

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Навчально науковий інститут (факультет) _____ Кораблебудівний _____

Кафедра _____ морських технологій та океанотехніки _____

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри _____

В.В. Зайцев

« _____ » _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»
на тему: Проект якорного пристрою морської бурової
установки

Виконав: студент 4111 групи

Панченко Б.К.
(підпис)

Керівник роботи:

Завідувач кафедри, д.т.н., професор _____

(посада, науковий ступень вчене звання)

Зайцев В.В.
(підпис)

Миколаїв – 2025 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Навчально науковий інститут (факультет) _____ Кораблебудівний

Кафедра морських технологій та океанотехніки

Ступінь вищої освіти бакалавр

Спеціальність 135 “Суднобудування”

Освітньо-професійна програма “Суднові машини та механізми”

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми
д.т.н., професор Зайцев В.В.

«__» _____ 2025 року

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

Панченко Богдану Костянтиновичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект якорного пристрою морської бурової установки

керівник роботи Зайцев Володимир Васильович, д.т.н., проф.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “__” _____ 201__ року №__

2. Строк подання студентом роботи 15.06.2025

3. Вихідні дані до роботи

3. Вихідні дані до проєкту: 3.1. Дедвейт – 4400 т; 3.2. Глибина моря – 240 м; 3.3. Глибина буріння – 6750 м; 3.4. Швидкість течії в режимі буріння – 1,0 уз.; 5. 3.5. Швидкість течії в режимі виживання – 3,5 уз.; 3.6. Швидкість вітру в режимі буріння: – 25,0 м/с; 3.7. Швидкість вітру в режимі виживання -35,0 м/с; 3.8. Швидкість МБУ у режимі переходу – 4,5 вуз.; 3.9. Тривалість дії вітру – 18 годин; 3.10. Кількість членів екіпажу – 80 чел.

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

4.1. Визначення основних елементів МБУ. 4.2. Визначення параметрів хвилювання при стоянці МБУ на якорях. 4.3. Розрахунки сил та навантажень, що діють на якорний пристрій в МБУ. 4.4. Вибір елементів якорного пристрою. 4.5. Розрахунок якорної стоянки МБУ на двох якорях та оцінка зміщення МБУ під час якорної стоянки. 4.6. Розрахунок міцності якоря.

5. Перелік графічного матеріалу:

5.1. Презентація

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата			
		завдання видав		завдання прийняв	
1. Визначення основних елементів МБУ.	Зайцев В.В., зав. кафедри морських технологій та океанотехніки				
2. Визначення параметрів хвилювання при стоянці МБУ на якорях.	Зайцев В.В., зав. кафедри морських технологій та океанотехніки				
3. Розрахунки сил та навантажень, що діють на якорний пристрій в МБУ	Зайцев В.В., зав. кафедри морських технологій та океанотехніки				
4. Вибір елементів якорного пристрою.	Зайцев В.В., зав. кафедри морських технологій та океанотехніки				
5. Розрахунок якорної стоянки МБУ на двох якорях та оцінка зміщення МБУ під час якорної стоянки.	Зайцев В.В., зав. кафедри морських технологій та океанотехніки				
6. Розрахунок міцності якоря.	Зайцев В.В., зав. кафедри морських технологій та океанотехніки				

7. Дата видачі завдання 01.03.2025.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	1. Визначення основних елементів МБУ.	01.04.2025	
2	2. Визначення параметрів хвилювання при стоянці МБУ на якорях	15.04.2025	
3.	3. Розрахунки сил та навантажень, що діють на якорний пристрій в МБУ	15.04.2025	
4	4. Вибір елементів якорного пристрою.	01.05.2025	
5.	5. Розрахунок якорної стоянки МБУ на двох якорях та оцінка зміщення МБУ під час якорної стоянки.	01.06.2025	
6.	6. Розрахунок міцності якоря.	01.06.2025	
7.	Оформлення пояснювальної записки та презентації	10.06.2025	
8.	Захист роботи на кафедрі	15.06.2025	
9.	Робота з рецензентом	16.06.2025	
10.	Захист роботи на ДЕК	26.06.2025	

Студент

Панченко Б.К.

Керівник роботи

Зайцев В.В.

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота: 60 с., 5 креслень, 8 джерел.

Об'єкт дослідження – якірний пристрій МБУ.

Мета досліджень – визначення проєктних параметрів МБУ та її якірного пристрою.

Методика досліджень – аналітична, числова.

Кваліфікаційну роботу виконано згідно завдання, виданого кафедрою морських технологій та океанотехніки.

В роботі розраховано водотоннажність МБУ, її головні розміри та коефіцієнти повноти, а також проведена розробка загального розташування бурової установки. За допомогою розрахунку на ЕОМ визначено параметри хвилювання для режимів буріння та виживання.

Проведено розрахунки сил та навантажень, що діють на МБУ в режимі буріння та виживання.

Виконано проектування якорного пристрою МБУ та розрахунок якорної стоянки МБУ на двох якорях та оцінка зміщення МБУ під час якорної стоянки.

МОРСЬКА БУРОВА УСТАНОВКА, ПОНТОНІ, КОЛОНІ, БУРОВА ВЕЖА,
ЯКІРНИЙ ПРИСТРІЙ, ЯКІР АС-14, ЯКІРНА СТОЯНКА

ABSTRACT

Research object - offshore drilling rig.

Purpose of research – determination of offshore drilling rig parameters, parameters of pontoons, columns, braces, anchor system.

Methodology of research - analytical, numerical.

JACK-UP DRILLING RIG, ANCHOR DEVICE, ANCHOR
AS-14, ANCHOR STATION

[illegible]

ЗМІСТ

Вступ	5
1 Визначення основних елементів МБУ	8
1.1 Основні характеристики прототипу МБУ	9
1.2 Визначення повної водотоннажності проекту	9
1.3 Визначення вимірювачів мас	10
1.4 Вирішення рівняння плавучості	14
1.5 Визначення головних розмірів проекту МБУ	15
1.6 Визначення розмірів понтонів, колон, осадки	16
1.7 Вирішення рівняння місткості	17
1.8 Визначення рівняння остійності	18
2 Визначення параметрів хвилювання при стоянці МБУ на якорях	22
3 Розрахунки сил та навантажень, що діють на якорний пристрій МБУ	28
3.1 Визначення вітрового навантаження	29
3.2 Визначення навантаження від течії	32
3.3 Визначення хвильового навантаження	33
4 Вибір елементів якорного пристрою	36
4.1 Характеристики постачання	37
4.2 Визначення якорно-швартовного постачання	38
4.3 Визначення основних характеристик якоря АС-14	39
4.4 Якірні ланцюги та розміри його елементів	40
5 Розрахунок якорної стоянки МБУ на двох якорях та оцінка зміщення МБУ під час якорної стоянки	44
5.1 Опис статичних розрахунків якорної системи МБУ	45
5.2 Програма розрахунку якорної системи МБУ	48
6 Розрахунок міцності якоря	53
Висновок	58
Перелік посилань	60

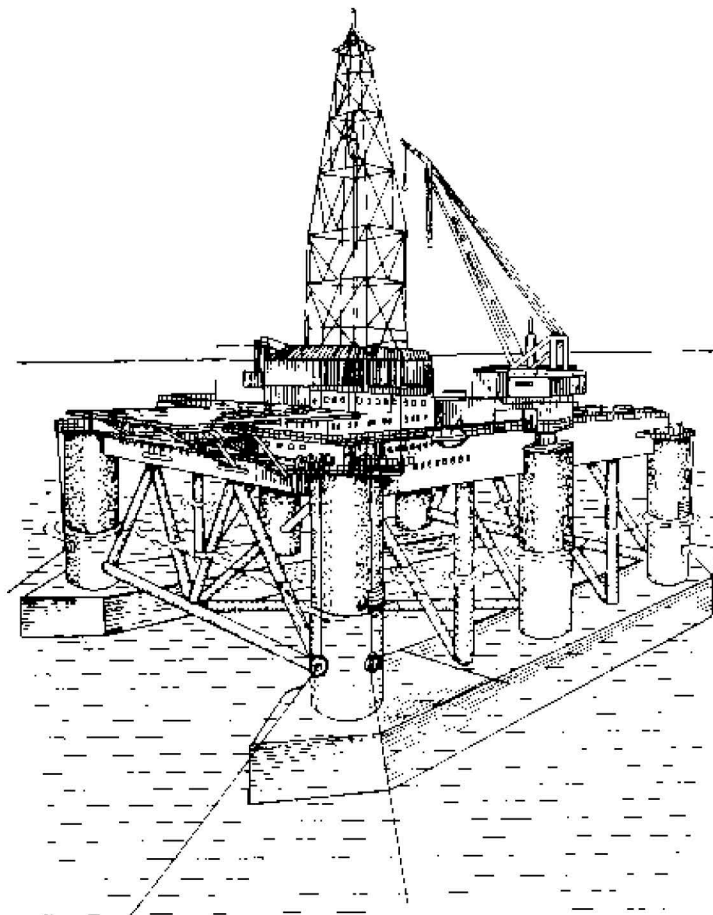
Підп. і дата	Інв. № докл.	Взам. інв. №	Підп. і дата	Інв. № орг.	3.3	Визначення хвильового навантаження	33
					4	Вибір елементів якірного пристрою	36
					4.1	Характеристики постачання	37
					4.2	Визначення якірно-швартовного постачання	38
					4.3	Визначення основних характеристик якоря АС-14	39
					4.4	Якірні ланцюги та розміри його елементів	40
					5	Розрахунок якірної стоянки МБУ на двох якорях та оцінка зміщення МБУ під час якірної стоянки	44
					5.1	Опис статичних розрахунків якірної системи МБУ	45
					5.2	Програма розрахунку якірної системи МБУ	48
					6	Розрахунок міцності якоря	53
						Висновок	58
						Перелік посилань	60
					12.КР.135.4 111.19.ПЗ		Арк.
							4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

ВСТУП

Бурова установка - це технічна система, що включає комплекс наземного технологічного устаткування, яка, взаємодіючи з буровим інструментом та іншими технічними системами, здійснює технологічний процес будівництва свердловини.

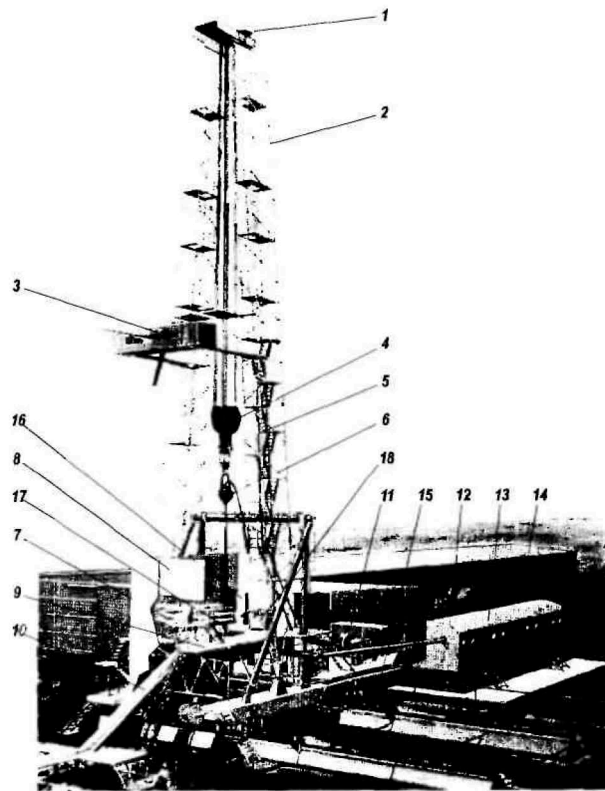
Склад вузлів бурової установки, їх конструкція визначаються призначенням свердловини, умовами і способом буріння. За призначенням установки, застосовувані для розвідки і розробки родовищ нафти і газу, поділяються на такі групи:

- установки для експлуатаційного і глибокого розвідувального буріння;
- установки для структурного та пошукового буріння;
- агрегати для освоєння, випробування і ремонту свердловин.



Загальний вид МБУ типу «Шельф»

Інв. № ориг.	Підп. і дата	Взам. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата						Арк.	
										12.КР.135.4 111.19.ПЗ	5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							



Загальний вигляд установки глибокого буріння

1 – кронблоки, 2 – вишка, 3 – комплекс механізації спуско-підймальних операцій АСП, 4 – талевий блок, 5 – автоматичний елеватор, 6 – вертлюг; 7 – свічки для труб; 8 – укриття бурової площадки; 9 – бурова площадка, 10 – приймальний міст зі стелажамі і похилим жолобом; 11 – бурова лебідка, 12 – буровий насос, 13 – циркуляційна система; 14 – укриття насосного блоку; 15 – основа; 16 – пульт управління, 17 – ротор, 18 – допоміжна лебідка



МБУ на Кірінському родовищі (проект «Сахалін - 3»)

Інв. № ориг.	Підп. і дата	Взам. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	12.KP.135.4 111.19.ПЗ					6



Напівзанурені МБУ Deepsea Delta

У світовій практиці буріння велике значення приділяється питанням класифікації МБУ. За способом установки над свердловиною в процесі буріння їх поділяють:

- такі, що спираються при бурінні на морське дно (плавучі бурові установки самопідйомного і зануреного типів);
- такі, що проводять буріння в плавучому стані (напівзанурені бурові установки та бурові судна).

Відмітна особливість МБУ - відносна легкість переміщення, постановки на точку буріння та зняття з неї, підвищена стійкість до впливу вітру, хвилювання і течій, можливість буріння на глибинах акваторій до 6000 м, а також незначне збільшення вартості за мірою зростання глибин моря.

До теперішнього часу розроблено ряд самохідних МБУ та таких, що буксируються. За способом утримання над свердловиною в процесі буріння їх можна розділити на три типи:

- з якірної системою утримання;
- з динамічним позиціонуванням;
- на натяжних опорах.

Підп. і дата Інв. № дубл. Взам. інв. № Підп. і дата Інв. № ориг.						Арк. 7
	12.KP.135.4111.19.ПЗ					
	Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Інв. № ориг.	Студент	Панченко Б.К.			Визначення основних елементів МБУ	Літ.	Арк.	Аркушів
	Консульт.	Зайцев В.В.					8	14
	Керівник	Зайцев В.В.				НУК ім. адм. Макарова		
	Зав.каф.	Зайцев В.В.						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	12КР.135.4111.19.ПЗ.01			

Інв. № ориг.	Підп. і дата	Взам. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата

9

$$\eta = \frac{DW_0}{D_0} = \frac{3519,2}{19770} = 0,178,$$

де DW_0 - дедвейт прототипу, т;

D_0 - повна водотонуажність прототипу, т;

Дедвейт проекту $DW = 4400$ т; густина води $\gamma = 1,025$ т/м³.

Таким чином, повна водотонуажність проекту

$$D = \frac{DW}{\eta} = \frac{4400}{0,178} = 24719,1 \text{ т};$$

$$V = \frac{D}{\gamma} = \frac{23033,7}{1,025} = 24116,2 \text{ м}^3.$$

1.3 Визначення вимірювачів мас

Вагові характеристики

Металевий корпус з фундаментами.

маса

$$P_{mk.0}=5931.3 \text{ т (у т.ч. фундаменти 261,6 т);}$$

модуль

$$LBH_0=L_0B_0H_0=91.96 \cdot 64.2 \cdot 29.5=174163 \text{ м}^3.$$

вимірювач

$$p_{mk} = \frac{P_{mk.0}}{LBH_0} = \frac{5931.3}{174163} = 0.03406 \text{ т/м}^3.$$

Обладнання, ізоляція, зашивання, неметалеві частини корпусу, обладнання приміщень:

корпусу, обладнання приміщень:

маса

$$P_{об.суд.0}=562,3 \text{ т};$$

модуль

$$LBH_{0.2_3}=LBH_0^{2/3}=174163^{2/3}= 3118,7 \text{ м}^2.$$

вимірювач

Підп. і дата		Підп. і дата		Взам. інв. №		Підп. і дата		Інв. № ориг.							Арк.
															10
										12.KP.135.4 111.19.ПЗ.01					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата											

$$p_{\text{об.суд}} = \frac{P_{\text{об.суд.0}}}{LBH_0^{2/3}} = \frac{562.3}{174163^{2/3}} = 0.1803 \text{ т/м}^2.$$

Обладнання технологічних приміщень, у т.ч. вежа з порталом:

маса

$$P_{\text{об.тех.0}} = 1288,9 \text{ т};$$

модуль

$$L_{\text{кол.0}} = H_{\text{бур.0}} + H_{\text{моря.0}} = 6000 + 200 = 6200 \text{ м.}$$

вимірювач

$$p_{\text{об.тех}} = \frac{P_{\text{об.тех.0}}}{L_{\text{кол.0}}} = \frac{1288,9}{6200} = 0.208 \text{ т/м.}$$

Суднові пристрої:

маса

$$P_{\text{устр.0}} = 2236,8 \text{ т};$$

$$\delta_0 = 0,197;$$

модуль

$$LBH\delta_{0,2,3} = (L_0 B_0 H_0 \delta_0)^{2/3} = (91,96 \cdot 64,2 \cdot 14,3 \cdot 0,197)^{2/3} = 651,6 \text{ м}^2.$$

вимірювач

$$p_{\text{устр}} = \frac{P_{\text{устр.0}}}{LBT\delta_{0,2,3}} = \frac{2236,8}{651,6} = 3.433 \text{ т/м}^2.$$

Системи загальносуднові:

маса

$$P_{\text{ст.0}} = 330,7 \text{ т};$$

модуль

$$LBH_{0,2,3} = LBH_0^{2/3} = 174163^{2/3} = 3118,7 \text{ м}^2.$$

вимірювач

$$p_{\text{ст}} = \frac{P_{\text{ст.0}}}{LBH_0^{2/3}} = \frac{330,7}{174163^{2/3}} = 0.106 \text{ т/м}^2.$$

Енергетична установка:

маса

$$P_{\text{эу.0}} = 372,9 \text{ т};$$

Інв. № ориг.	Підп. і дата						12.KP.135.4.111.19.ПЗ.01	Арк.
	Інв. № дубл.							11
	Взам. інв. №							
	Підп. і дата							
	Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

МОДУЛЬ

$$N_{\text{эy.0}} = 5350 \text{ КВТ.}$$

вимірювач

$$p_{\text{ay}} = \frac{P_{\text{ay},0}}{N_{\text{ay},0}} = \frac{372,9}{5350} = 0,0697 \text{ Т/КВТ.}$$

Обладнання електроенергетичної системи:

Maca

$$P_{\text{эл.м.0}}=258,6 \text{ Т};$$

МОДУЛЬ

$$N_{\text{эв.0}} = 5350 \text{ КВТ.}$$

Вимірювач

$$p_{\text{эл.м}} = \frac{P_{\text{эл.м.0}}}{N_{\text{эв.0}}} = \frac{258,6}{5350} = 0,0483 \text{ т/кВт.}$$

Електричний кабель:

Maca

$$P_{\text{эл.каб.0}}=172,4 \text{ Т};$$

МОДУЛЬ

$$LBH_0=L_0B_0H_0=91.96\cdot64.2\cdot29.5=174163 \text{ m}^3.$$

вимірювач

$$p_{\text{эл.каб}} = \frac{P_{\text{эл.каб.0}}}{LBH_0} = \frac{172,4}{174163} = 9,899 \times 10^{-4} \text{ Т/М}^3.$$

Радіоозброєння:

Maca

$$P_{\text{рад.0}}=9,4 \text{ Т};$$

МОДУЛЬ

$$LBH_0=L_0B_0H_0=91.96\cdot64.2\cdot29.5=174163 \text{ m}^3.$$

вимірювач

$$p_{\text{рад}} = \frac{P_{\text{рад},0}}{LBH_0} = \frac{9,4}{174163} = 5,397 \times 10^{-5} \text{ Т/М}^3.$$

[illegible]

Запасні частини:

маса

$$P_{зч.0}=36,9 \text{ т};$$

модуль

$$LBH_0=L_0B_0H_0=91.96 \cdot 64.2 \cdot 29.5=174163 \text{ м}^3.$$

вимірювач

$$p_{зч} = \frac{P_{зч.0}}{LBH_0} = \frac{36,9}{174163} = 2,119 \times 10^{-4} \text{ т/м}^3.$$

Постачання (що витрачається) у складі навантаження "порожнем":

$$P_{сн}=40 \text{ т (const).}$$

Залишки рідких вантажів (мертвий запас, робочі рівні в механізмах, апаратах, системах, механічних трубопроводах):

маса

$$P_{жг.0}=241,1 \text{ т};$$

модуль

$$LBH_0=L_0B_0H_0=91.96 \cdot 64.2 \cdot 29.5=174163 \text{ м}^3.$$

вимірювач

$$p_{жг} = \frac{P_{жг.0}}{LBH_0} = \frac{241,1}{174163} = 1,384 \times 10^{-3} \text{ т/м}^3.$$

Технологічні запаси:

$$p_{тех.з} = \frac{P_{тех.0}}{DW_0} = \frac{2136,5}{3519,2} = 0,607$$

$$p_{техн} = p_{тех.з} \cdot DW = 0,607 \cdot 4400 = 2670,8 \text{ т};$$

маса

$$P_{тр.0}=840 \text{ т};$$

модуль

Підп. і дата	Інв. № дубл.	Взам. інв. №	Підп. і дата	Інв. № ориг.						12.KP.135.4 111.19.ПЗ.01	Арк.	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							13	

$$L_{\text{КОЛ.0}}=6200 \text{ м.}$$

вимірювач

$$p_{\text{тр}} = \frac{P_{\text{тр.0}}}{L_{\text{КОЛ.0}}} = \frac{840}{6200} = 0,135 \text{ т/м.}$$

Запас водотонажності:

4% від повної водотоннажності

$$P_{\text{зп}}=0,04 \cdot D = 0,04 \cdot 24719,1 = 988,8 \text{ т;}$$

Екіпаж з багажем і провізією:

маса

$$P_{\text{ЭК.0}}=17,7 \text{ т;}$$

модуль

$$n_{\text{ЭК.0}} = 81 \text{ чол;}$$

вимірювач

$$p_{\text{ЭК}} = \frac{P_{\text{ЭК.0}}}{n_{\text{ЭК.0}}} = \frac{17,7}{81} = 0,219 \text{ т/чол.}$$

Запас палива:

$$P_{\text{ТОПЛ}}=1015,7 \text{ т.}$$

1.4 Вирішення рівняння плавучості

Рівняння плавучості:

$$D = \gamma V = \sum P_i.$$

Підсумовуємо всі ваги, що дорівнюють добутку величин обчисленого вимірювача на відомий модуль. В результаті отримуємо рівняння плавучості:

Інв. № ориг.	Підп. і дата	Взам. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата						Арк.	
										12.KP.135.4 111.19.ПЗ.01	14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Тоді

$$B = \frac{L}{L_B} = \frac{L}{1,432} = 0,698L \quad H = \frac{L}{L_H} = \frac{L}{3,117} = 0,321L$$

Підставивим ці значення в рівняння ваг и отримаємо значення для L, B, H :

$$L \cdot \frac{L}{L_B} \cdot \frac{L}{L_H} = LBH;$$

$$L = \sqrt[3]{LBH \cdot L_B \cdot L_H} = \sqrt[3]{345557,7 \cdot 1,432 \cdot 3,117} = 115,5 \text{ м};$$

$$B = \frac{L}{L_B} = \frac{115,5}{1,432} = 80,7 \text{ м}; \quad H = \frac{L}{L_H} = \frac{115,5}{3,117} = 37,1 \text{ м}.$$

1.6 Визначення розмірів понтонів, колон, осадки

$$k_D = \frac{D_{\text{бк.0}}}{D_0} = \frac{13800}{19770} = 0,698.$$

Водотоннажність при буксируванні, т

$$D_{\text{бк}} = k_D \cdot D = 0,698 \cdot 24719,1 = 17253,9.$$

Густина води $\rho_{\text{в}} = 1,025 \text{ т/м}^3$;

Довжина понтону $L_{\text{п}} = L = 115,5 \text{ м}$;

Коефіцієнт повноти понтону $\beta = 0,85$.

Осадка при буксируванні, м

$$T_{\text{бк}} = \sqrt{\frac{D_{\text{бк}}}{5 \cdot \rho_{\text{в}} \cdot L_{\text{п}} \cdot \beta}} = \sqrt{\frac{17253,9}{5 \cdot 1,025 \cdot 115,5 \cdot 0,85}} = 5,86.$$

Інв. № ориг.	Підп. і дата	Взам. інв. №	Інв. № дцйл.	Підп. і дата						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	12.KP.135.4 111.19.ПЗ.01					Арк.
										16

Висота понтону, м

$$H_{\pi} = T_{\text{БК}} + 0,6 = 5,86 + 0,6 = 6,46.$$

Ширина понтону, м

$$B_{\pi} = 2,5 \cdot T_{\text{БК}} = 2,5 \cdot 5,86 = 14,65.$$

Діаметр колони, м

$$D_{\text{К}} = 0,9 \cdot B_{\pi} = 0,9 \cdot 14,65 = 13,2.$$

Осадка при бурінні (експлуатаційна), м

$$T = H_{\pi} + \frac{\frac{D}{\rho_{\text{В}}} - 2L_{\pi}B_{\pi}H_{\pi}\beta}{1,5 \cdot \pi \cdot D_{\text{К}}^2} = 6,34 + \frac{\frac{24719,1}{1,025} - 2 \cdot 115,5 \cdot 14,65 \cdot 6,46 \cdot 0,85}{1,5 \cdot \pi \cdot 13,2^2} = 13,2.$$

1.7 Вирішення рівняння місткості

Об'ємні характеристики.

Оскільки характеристики $N_{\text{зу}}$, $n_{\text{ЭК}}$, $L_{\text{КОЛ}}$ приймаються такими ж як і у прототипу, то перерахунок через вимірювачі робити не потрібно.

Приміщення МКВ:

$$W_{\text{МКО}} = 4789,26 \text{ м}^3.$$

Допоміжні приміщення:

$$W_{\text{ВСПОМ}} = 2539,56 \text{ м}^3.$$

Приміщення з технологічним обладнанням у т. ч. циркуляційна система, цементувальний комплекс, компресорна станція, бурові насоси:

$$W_{\text{тех.об}} = 5619,18 \text{ м}^3.$$

Інв. № ориг.	Підп. і дата	Взам. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	12.KP.135.4.111.19.ПЗ.01					17

Житлові приміщення:

$$W_{\text{жил}} = 2577,42 \text{ м}^3.$$

де W_i - об'єми приміщень, що розміщуються в основному корпусі;

$W_{\text{пл}}$ - підпалубний об'єм (об'єм основного корпусу до верхньої палуби).

Загальний об'єм приміщень

$$\sum W = \sum \begin{pmatrix} W_{\text{МКО}} \\ W_{\text{ВСПОМ}} \\ W_{\text{ТЕХ.ОБ}} \\ W_{\text{ЖИЛ}} \end{pmatrix} = \sum \begin{pmatrix} 4789,26 \\ 2539,56 \\ 5619,18 \\ 2577,42 \end{pmatrix} = 15525,42 \text{ м}^3;$$

$$\Sigma W \leq \left(\delta_{\text{HC}} + \frac{H - T}{10 \cdot T} \right) \cdot L' B' H'.$$

$\delta_{\text{НС},0} = 0,9$ – коефіцієнт повноти надбудови прототипу.

$$\delta_{\text{НС}} = \delta_{\text{НС},0} = 0,9 \quad - \text{коєфіцієнт повноти надбудови проекту.}$$

1.8 Визначення рівняння остійності

Початкова остійність

$$Kzc_0 \cdot \frac{T}{B} + K\rho_0 \cdot \frac{B}{T} - Kzg_0 \cdot \frac{H}{B} > \left(\frac{h}{B}\right),$$

де K_{zc_0} – частковий коефіцієнт аплікати ЦТ по відношенню до осадки;

$K\rho_0$ – частковий коефіцієнт метацентричного радіусу по відношенню до B^2/T прототипу;

Kzg_0 – частковий коефіцієнт аплікати ЦТ по відношенню до висоти конструкції;

$\frac{h}{R}$ – нормоване значення метацентричної висоти.

Підп. і дата		1.8 Визначення рівняння остійності				
Інв. № докл.		Початкова остійність				
Взам. інв. №		$Kzc_0 \cdot \frac{T}{B} + K\rho_0 \cdot \frac{B}{T} - Kzg_0 \cdot \frac{H}{B} > \left(\frac{h}{B}\right),$				
Підп. і дата		де Kzc_0 – частковий коефіцієнт аплікати ЦТ по відношенню до осадки; $K\rho_0$ – частковий коефіцієнт метацентричного радіусу по відношенню до B^2/T прототипу; Kzg_0 – частковий коефіцієнт аплікати ЦТ по відношенню до висоти конструкції; $\frac{h}{B}$ – нормоване значення метацентричної висоти.				
Інв. № ориг.						

$$Kz_{c_0} = \frac{Zc_0}{T_0} = \frac{5,8}{14,3} = 0,406; \quad K\rho_0 = \frac{\rho_0}{\left(\frac{B_0^2}{T_0}\right)} = \frac{26,02}{\left(\frac{64,2^2}{14,3}\right)} = 0,09;$$

$$Kzg_0 = \frac{Zg_0}{H_0} = \frac{14,99}{29,5} = 0,51.$$

Рівняння остійності

$$Kz_{c_0} \frac{T}{B} + K\rho_0 \frac{B}{T} - Kzg_0 \frac{H}{B} > \left(\frac{h}{B}\right);$$

$$0,406 \frac{13,2}{80,7} + 0,09 \frac{80,7}{13,2} - 0,51 \frac{37,1}{80,7} > \left(\frac{h}{80,7}\right);$$

Тепер проведемо перевірку за умовами остійності:

$$Kz_{c_0} \frac{T}{B} + K\rho_0 \frac{B}{T} - Kzg_0 \frac{H}{B} \geq 0,05;$$

$$Kz_{c_0} \frac{T}{B} + K\rho_0 \frac{B}{T} - Kzg_0 \frac{H}{B} = 0,406 \frac{13,2}{80,7} + 0,09 \frac{80,7}{13,2} - 0,51 \frac{37,1}{80,7} = 0,382;$$

місткості:

$$\Sigma W \leq \left(\delta_{\text{нс}} + \frac{H - T}{10 \cdot T}\right) \cdot L' B' H';$$

$$L' = L'_0 = 62,4; \quad B' = B'_0 = 42,9; \quad H' = H'_0 = 6;$$

$$\Sigma W \leq \left(\delta_{\text{нс}} + \frac{H - T}{10 \cdot T}\right) \cdot L' B' H' = 15525,42 \leq \left(0,9 + \frac{37,1 - 13,2}{10 \cdot 13,2}\right) \cdot 62,4 \cdot 49,2 \cdot 6;$$

$$\left(\delta_{\text{нс}} + \frac{H - T}{10 \cdot T}\right) \cdot L' B' H' = \left(0,9 + \frac{37,1 - 13,2}{10 \cdot 13,2}\right) \cdot 62,4 \cdot 49,2 \cdot 6 = 19913,655.$$

Умова місткості виконується.

Підп. і дата	Інв. № дудл.	Взам. інв. №	Підп. і дата	Інв. № ориг.						12.KP.135.4.111.19.ПЗ.01	Арк.
					Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Інв. № ориг.	Керівник	Зайцев В.В.			Визначення параметрів хвилювання при стоянці МБУ на якорях	Літ.	Арк.	Аркушів
	Зав.каф.	Зайцев В.В.					22	6
	Студент	Панченко Б.К.				НУК ім. адм. Макарова		
	Консульт.	Зайцев В.В.						
Підп. і дата	Взам. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	12.КР.135.4111.19.ПЗ.02				

2 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ХВИЛЮВАННЯ ПРИ СТОЯНЦІ МБУ НА ЯКОРЯХ

Параметри хвилювання будемо визначати тільки для двох режимів роботи бурової установки: режим буріння і режим виживання (режими перегону та штормового відстою ми не розглядаємо).

Зробимо розрахунок для режиму буріння.

Вихідні дані:

$k_{vis} = 5 \cdot 10^{11}$ – коефіцієнт;

$\nu = 10^{-5}$ – коефіцієнт кинематической вязкости воздуха, м²/с;

Швидкість вітру: $V_{w.6} = 25,0$ м/с;

Розгін: $L_6 = k_{vis} \frac{\nu}{V_{w.6} \cdot 1000} = 200$ км;

Термін дії вітру: $t_6 = 18$ год;

Глибина в місці установки: $H = 240$ м;

Прискорення вільного падіння: $g = 9,81$ м/с².

Обчислимо коефіцієнти для графіків:

$$k_{1.6} = \frac{g \cdot t_6 \cdot 3600}{V_{w.6}} = \frac{9,81 \cdot 18 \cdot 3600}{25} = 25427,52$$

$$k_{2.6} = \frac{g \cdot L_6 \cdot 10^3}{V_{w.6}^2} = \frac{9,81 \cdot 200 \cdot 10^3}{25^2} = 3139,2$$

$$k_{3.6} = \frac{g \cdot H}{V_{w.6}^2} = \frac{9,81 \cdot 240}{25^2} = 3,77$$

За графіками для визначення елементів вітрових хвиль в глибоководній і мілководній зонах (СНиП II-57-75 стор.31). Визначимо розрахункові параметри хвилювання:

$$gh_Vw2_6 = gh_Vw2(k_{2.6}) = 0,07$$

Підп. і дата	
Інв. № дцйл.	
Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ориг.	

					12.KP.135.4111.19.ПЗ.02	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$gT_{w_6} = gT_{w(k_{2.6})} = 3,59$$

$$h_{_6} = \frac{gh_{w_6} \cdot V_{w_6}^2}{g} = \frac{0,07 \cdot 25^2}{9,81} = 4,46 \text{ м}$$

$$T_{_6} = \frac{gT_{w_6} \cdot V_{w_6}}{g} = \frac{3,59 \cdot 25}{9,81} = 9,15 \text{ с}$$

$$\frac{gH}{V_{w_6}^2} = 3,77$$

Середня довжина хвилі:

$$\lambda_{_6} = \frac{g \cdot T_{_6}^2}{2\pi} = \frac{9,81 \cdot 9,15^2}{2\pi} = 130,72 \text{ м}$$

Зробимо розрахунок для режиму виживання.

Вихідні дані:

Швидкість вітру: $V_{w.B} = 35,0 \text{ м/с}$;

Розгін: $L_B = k_{vis} \frac{v}{V_{w.B} \cdot 1000} = 142,9 \text{ км}$;

Термін дії вітру: $t_B = 18 \text{ год}$;

Глибина в місці установки: $H = 240 \text{ м}$;

Прискорення вільного падіння: $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Обчислимо коефіцієнти для графіків:

$$k_{1.B} = \frac{g \cdot t_B \cdot 3600}{V_{w.B}} = \frac{9,81 \cdot 18 \cdot 3600}{35} = 18162,51$$

$$k_{2.B} = \frac{g \cdot L_B \cdot 10^3}{V_{w.B}^2} = \frac{9,81 \cdot 142,9 \cdot 10^3}{35^2} = 1144,4$$

$$k_{3.B} = \frac{g \cdot H}{V_{w.B}^2} = \frac{9,81 \cdot 240}{35^2} = 1,92$$

За графіками для визначення елементів вітрових хвиль в глибоководній і мілководній зонах (СНиП II-57-75 стор.31). Визначимо розрахункові параметри хвилювання:

Підп. і дата					12.KP.135.4 111.19.ПЗ.02	Арк. 24
Інв. № ориг.	Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$gh_{w2_B} = gh_{w2}(k_{2.B}) = 0,048$$

$$gT_{w_B} = gT_w(k_{2.B}) = 2,97$$

$$h_{_B} = \frac{gh_{w2_B} \cdot V_{w.B}^2}{g} = \frac{0,05 \cdot 35^2}{9,81} = 6,24 \text{ м}$$

$$T_{_B} = \frac{gT_{w_B} \cdot V_{w.B}}{g} = \frac{2,97 \cdot 35}{9,81} = 10,6 \text{ с}$$

$$\frac{gH}{V_{w.B}^2} = 1,922$$

Середня довжина хвилі:

$$\lambda_{_B} = \frac{g \cdot T_{_B}^2}{2\pi} = \frac{9,81 \cdot 10,6^2}{2\pi} = 175,43 \text{ м}$$

Таким чином, було отримано середні значення висоти хвилі $h_{_}$ та періоду $T_{_}$:

Режим буріння

$$h_{_6} = 4,46 \text{ м};$$

$$T_{_6} = 9,15 \text{ с};$$

$$\lambda_{_6} = 130,72 \text{ м}.$$

Режим виживання

$$h_{_B} = 6,24 \text{ м};$$

$$T_{_B} = 10,6 \text{ с};$$

$$\lambda_{_B} = 175,43 \text{ м}.$$

Висота хвилі i -тої забезпеченості в глибоководній зоні визначається за формулою:

$$h_{i\%} = k_i \cdot h_{_}$$

де k_i – коефіцієнт, що визначається за графіком (СНиП 2-57-75 стор.36, рис.39).

Підп. і дата Інв. № дудл. Взам. інв. № Підп. і дата Інв. № ориг.						12.KP.135.4 111.19.ПЗ.02	Арк.
							25
	Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$k_{2.6} = \frac{g \cdot L_6 \cdot 10^3}{V_{w.6}^2} = 3139,2 \quad k_{0,1\%}(k_{2.6}) = 2,691$$

$$k_{2.B} = \frac{g \cdot L_B \cdot 10^3}{V_{w.B}^2} = 1144,37 \quad k_{0,1\%}(k_{2.B}) = 2,564$$

$$h_{0,1\%.6}(k_{2.6}) = k_{0,1\%}(k_{2.6}) \cdot h_{.6} = 12 \text{ м};$$

$$h_{0,1\%.B}(k_{2.6}) = k_{0,1\%}(k_{2.B}) \cdot h_{.6} = 16 \text{ м};$$

Перевищення вершини хвилі над розрахунковим рівнем η_c будемо визначати за величиною $\frac{\eta_c}{h_i}$ для значення $\frac{h_{0,1\%}}{gT_i^2}$.

- для режиму буріння:

$$\frac{h_{0,1\%.6}}{g \cdot T_{.6}^2} = \frac{12}{9,81 \cdot 9,15^2} = 0,0146 \quad \text{приймаємо} \quad \frac{\eta_{c.6}}{h_i} = 0,59$$

$$\eta_{c.6} = h_{0,1\%.6} \cdot 0,59 = 12 \cdot 0,59 = 7,08 \text{ м.}$$

- для режиму виживання:

$$\frac{h_{0,1\%.B}}{g \cdot T_{.B}^2} = \frac{16}{9,81 \cdot 10,6^2} = 0,0145 \quad \text{приймаємо} \quad \frac{\eta_{c.B}}{h_i} = 0,59$$

$$\eta_{c.B} = h_{0,1\%.B} \cdot 0,59 = 16 \cdot 0,59 = 9,44 \text{ м.}$$

Визначимо кліренс l_1 :

$$l_{1.6} = \eta_{c.6} + 1,5 = 7,08 + 1,5 = 8,58$$

$$l_{1.B} = \eta_{c.B} + 1,5 = 9,44 + 1,5 = 10,94$$

де 1.5 м - величина запасу.

Визначимо висоту колон h_K :

$$l_{2.6} = 0,1 \cdot \lambda_{.6} = 0,1 \cdot 130,72 = 13,07$$

Підп. і дата					12.KP.135.4 111.19.ПЗ.02	Арк. 26
Інв. № дцдл.						
Взам. інв. №						
Підп. і дата						
Інв. № ориг.						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$l_{2.B} = 0,1 \cdot \lambda_B = 0,1 \cdot 175,43 = 17,54$$

$$h_{K.6} = l_{1.6} + l_{2.6} = 8,58 + 13,07 = 21,65$$

$$h_{K.B} = l_{1.B} + l_{2.B} = 10,94 + 17,54 = 28,48$$

$L = 115,5$ – довжина понтона, м (из разд. 1).

$$L_K = \frac{0,65L}{2} = \frac{0,65 \cdot 115,5}{2} = 37,5 \text{ – відстань між колонами, м.}$$

$$\frac{L_K}{2} = \frac{37,5}{2} = 18,75$$

$$h_{K.6} \leq \frac{L_K}{2} \quad 21,65 \leq \frac{37,5}{2}$$

$$h_{K.B} \leq \frac{L_K}{2} \quad 28,48 \leq \frac{37,5}{2}$$

Висоту колон обираємо згідно з режимом буріння та обмеженням.

Таким чином приймаємо висоту колон:

$$h_K = \frac{L_K}{2} = \frac{37,5}{2} = 18,8 \text{ м.}$$

Таким чином, умову виконано.

Інв. № ориг.	Підп. і дата	Взам. інв. №	Інв. № дцдл.	Підп. і дата						Арк.	
										12.КР.135.4 111.19.ПЗ.02	27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Інв. № орг.	Підп. і дата	Взам. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата						
					12.KP.135.4 111.19.ПЗ.03					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розрахунки сил та навантажень, що діють на якірний пристрій МБУ			Літ.	Арк.	Аркушів
Студент	Панченко Б.К.								28	8
Консульт.	Зайцев В.В.							НУК ім. адм. Макарова		
Керівник	Зайцев В.В.									
Зав.каф.	Зайцев В.В.									

3 РОЗРАХУНКИ СИЛ ТА НАВАНТАЖЕНЬ, ЩО ДІЮТЬ НА ЯКІРИЙ ПРІСТРІЙ МБУ

3.1 Визначення вітрового навантаження

Вітрове навантаження визначається для двох напрямків вітру для режимів буріння і виживання за формулою:

$$P_v = K_z \cdot K_B \cdot K_F \cdot q \cdot A$$

де

$$q = \frac{v_i^2}{16} \cdot 10^{-3} - \text{швидкісний напор};$$

v_i – середня швидкість вітру;

K_z – коефіцієнт зони, який враховує, що швидкість вітру змінюється з висотою;

$z, \text{ м}$	0 - 10	11 - 30	31 - 50	51 - ...
K_z	1	1,15	1,35	1,6

K_F – коефіцієнт форми:

$K_F = 1$ – для колон;

$K_F = 1,2$ – для прямокутних елементів;

$K_F = 0,6$ – для кожної панелі вишки;

K_B – коефіцієнт взаємного впливу:

$K_B = ((L/D)-1)/6$ – для колон;

$K_B = 0$ – для $L/D = 1$;

$K_B = 1$ – для $L/D \geq 6$;

A – проекція площі обтікаємого елемента (надводної частини) на напрямок перпендикулярний вітру (парусність) (рис. 3.1);

$A = h \cdot D$ – для колон;

Інв. № ориг.	Підп. і дата	Взам. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	12.KP.135.4 111.19.ПЗ.03					Арк.
										29

$A = (a + b) \cdot 0,5h$ – для вишки;

$A = b \cdot h$ – для верхньої будови і житлових будов;

або формулу можна представити так:

$$P_B = 0,625 \cdot v_i^2 \cdot 10^{-3} \cdot \sum A_i \cdot k_{zi} \cdot k_{\phi i} \cdot k_{\beta i}$$

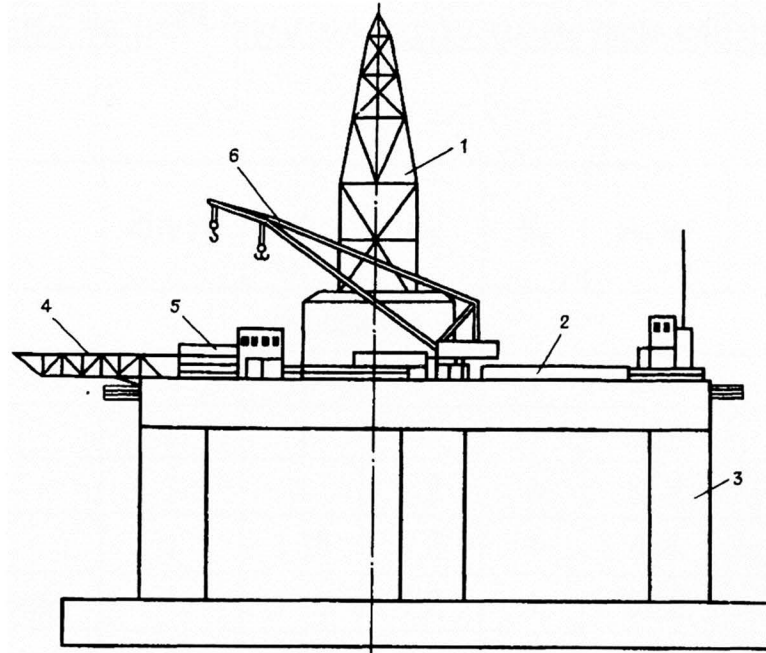


Рисунок 3.1 - До визначення площі парусності

Підрахування P_B виконаємо в табличній формі.

Визначимо навантаження за напрямком вітру вздовж споруди.

Вихідні данні:

$D_K = 13,2$ – діаметр колон, м;

$h_K = 18,8$ – висота колон, м;

$L_{\Pi} = 115,5$ – довжина понтону, м;

$H_{\Pi} = 6,46$ – висота понтону, м;

$B_{\Pi} = 14,65$ – ширина понтону, м;

$T_{\text{бур}} = 13,2$ – осадка при бурінні, м;

$$l_1 = h_K + H_{\Pi} - T_{\text{бур}} = 12,06 \text{ м.}$$

Підп. і дата Інв. № дцдл. Взам. інв. № Підп. і дата Інв. № ориг.						12.KP.135.4 111.19.ПЗ.03	Арк.
							30
	Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$B_M = 80,7$ – ширина моста, м;

$L_M = 93,7$ – довжина моста, м;

$h_M = 6$ – висота моста, м;

$S_{\text{выш1}} = 252,45$ – площа першого рівня вежі, м²;

$S_{\text{выш2}} = 227,29$ – площа другого рівня вежі, м²;

$S_{\text{выш3}} = 338,58$ – площа третього рівня вежі, м²;

$U_{\text{бур}} = 25$ – швидкість вітру при бурінні, м/с;

$U_v = 35$ – швидкість вітру при виживанні, м/с;

Таблиця 3.1 - Вітрові навантаження вздовж споруди

							Буріння	Вижи- вання
Зона	Елемент	Кіл-ть	K_z	K_Φ	K_B	A, m^2	$R_{\text{Бур}}, \text{кН}$	$R_B, \text{кН}$
Вісь ОУ								
0-10	Передні колони	2	1	1	1	159,2	124,369	243,763
	Другий ряд колон	2	1	1	0,31	159,2	38,554	75,566
	Третій ряд колон	2	1	1	0,31	159,2	38,554	75,566
	Верхня будова	1	1	1,2	1	484,2	226,969	444,859
10-30	Верхня будова	1	1,15	1,2	1	484,2	261,014	511,588
	Вертолітний майданчик	1	1,15	1,2	1	67,2	36,225	71,001
	Вишка	1	1,15	0,6	1	252,45	68,043	133,365
	Надбудова	1	1,15	1,2	1	204,4	110,184	215,961
30-50	Вишка	1	1,35	0,6	1	227,29	71,916	140,955
	Надбудова	1	1,35	1,2	1	102,2	64,673	126,760
>50	Вишка	1	1,6	0,6	1	338,58	126,968	248,856
Всього:							1167,5	2288,2

Отже, вітрове навантаження вздовж споруди, кН:

режим буріння $R_{\text{бур.вд}} = 1167,5$

режим виживання $R_{\text{в.вд}} = 2288,2$

Визначимо навантаження за напрямком вітру поперек споруди.

Підп. і дата	
Інв. № дцдл.	
Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ориг.	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	12.КР.135.4 111.19.ПЗ.03	Арк.
						31

Таблиця 3.2 - Вітрові навантаження поперек споруди

							Буріння	Вижи-вання
Зона	Елемент	Кіл-ть	K _з	K _ф	K _в	A, м ²	P _{Бур} , кН	P _В , кН
Вісь ОУ								
0-10	Передні колони	3	1	1	1	159,2	186,553	365,644
	Задні колони	3	1	1	1	159,2	186,553	365,644
	Верхня будова	1	1	1,2	1	562,2	263,531	516,521
10-30	Верхня будова	1	1,15	1,2	1	562,2	303,061	593,999
	Вертолітний майданчик	1	1,15	1,2	1	67,2	36,225	71,001
	Вишка	1	1,15	0,6	1	252,45	68,043	133,365
	Надбудова	1	1,15	1,2	1	518	279,234	547,299
30-50	Вишка	1	1,35	0,6	1	227,29	71,916	140,955
	Надбудова	1	1,35	1,2	1	245	155,039	303,877
>50	Вишка	1	1,6	0,6	1	338,58	126,968	248,856
Всього:							1677,1	3287,2

Отже, вітрове навантаження поперек споруди, кН:

режим буріння $P_{\text{бур.пп}} = 1677,1$

режим виживання $P_{\text{в.пп}} = 3287,2$

3.2 Визначення навантаження від течії

Навантаження від течії визначається для режимів буріння та виживання за формулою:

$$P_T = \frac{\rho \cdot U_T^2}{2} \cdot \sum k_i \cdot A_i$$

де

ρ – густина води;

A_i – площа i -го елемента підводної частини конструкції, м²;

$K_{ф.i}$ – коефіцієнт форми:

$K_{ф} = 1$ – для круглих елементів;

$K_{ф} = 1,2$ – для прямокутних елементів;

Підп. і дата	Інв. № дубл.	Взам. інв. №	Підп. і дата	Інв. № ориг.						Арк.	
										12.KP.135.4 111.19.ПЗ.03	32
					Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\eta_1(\omega) = g^2 \left(e^{-\omega^2 \frac{l_{\text{к.подв}}}{g}} - e^{-\omega^2 \frac{l_{\text{к.подв}} + H_{\text{п}}}{g}} \right) \cdot \frac{\sin \left(\frac{\omega^2 \cdot H_{\text{п}}}{2g} \right)}{\omega^4 \cdot l_{\text{к.подв}} \cdot 0,5 \cdot H_{\text{п}}}$$

$$\eta_2(\omega) = g^2 \left(1 - e^{-\omega^2 \frac{l_{\text{к.подв}}}{g}} \right) \cdot \frac{2 \cdot \sin \left(\frac{\omega^2 \cdot H_{\text{п}}}{2g} \right)}{\omega^4 \cdot l_{\text{к.подв}} \cdot D_{\text{к}}}$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T}$$

Розрахунок для режиму буріння

$$T = \begin{pmatrix} T_{-6} \\ 0,8 \cdot T_{-6} \\ 1,2 \cdot T_{-6} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1,04 \\ 0,832 \\ 1,248 \end{pmatrix} \quad \lambda = \frac{\overrightarrow{g \cdot T^2}}{2 \cdot \pi} = \begin{pmatrix} 1,689 \\ 1,081 \\ 2,432 \end{pmatrix} \quad k = \overrightarrow{\left(2 \frac{\pi}{\lambda} \right)} = \begin{pmatrix} 3,721 \\ 5,814 \\ 2,584 \end{pmatrix}$$

$$\omega = \frac{\overrightarrow{2 \cdot \pi}}{T} = \begin{pmatrix} 1,369 \\ 1,711 \\ 1,141 \end{pmatrix} \quad \overrightarrow{\eta_1(\omega)} = \begin{pmatrix} 0,142 \\ 0,048 \\ 0,255 \end{pmatrix} \quad \overrightarrow{\eta_2(\omega)} = \begin{pmatrix} 0,258 \\ 0,180 \\ 0,314 \end{pmatrix}$$

$$P_{\text{хв.б}} = \overrightarrow{P_{\text{хв}}(T, h_{-6\%})} = \begin{pmatrix} 17045,4 \\ 11938,0 \\ 15493,1 \end{pmatrix}$$

Розрахунок для режиму виживання

$$T = \begin{pmatrix} T_{-B} \\ 0,8 \cdot T_{-B} \\ 1,2 \cdot T_{-B} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 7,05 \\ 5,64 \\ 8,46 \end{pmatrix} \quad \lambda = \frac{\overrightarrow{g \cdot T^2}}{2 \cdot \pi} = \begin{pmatrix} 77,601 \\ 49,655 \\ 111,745 \end{pmatrix} \quad k = \overrightarrow{\left(2 \frac{\pi}{\lambda} \right)} = \begin{pmatrix} 0,081 \\ 0,127 \\ 0,056 \end{pmatrix}$$

$$\omega = \frac{\overrightarrow{2 \cdot \pi}}{T} = \begin{pmatrix} 0,891 \\ 1,114 \\ 0,743 \end{pmatrix} \quad \overrightarrow{\eta_1(\omega)} = \begin{pmatrix} 0,428 \\ 0,271 \\ 0,547 \end{pmatrix} \quad \overrightarrow{\eta_2(\omega)} = \begin{pmatrix} 0,373 \\ 0,320 \\ 0,405 \end{pmatrix}$$

$$P_{\text{хв.в}} = \overrightarrow{P_{\text{хв}}(T, h_{-B\%})} = \begin{pmatrix} 1533,2 \\ 23260,9 \\ 12127,1 \end{pmatrix}$$

Підп. і дата Інв. № дудл. Взам. інв. № Підп. і дата Інв. № ориг.						12.KP.135.4 111.19.ПЗ.03	Арк.
							35
	Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інв. № орг.	Підп. і дата	Взам. інв. №	Інв. № дідл.	Підп. і дата							
					12.KP.135.4111.19.ПЗ.04						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вибір елементів якірного пристрою			Літ.	Арк.	Аркушів	
Студент		Панченко Б.К.								36	8
Консульт.		Зайцев В.В.						НУК ім. адм. Макарова			
Керівник		Зайцев В.В.									
Зав.каф.		Зайцев В.В.									

4 ВИБІР ЕЛЕМЕНТІВ ЯКІРНОГО ПРИСТРОЮ

4.1 Характеристики постачання

Характеристика постачання для вибору якірного постачання повинна розраховуватися за формулою

$$N_c = K_1 \cdot K_2 \cdot \Delta^{2/3} + K_3 \cdot A,$$

де

$K_1 = 1,75$ – коефіцієнт форми для бурових катамаранів та інших подібних типів ПБУ;

$K_2 = 1,2$ – коефіцієнт хвильового впливу;

$K_3 = 2,1$ – коефіцієнт вітрового впливу;

$\Delta = 24116,2$ – об'ємна водотоннажність (із роділу 1), м^3 ;

A – сумарна площа проекцій конструкцій, що піднімаються над ватерлінією (що проходить через центр знака вантажний марки), на площину, нормальну до горизонтальної проекції якірної лінії, м^2 .

$D_k = 13,2$ – діаметр колон, м;

$h_k = 18,8$ – висота колон, м;

$H_{\text{п}} = 6,46$ – висота понтону, м;

$T = 13,2$ – осадка при бурінні (експлуатаційна), м;

$L_k = 37,5$ – відстань між вісями колон (по довжині понтону), м;

$b_M = 2 \cdot L_k + D_k = 88,2$ – довжина мосту, м;

$h_M = 6$ – висота мосту, м;

$b_{\text{вс.ня}} = b_M = 88,2$ – довжина нижнього ярусу верхньої споруди, м;

$h_{\text{вс.ня}} = 6$ – висота нижнього ярусу верхньої споруди, м;

$b_{\text{вс.вя}} = L_k + D_k = 50,7$ – довжина верхнього ярусу верхньої споруди, м;

$h_{\text{вс.вя}} = 6$ – висота верхнього ярусу верхньої споруди, м;

Підп. і дата		Інв. № дцдл.		Взам. інв. №		Підп. і дата		Інв. № орг.		
					12.KP.135.4111.19.ПЗ.04					Арк.
										37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Розміри бурової вежі (згідно ескізу), м:

$$b_{B.0} = 18,46$$

$$b_{B.1} = 12,476$$

$$h_{B.1} = 28,7$$

$$b_{B.2} = 15,73$$

$$h_{B.2} = 9,272$$

$$b_{B.3} = 12,338$$

$$h_{B.2.2} = 2,727$$

$$b_{B.4} = 4,4$$

$$h_{B.3} = 32,887$$

Площа парусності, м²:

$$A = \sum \begin{bmatrix} 3 \cdot D_K (h_K + H_{II} - T) \\ b_M \cdot h_M \\ b_{BC.HA} \cdot h_{BC.HA} \\ b_{BC.BA} \cdot h_{BC.BA} \\ 0,5 \cdot h_{B.1} (b_{B.0} + b_{B.1}) \cdot 0,6 \\ h_{B.2} \cdot b_{B.2} \\ 0,5 \cdot h_{B.2.2} (b_{B.2} + b_{B.3}) \\ 0,5 \cdot h_{B.3} (b_{B.3} + b_{B.4}) \cdot 0,6 \end{bmatrix} = \sum \begin{bmatrix} 3 \cdot 13,2 \cdot (18,8 + 6,5 - 13,2) \\ 88,2 \cdot 6 \\ 88,2 \cdot 6 \\ 50,7 \cdot 6 \\ 0,5 \cdot 28,7 \cdot (18,5 + 12,5) \cdot 0,6 \\ 9,3 \cdot 15,7 \\ 0,5 \cdot 2,7 \cdot (15,7 + 12,3) \\ 0,5 \cdot 32,9 \cdot (12,3 + 4,4) \cdot 0,6 \end{bmatrix} = 2455,7$$

Характеристика постачання, м²:

$$N_c = K_1 \cdot K_2 \cdot \Delta^{2/3} + K_3 \cdot A = 1,8 \cdot 1,2 \cdot 24116,2^{2/3} + 2,1 \cdot 2455,7 = 6909,9$$

4.2 Визначення якірно-швартовного постачання

Відповідно до характеристики постачання обрано наступні значення елементів якірно-швартовного постачання бурової.

Підп. і дата						12.KP.135.4 111.19.ПЗ.04	Арк. 38
Інв. № дцбл.							
Взам. інв. №							
Підп. і дата							
Інв. № ориг.							
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$N_{\text{як}} = 8$ – кількість станових якорів;

$M_{\text{як}} = 21500$ – маса кожного якоря, кг (без прив'язки до типу якоря);

$d_{\text{ц}} = \begin{pmatrix} 0 \\ 127 \\ 114 \end{pmatrix}$ – калібр ланцюга за категоріями міцності, мм;

$N_{\text{кан}} = 10$ – кількість швартовних канатів.

Категорії міцності ланцюга=2

Категорії міцності ланцюга:

1 - звичайної міцності (вже не застосовується);

2 - підвищеної міцності;

3 - особливої міцності.

$d_{\text{ц}} = 127$ – калібр ланцюга, мм.

4.3 Визначення основних характеристик якоря АС-14

$M_{\text{як}} = 23000$ – маса якоря АС-14, кг

Розміри якоря АС-14, мм:

$$A_{\text{AC14}} = 4528 \quad B_{\text{AC14}} = 4095$$

$$C_{\text{AC14}} = 1229 \quad D_{\text{AC14}} = 783$$

$$E_{\text{AC14}} = 2787 \quad F_{\text{AC14}} = 2194$$

$$G_{\text{AC14}} = 630 \quad H_{\text{AC14}} = 880$$

Підп. і дата	
Інв. № дудл.	
Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ориг.	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	12.KP.135.4 111.19.ПЗ.04	Арк.
						39

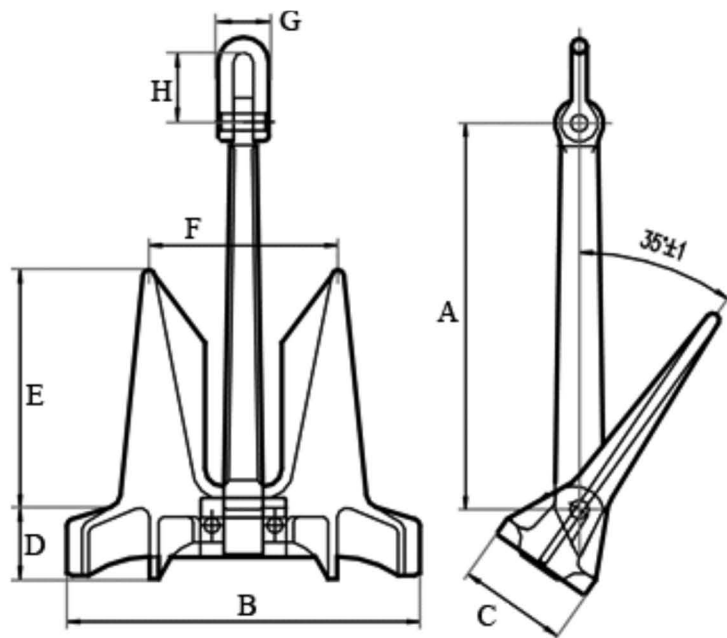


Рисунок 4.1 – Ескіз якорю АС-14

4.4 Якірні ланцюги та розміри його елементів

Категорії міцності ланцюга=2

$$d_{\text{ц}} = 127 - \text{калібр ланцюга, мм.}$$
$$T_p = 7490 - \text{розривне зусилля ланцюга, кН}$$

Обираємо розміри елементів якірного ланцюгу.

Загальне звено якісного ланцюгу з контрфорсом, мм:

$$d_{\text{ц}} = 127 \text{ мм};$$

$$6 \cdot d_{\text{ц}} = 762 \text{ мм};$$

$$3,6 \cdot d_{\text{ц}} = 457 \text{ мм};$$

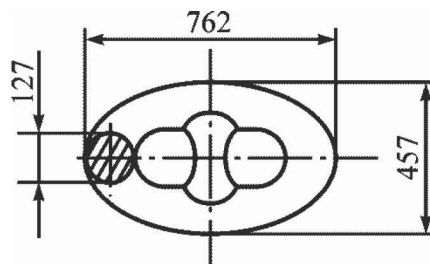


Рисунок 4.2 – Загальне звено якірного ланцюгу з контрфорсом

<i>Підп. і дата</i>	
<i>Інв. № дідл.</i>	
<i>Взам. інв. №</i>	
<i>Підп. і дата</i>	
<i>Інв. № ориг.</i>	

$d_{\text{ц}} = 127$ – калібр ланцюга, мм.

$T_p = 7490$ – розривне зусилля ланцюга, кН

Обираємо розміри елементів якірного ланцюгу.

Загальне звено якірного ланцюгу з контрфорсом, мм:

$$d_{\text{ц}} = 127 \text{ мм};$$

$$6 \cdot d_{\text{ц}} = 762 \text{ мм};$$

$$3,6 \cdot d_{\text{ц}} = 457 \text{ мм};$$

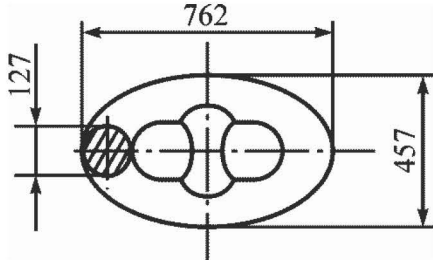
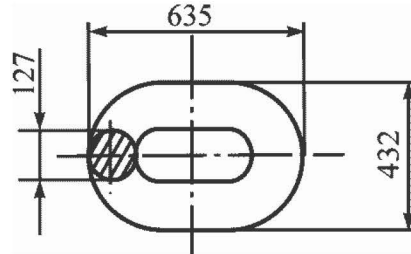
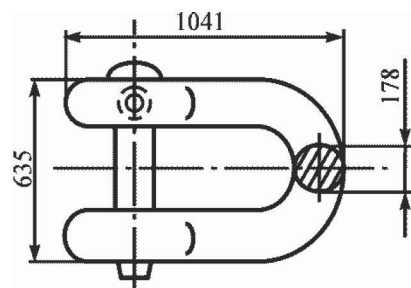


Рисунок 4.2 – Загальне звено якірного ланцюгу з контрфорсом

інв. № ориг.	Підп. і дата	Взам. інв. №	інв. № зчдл.	Підп. і дата

$$3,4 \cdot d_{\text{ц}} = 432 \text{ мм};$$


$$1,4 \cdot d_{\text{ц}} = 178 \text{ мм};$$

$$4 \cdot d_{\text{II}} = 508 \text{ мм};$$

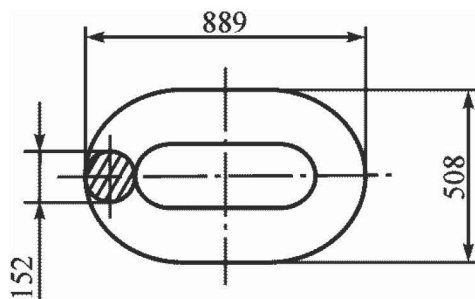


Рисунок 4.5 – Звено кінцеве

Звено сполучне Кентера, мм:

$$4 \cdot d_{\text{ц}} = 508 \text{ мм};$$

$$6 \cdot d_{\text{ц}} = 762 \text{ мм};$$

$$d_{\text{ц}} = 127 \text{ мм};$$

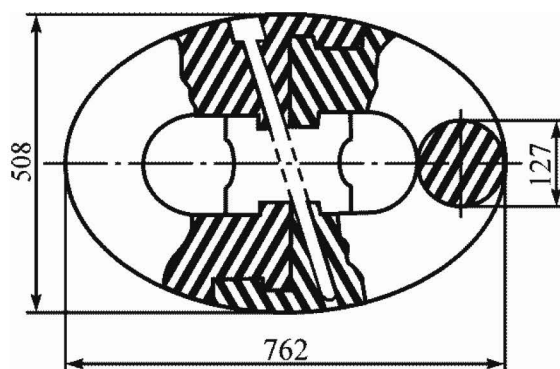


Рисунок 4.6 – Звено сполучне Кентера

Вертлюг, мм:

$$4,7 \cdot d_{\text{ц}} = 597 \text{ мм};$$

$$1,2 \cdot d_{\text{ц}} = 152 \text{ мм};$$

$$1,1 \cdot d_{\text{ц}} = 140 \text{ мм};$$

$$9,8 \cdot d_{\text{ц}} = 1245 \text{ мм};$$

Інв. № ориг.	Підп. і дата	Взам. інв. №	Інв. № дцдл.	Підп. і дата					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	12.KP.135.4 111.19.ПЗ.04				
					Арк.				
					42				

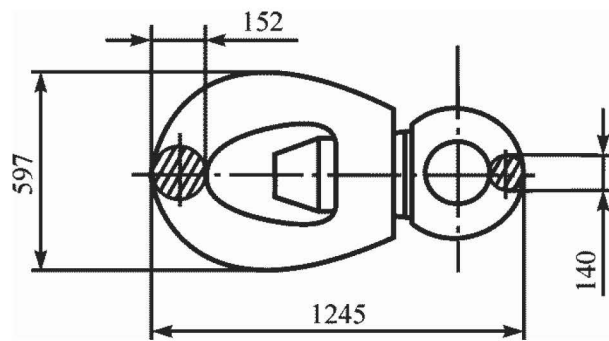


Рисунок 4.7 – Вертлюг

Вертлюг-скоба, мм:

$$5 \cdot d_{\text{II}} = 635 \text{ мм};$$

$$1,1 \cdot d_{\text{ц}} = 140 \text{ мм};$$

$$d_{\text{II}} = 127 \text{ mm};$$

$$16 \cdot d_{\text{II}} = 2032 \text{ мм};$$

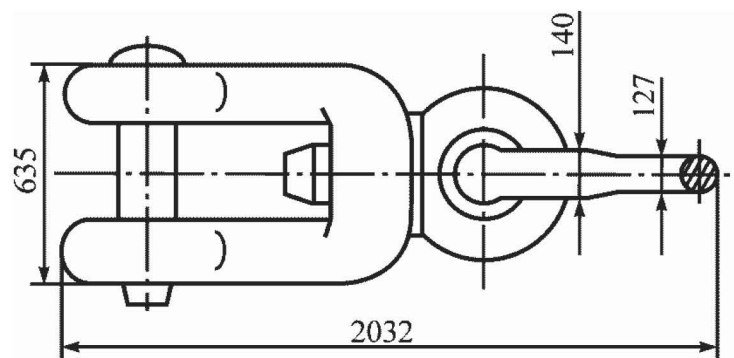
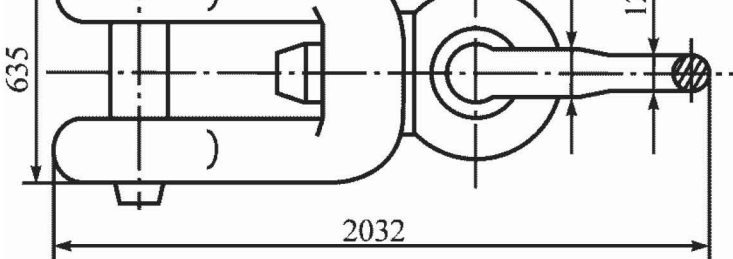


Рисунок 4.8 – Вертлюг-скоба

Інв. № ориг.	Підп. і дата	Взам. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата		Рисунок 4.8 – Вертлюг-скоба
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	12.KP.135.4 111.19.ПЗ.04 43	

[illegible]

5 РОЗРАХУНОК ЯКІРНОЇ СТОЯНКИ МБУ НА ДВОХ ЯКОРЯХ ТА ОЦІНКА ЗМІЩЕННЯ МБУ ПІД ЧАС ЯКІРНОЇ СТОЯНКИ

5.1 Опис статичних розрахунків якірної системи МБУ

Розрахункову схему якірної стоянки МБУ на двох якорях – пряму якірну систему МБУ з довгими ланцюгами без підвісних вантажів [] показано на рис. 5.1.

Прийнято, що зовнішнє горизонтальне навантаження R , яке діє на плаваючий об'єкт, направлено зліва направо. При прийнятому такому напрямленню навантаження ланцюгові зв'язки A_1B_1 будуть передніми, а зв'язки $\bar{A}_1\bar{B}_1$ – тиловими.

В початковому стані спокою, тобто при відсутності зовнішнього горизонтального навантаження R , положення МБУ показано на рис. 5.1 безперервними лініями. В робочому стані, тобто при дії зовнішнього горизонтального навантаження R , положення МБУ показано пунктиром.

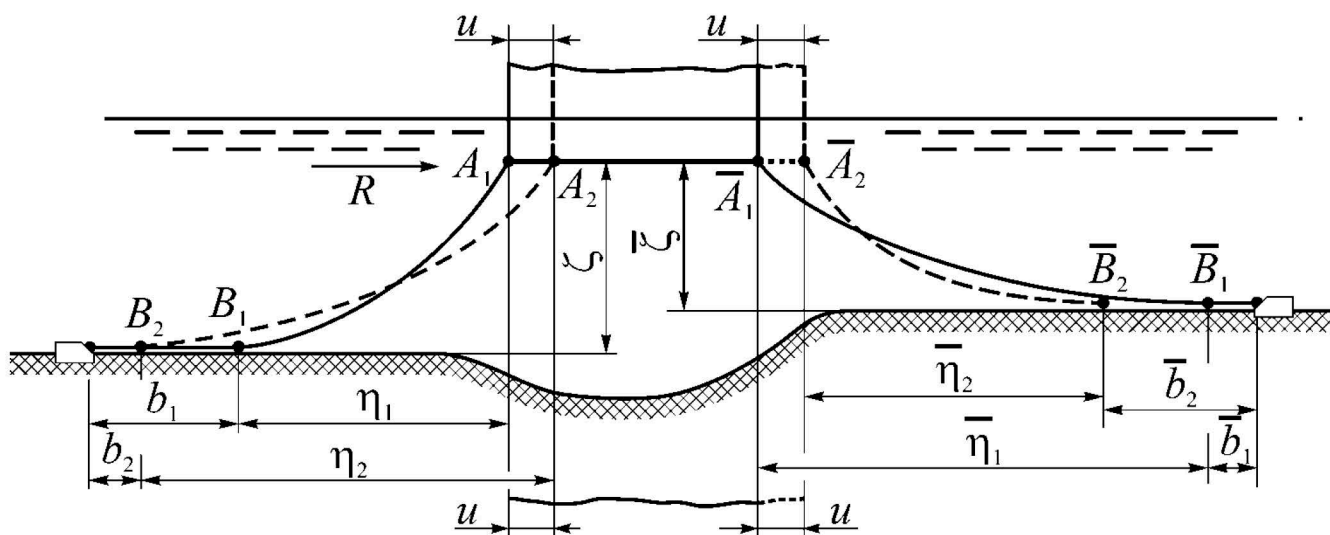


Рисунок 5.1 – Розрахункова схема якірної стоянки МБУ на двох якорях (пряма якірна система МБУ з довгими ланцюгами без підвісних вантажів)

Підп. і дата	
Інв. № дцдл.	
Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ориг.	

					12.KP.135.4111.19.ПЗ.05	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

В результаті дії зовнішнього горизонтального навантаження R відбулося зміщення корпусу МБУ в горизонтальному напрямі на величину u .

Прийняті допущення:

- МБУ – жорстке (тверде) тіло;
- якорні зв'язки – гнучкі, важкі і нерозтягнуті зв'язки, які провисають по ланцюговим лініям;
- положення якорів стабілізоване.

Вихідні дані для розрахунків:

H_1 – горизонтальна складова натягу ланцюгів в початковому стані (распір), приймається такою, що дорівнює подвійної силі тяжіння якоря якорного пристрою МБУ, кН;

$q, \bar{q}$ – сили тяжіння (ваги) одиниці довжини переднього і тилового ланцюга у воді, кН;

$\zeta, \bar{\zeta}$ – вертикальні проекції вільних провисів для переднього і тилового ланцюга (відстань від поверхні дна до ключової точки якорного пристрою МБУ), м; для переднього ланцюга глибина моря задана в завданні на проектування, для тилового ланцюга – 10 м менше.

Відповідно до властивостей ланцюгової лінії значення H_1 одне і теж у всіх вільних провисах ланцюгів і, відповідно, є навантаження на якоря в початковому стані, якщо зневажати тертям о ґрунт ділянки ланцюга перед якорем.

Вважається, що зовнішнє горизонтальне навантаження R сприймається тільки переднім ланцюгом, який характеризується величинами H_1, q, ζ . Спочатку повинен проводитися розрахунок ланцюга в початковому стані, а потім – в одному або декількох робочих станах. У зв'язку з цим в позначеннях відповідних величин при розрахунках в початковому стані використовується індекс 1, а при розрахунках в робочому стані – індекс 2.

Начальний стан. Параметр a_1 ланцюгової лінії для переднього ланцюга

$$a_1 = \frac{H_1}{q} . \quad (5.1)$$

Інв. № ориг.	Підп. і дата	Взам. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	12.KP.135.4 111.19.ПЗ.05					46

Далі необхідно визначити величину горизонтальної проекції η_1 вільного провисання ланцюга. Для цього в рівнянні ланцюгової лінії (5.1) необхідно підставити координати ключової точки, тобто прийняти $x = \eta_1$, $z = a_1 + \zeta$, $a = a_1$.

Таким чином,

$$\operatorname{ch} \frac{\eta_1}{a_1} = 1 + \frac{\zeta}{a_1}, \quad (5.2)$$

Із (5.2) визначається величина горизонтальної проекції вільного провісу ланцюга (див. рис. 5.1):

$$\eta_1 = a_1 \operatorname{Arch} \left(1 + \frac{\zeta}{a_1} \right). \quad (5.3)$$

Довжина вільного провісу ланцюга в ключовій точці A_1 :

$$S_1 = a_1 \operatorname{sh} \frac{\eta_1}{a_1}. \quad (5.4)$$

Найбільша величина повного натягу T_1 ланцюга має місце в ключовій точці і дорівнює

$$T_1 = q(a_1 + \zeta). \quad (5.5)$$

Робочий стан. При дії зовнішнього горизонтального навантаження R , горизонтальне навантаження на якір (распір в ланцюзі)

$$H_2 = H_1 + R. \quad (5.6)$$

Величини a_2 , η_2 , S_2 , T_2 визначаються послідовно відповідно до залежностей (5.1), (5.3)-(5.5), в яких індекс 1 повинен бути змінено на індекс 2 :

Інв. № ориг.	Підп. і дата	Взам. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата						Арк. 47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	12.KP.135.4 111.19.ПЗ.05					

$$a_2 = \frac{H_2}{q}, \quad \eta_2 = a_2 \text{Arch} \left(1 + \frac{\zeta}{a_2} \right); \quad (5.7)$$

$$S_2 = a_2 \operatorname{sh} \frac{\eta_2}{a_2}, T_2 = q(a_2 + \zeta). \quad (5.8)$$

Горизонтальне переміщення u МБУ під дією зовнішнього горизонтального навантаження R

$$u = (S_1 - \eta_1) - (S_2 - \eta_2). \quad (5.9)$$

Для тилового ланцюга вихідні дані: H_1 , $\bar{q}$, $\bar{\zeta}$.

5.2 Програма розрахунку якірної системи МБУ

$$M_{\text{як}} = 21500 - \text{масса якоря АС-14, кг;}$$
$$d_{\text{ц}} = 127 - \text{калібр ланцюга, мм};$$
$$H_{\text{моря}} = 240 - \text{глубина моря, м;}$$
$$T = 13.2 - \text{осадка при бурінні (експлуатаційна), м}$$
$$m_{\text{л.вод}} = 0,87 \cdot 0,0218 \cdot d_{\text{л}}^2 = 305,9 - \text{лінійна маса якірного ланцюга у воді, кг/м;}$$

$\zeta = H_{\text{моря}} = 240$ – вертикальна проекція вільного провису для переднього ланцюга (відстань від поверхні дна до клюзової точки якірного пристрою МБУ), м;

$\zeta_{\text{в}} = \zeta - 10 = 230$ – вертикальна проекція вільного провису для тилового ланцюга (відстань від поверхні дна до клюзової точки якірного пристрою МБУ), м;

$H_1 = 2 \cdot g \cdot M_{\text{як}} \cdot 10^{-3} = 421,8$ – горизонтальна складова натягу ланцюгів в початковому стані (распир), приймається такою, що дорівнює подвійній силі тяжіння якоря якірного пристрою МБУ, кН;

$q = m_{\text{ц.вод}} \cdot g \cdot 10^{-3} = 3$ – сила тяжіння (ваги) одиниці довжини переднього ланцюга у воді, кН;

$q = q = 3$ – сила тяжіння (ваги) одиниці довжини тілового ланцюга у воді, кН;

$$R = P_{wnd} + P_T + P_{XB} - \text{зовнішнє горизонтальне навантаження (загальний вигляд)}.$$

Підп. і дата		$d_{ц} = 127$ – калібр ланцюга, мм; $H_{\text{моря}} = 240$ – глибина моря, м; $T = 13.2$ – осадка при бурінні (експлуатаційна), м $m_{ц, \text{вод}} = 0,87 \cdot 0,0218 \cdot d_{ц}^2 = 305,9$ – лінійна маса якірного ланцюга у воді, кг/м; $\zeta = H_{\text{моря}} = 240$ – вертикальна проекція вільного провису для переднього ланцюга (відстань від поверхні дна до клюзової точки якірного пристрою МБУ), м; $\zeta_{\text{—}} = \zeta - 10 = 230$ – вертикальна проекція вільного провису для тилового ланцюга (відстань від поверхні дна до клюзової точки якірного пристрою МБУ), м; $H_1 = 2 \cdot g \cdot M_{\text{як}} \cdot 10^{-3} = 421,8$ – горизонтальна складова натягу ланцюгів в початковому стані (распір), приймається такою, що дорівнює подвійної силі тяжіння якоря якірного пристрою МБУ, кН; $q = m_{ц, \text{вод}} \cdot g \cdot 10^{-3} = 3$ – сила тяжіння (ваги) одиниці довжини переднього ланцюга у воді, кН; $q_{\text{—}} = q = 3$ – сила тяжіння (ваги) одиниці довжини тилового ланцюга у воді, кН; $R = P_{\text{wnd}} + P_{\text{т}} + P_{\text{хв}}$ – зовнішнє горизонтальне навантаження (загальний вигляд).
Взам. інв. №		
Інв. № дубл.		
Підп. і дата		
Інв. № ориг.		

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

12.KP.135.4 111.19.ПЗ.05

Арк.

48

Інв. № ориг.	Підп. і дата	Взам. інв. №	Інв. № зчдл.	Підп. і дата

$$P_{\text{XB.B}} = 1533,2 \quad \text{– хвильове навантаження (режим виживання), кН;}$$
$$R := \begin{pmatrix} P_{\text{бур.ВД}} + P_{\text{Т.бур}} + P_{\text{ХВ.б}} \\ P_{\text{бур.ПП}} + P_{\text{Т.бур}} + P_{\text{ХВ.б}} \\ P_{\text{В.ВД}} + P_{\text{Т.ВЫЖ}} + P_{\text{ХВ.В}} \\ P_{\text{В.ПП}} + P_{\text{Т.ВЫЖ}} + P_{\text{ХВ.В}} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1167.5 + 309.86 + 17045.4 \\ 1677.1 + 309.86 + 17045.4 \\ 2288.2 + 3859.87 + 1533.2 \\ 3287.2 + 3859.87 + 1533.2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 18522.8 \\ 19032.4 \\ 7681.3 \\ 8680.3 \end{pmatrix}$$

$$\eta_1 := a_1 \cdot \operatorname{acosh}\left(1 + \frac{\zeta}{a_1}\right) = 140.6 \cdot \operatorname{acosh}\left(1 + \frac{240}{140.6}\right) = 232.41$$

					12.KP.135.4 111.19.ПЗ.05	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

$$S_1 := a_1 \cdot \sinh\left(\frac{\eta_1}{a_1}\right) = 140.6 \cdot \sinh\left(\frac{232.41}{140.6}\right) = 353.68$$

Найбільша величина повного натягу ланцюга (в клюзовій точці):

$$T_1 := q \cdot (a_1 + \zeta) = 3 \cdot (140.6 + 240) = 1141.8$$

Горизонтальне навантаження на якір при дії зовнішнього горизонтального навантаження, кН

$$H_2 := H_1 + R = 421.8 + \begin{pmatrix} 18522.8 \\ 19032.4 \\ 7681.3 \\ 8680.3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 18944.6 \\ 19454.2 \\ 8103.1 \\ 9102.1 \end{pmatrix}$$

$$a_2 := \frac{\overrightarrow{H_2}}{q} = \frac{\begin{pmatrix} 18944.6 \\ 19454.2 \\ 8103.1 \\ 9102.1 \end{pmatrix}}{3} = \begin{pmatrix} 6314.9 \\ 6484.7 \\ 2701 \\ 3034 \end{pmatrix} \quad \text{- параметр ланцюгової лінії;}$$

Величина горизонтальної проекції вільного провісу ланцюга

Інв. № ориг.	Підп. і дата																							
	Інв. № дубл.																							
	Взам. інв. №																							
	Підп. і дата																							
<table border="1"> <tr> <td>Зм.</td> <td>Арк.</td> <td>№ докум.</td> <td>Підпис</td> <td>Дата</td> <td rowspan="3">12.KP.135.4 111.19.ПЗ.05</td> <td>Арк.</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>50</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	12.KP.135.4 111.19.ПЗ.05	Арк.						50						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	12.KP.135.4 111.19.ПЗ.05	Арк.																		
						50																		

Довжина вільного провісу ланцюга в ключовій точці A_1 :

Найбільша величина повного натягу ланцюга (в ключовій точці):

Горизонтальне переміщення МБУ під дією зовнішнього горизонтального навантаження, м

[illegible]

6 РОЗРАХУНОК МІЦНОСТІ ЯКОРЯ

Схема випробувань якоря АС-14 ННР пробним навантаженням і зусилля, що виникають в деталях якоря, показані на рис. 6.1.

Оскільки кути розташування деталей якоря при випробуванні є цілком певними, то сили, що діють на елементи якоря, будуть:

$$\left. \begin{aligned} P_1 &= R \times \sin 19^\circ = 0,326 R ; P_2 = R \times \cos 19^\circ = 0,946 R ; \\ P_3 &= \frac{P_1 \times L_1}{l_0} ; P_4 = R \times \sin 64^\circ = 0,438 R ; \\ P_5 &= R \times \sin 64^\circ = 0,899 R ; P_1 = P_1 + P_3 . \end{aligned} \right\} \quad (6.1)$$

Напруження в лапах якоря визначають безпосередньо в самих лапах, а також в середньому перерізі голови лап. Лапи розглядають як консольну балку з вильотом l_1 і небезпечним перетином прямокутного профілю bh (ширина кожної лапи $0,5b$), навантажену силами P_4 і P_5 . Сила P_4 стискає перетин лап, а сила P_5 згинає лапи.

Сумарні напруження від вигину і стиснення визначаються у вигляді

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W} + \frac{P_4}{F} = \frac{R}{b \times h} \times (5,39 \times \frac{l_1}{h} + 0,44). \quad (6.2)$$

Допустимі напруження для лап якоря, як і для інших його елементів, при розрахунку на пробне навантаження приймають

$$\sigma_{\sigma_{don}} = 0,8 \times \sigma_m = 0,8 \times 650 = 520_{don} = 0,8 \times \sigma_m = 0,8 \times 650 = 520 \text{ МПа},$$

де σ_m - межа плинності матеріалу елементів якоря.

Підп. і дата	згинає лапи. Сумарні напруження від вигину і стиснення визначаються у вигляді $\sigma_{\max} = \frac{M}{W} + \frac{P_4}{F} = \frac{R}{b \times h} \times (5,39 \times \frac{l_1}{h} + 0,44) . \quad (6.2)$ Допустимі напруження для лап якоря, як і для інших його елементів, при розрахунку на пробне навантаження приймають $\sigma_{\sigma_{\partial on}} = 0,8 \times \sigma_m = 0,8 \times 650 = 520_{\partial on} = 0,8 \times \sigma_m = 0,8 \times 650 = 520 \text{ МПа},$ де σ_m - межа плинності матеріалу елементів якоря.
Інв. № докл.	
Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № орг.	

					12.KP.135.4111.19.ПЗ.06	Арк.
Зм.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		54

Валик кріплення веретена до голови якоря розраховують як вільно оперту балку, навантажену рівномірно розподіленим навантаженням Q на довжині l_4 . Навантаження Q є рівнодіюча сил P_2 і P_3

$$Q = 0,326 \times \frac{R}{l_0} \times \sqrt{8,45 \times l_0^2 + L_1^2} .$$

Згинальний момент в небезпечному перерізі визначають за формулою

$$M = \frac{Q}{2} \times \left(\frac{l_3}{2} - \frac{l_4}{4} \right),$$

а напруження у валику

$$\sigma = 0,81 \times \frac{R}{l_0 \times d^3} \times (l_3 - 0,5 \times l_4) \times \sqrt{8,45 \times l_0^2 + L_1^2}, \quad (6.7),$$

де d - діаметр валика.

Умова міцності має вигляд

$$\sigma \leq [\sigma],$$

де σ - напруження у розрахункових перетинах елементів.

Для перевірки умови міцності необхідно розрахувати величини напружень σ при відповідних зусиллях в залежності від швидкості течії води в режимах буріння $V_{\text{бур.Т}}$ і виживання $V_{\text{вижив.Т}}$ і швидкості вітру при бурінні $V_{\text{бур.В}}$ і виживання $V_{\text{вижив.В}}$. Такі розрахунки виконані з використанням формул (6.1) - (6.7) і представлені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 - Результат сил, що діють на елементи якоря, коли швидкість течії води в режимі буріння $V_{\text{бур.Г}} = 0$ вузл.

$V_{\text{бур.В}}, \text{ м/с}$	20	22	24	26	28	30
$R, \text{ кН}$	1871,831	2021,616	2215,558	2432,220	2626,149	2723,539
$P_1, \text{ кН}$	610,217	659,047	722,272	792,904	856,124	887,874
$P_2, \text{ кН}$	1770,752	1912,449	2095,918	2300,880	2484,337	2576,467
$P_3, \text{ кН}$	2414,901	2608,143	2858,353	3137,874	3388,067	3513,712
$P_4, \text{ кН}$	819,862	885,468	970,414	1065,312	1150,253	1192,910
$P_5, \text{ кН}$	1682,776	1817,433	1991,787	2186,565	2360,908	2448,461

Інв. № ориг.	Підп. і дата	Взам. інв. №	Інв. № дудл.	Підп. і дата						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	12.KP.135.4 111.19.ПЗ.06					Арк.
										57

ВИСНОВОК

Результатом виконання кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр» є проект якірного пристрою морської бурової установки, який відповідає по своїм головним розмірам та технічним даним завданню на виконання роботи, яке було видано кафедрою морських технологій та океанотехніки. Основні технічні характеристики наведено у таблиці.

ТАБЛИЦЯ ОСНОВНИХ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Характеристики МБУ		Проект
Глибина моря, м		240
Глибина буріння, м		6750
Швидкість вітру для режиму буріння, м/с		8,5
Швидкість вітру для режиму виживання, м/с		14,5
Швидкість течії для режиму буріння, вузл		1,0
Швидкість течії для режиму виживання, вузл		3,5
Понтони :		
Кількість		2
Довжина, м		115,50
Ширина, м		14,65
Висота, м		6,46
Стабілізуючі колони:		
Кількість		6
Діаметр, м		13,20
Установка в цілому:		
Довжина, м		93,70
Ширина, м		88,20
Висота (з буровою вишкою), м		114,83
Висота (без бурової вишки), м		37,44
Осадка при бурінні, м		13,20
Осадка при буксируванні, м		5,86
Водотоннажність, т		22471,9
Система утримання:		
Тип		якірна
Тип якоря		АС-14
Маса якорів, т		8 x 23
Ланцюг калібр, мм		132
Категорія міцності ланцюга		2
Довжина ланцюга, м		1758

Підп. і дата		Підп. і дата	Інв. № ориг.	Взам. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата					
Зм.		Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	12.KP.135.4 111.19.ПЗ		Арк.		58	

В роботі розраховано водотоннажність МБУ, її головні розміри, а також проведено розробку загального розташування морської бурової установки. За допомогою розрахунку на ЕОМ визначено параметри хвилювання для режимів буріння та виживання.

Проведено розрахунки сил та навантажень, що діють на морську бурову установку в режимі буріння та виживання.

Виконано проектування якорного пристрою МБУ та розрахунок якорної стоянки МБУ на двох якорях та оцінка зміщення МБУ під час якорної стоянки.

В цілому робота задовольняє вимогам нормативних документів, які є у суднобудуванні.

Інв. № ориг.	Підп. і дата	Взам. інв. №	Інв. № дцйл.	Підп. і дата						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	12.KP.135.4 111.19.ПЗ					Арк.
										59

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. СНиП 2.06.04-89* Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения.
2. Бреббиа К., Уокер С. Динамика морских сооружений: Пер. С англ. - Л.: Судостроение, 1983 г., 232 с.
3. Определение проектных характеристик полупогружных плавучих сооружений на ранних стадиях проектирования / Вісник СевНТУ. Вип. 106: Механіка, енергетика, екологія: зб. наук. пр. — Севастополь: Вид-во СевНТУ, 2010.
4. Потапов В.М. Особенности создания плавучих буровых установок для эксплуатации в условиях северных и дальневосточных морей. / Технология судостроения № 9, 1990 г, с. 21-24.
5. Ажермачев Г.А. Особенности проектирования морских платформ для условий Арктики. / Технология судостроения № 9, 1990 г, с. 26-27.
6. Потапов В.М. Особенности создания плавучих буровых установок для эксплуатации в условиях северных и дальневосточных морей. / Технология судостроения № 9, 1990 г, с. 21-24.
7. Картамышев П.П., Благовидов Л.Б., Морозов Е.П, Перец Н.Я. Перспективные направления проектирования и строительства морских платформ. / Технология судостроения № 9, 1990 г, с. 24-26.
8. Технический паспорт платформы «Орлан». 01-0581 wo1 Orlan (CIDS) Technical Passport, 2001 г.

Підп. і дата			12.KP.135.4 111.19.ПЗ Арк. 60						
Інв. № з/дл.									
Взам. інв. №									
Підп. і дата									
Інв. № ориг.									
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					