпика и форпика приймаємо 600 мм.

– відстань від форпикової перегородки до носового перпендикуляра повинна бути не менш

$$L_{фор} = 0,05 \cdot L = 0,05 \cdot 90,3 = 4,515 \text{ м;}$$

– відстань від кормового перпендикуляра до ахтерпикової перегородки знаходимо за прототипом:

$$L_{axm} = 0,04 \cdot L = 3,61 \text{ м.}$$

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.01	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.02				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Студент		Луб'яна			Розробка теоретичного креслення		Ліп.	Арк.	Акрушів
Консульт.		Соценко							
Керівник		Соценко					ХННІ НУК		
Зав. кафед.		Щедролосєв							

2 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕОРЕТИЧНОГО КРЕСЛЕННЯ

2.1 Розрахунок теоретичного креслення

2.1.1 Розрахунок ординат теоретичного креслення

В основі проектування теоретичного креслення лежить інтерполяційний метод. Сутність нього методу полягає в тому, що ординати теоретичного креслення визначаються інтерполяцією між двома прототипами з різними коефіцієнтами загальної повноти за програмою Dialog-Statik. В банк даних цієї програми закладені ординати судів з декількома значеннями коефіцієнтів загальної повноти. Результати розрахунків виводяться до друку у вигляді таблиці, яка містить ординати для 21-го теоретичного (табл. 2.1)

За одержаними значеннями ординат (табл. 2.1) будується теоретичне креслення.

2.1.2 Побудова обводів форштевня та ахтерштевня

Обраємо носову кінцевість з бульбом. Кут нахилу надводної частини форштевня до носового перпендикуляра $\alpha = 50^\circ$.

Характеристиками носового бульба є:

– відстань від носового перпендикуляра судна до передньої точки бульба розраховується за формулою:

$$L_{\text{нб}} = L_{\text{пп}} \cdot l_{\text{нб}},$$

$l_{\text{нб}}$ – відносна довжина бульба:

$$l_{\text{нб}} = 0,051 - 0,115 \cdot Fr \pm 0,006$$

де $Fr = 0,229$

$$l_{\text{нб}} = 0,051 - 0,115 \cdot 0,240 \pm 0,006 = 0,029 \text{ м},$$

$$L_{\text{нб}} = 90,3 \cdot 0,029 = 2,62 \text{ м};$$

– найбільша ширина бульба:

$$B_{\text{нб}} = B \cdot v_{\text{нб}},$$

де: $v_{\text{нб}} = 0,145 \pm 0,025$; приймаємо $v_{\text{нб}} = 0,17$, тоді:

$$B_{\text{нб}} = 11,93 \cdot 0,17 = 2,03 \text{ м};$$

– найбільша висота шпангоута найбільшої площі бульба:

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.02	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H_{\text{нб}} = 0,93 \cdot d = 0,93 \cdot 4,62 = 4,30 \text{ м};$$

- висота передньої точки бульба від основної площини:

$$H_{\text{нбп}} = h_{\text{нб}} \cdot d;$$

де: $h_{\text{нб}} = 0,6$ тоді:

$$H_{\text{нбп}} = 0,6 \cdot 4,62 = 2,77 \text{ м};$$

- кут підйому нижньої кромки бульба над ОП, виміряний в районі носового перпендикуляра:

$$\psi_{\text{нб}} = 34 - 105 \cdot Fr;$$

$$\psi_{\text{нб}} = 34 - 105 \cdot 0,240 = 9 \text{ град.}$$

Корма судна, що проектується, транцева згідно ОСТ 5.1082-76.

2.2 Розрахунок мінімального літнього надводного борту

Розрахунок мінімальної висоти надводного борту виконується за Правилами про вантажну марку морських суден.

Згідно Правил прийняті наступні позначення:

$D_p = 5,22$ м – висота борту;

$B_p = 11,93$ м – ширина судна;

$d_p = 0,85D = 0,85 \cdot 5,22 = 4,44$ м – розрахункова осадка;

Розрахункову довжину визначено, як:

$$L_p = \max \begin{cases} L_{p_1}; \\ L_{p_2} \end{cases};$$

де: $L_{p_1} = L + \Delta l_n$;

$L_{p_2} = 0,96(L + \Delta l_n + \Delta l_k)$;

$\Delta l_n = 1,98$ м – приріст довжини судна в носовому краю за рахунок збільшення осадки;

$\Delta l_k = 5,2$ м – приріст довжини судна в кормовому краю за рахунок збільшення осадки;

$$L_{p_1} = 90,3 + 1,98 = 92,28 \text{ м};$$

$$L_{p_2} = 0,96(92,28 + 1,98 + 5,2) = 95,5 \text{ м};$$

$$L_p = \max \begin{cases} 92,3 \\ 95,5 \end{cases} = 95,5 \text{ м.}$$

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.02	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт загальної повноти розраховано, як:

$$C_{Bp} = \frac{V_p}{L_p \cdot B_p \cdot d_p},$$

де V_p – об’ємна водотоннажність без урахування виступаючих частин при розрахунковій осадці d_p , м³, яка визначається за формулою:

$$V_p = V_{BVL} \cdot \left(\frac{d_p}{d} \right)^{C_w/C_B}$$

де: V_{BVL} – об’ємна водотоннажність до ВВЛ, м³;

$$V_{BVL} = \frac{\Delta}{K \cdot \gamma}$$

$$V_{BVL} = \frac{5597}{1,01 \cdot 1,025} = 5407$$

Тоді:

$$V_p = 5407 \left(\frac{4,44}{4,67} \right)^{0,787/0,686} = 5082 \text{ м}^3.$$

$$C_{Bp} = \frac{5082}{95,5 \cdot 11,93 \cdot 4,44} = 0,998$$

Мінімальний надводний борт знаходиться за формулою:

$$F_{\min} = (F_0) \cdot X_g + \Delta_1 - \Delta_2 + \Delta_3 + \Delta_4, \text{ мм.}$$

де: F_0 - базисний надводний борт для розрахункової довжини;

визначається за таблицею 4.1.3.2 []:

$$F_0 = 1075 \text{ мм};$$

$$X_g = \frac{C_{Bp} + 0,68}{1,36} = \frac{0,998 + 0,68}{1,36} = 1,23.$$

Δ_1 – поправка на висоту борта, мм

$$\Delta_1 = \left(D - \frac{L_p}{15} \right) R,$$

$R = 250$ м, при довжині судна 120 та більше;

$$\Delta_1 = \left(5,22 - \frac{95,5}{15} \right) 250 = 285 \text{ мм.}$$

$\Delta_2 = 0$ – поправка на положення палубної лінії;

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.02	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Δ_2 – відрахування на надбудови і ящики; вводиться для суден різного типу; $\Delta_2 = 1070$ мм для суден довжиною 120 м і більше;

Якщо судно має розрахункову довжину надбудов і ящиків менше ніж $1,0L_p$, тоді відрахування Δ_2 помножується на коефіцієнт K_H ;

$$K_H = f(E/L_p);$$

Приймаємо $K_H = 0,196$, тоді:

$$\Delta_2 = 1070 \cdot 0,196 = 210 \text{ мм}$$

Δ_3 – поправка, враховуюча відхилення від стандартного профілю сідлуватості; ординати стандартного профілю стандартної сідлуватості та коефіцієнтів f_i , розраховується в табл. 2.1

Таблиця 2.1 Розрахунок профілю стандартної сідлуватості.

Положення ординати		Ордината Z_i , мм	f	$Z_i \cdot f$
Кормова половина	Кормовий перпендикуляр	$25(L_p/3+10)=1050$	1	1050
	1/6 L від КП	$11,1(L_p/3+10)=466$	3	1398
	1/3 L від КП	$2,8(L_p/3+10)=118$	3	353
	Середина довжини судна	0	1	0
Носова половина	Середина довжини судна	0	1	0
	1/3 L від НП	$5,6(L_p/3+10)=235$	3	705
	1/6 L від НП	$22,2(L_p/3+10)=932$	3	2797
	Носовий перпендикуляр	$50(L_p/3+10)=2100$	1	2100

Судно що проектується, не має сідлуватості. Таким чином профіль сідлуватості відрізняється від стандартного, у зв'язку з чим визначається недолік сідлуватості для носової і кормової половини судна за формулами:

– недолік сідлуватості в носу:

$$\Delta C_K = \frac{\sum Z_{icm}^K \cdot f_i}{8} = \frac{(1050 + 1398 + 353)}{8} = 350$$

– недолік сідлуватості в кормі:

$$\Delta C_H = \frac{\sum Z_{icm}^K \cdot f_i}{8} = \frac{(705 + 2797 + 2100)}{8} = 700$$

– недолік сідлуватості по судну взагалі:

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.02	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta C = \frac{\Delta C_H + \Delta C_K}{2}, \text{ мм}$$

$$\Delta C = \frac{350 + 7005}{2} = 502 \text{ мм}$$

Поправка Δ_3 визначається за формулою:

$$\Delta_3 = \Delta C \left(0,75 - \frac{S}{2 \cdot L} \right),$$

де: $S = 21,00 \text{ м}$ – сумарна довжина закритих надбудов;

$$\Delta_3 = 502 \left(0,75 - \frac{21,00}{2 \cdot 90,30} \right) = 318 \text{ мм}$$

Δ_4 – поправка на положення палубної лінії, мм; $\Delta_4 = 0 \text{ мм}$.

Таким чином мінімальний надводний борт буде дорівнювати:

$$F_{min} = 1075 \cdot 0,99 + 285 - 210 + 318 = 1457 \text{ мм.}$$

Максимально допустима осадка визначається за формулою:

$$d_{max} = D_p - F_{min}, \text{ м}$$

$$d_{max} = 5,22 - 1,46 = 3,76 \text{ м}$$

Таким чином $d_{max} \geq d_{ВВЛ}$, значить судно, що проектується, задовольняє вимогам Правил Регістру про мінімальний надводний борт морських суден.

Висота надводного борту в носу визначається як відстань по вертикалі на носовому перпендикулярі між ватерлінією, яка відповідає призначеному літньому надводному борту і верхній кромці відкритої палуби у борта, і повинна бути не менше визначеної за формулою:

$$F_{min \text{ н}} = \left(6075 \left(\frac{L}{100} \right) - 1875 \left(\frac{L}{100} \right)^2 + 200 \left(\frac{L}{100} \right)^3 \right) \left(2,08 + 0,609 C_B - 1,603 C_W - 0,0129 \frac{L}{d} \right) \text{ мм.}$$

$$F_{min \text{ н}} = \left(6075 \left(\frac{90,3}{100} \right) - 1875 \left(\frac{90,3}{100} \right)^2 + 200 \left(\frac{90,3}{100} \right)^3 \right) \left(2,08 + 0,609 \cdot 0,686 - 1,603 \cdot 0,787 - 0,0129 \frac{90,3}{4,67} \right) = 4010 \text{ мм.}$$

Фактична висота борта, на носовому перпендикулярі від ГВЛ до верхньої палуби :

$$H_\phi = D - d$$

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.02	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H_{\phi} = 5,22 - 4,76 = 0,46 \text{ м}$$

Необхідна висота в носу досягається за рахунок бака. Бак повинен бути продовжений в корму від НП не менше $0,07L$

$$l_{\phi} \geq 0,07L$$

$$l_{\phi} \geq 0,07 \cdot 90,3 = 6,32$$

Висота бака $h_{\phi} = 2,5\text{м}$

$$H_{\phi} = D - d + h_{\phi}$$

$$H_{\phi} = 5,22 - 4,67 + 2,5 = 2,96 \text{ м}$$

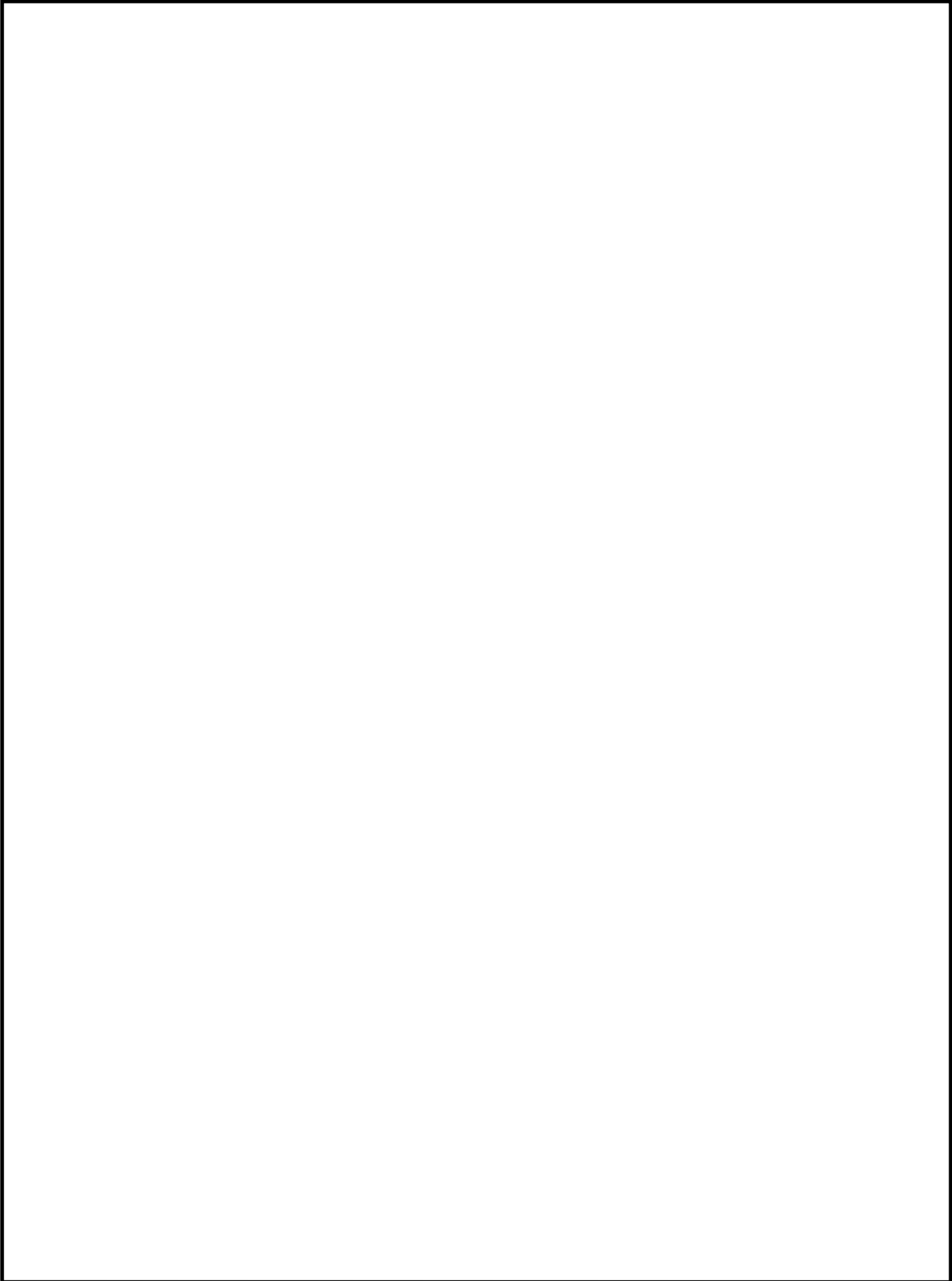
Максимально дозволена осадка судна

$$d_{max} = D - F_{min}$$

$$d_{max} = 5,22 - 4,01 = 1,21 \text{ м}$$

За отриманими результатами будуємо теоретичне креслення.

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.02	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.03					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.	Луб'яна				Проектування конструктивного мідель- шпангоута		Літ.	Арк.	Акрушів	
Консульт.	Соценко									
Керівник	Соценко							ХННІ НУК		
Зав. кафед.	Щедролосєв									

3 ПРОЄКТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНОГО МІДЕЛЬ-ШПАНГОУТА

3.1 Загальні відомості про судно, що проєктується

Проектване судно є суховантажним з проміжним розташуванням машинного відділення і житлової надбудови над ним, що дозволяє спростити роботи з удиферентування судна при ході порожнем, покращити умови проживання екіпажу. Судно має надлишковий надводний борт, поперечні водонепроникні перебірки.

Дане судно є необмеженого району плавання.

Судно має 2 палуби, подвійне дно, 6 поперечних водонепроникних перебірки.

Верхня палуба є головною, до неї доходять водонепроникні перебірки.

Форштевень - прямий, похилий, литий.

Ахтерштевень – литий для напівбалансирного стерна.

3.1.1 Вибір шпациї. Нормальна шпация в середній частині судна визначається за формулою

$$a_0 = 0,002L + 0,48 \text{ м,}$$

де L – розрахункова довжина судна, m – довжина між перпендикулярами.

$$a_0 = 0,002 \cdot 90,3 + 0,48 = 0,679 \text{ м.}$$

Правила дозволяють відхилення прийнятої шпациї від нормальної в межах $\pm 25\%$. Розраховану величину шпациї необхідно округлити згідно з ОСТ 5.1099-78 : прийняти рівною величині стандартної шпациї.

$$\alpha_{\min} = 0,75 \cdot \alpha_0 = 0,75 \cdot 0,679 = 0,509 \text{ м,}$$

$$\alpha_{\max} = 1,25 \cdot \alpha_0 = 1,25 \cdot 0,679 = 0,849 \text{ м.}$$

Висота h , m , подвійного дна визначається за формулою

$$h = \frac{L-40}{570} + 0,04B + 3,5 \frac{d}{L}, \text{ але не менше } 0,65 \text{ м.}$$

$$h = \frac{90,3-40}{570} + 0,04 \cdot 14,6 + 3,5 \frac{5,45}{99,4} = 0,88 \text{ м}$$

Приймаємо $h = 0,90 \text{ м.}$

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1.2 Вибір системи набору перекриття корпусу судна. Днищеві і палубні перекриття суховантажних суден довжиною менше 120 м, коли напруження стиску від загального згину порівняно невеликі, доцільно конструювати за поперечною системою набору, як найбільш технологічною. Нижні вантажні палуби, короткі надбудови і рубки, бортові перекриття рекомендується набирати за поперечною системою.

Бортові перекриття суховантажних суден рекомендується набирати за поперечною системою – більш технологічною і менш металоємкою, так як набір у цьому випадку розташовується вздовж короткого боку опорного контура перекриття. Крім цього, ця система дозволяє краще сприймати льодові та швартові навантаження, зменшити втрати корисної підпалубної кубатури на набір.

Кінцеві частини корпусу суховантажного судна набирються за поперечною системою, яка дозволяє краще сприймати поперечні навантаження з боку моря.

3.1.3 Вибір категорії (марки) матеріалу. Для виготовлення суднового корпусу використовується суднобудівна сталь марки 09Г2С з границею плинності $R_{eH} > 315$ МПа.

За розрахункові характеристики міцності матеріалу в Правилах Регістру прийняті нормативні границі плинності за нормальними – σ_n і дотичними – τ_n напруження відповідно, МПа

$$\sigma_n = 235/\eta, \quad \tau_n = 0,57\sigma_n$$

$$\sigma_n = 235/0,78 = 301,28 \text{ МПа}$$

$$\tau_n = 0,57 \cdot 301,28 = 171,73 \text{ МПа}$$

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1.4 Креслення обводів мідель-шпангоута. Виконуються два перерізи: справа – по вантажному трюму, зліва – по машинному відділенню (рис.3.1.1).

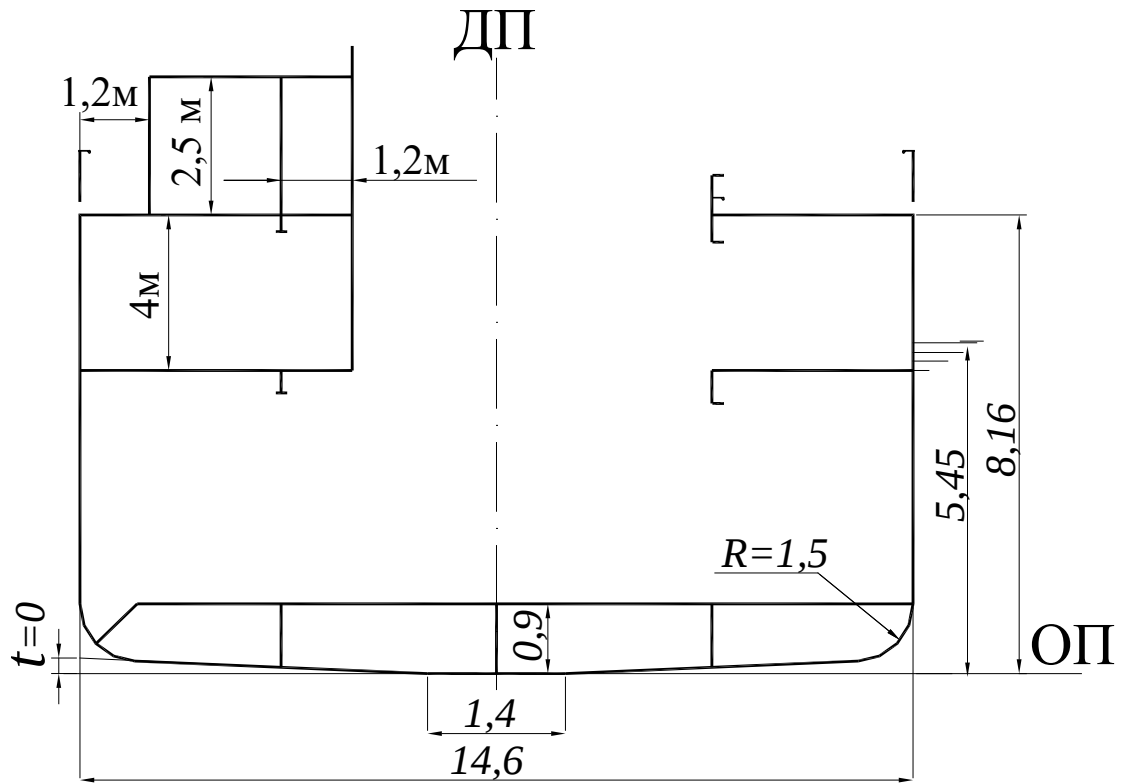


Рисунок 3.1 Перерізи мідель-шпангоута

Підйом t , м, лінії днища і радіус R , м, закруглення скули визначаються за формулою

$$t = d(1 - C_m); R = \sqrt{\frac{Bt}{0,86}},$$

де d – осадка, м; B – ширина судна, м; C_m – коефіцієнт повноти мідель-шпангоута.

$$t = 5,45(1 - 0,977) = 0,125 \text{ м}$$

$$R = \sqrt{\frac{11,93 \cdot 0,125}{0,86}} = 1,457 \text{ м}$$

Приймаємо $t = 0$, так як одержане значення підйому днища дуже мале порівняно з шириною судна.

Висота h , м, подвійного дна визначається за формулою

$$h = \frac{L-40}{570} + 0,04B + 3,5 \frac{d}{L}, \text{ але не менше } 0,65 \text{ м.}$$

$$h = \frac{90,3-40}{570} + 0,04 \cdot 14,6 + 3,5 \frac{4,67}{90,3} = 0,88 \text{ м}$$

Приймаємо $h = 0,90 \text{ м}$.

Довжина внутрішнього дна на суховантажному судні простягається від форпикової до ахтерпикової перебірки, ширина – від борту до борту.

Крайній пояс внутрішнього дна – міждонний лист приймається горизонтальним.

Ширина вантажних люків дорівнює 7,9 м. Висота рубки прийнята 2,5 м, а твіндека – 4,0 м. Відстань бокової стінки рубки від борту 1,2 м. Верхня палуба виконується з вигином, який дорівнює 290 мм, а нижня – без нього, плоскою. Ширина b_k , мм, горизонтального кіля визначається за формулою

$$b_k = 800 + 5L, \text{ але не більше } 2000 \text{ мм.}$$

$$b_k = 800 + 599,4 = 1297 \text{ мм.}$$

Приймаємо $b_k = 1400 \text{ мм}$.

Комінгс-карлінгси (карлінгси) верхньої і нижньої палуб знаходяться в одній площині з днищевими стрингерами. Місця розміщення поздовжніх балок основного набору позначаються, починаючи від діаметральної площини і не співпадають з пазами листів. Мінімальна відстань між пазами листів і лініями приварювання поздовжніх балок – 75 мм.

Листи обшивки розміщуються довгою стороною вздовж судна. Кількість типорозмірів листового і профільного прокату, який застосовується – мінімальна.

3.2 Основні положення по визначенню розмірів в'язів

3.2.1 Врахування зносу і корозії в'язей корпусу. Врахування впливу зносу і корозії на розміри в'язей корпусу ґрунтується на нормуванні міцності в середині періоду експлуатації конструкції.

Будівельна товщина S , мм, яка вимагається Правилами для листових конструкцій, визначається за формулою

$$S = S' + \Delta S;$$

$$\Delta S = u(T - 12),$$

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де S' – товщина листа, мм, яка відповідає середині періоду служби судна; ΔS – запас, мм, на знос і корозію; u – середньорічне зменшення товщини в'язі, мм/рік, внаслідок зносу і корозії, яке приймається відповідно до табл. (4.1); T – період служби конструкції, роки, приймається $T = 24$ роки; якщо $T < 12$ років, то $\Delta S = 0$.

Таблиця 3.1

№ пункту Правил	ЕЛЕМЕНТИ КОНСТРУКЦІЇ КОРПУСУ	u , мм/рік група I
1.1	Настил верхньої палуби	0,1
1.2	Настил нижніх палуб і платформ	0,11
2.1.2	Зовнішня обшивка борту	0,17
3.1.4	Зовнішня обшивка дна	0,20
4.1.2	Настил другого дна в вантажному трюмі	0,15
4.1.4	Настил другого дна в машинному відділенні	0,20
4.2.2	Міждонний лист	0,20
5.1.3	Обшивка поперечних перегородок і внутрішнього борту	0,13
6.1	Поздовжні балки палуби, бімси, рамні бімси, карлінгси палуб і платформ	0,12
7.1	Поздовжні балки борту, основні і рамні шпангоути, стояки, горизонтальні рами перегородок	0,10
8.2	Вертикальний кіль, днищеві стрингери, флори, поздовжні балки днища і другого дна в відсіках подвійного дна	0,20
9.1	Обшивка і набір надбудов, рубок і фальшборту	0,10

3.3 Розрахункові навантаження

3.3.1 Розрахункові навантаження на корпус судна. Розрахункові навантаження на корпус судна з боку моря визначаються статичним P_{st} і хвильовим P_w тиском води. Розрахунковий статичний тиск P_{st} , кПа, для точок, які розташовані нижче ватерлінії, визначається по формулі

$$P_{st}=10z_i,$$

де z_i – відстань, м, точок прикладання навантаження від ватерлінії (рис.4.2, а).

Розрахунковий тиск P , кПа, визначається за формулами:

– для точок прикладання навантаження, розташованих нижче ватерлінії

$$P=P_w+P_{st};$$

– для точок прикладання навантажень, розташованих вище ватерлінії

$$P=P_w.$$

Хвильовий тиск P_w , кПа, для точок прикладання навантажень, розташованих нижче ватерлінії

$$P_w = P_{w0} - 1,5C_w z_i / d.$$

Хвильовий тиск P_w , кПа, для точок прикладання навантажень, розташованих вище ватерлінії

$$P_w = P_{w0} - 7,5a_x z_i \geq P_{\min} = 0,03L + 5;$$

$$P_{w0} = 5C_w a_v a_x;$$

$$C_w = 10,75 - \left(\frac{300-L}{100}\right)^{3/2}$$

$$a_v = \frac{0,8V_0\left(\frac{L}{10^3} + 0,4\right)}{\sqrt{L}} + 1,5;$$

$$a_x = k_x \left(1 - 2\frac{x_1}{L}\right) \geq 0,267,$$

де V_0 – специфікаційна швидкість судна, вузли;

$k_x = 0,8$ – для поперечних перерізів в ніс від міделя;

$k_x = 0,5$ – для поперечних перерізів в корму від міделя;

x_1 – відстань, м, розглядуваного поперечного перерізу від ближнього (носового або кормового) перпендикуляра.

В будь-якому випадку результат множення $a_v \cdot a_x$ повинен прийматись не менше 0,6.

$$C_w = 10,75 - \left(\frac{300-90,3}{100}\right)^{3/2} = 7,91; a_v = \frac{0,8 \cdot 15 \left(\frac{90,3}{10^3} + 0,4\right)}{\sqrt{99,4}} + 1,5 = 2,10$$

$$a_x = 0,5 \left(1 - 2\frac{40,3}{99,4}\right) = 0,0946 \leq 0,267$$

Прийнято $a_x = 0,267$; $a_v \cdot a_x = 2,10 \cdot 0,267 = 0,56 \leq 0,6$. Прийнято $a_v \cdot a_x = 0,6$.

$$P_{w0} = 5 \cdot 7,91 \cdot 0,6 = 23,73 \text{ кПа};$$

Хвильовий і розрахунковий тиск для точок прикладання навантажень, розташованих нижче ватерлінії:

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_w = 23,73 - 1,5 \cdot 7,91 \cdot z_i / 5,45 = 23,73 - 2,18z_i \text{ кПа}$$

$$P = 23,73 - 2,18z_i + 10z_i = 23,73 + 7,82z_i \text{ кПа}$$

Хвильовий і розрахунковий тиск для точок прикладання навантажень, розташованих вище ватерлінії:

$$P_w = 23,73 - 7,5 \cdot 0,276 \cdot z_i \geq 0,03 \cdot 99,4 + 5$$

$$P_w = 23,73 - 2,07 \cdot z_i \geq 7,98 \text{ кПа}$$

Розподіл навантажень P_{st} і P_w по контуру поперечного перерізу судна показаний на рис. 3.3.1.

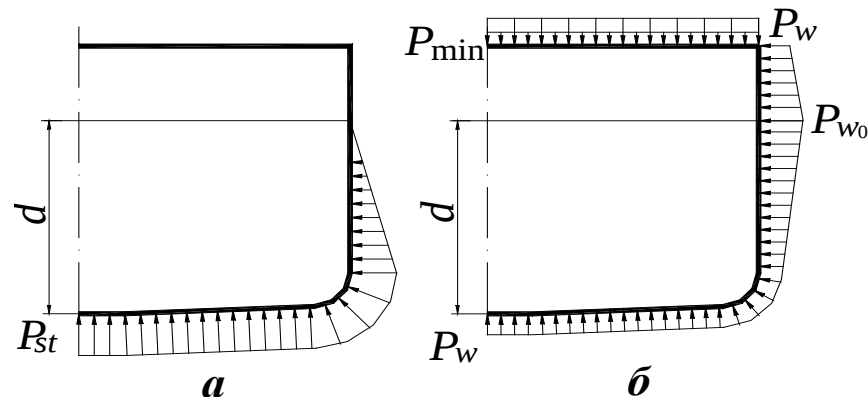


Рисунок 3.2 Розподіл навантажень

3.3.2 Навантаження, викликані вантажем, що перевозиться. Розрахунковий тиск P_B , кПа, на перекриття вантажних палуб, платформ, подвійного дна від штучного вантажу визначається по формулі

$$P_B = \rho_B g h_B \left(1 + \frac{a_z}{g}\right) \geq 20 \text{ кПа},$$

де ρ_B – питома вага вантажу, т/м³; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння; h_B – розрахункова висота, м, укладання вантажу; a_z – розрахункове прискорення, м/с², в вертикальному напрямку, яке визначається по формулі

Сумарне прискорення в вертикальному напрямку a_z , м/с², від усіх видів хитавиці можна також визначити по формулі

$$a_z = g \frac{0,9}{\sqrt[3]{L}} (1 + k_a),$$

де $k_a = 0,5(1 - 3,33 \frac{x_1}{L}) \geq 0$ в кормовій частині судна; x_1 – відстань, м, розглядуваного поперечного перерізу від ближнього (носового або кормового) перпендикуляра.

$$k_a = 0,5(1 - 3,33 \frac{40,3}{99,4}) = -0,1750 \leq 0. \text{ Приймаємо } k_a = 0.$$

$$a_z = 9,81 \frac{0,9}{\sqrt[3]{99,4}} = 1,906 \text{ } \frac{м}{с^2}$$

Навантаження на настил 2 дна:

$$P_b = 0,8 \cdot 9,81 \cdot 3,26 \cdot (1 + \frac{1,906}{9,81}) = 30,56 \text{ ,кПа}$$

Навантаження на нижню палубу:

$$P_b = 0,8 \cdot 9,81 \cdot 4 \cdot (1 + \frac{1,906}{9,81}) = 37,49 \text{ ,кПа}$$

3.4 Проектування елементів конструкцій корпусу судна за Правилами Регістру

3.4.1 Проектування зовнішньої обшивки корпусу. Зовнішня обшивка складається з обшивки борту і дна. Проектування зовнішньої обшивки починається з розподілу на пояси обрису поперечного перерізу корпусу судна (рис. 3.3).

Ширина горизонтального кіля b_k , мм, визначається по формулі $b_k = 800 + 5L \leq 2000$ мм. Товщина його повинна бути на 2 мм більше товщини зовнішньої обшивки дна. Ширина скулового поясу визначається положенням верхньої і нижньої кромки поясу. Нижня кромка відповідає точці поєднання плоскої частини обшивки дна з криволінійною. Верхня кромка в розрахунках приймається вище внутрішнього дна на 200 мм. Товщина скулового поясу приймається рівною товщині обшивки дна, або товщині надскулового поясу, в залежності від того, що більше.

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

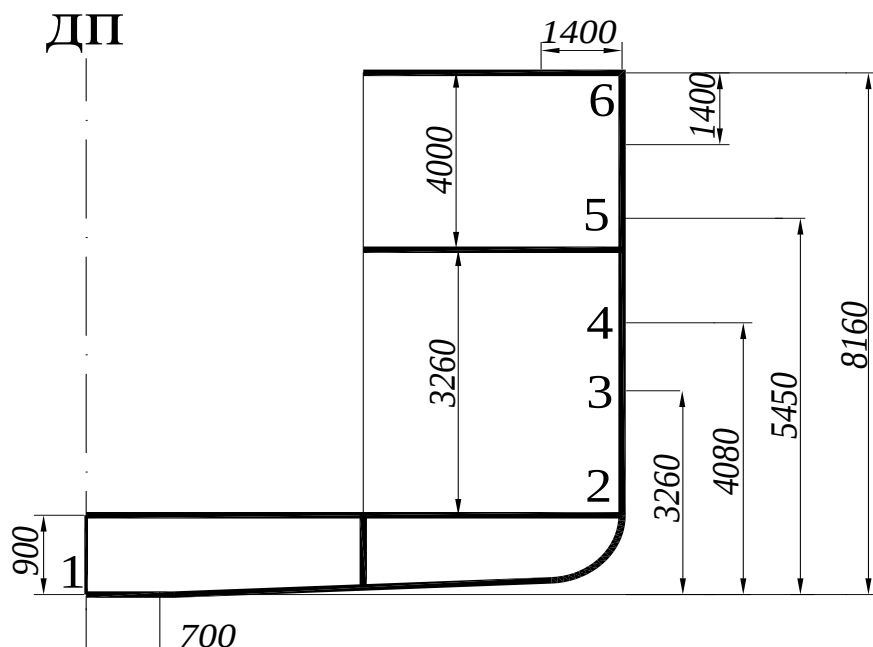


Рисунок 3.3

Ширина ширстрека приймається рівною ширині горизонтального кіля, а товщина його визначається рівною товщині палубного стрингера, або підширстречного поясу борта, в залежності від того, що більше.

Ширина інших поясів приймається якомога більша, щоб зменшити обсяг зварювальних робіт, але не більша за технічні можливості суднобудівного заводу.

Пази зовнішньої обшивки не співпадають з лініями притикання до зовнішньої обшивки будь-яких поздовжніх в'язів.

Товщина зовнішньої обшивки S , мм, за умовами міцності визначається по формулі

$$S = 15,8ak\sqrt{\frac{P}{k_{\sigma}\sigma_n}} + \Delta S,$$

Для обшивки борту нижче рівня $0,4D$ k_{σ} визначається лінійною інтерполяцією між k_{σ} дна і k_{σ} борту в межах $(0,4 - 0,5)D$; для обшивки борту вище рівня $0,5D$ коефіцієнт k_{σ} визначається лінійною інтерполяцією між k_{σ} на рівні розрахункової палуби і k_{σ} в межах $(0,4 - 0,5)D$.

Коефіцієнти k_B і k_D визначаються по формулі

$$k_B = \frac{W_B^\Phi}{W}; k_D = \frac{W_D^\Phi}{W},$$

де W – необхідний за Правилами момент опору, см^3 , корпусу в середній частині судна згідно розд.5; W_B^Φ , W_D^Φ – фактичні моменти опору, см^3 , дна і палуби відповідно, в середній частині судна. При виконанні курсового проекту слід прийняти $W = W_B^\Phi = W_D^\Phi$.

Розрахунок товщини листів зовнішньої обшивки за умовами міцності зведено в табл.3.2.

Розрахункові навантаження визначаються для розрахункових точок 1,2,3,4,5,6 (рис.3.3).

Таблиця 3.2

Розрахункові величини та означення	Обшивка днища	Надскуловий пояс обшивки борту	Обшивка борту в межах 0,4D	Обшивка борту в межах 0,5D	Обшивка борту на рівні вантажної ватерлінії	Обшивка борту на рівні розрахункової палуби
	Розрахункові точки					
	1	2	3	4	5	6
Менший розмір пластини a , м	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Більший розмір пластини b , м	3,95	3,35	3,26	3,26	4,00	4,00
Відношення a/b	0,177	0,209	0,215	0,215	0,175	0,175
Коефіцієнт $k = 1,2 - 0,5a/b$	1,112	1,096	1,093	1,093	1,113	1,113
Розрахунковий тиск P , кПа	66,35	59,31	40,89	34,44	23,73	18,12
Коефіцієнт k_σ	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	0,3
$S' = 15,8ak \sqrt{\frac{P}{k_\sigma \sigma_n}}$, мм	10,54	6,94	5,75	5,28	4,46	5,51
Додаток товщини ΔS , мм	2,4	2,4	2,04	2,04	2,04	2,04
Товщина пластини $S = S' + \Delta S$, мм	12,94	9,34	7,79	7,32	6,50	7,55

За Правилами Регістра мінімальна будівельна товщина $S_{\min}$, мм, повинна бути не менше

$$S_{\min} = (5,5 + 0,04L) \sqrt{\eta} \text{ при } L > 30 \text{ м.}$$

$$S_{\min} = (5,5 + 0,04 \cdot 99,4) \sqrt{0,78} = 8,39 \text{ мм}$$

3.4.2 Проектування настилу верхньої палуби. Верхня палуба суховантажного судна має центральні люки, ширина яких не перевищує 0,7 ширини судна. $B_{\text{л}} = 7,9 < 10,2$ м. Товщина настилу цієї розрахункової палуби між бортом і поздовжнім комінгсом люка з урахуванням поздовжніх палубних балок основного і рамного набору повинна забезпечити момент опору W_d поперечного перерізу корпусу судна.

Якщо товщина настилу розрахункової палуби приймається менше товщини борту, то передбачається палубний стрингер. Ширина b_c , мм, палубного стрингера верхньої палуби визначається по формулі

$$b_c = 5L + 800 \leq 1800 \text{ мм.}$$

$$b_c = 5 \cdot 99,4 + 800 = 1297 \text{ мм. Приймаємо } b_c = 1450 \text{ мм.}$$

Товщина палубного стрингера приймається не менше товщини обшивки борту. Товщина настилу верхньої палуби за умовами міцності визначається за формулою

$$S = 15,8ak \sqrt{\frac{P}{k_{\sigma} \sigma_n}} + \Delta S,$$

де $P = 0,7P_w \geq P_{\min}$; $P_{\min} = 0,015L + 7$ – в середній частині корпусу судна;

P_w – хвильовий тиск, кПа; $k_{\sigma} = 0,3k_D \leq 0,6$ – для поперечної системи набору;

$k_{\sigma} = 0,6$ – для поздовжньої системи набору; ΔS – додаток на знос і корозію.

В дипломному проекті слід прийняти $k_D = 1$.

$$S = 15,8 \cdot 0,7 \cdot 0,96 \sqrt{\frac{8,49}{0,3 \cdot 301}} + 1,2 = 4,46 \text{ мм.}$$

За Правилами Регістру мінімальна будівельна товщина $S_{\min}$, мм, настилу верхньої палуби повинна бути не менше

$$S_{\min} = (7 + 0,02L) \sqrt{\eta} \text{ при } L > 100 \text{ м.}$$

$$S_{\min} = (7 + 0,02 \cdot 99,4) \sqrt{0,78} = 7,94 \text{ мм.}$$

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4.3 Проектування настилів внутрішнього дна і нижньої палуби.

Товщина настилів внутрішнього дна, нижньої налуби і міждонного листа за умовою міцності визначається по формулі

$$S = 15,8ak\sqrt{\frac{P}{k_{\sigma}\sigma_n}} + \Delta S.$$

Для настилу внутрішнього дна обирається більший розрахунковий тиск P , кПа, з таких умов:

- $P_{\text{в}}$ – розрахунковий тиск, кПа, від штучного вантажу (1.3.4.1), розд.3.2;
- $P_{\text{вип}} = 7,5h_{\text{пт}}$ – випробувальний тиск, кПа;
- $P_{\text{аз}} = 10,5(d - h)$ – тиск аварійного затоплювання, кПа,

де $h_{\text{пт}}$ – віддалення, м, настилу внутрішнього дна від верху повітряної трубки; h – фактична висота, м, подвійного дна.

$$P_{\text{в}} = 30,56 \text{ кПа},$$

$$P_{\text{вип}} = 7,5 \cdot 8,66 = 64,95 \text{ кПа},$$

$$P_{\text{аз}} = 10,5(5,45 - 0,9) = 47,78 \text{ кПа}.$$

Приймаємо $P = 64,95$ кПа.

Для нижньої палуби розрахунковий тиск P , кПа, від штучного вантажу $P = 37,49$ кПа.

Для палуб та платформ, які призначені для розміщення вантажу, пасажирів та устаткування, розрахунковий тиск P , кПа, обчислюється за (1.3.4.1), при цьому $h_{\text{рв}}g \geq 3,5$ кПа. Для платформ в машинному відділенні $P_{\text{min}} = 18$ кПа.

Розрахунок товщин поясів настилів внутрішнього дна і нижньої палуби наведено в табл. 3.3. Розрахунок товщини настилу внутрішнього дна за умовою стійкості ведеться аналогічно розрахунку товщини зовнішньої обшивки дна.

Визначаються розрахункові стискуючі напруження σ_c , МПа, за формулою:

$$\sigma_c = \frac{M_{\text{sw}} + M_w}{I} z_i 10^5, \text{ де: } \text{за розрахунковий згинальний момент}$$

приймається момент, що викликає перегин корпусу.

$$\sigma_c = \frac{M_T}{I} z_i 10^5 = \frac{284100}{6,20 \cdot 10^8} 4,55 \cdot 10^5 = 209 \text{ МПа}$$

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_{cr} = k\sigma_c = 1 \cdot 209 = 209 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{cr}/R_{eH} = 209/315 = 0,66$$

$$\sigma_e = 0,25R_{eH}^2/(R_{eH} - \sigma_{cr})$$

$$\sigma_e = 0,25 \cdot 315^2/(315 - 209) = 234 \text{ МПа}$$

$$\gamma = a/b = 0,7/3,4 = 0,206$$

$$\psi = 1$$

$$n = \varepsilon \left(\gamma + \frac{1}{\gamma} \right)^2 \frac{2,1}{\psi + 1,1} = 1,3 \left(0,206 + \frac{1}{0,206} \right)^2 \frac{2,1}{1 + 1,1} = 33,3$$

$$S = b \sqrt{\frac{\sigma_e}{0,1854n}} + \Delta S = 3,4 \sqrt{\frac{234}{0,1854 \cdot 33,3}} + 1,05 = 17,73 \text{ мм.}$$

За Правилами Регістру мінімальна будівельна товщина настилу внутрішнього дна визначається по формулі

$$S_{\min} = (5 + 0,035L) \sqrt{\eta} \text{ при } L > 80 \text{ м.}$$

$$S_{\min} = (5 + 0,035 \cdot 99,4) \sqrt{0,78} = 7,49 \text{ мм.}$$

За Правилами Регістру мінімальна будівельна товщина $S_{\min}$, мм, настилу нижньої палуби визначається по формулі

$$S_{\min} = (7 + 0,01L) \sqrt{\eta}$$

$$S_{\min} = (7 + 0,01 \cdot 99,4) \sqrt{0,78} = 7,06 \text{ мм.}$$

Настил нижньої палуби на стійкість не перевіряється.

Таблиця 3.3

Розрахункові величини	Настил внутрішнього дна	Настил нижньої палуби
Менший розмір пластини a , м	0,7	0,7
Більший розмір пластини b , м	3,95	3,35
Відношення a/b	0,177	0,209
$k = 1,2 - 0,5a/b$	1,111	1,096
Розрахунковий тиск P , кПа	64,95	37,49
Коефіцієнт k_σ	0,6	0,65
$S' = 15,8ak \sqrt{\frac{P}{k_\sigma \sigma_n}}$, мм	7,37	5,31
Додаток товщини ΔS , мм	1,8	1,32
Товщина $S = S' + \Delta S$, мм	9,17	6,63

В табл. 3.4 зведено результати проектування листових конструкцій з урахуванням вимог міцності, стійкості та регламентованих Правилами Регістру мінімальних товщин.

Визначення фактичних моментів опору виконується за допомогою розрахунку геометричних характеристик в'язей (таблиця 3.5).

Таблиця 3.4

Назва листової конструкції. Умовне означення її товщини	Вимоги			Прийнято
	Міцність	Стійкість	Мінімальна товщина	
Обшивка дна S_d , мм	12,94	17,74	8,39	18
Горизонтальний кіль S_k , мм	---	---	8,39	20
Скуловий пояс $S_{ск}$, мм	---	---	8,39	18
Надскуловий пояс $S_{нск}$, мм	9,34	12,61	8,39	18
Обшивка борта на рівні ВВЛ $S_{бввл}$, мм	6,50	12,61	8,39	18
Підширстречний пояс $S_{пш}$, мм	6,50	12,82	8,39	18
Ширстрек $S_{ш}$, мм	7,55	17,31	8,39	20
Палубний стрингер $S_{пс}$, мм	4,46	16,57	7,94	20
Настил верхньої палуби $S_{вп}$, мм	4,46	16,57	7,94	18
Настил внутрішнього дна $S_{вд}$, мм	9,17	17,73	7,49	18
Міждонний лист $S_{мл}$, мм	9,17	17,73	7,49	18
Настил внутрішнього дна під люком $S_{вдл}$, мм	11,17	17,73	7,49	18
Настил нижньої палуби $S_{нп}$, мм	6,63	---	7,06	12

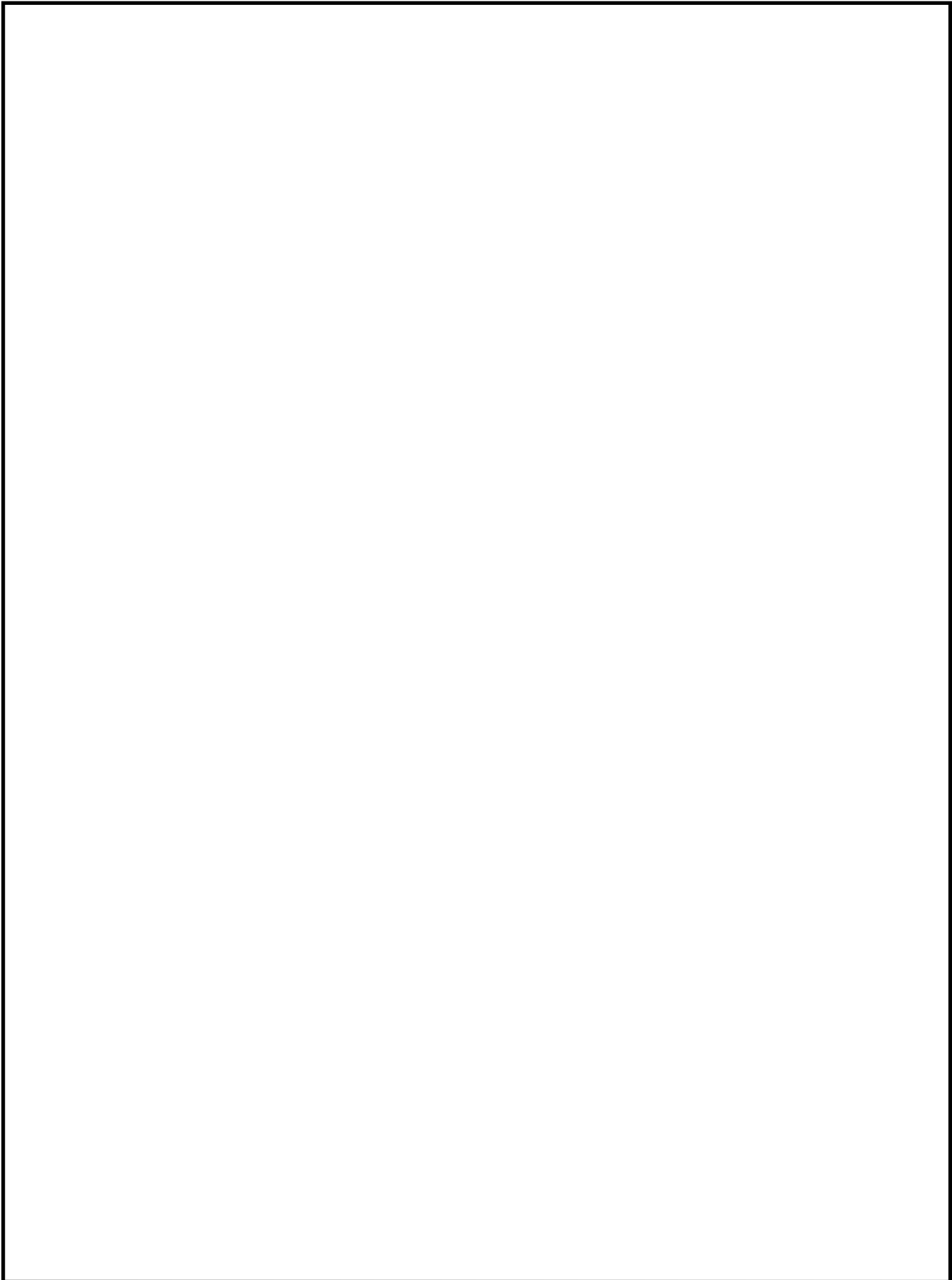
Таблиця 3.5

Назва елементу	Момент опору [W], см ³	Прийнятий профіль або товщина, мм
1	2	3
Флор суцільний	—	9
Бракетний флор нижньої палуби	200	штабобульб 18 ^a
Водонепроникний флор	52	9

Вертикальний кіль	—	10
Днищевий стрингер	—	10
Трюмний шпангоут	131	тавр 18 ^а
Шпангоут в між палубному приміщенні	117	тавр 18 ^а
Рамний шпангоут	228	тавр 28 ^а
Бімс ВП	65	тавр 20 ^б .
Бімс НП	174	тавр 18 ^б
Комінгс-карлінгс ВП	117	тавр 18 ^б
Комінгс-карлінгс ВП	117	тавр 18 ^б

За даними таблиці 3.4 та таблиці 3.5 було спроектовано конструктивний мідель-шпангоут.

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.03	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.04							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Луб'яна			Технологічний процес виготовлення секції верхньої палуби							
Консульт.		Щедролосєв								Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник		Соценко										
										ХННІ НУК		
Зав. кафед.		Щедролосєв										

4 ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СЕКЦІЇ ВЕРХНЬОЇ ПАЛУБИ

4.1 Конструктивно-технологічна класифікація секції

Секція верхньої палуби 63+200 ... 73+100 шпангоути, лівий борт.

Система набору секції - поздовжня.

Маса секції: 17712 кг;

Габаритні розміри:

довжина – 11,795 м; ширина - 8,2 м; висота - 0,864 м.

4.2 Розташування та характеристика набору в районі секції

Поздовжня система набору представлена 17-ма ребрами жорсткості по лівому борту та 2-ма по правому борту.

1-е ребро жорсткості лівого борту – штабобульб 14а, до якого приварено 2 таври, до кожного з яких приварена штаби товщиною 8 мм та 12 мм.

1-е ребро жорсткості правого борту симетрично до лівого.

2-е ребро жорсткості лівого борту – стінка товщиною 10 мм, до якої приварено 3 таври, до кожного з яких з обох сторін приварено книці.

2-е ребро жорсткості правого борту симетрично до лівого.

3-е ребро жорсткості – штабобульб 14а, до якого приварено 3 таври, до кожного з яких приварено штабу товщиною 8 мм.

4-е, 5-е, 8-е, 11-е, 14-е та 17-е ребра жорсткості – штабобульби 14а, до яких приварено 3 однакових таври, до кожного з яких приварено штабу товщиною 8 мм.

6-е, 9-е, 12-е та 15-е ребра жорсткості лівого борту – стінки товщиною 10 мм, до яких приварено 3 однакові таври, до кожного з яких з обох сторін приварено книці.

7-е, 10-е, 13-е та 16-е ребра жорсткості – штабобульби 14а, до яких приварено 3 таври, до кожного з яких приварено штабу товщиною 8 мм.

До поперечного набору відносяться таври до яких приварені штаби товщиною 8 мм.

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.04	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3 Категорія матеріалу, з якого виготовлено деталі секції та характеристики його механічних та технологічних властивостей

Усі деталі секції виготовлено з суднобудівельних сталей категорій А та А32, хімічний склад яких представлено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Хімічний склад сталей А та D.

Хімічний елемент	Кількість, %	
	А	А32
Кремній, Si	0,15 - 0,37	0,15 – 0,37
Марганець, Mn	0,4 – 1,0	0,6 – 1,4
Сірка, S	до 0,04	до 0,04
Фосфор, P	до 0,04	до 0,04
Вуглець, C	до 0,22	до 0,21
Алюміній, Al	–	0,015 – 0,06

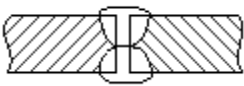
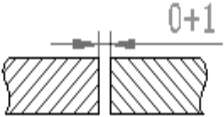
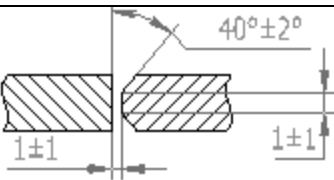
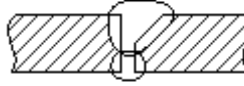
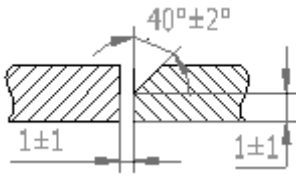
Сталь категорій А та А32 має наступні технологічні властивості:

- гарну зварюваність;
- має високі міцностні характеристики;

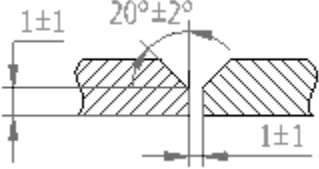
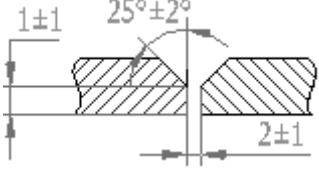
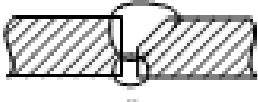
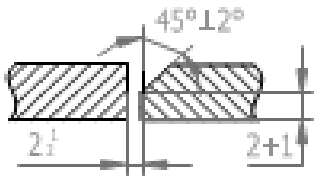
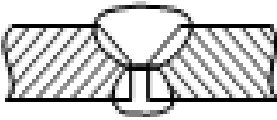
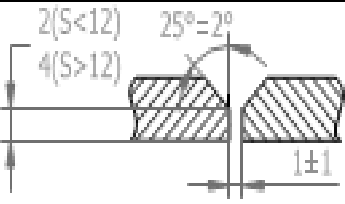
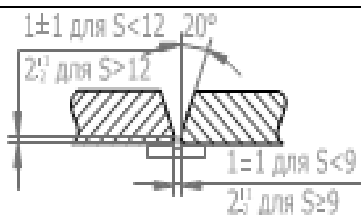
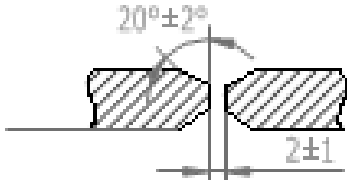
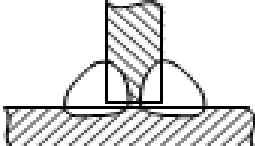
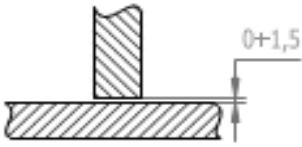
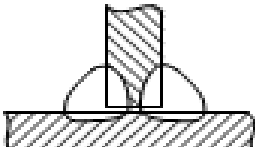
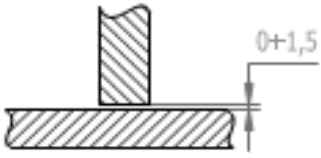
4.4 Опис зварювальних з'єднань

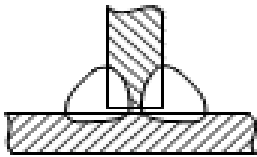
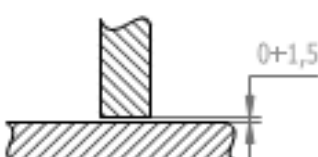
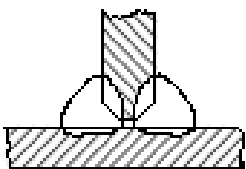
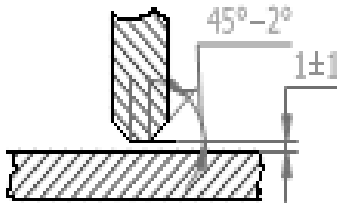
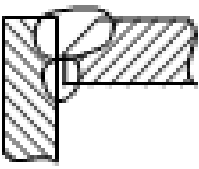
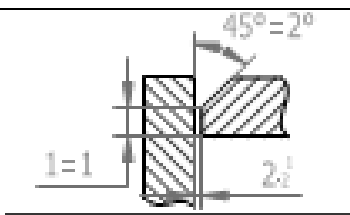
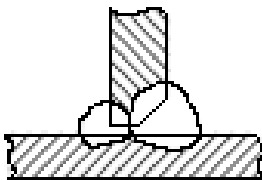
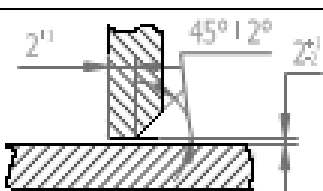
Зварні з'єднання представлені в таблиці 4.2

Таблиця 4.2 - Зварні з'єднання.

№2			ГОСТ 8713-79- С7-Аф
№8			ГОСТ 14771- 76-С15-УП
№26			ГОСТ 14771- 76-С12-УП

Продовження таблиці 4.2

№28			ГОСТ 14771-76-С21-УП
№36			ГОСТ 5264-80-С21
№39			ГОСТ 5264-80-С12
№40			ГОСТ 5264-80-С45
№44			ГОСТ 14771-76-С18-УП
№46			ГОСТ 14771-76-С25-УП
№62			ГОСТ 14771-76-Т3-УП-Δ4
№63			ГОСТ 14771-76-Т3-УП-Δ5

№64			ГОСТ 14771-76-ТЗ-УП-Δ6
№125			ГОСТ 14771-76-Т8-УП
№152			ГОСТ 5264-80-У7
№194			ГОСТ 14771-76-Т7-УП

4.5 Схема припусків призначених на секцію

Припуски призначені в секції показані на рисунку 4.1

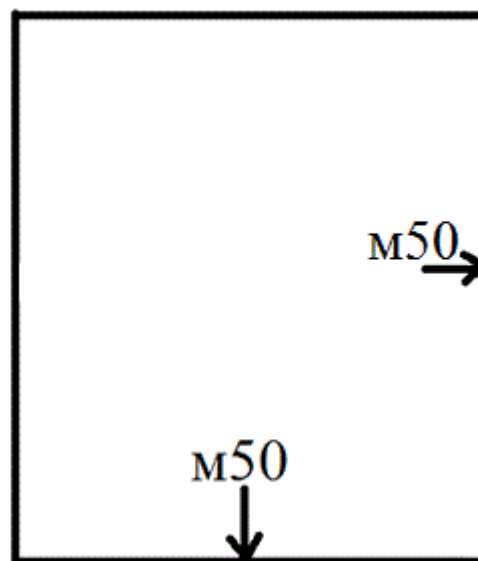
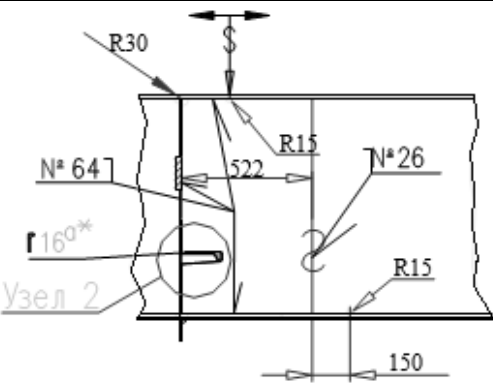
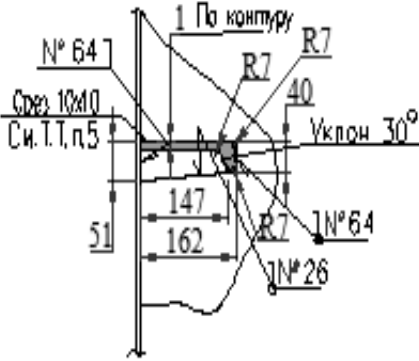
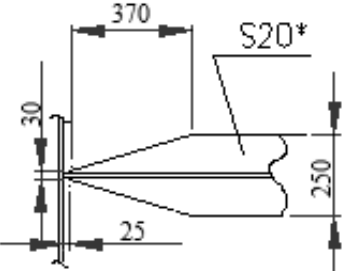


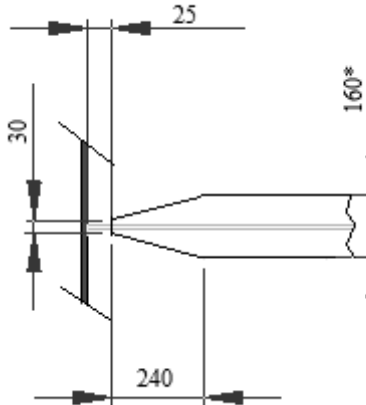
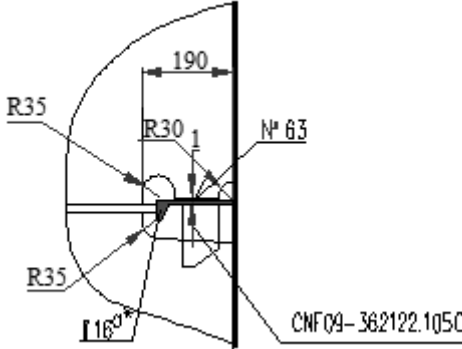
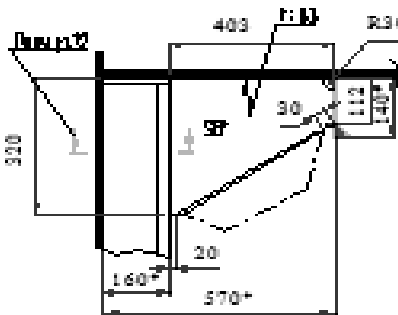
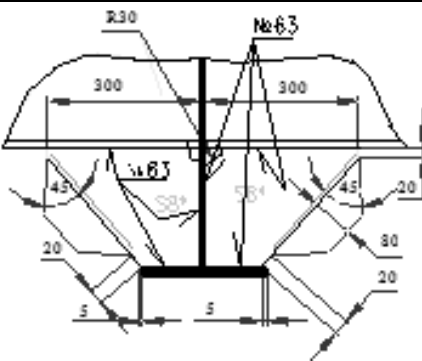
Рисунок 4.1 - Схема призначених припусків

4.6 Технологічний процес складання та зварювання вузлів

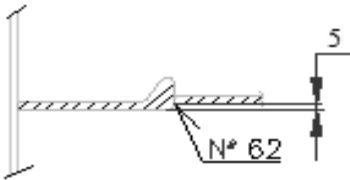
Технологічні вузли секції наведено у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3-Вузли секції

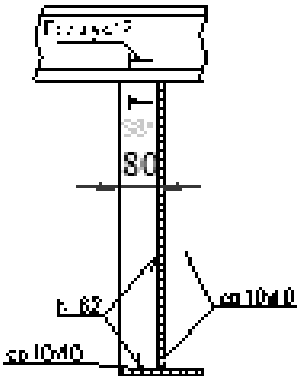
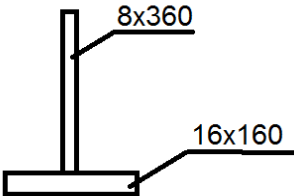
Номер	Назва	Ескіз	Назва деталей, що входять до складу вузла	Примітка
1	Вузол1 (згідно креслення)		Пластина, елемент настилу, ребро жорсткості	
2	Вузол2 (згідно креслення)		Ребро жорсткості, елемент настилу	
3	Вузол3 (згідно креслення)		Лист, ребро жорсткості	

4	Вузол4 (згідно креслення)		Лист, ребро жорсткості	
5	Вузол5 (згідно креслення)		Лист, штаба, ребро жорсткості	
6	Вузол6 (згідно креслення)		Книця, штабобуль- бова балка, елемент настилу	
7	Вузол7 (згідно креслення)		Ребро жорсткості, бімс, книці	

8	Вузол8 (згідно креслення)		Пластина, ребра жорсткості	
9	Вузол9 (згідно креслення)		Книця, поясок	
10	Вузол10 (згідно креслення)		Ребро жорсткості, заглушка, пластина	
11	Вузол 11 (згідно креслення)		Елементи пластин	

12	Вузол 12 (згідно креслення)		Ребро жорсткості, пластина	
----	--------------------------------	--	----------------------------	--

Продовження таблиці 4.3

13	Вузол 13 (згідно креслення)		Ребро жорсткості, планка, пластина	
14	Таврова балка		Полка, стінка	
15	Полотнище		Лист	

4.7 Технологічний процес складання та зварювання полотнища на стенді з флюсовим струмком

4.7.1 Підготовка стенду: видалити тимчасові кріплення на стенді, зачистити місця їх приварки, перевірити стенд на горизонтальність та прямолінійність згідно ГОСТ 5.9324-79.

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.04	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.7.2 Скласти однотипні деталі в накопичувач.

4.7.3 Виставити упори.

4.7.4 Відновити флюс у флюсовому струмку.

4.7.5 Подати перший лист полотнища на стенд та пересунути його до упорів, поєднати кромку листа з віссю струмка.

4.7.6 Подати другий лист полотнища на стенд та перенести його до стику з першим листом.

4.7.7 Закріпити листи за допомогою пневмозатискувачів.

4.7.8 Підтиснути струмок та виконати зварювання автоматом під флюсом згідно ГОСТ 8213-79-С29-Афф.

4.7.9 Відкріпити листи від стенду. Переставити упори та перемістити зварені листи до виставлених упорів.

4.7.10 Виконати складання та зварювання решти листів полотнища згідно 4.7.5 – 4.7.9.

4.7.11 Виконати контроль зварних з'єднань відповідно до ГОСТ 5.1093-78.

4.7.12 виправити дефекти зварних з'єднань відповідно до ГОСТ 5.1028-76.

4.7.13 Перемістити напівполотнище на кантувач і виконати кантування.

4.7.14 Виконати зварювання зворотного шву згідно ГОСТ 14221-76-С21-УП.

4.7.15 Виконати контроль зварних з'єднань відповідно до ГОСТ 5.1093-78.

4.7.16 виправити дефекти зварних з'єднань відповідно до ГОСТ 5.1028-76.

4.7.17 Виконати ґрунтування дефектних місць.

4.7.18 Замаркувати вузол.

4.8 Технологія виготовлення таврової балки

4.8.1 Підготувати стенд, видалити тимчасові кріплення. Стенд перевірити на горизонтальність, згідно ГОСТ 5.9324-79.

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.04	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 4.8.2 На стенд вкласти полку шельфа.
- 4.8.3 Притиснути полку вантажами
- 4.8.4 На полку нанести риси, що визначають положення стінки.
- 4.8.5 Стінку з полкою скласти на стенді із застосуванням косинців.
- 4.8.6 Додатково перевірити суміщення торцевої кромки полки з рисами на стінці.
- 4.8.7 Притиснути полку до стінки і закріпити на прихватках.
- 4.8.8 Стінку приварити до полки напівавтоматом в середовищі CO₂ згідно ГОСТ14221-76-ТЗ-УП4.
- 4.8.9 Виконати перевірку якості зварних з'єднань згідно ГОСТ 5.1093-78.
- 4.8.10 Усунути дефекти зварних швів згідно ГОСТ 5.1028-76.
- 4.8.11 Відкріпити кріпильні елементи.
- 4.8.12 Відкріпити вузол від стенду.
- 4.8.13 Замаркувати вузол білою фарбою.
- 4.8.14 Приварити рими і обухи згідно зі схемою кантування.
- 4.8.15 Прибрати вузол зі стенду.

4.9 Вибір оснащення для складання та зварювання секції

Складання секції відбувається на механізованій ділянці виготовлення плоских секцій складально – зварювального цеху.

В складально-зварювальному цеху складають і зварюють вузли та секції, з яких потім виготовляють корпус судна. Складально-зварювальний цех включає від чотирьох до шести прольотів, що мають різну висоту і ширину між колонами. Кожен проліт цеху спеціалізований на виготовлення конструкцій певних типів.

Таблиця 4.4- Характеристики цеху.

Характеристики	Завод
Ширина прольотів, м	48
Крок колон в повздовжньому напрямку, м	24,36

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.04	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висота прольотів (до позначки під кранових колій), м	22,5
Вантажопідйомність мостових кранів:	
Головний підйом, т	160
Допоміжний підйом, т	32

Розміри воріт повинні задовольняти розмірам секції, щоб секція, яка виготовляється в цеху, без проблем могла транспортуватися через них.

Таблиця 4.5- Вимоги до воріт

Цех	Класи верфі
Складально – зварювальний цех	5,6 х6, 0 (вивізні ворота) ширина торцевих - на всю ширину бічних прольотів - на весь розмір кроку колони. Висота торцевих - до підкранових шляхів бічних - до низу підкранової балки (вивізні ворота)

4.10 Технологічний процес виготовлення секції

4.10.1 Підготувати площадку, видалити тимчасові закріплення. Місця тимчасових закріплень зачистити.

4.10.2 Подати краном полотнище, покласти на площадку.

4.10.3 Закріпити полотнище за допомогою вантажу.

4.10.4 Розмітити місця встановлення набору. Місця встановлення набору накернити.

4.10.5 Встановити поздовжні РЖ.

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.04	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.10.6 Приварити ребра жорсткості до полотнища згідно

ГОСТ 14441-76-ТЗ-УП 4

4.10.7 Перевірити якість зварних з'єднань згідно ГОСТ 5.1093-78.

4.10.8 Виправити дефекти зварних швів згідно ГОСТ 5.1048-76.

4.10.9 Установити високий набір.

4.10.10 Прикріпити високий набір за допомогою електроприхваток та розкріпити високий набір за допомогою талрепів.

4.10.11 Виконати зварювання високого набору напівавтоматичним зварюванням в середовищі вуглекислого газу.

4.10.12 Перевірити якість зварних з'єднань згідно ГОСТ 5.1093-78.

4.10.13 Виправити дефекти зварних швів згідно ГОСТ 5.1048-76.

4.10.14 Подати на площадку і встановити згідно креслення вузол комінгсу.

4.10.15 Виконати зварювання комінгсу згідно ГОСТ 14441-76-Т4-УП.

4.10.16 Перевірити якість зварних з'єднань згідно ГОСТ 5.1093-78.

4.10.17 Виправити дефекти зварних швів згідно ГОСТ 5.1048-76.

4.10.18 Встановити та приварити деталі розсипу.

4.10.19 Перевірити якість зварних з'єднань згідно ГОСТ 5.1093-78.

4.10.20 Виправити дефекти зварних швів згідно ГОСТ 5.1048-76.

4.10.21 Маркувати секцію білою фарбою.

4.10.22 Приварити рими та обухи згідно схемі кантування.

4.10.23 Відкріпити секцію. Зняти вантажі.

4.10.24 Здати секцію на комплектність та якість.

4.11 Контурування за плазовими ескізами

Цей вид контурування застосовується для об'ємних секцій. Порядок виконання робіт наступний. Готову секцію покласти на рівну поверхню.

Згідно ескізу на полотнище секції побудувати взаємно перпендикулярні контрольні лінії, від них – контур полотнища, а потім лінії контуру секції (за набором).

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.04	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На відстані 50-100 мм всередину від контуру секції побудувати контрольні лінії контуру. Отримані точки з'єднати за допомогою нитки або гнучкої рейки та накреслити. Секцію замаркувати: набити номер замовлення, секції, креслення, надписів шпангоутів та розположення секції на судні «Ніс», «Корма», «Верх», «Низ» тощо. Виконати надписи на контрольних лініях, вказуючи розмір від базових ліній на судні. Маркування секції обвести та дублювати фарбою. Після закінчення складальних та зварювальних робіт і перевірки контуру секції виконати обрізування її кромek з урахуванням монтажного припуску, якщо він передбачений. Після перекантування секції контрольні лінії перенести на зовнішню сторону, нанести положення теоретичних ліній середнього та крайніх шпангоутів, а також базові лінії (ДП, мідель тощо).

4.12 Перевірочні роботи при виготовленні конструктивних елементів корпусу судна

До перевірочних робіт при виготовленні вузлів та секції відносяться:

- перевірка розмірів та положення складального оснащення;
- розмічування полотен, перевірка розмірів і форми вузлів та секцій в процесі їх виготовлення, контурування секцій та нанесення контрольних ліній на готових конструкціях.

Таблиця 4.6- Параметри, що перевіряються, відхилення, що допускаються при перевірці складально-зварювального оснащення.

Тип збирально-зварювального обладнання	Параметр, що перевіряється	Відхилення, що допускаються, мм	Короткі методичні вказівки
Стенди	Горизонтальність	8 мм	12 - довжина (ширина) стенда, мм Горизонтальність перевіряти за

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.04	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 4.6

Стенди			допомогою шлангового рівня,теодолітом чи нівеліром.
	Площинність робочої поверхні	6 мм	Площинність на базі до 3 м перевіряти шергенем чи ниткою,на базі більше 3 м шланговим рівнем читеодолітом.

Таблиця 4.7 - Параметри, що перевіряються. Відхилення,що допускаються.
Методика перевірки основних типів вузлів та секції з монтажними припусками

Типова конструкція	Параметр, що перевіряється	Відхилення , що допускають ся	Короткі вказівки методичні
Вузли. Прямолінійнітавро віта Г-подібні балки	Прямолінійніс тв площиністінки і вплощині пояска	8 мм	Перевірити ниткою (шергенем)післязварюван нята правки. Для Г- подібних балок допуск збільшується на 25 %.

Продовження таблиці 4.7

Вузли. Прямолінійні і таврові та Г-подібні балки	Положення пояска в повздовжньому та поперечному напрямах	2	Перевіряти перед зварюванням. Повздовжнє зміщення замірити по "чистим" (без припусків) торцевим кромкам, поперечне - від кромки пояска або лінії розмітки.
	Грибоподібність пояска	2,16	Перевіряти після зварювання. Лінійку (ше- ргень) прикладати таким чином, щоб зазори на обох кромках пояска були однаковими.
Плоскісні полотна	Довжина (ширина): до 6м	+4 -2	Довжина, ширина та розміри діагоналей перевіряються після збирання та зварювання полотнища одночасно з розміткою сітки набору.
	Прямолінійність «чистих» кромок	±2	Перевіряти після контурування та обрізки припуску від контрольної лінії,

			розташованої на відстані 50-100 мм від кромки. Продовження таблиці 4.7
--	--	--	---

Плоскісні полотна	Форма "чистих" криволінійних кромок	4	
Плоскісні секції	Довжина (ширина) секції, м: більше 10	±12	Довжину та ширину секцій перевіряють після зварювання не менше, ніж в трьох точках, які співпадають з середньою та крайніми балками набору та монтажними і кромками.
	Різниця діагоналей	5	Перевірку діагоналей виконати при розмічування контуру секції.
	Розміри діагоналей (для секцій несиметричних відносно повздовжньої або поперечної вісі), м: більше від 15 до 20	±10	
	Вигин	20 мм	11000 довжина (ширина) секцій. Вигин заміряти після зварювання по середній та крайнім балкам набору вздовж і поперек секції.

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.04	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

--	--	--	--

4.13 Розрахунок трудомісткості виготовлення секції

Розрахунок трудомісткості виготовлення секції наведено у таблиці 6.8.

Трудомісткість розрахована за.

Таблиця 4.8 – Розрахунок трудомісткості виготовлення секції

Технологічна операція	Розрахункова залежність	Чисельні значення	Трудомісткість, н-год	Примітки
1.Підготувати стенд	5%T		31,3	
2.Засипати флюс у ємності, зарядити бухту зварювального дроту			1,0	
3.Подати краном полотнище,покласти на стенд	$T=(9PS+380P-63S-521)10^{-4}$	Р-напів периметр полотнища; P=19,4 м S – товщина листа, S=16мм	$T=(9 \cdot 19,4 \cdot 0,016 + 380 \cdot 19,4 - 63 \cdot 0,016 - 521) \cdot 10^{-4} = 0,61$	
4.Затиснути та закріпити полотнище за допомогою вантажів	$T=(36S+1580) \cdot 10^{-4}$	S-товщина листа, S = 16мм	T=0,16	

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.04	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 4.8

5.Розмітити місця встановлення набору. Лінії розмітки перевірити та накернити.	$T=0,038L$	L-сумарна довжина ліній, що розмічуються, м; $L=238,46$ м	9,1	
6.Встановити продольні РЖ	$T=(2236H+1565) \cdot 10^{-4} \cdot L \cdot 0,95$	H - висота РЖ, L-сумарна довжина РЖ $L=158$ м	288	
7.Приварити РЖ до полотнища згідно ГОСТ 14661-66-С12- УП	$T=0,4 L$	$L=158$ м	63,2	
8.Перевірити якість зварних з'єднань згідно ГОСТ 5.1093- 68	0,06 н-год на 1 м зварного шву		0,35	
9.Виправити дефекти зварних швів згідно ГОСТ	1,5 н-год на 1 м зварного шву		6,50	

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.04	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.1068-66.

Продовження таблиці 4.8

10.Встановити поперечні РЖ	$T=(2236H+1565) \cdot 10^{-4} \cdot L \cdot 0,95$	Н - висота РЖ, L-сумарна довжина РЖ L=80,46 м	208	
11.Перевірити якість зварних з'єднань згідно ГОСТ 5.1093-68	0,06 н-год на 1 м зварного шву		0,21	
12.Виправити дефекти зварних швів згідно ГОСТ 5.1068-66.	1,5 н-год на 1 м зварного шву		4,5	
13.Відкріпити секцію з оснащення,краном подати на складальний стенд для доопрацювання, встановити секцію на опори			2,0	
14.Замірити секцію згідно ОСТ 5.9324-69. Здати секцію на	1,5%T		9,42	

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.04	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

комплектність та якість				
----------------------------	--	--	--	--

Продовження таблиці 4.8

15.Приварити рими згідно схеми кантування	$T=(1566+11\Gamma)10^{-4}N$	Г- вантожопід'єм- ність рима, N – кількість римів	9,45	
16.Маркувати секцію з обох сторін. Маркування обвести білою фарбою	$T=0,06326348+0,00194415N-0,002464194-0,00000443N^2+0,00001692N^2+0,0000041NH$	N - кількість знаків H-висота знаків	0,12	
17.Забрати секцію зі стенду			0,5	
Сумарна трудомісткість			634	

Трудомісткість виготовлення секції становить $T = 634$ н. –годин.

Висновки:

- 1) описані основні конструктивні особливості секції. Вказані характеристики набору, настилу та марки матеріалу, з якого виготовлена секція;
- 2) наведено всі вузли секції. Описані технології виготовлення двох основних вузлів;
- 3) проведено розрахунок необхідного оснащення і наведено його креслення;
- 4) розроблено технологічний виготовлення секції на складально-зварювальному стенді;
- 5) розраховано трудомісткість виготовлення секції, що складає $T = 634$ н. –годин.

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ.04	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Спроектоване судно лісовоз є одногвинтовим, однопалубним теплоходом з кормовим розташуванням машинного відділення та надбудови, а також з підрулюючим пристроєм у носовій частині. Форштевень – похилий, корма – транцева.

У розрахунковій частині проекту була визначена водотоннажність судна та головні розміри: водотоннажність $\Delta = 5597$ т; довжина судна між перпендикулярами $L_{\text{пл}} = 90,30$ м; ширина судна $B = 11,93$ м; висота борту $D = 5,22$ м; осадка на міделі $d = 4,67$ м.

За допомогою комп'ютерної програми отримано ординати та розроблено теоретичне креслення корпусу судна.

Був розроблений технологічний процес виготовлення секції верхньої палуби судна, а також проведений розрахунок трудомісткості її складання і зварювання.

Взагалі, спроектоване судно повністю відповідає завданню та вимогам Правил Регістра сдноплавства України та іншим нормативним документам.

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРАСТОННОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Регістр судноплавства України. Правила класифікації та побудови морських суден. Т. 2. Київ : Регістр судноплавства України, 2020. 792 с.
2. Регістр судноплавства України. Правила класифікації та побудови морських суден. Т. 3. Київ : Регістр судноплавства України, 2020. 632 с.
3. Регістр судноплавства України. Правила класифікації та побудови морських суден. Т. 4. Київ : Регістр судноплавства України, 2020. 560 с.
4. Регістр судноплавства України. Правила про вантажну марку морських суден. Київ : Регістр судноплавства України, 2020. 81 с.
5. Babicz J. Ship Systems and Machinery : Introduction to Marine Engineering. Gdansk : Baobab Naval Consultancy, 2015. 172 p.
6. Бондаренко О. В., Кротов О. І., Матвєєв Л. Г., Прокудин С. О. Особливості проектування морських транспортних суден: навчальний посібник. Миколаїв : НУК, 2004. Ч. 2. 80 с.
7. Бондаренко О. В., Кротов О. І., Сорокін В. І. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Основи проектування суден». Миколаїв : НУК, 2005. 48 с.
8. Жигуліна С. І., Рашковський О. С., Фаріонов А. М. Технічне нормування праці в суднобудуванні. Методичні вказівки. Миколаїв : УДМТУ, 2003. 68 с.
9. Зайцев В. В., Еганов А.Е., Коробанов Ю. Н., Толышев Э. В., Зайцев Вал.В. Проектирование общесудовых устройств : Учебное пособие. Николаев : ЧП «Илион», 2004. 305 с.
10. Коростильов Л. І., Щедролоєв О. В. Міцність суднового корпусу і його елементів при побудові, спуску та докуванні : навчальний посібник / за ред. д-ра техн. наук, проф. Л. І. Коростильова. Миколаїв : НУК, 2019. 68 с.
11. Кротов О. І., Голіков В. І., Еганов О. Ю., Бондаренко О. В. Проектування морських транспортних суден: навчальний посібник. Миколаїв : УДМТУ, 2003. 156 с.

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Кротов О. І, Ільїн С. Ф., Клева Я. А. Курсове і дипломне проектування транспортних суден: Ч 1. Методика і загальні вимоги. Методичні вказівки. Миколаїв : НУК, 2009. 52 с.

13. Матвеев В. Г., Кузнецов А. І., Мартинець Б. М., Михайлов Б. М., Узлов О.М., Цибенко М.О., Шарун Г. В. Проектування конструктивного мідел-шпангоута суховантажних суден. Методичні вказівки. Миколаїв : УДМТУ, 2002. 74 с.

14. Некрасов В. О., Кротов О. І., Шестопад В. П., Потай І. Ю. Розрахунки статички судна. Частина І. Плавуцїсть та початкова остїйність : навчальний посїбник. Миколаїв :УДМТУ, 2002. 56 с.

15. Петропавлов Ю. В. Разработка теоретического чертежа судна : методические указания. Херсон : ХФ НУК, 2012. 60 с.

16. Петропавлов Ю. В., Узлов А. Н. Удифферентовка морских грузовых судов: методические указания. Николаев : УГМТУ, 2003. 40 с.

17. Петропавлов Ю. В., Коршиков Р. Ю Расчет парусности судна: методические указания. Херсон : ХФ НУК, 2012. 14 с.

18. Пістун І. П., Тубальцев А. М., Тубальцева Н. П. Охорона праці в суднобудуванні : Навчальний посїбник. Львів : «Тріада плюс», 2009. 580 с.

19. Технологія виготовлення конструкцій корпусу судна: Підручник /О. С. Рашковський, В. М. Перов, С. М. Сліжевський, Н. В. Цикало; за заг. ред. проф. О.С. Рашковського (Рекомендовано Вченою радою НУК імені адмірала Макарова як підручник, протокол № 10 від 28.10.2016 р.). Миколаїв : НУК, 2017. 304 с.

20. Технологія виготовлення деталей корпусу судна: Навчальний посїбник / О.С. Рашковський, С.І. Жигуліна, В.М. Перов, С.М. Сліжевський; Під заг. ред. проф. О.С. Рашковського. Миколаїв : НУК, 2009. 136 с.

21. Технологія корпусобудівних робіт: Підручник / Рашковський О.С., Щедролосєв О.В., Фаріонов А.М., Цикало Н.В., Перов В.М., Сліжевський С.М.; за заг. ред. проф. О.С. Рашковського (Рекомендовано Вченою радою НУК, протокол № 13 від 29.12.2017 р.). Миколаїв : НУК, 2018. 516 с.

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

22. Яглицький Ю. К. Підготовка виробництва в суднобудуванні з використанням інформаційних технологій: навчальний посібник. Миколаїв : НУК, 2018. 300 с.

					ДРБ.135.4111.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		