

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Будівельний факультет

Кафедра будівельної механіки

(повна назва випускової кафедри)

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри

д.т.н., проф. Лізунов П.П.

«_____» _____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

на тему:

Морська нафтодобувна платформа на палях глибокого закладання

Галузь знань:

19 Архітектура та будівництво»

Спеціальність:

192 Будівництво та цивільна інженерія

Освітньо-професійна програма:

«Промислове і цивільне будівництво»

IV курс, група ПЦБ-47

Здобувач:

Кравчук Р.П.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Остапенко Р.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(підпис)

(підпис)

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: будівельний
Кафедра: будівельної механіки
Ступінь вищої освіти: бакалавр
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)
Галузь знань: 19 – Архітектура та будівництво»
Спеціальність: 192 – Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма: «Промислове і цивільне будівництво»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри
будівельної механіки
д.т.н., проф. Лізунов П.П.

“12” травня 2023 року

**З А В Д А Н Н Я
НА ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»**

Здобувач(ка) Кравчук Роман Петрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Морська нафтодобувна платформа на палях
глибокого закладання

керівник роботи Остапенко Роман Миколайович, асистент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “___” _____ 2023 року № ___

2. Термін подання роботи здобувачем 19 червня 2023 року

3. Вихідні дані:

- основні об'ємно-планувальні та конструктивні характеристики будівлі або споруди;
- завдання керівника кваліфікаційної роботи на спеціальну частину;
- паспорт кваліфікаційної роботи здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»;
- методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи (до кожного розділу).

4. Перелік розділів основної частини кваліфікаційної роботи:

Вступ

- 1) Архітектурно-планувальні рішення
- 2) Будівельні конструкції
- 3) Основи і фундаменти
- 4) Технологія і організація будівництва
- 5) Охорона праці та навколишнього середовища
- 6) Економіка будівництва
- 7) Спеціальна частина
- 8) Висновки
- 9) Список використаних джерел

5. Об'єм основної частини та графічних додатків кваліфікаційної роботи

№ розділу	Найменування розділів кваліфікаційної роботи	Об'єм основної частини (аркушів ф. А4)	Об'єм графічних додатків (креслень) (аркушів ф. А1)
1	Архітектурно-планувальні рішення: - фасад; - плани поверхів; - розріз.	≤ 8	1
2	Будівельні конструкції: (залізобетонні / металеві / дерев'яні / кам'яні)	≤ 10	0,5
3	Основи і фундаменти	≤ 10	0,5
4	Технологія і організація будівництва		
4.1	Технологічна карта	≤ 10	1
4.2	Календарний графік будівництва	≤ 10	1
5	Охорона праці та навколишнього середовища	≤ 5	
6	Економіка будівництва	≤ 10	
7	Спеціальна частина	≤ 15	2
8	Висновки	1	
9	Список використаних джерел	1	
	Разом:	≤ 80	6

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
АР			
БК			
ОіФ			
ТБ і ОргБ			
ОПтаНС			
ЕБ			
СЧ			

7. Дата видачі завдання _____ 12 травня 2023 року _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапу роботи	Примітка
1	Вступ		
2	Архітектурно-планувальні рішення		
3	Будівельні конструкції		
4	Основи і фундаменти		
5	Технологія і організація будівництва		
6	Охорона праці та навколишнього середовища		
7	Економіка будівництва		
8	Спеціальна частина		
9	Висновки, список використаних джерел		
10	Попередній захист кваліфікаційної роботи		
11	Рецензування кваліфікаційної роботи		
12	Захист кваліфікаційної роботи	з 15.06.2023	

Здобувач(ка) _____

(підпис)

Кравчук Р.П. _____

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

(підпис)

Остапенко Р.М. _____

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	Лист

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

ВСТУП

Консультант Остапенко Р.М. / _____ /

Здобувач Кравчук Р.П. / _____ /

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

У наш час бурхливо розвиваються галузі морської технології, які пов'язані з освоєнням морських нафтородовищ. Якщо в середині 60-х років з морських родовищ було отримано лише 3% світового видобутку нафти, то на початку 80-х років ця величина складала приблизно 30%, і прогнозувалось, що до 2000 року наблизиться до 50%.

Ще на початку 70-х років тисячі нафтових свердловин були розсіяні по Атлантичному океану, від Північного моря до Мексиканської затоки, захоплюючи також води Західної Африки, Аргентини, Бразилії, Колумбії. Разташовувались вони по краю континентального шельфу на глибині 200 метрів або трохи більше. Нафтовики називають ці підводні нафторозробки англійським словом offshore. В 1967 році свердловини відкритого моря дали 16 % усієї видобутої на Землі нафти, в 1972 році їх продукція складала 25 %, а на 1977 рік прогнозувалось 40 %.

Щоб виявити нафту, великі нафтові компанії тримають тисячі наукових працівників, які постійно вивчають за геологічними картами і безпосередньо на місці обширні ділянки суходолу і морського дна. Час від часу хто-небудь з них заявляє: є така-то доля імовірності, що у такому-то місці буде виявлена нафта. Якщо ця ділянка на дні моря, туди направляють пошукову баржу і ставлять над тим місцем, яке вказав геолог. З баржі спускають і закріплюють у ґрунті змінні опори. Через отвір у платформі (більша частина її палуби має просвіти) опускають бурову трубу, всередині якої поміщується бур. Торкнувшись дна, бур починає обертатися і врзатися в ґрунт. Зразки ґрунту підіймають і перевіряють, чи є там сліди нафти. Якщо вони є, платформу переміщують і проводять 11 буріння ще в декількох місцях, щоб мати уявлення про величину і глибину нафтоносного пласта (а також газоносного). Буріння триває від двох до чотирьох місяців, будівництва баржі коштує від 5 до 10 мільйонів доларів.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ

Консультант Венедиктова А.О.

Здобувач Кравчук Р.П.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

1. Огляд існуючих конструктивних рішень стаціонарних морських бурових платформ на палях.

Стаціонарні платформи на пальної основі становлять найчисленнішу групу гідротехнічних споруд на континентальному шельфі. Найперші з побудованих бурових платформ відносились до цього типу. На даний момент за різними оцінками в світі побудовано від трьох до десяти тисяч таких споруд. Вони експлуатуються на глибинах від найменших до 300 м і більше.

На невеликих глибинах застосовуються конструкції з кількома опорними блоками, але на глибинах близько 100 м зведення таких платформ не вигідне з огляду на матеріаломісткість несучих конструкцій та складність їх монтажу. Найбільш універсальними є конструкції з опорним моноблоком.

Опорний моноблок являє собою просторову ферму, що складається з панелей — плоских бокових ферм, з'єднаних плоскими фермами-діафрагмами. Основними елементами моноблоку є поздовжні стержні, тобто стійки. Як правило, це — металеві труби діаметром 1.2...3 м. їх кількість звичайно буває від 4 до 15.

Моноблоки, призначені для встановлення на значних глибинах, транспортуються на плаву в зібраному стані. Для забезпечення плавучості стійки однієї з панелей роблять більшого діаметру, ніж інші. Діаметри таких стійок досягають 8 м, але це ускладнює їх конструкцію, адже для забезпечення стійкості оболонок таких розмірів доводиться зміцнювати їх із середини численними діафрагмами та ребрами жорсткості.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Застосування стійок великих діаметрів призводить до зростання матеріаломісткості споруди. Тому в опорних блоках значної висоти вдаються до ступінчасті зміни діаметру стійок.

Палі, що застосовуються в конструкціях стаціонарних бурових платформ являють собою сталеві труби діаметром 0.92 ... 2.13 м зі стінками товщиною 38 ... 64 мм. їх занурюють у ґрунт на глибину до 150 м і більше. Основні палі пропускаються крізь стійки опорного блоку.

Іноді несуча здатність основних палей виявляється недостатньою аби сприйняти момент що перекидає платформу з високим опорним блоком. Тоді застосовуються додаткові палі, що розташовуються по контуру блока або групуються навколо стійок і закріплюються за допомогою муфт — коротких відрізків труб. Можливе рішення, коли опорний блок має в нижній частині підширення, що слугує ростверком. Тоді палі забиваються вертикально крізь короткі стійки по периметру ростверка, а основні палі (всередині стійок блоку) не використовуються взагалі.

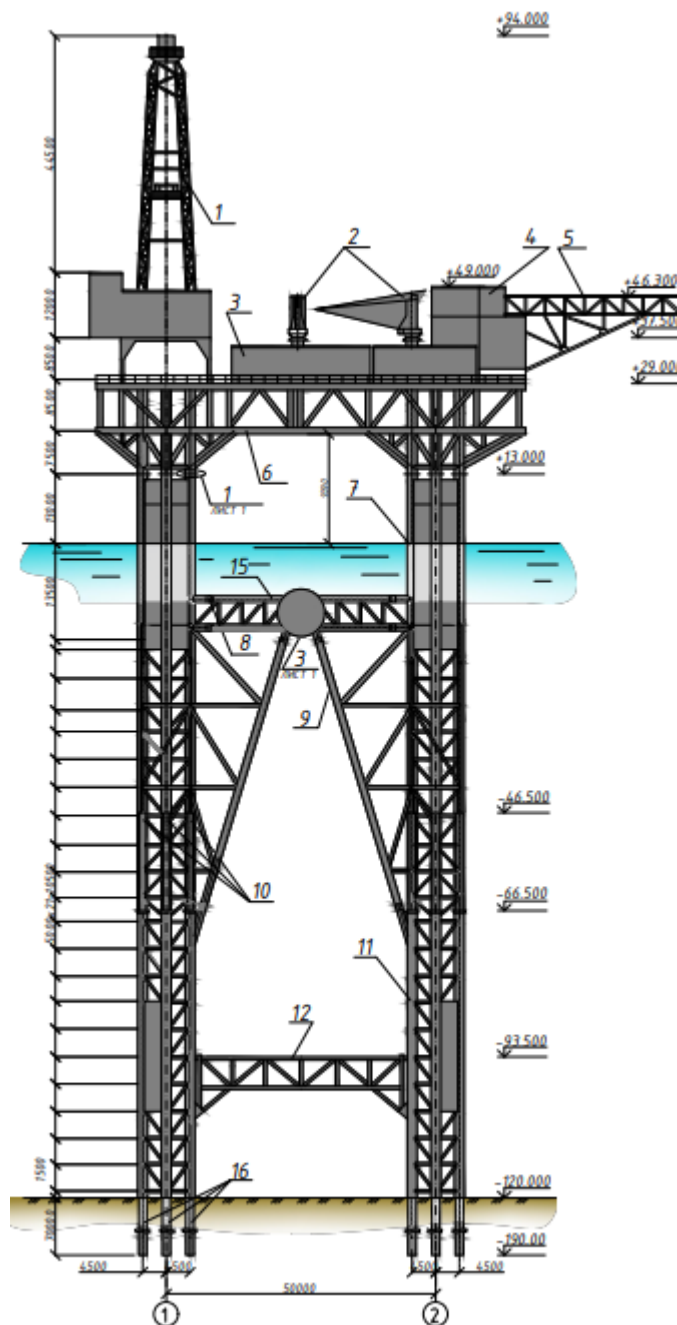
Зі збільшенням глибин до кількох сотень метрів розміри та маса опорних блоків звичайної конструкції зростає до величин, що роблять їх зведення практично неможливим. Уникнути цієї проблеми дозволяє застосування скрізного опорного блоку у вигляді мачи з відтяжками. Передбачається, що такі конструкції придатні для глибин 200... 700м.

Для освоєння акваторій, які вкриваються льодом, а також де зустрічається лід, що дрейфує, призначені льодостійкі платформи. їх опорні блоки мають таку форму, аби площа зіткнення з льодом була найменшою, а поверхню води перетинає конструкція суцільної, а не скрізної будови.

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

1.2 Коротка характеристика об'єкту, що проктується

Проектована споруда є стаціонарною морською буровою платформою з металевих конструкцій на пальної основі. Всі конструкції каркаса, а також палі виконані зі сталі. Передбачуваний район будівництва — північно-західна частина Чорного моря.



						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Рис. 1.1 Загальний вигляд споруди

Платформа встановлюється на глибині 120 м. За позначку 0.000 прийнятий рівень палуби. Споруду можна умовно поділити на підводну і надводну частини.

Підводна (опорна) частина являє собою просторовий каркас, що включає 6 наскрізних колон, з'єднаних в'язями. Дві з цих колон (центральні) перетинають поверхню води і служать опорою для надводної частини. Чотири інших мають висоту 65 м і не досягають поверхні води. Висота опорної частини - 133 м, із котрих 120 м знаходяться під водою. Розміри опорної частини в плані - 52.874x52.7 м.

Опорна частина кріпиться до морського дна за допомогою палей, що забиваються в ґрунт через поздовжні трубчасті стержні наскрізних опорних колон. Палі являють собою металеві труби, верхні частини яких закріплені в стержнях колон. Вага споруди, зусилля, що зрушують, і моменти, що перекидають, від зовнішніх навантажень цілком передаються через палі на ґрунт основи.

Загальний вигляд споруди показаний на рисунках 1.1, 1.2, 1.3.

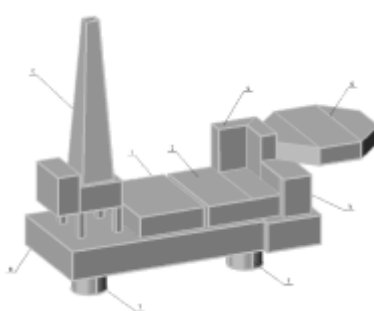


Рис.1.2

Аксонометрія верхньої будови платформи

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Надводна частина (палуба) являє собою просторову ферму, на верхні пояси якої спирається балкова клітка з листовим настилом. На палубі встановлені: бурова вишка, кранове устаткування, блоки житлових, побутових і виробничих приміщень. Платформа обладнана вертолїтним майданчиком і причально-посадковим пристроєм, призначеним для підходу суден і посадки-висадки людей. Висота палуби — 9м, розміри в плані — 78.8x35.4 м.

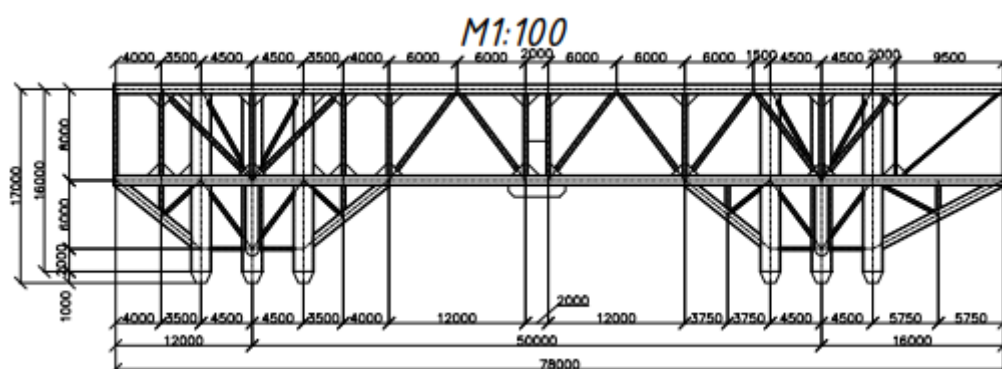


Рис. 1.3

Просторова ферма надводної частини.

Верхній та нижній пояси й частина стійок каркасу палуби виконані з коробчастого профілю, що складається з двох двотаврів №100Б1 пристроєм, призначеним для підходу суден і посадки-висадки людей. Висота двотавра № 100Б1. Більшість розкосів та частина стійок виконані з труб $D=720 \times 12$. Інші стійки та розкоси виконані з одиночних двотаврів № 100Б1.

Головні балки балкової клітки виконані з двотаврів № 60Б1, балки настилу — з двотаврів № 14. Настил складається з листа товщиною 5мм.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Конструкції колон пронизують каркас палуби на всю його висоту. Поздовжні стержні колон мають переріз $D=1820 \times 20$, решітка, що їх пов'язує — $D=720 \times 12$.

Під нижнім поясом каркасу палуби кожна колона має капітель, до якої належать 6 трикутних консольних ферм з труб $D=1220 \times 20$, $D=720 \times 12$, $D=530 \times 12$, на які спирається каркас палуби.

Металеві конструкції опорної частини платформи вкриті шаром вогнезахисної фарби, що спучується, та забезпечує їм спроможність опиратись дії високих температур при пожежі розливої нафти.

Вертольотний майданчик близький за своєю конструкцією до палуби і являє собою вісьмикутну в плані просторову ферму з балковою кліткою і настилом. Пояси ферми виконано з коробчастих, стійки й розкоси — з трубчастих, балки — з двотаврових профілів. Вертольотний майданчик прикріплюється до каркасу палуби за допомогою двох консольних ферм з труб.

Факел для спалювання газу винесений за межі платформи на консольній фермі з трубчастих профілів довжиною 25 м.

Виробничі та житлові блоки виготовляються на заводі цілком у вигляді просторового каркасу з діафрагмами жорсткості, до якого прикріплені огорожувальні конструкції (стіни, вікна та ін.), перегородки, перекриття, сходи, частина обладнання. Каркас виконаний зі сталевих профілей, стіни — з багатошарових панелей типу "сендвіч".

Виробничі блоки №1 і №2 представляють собою одноповерхові промислові будівлі висотою 6.5 м. Блок №3 крім того має другий поверх, де містяться приміщення адміністративно-побутового призначення, висота блоку — 12м. Житловий блок висотою 20 м

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

складається з шести поверхів. 2 нижніх поверхи займають гардероб, душова, їдальня, підсобні приміщення. На решті поверхів містяться житлові кімнати. У виробничих блоках розташовані контейнери для збирання відходів виробництва та життєдіяльності персоналу. Наповнені контейнери вилучаються за допомогою кранового обладнання та доставляються суднами на берег.

Приміщення обладнані автоматичною системою пожежогасіння й обладнані пожежними щитами.

У житлових помешканнях зберігаються індивідуальні плавзасоби (рятувальні жилети і пояси) для порятунку персоналу на воді у випадку аварії споруди.

На палубі розміщені шлюпки. Вони встановлені на поворотних кронштейнах, що забезпечують посадку в шлюпки людей і спуск шлюпок на воду.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ

Консультант Юрченко В.В. / _____ /

Здобувач Кравчук Р.П. / _____ /

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Розрахунок прокатних балок

Балки настилу і допоміжні балки доцільно виконувати з прокатних профілів двотаврового перерізу по ГОСТ 8239-72.

Встановлюємо розрахункову схему, характер закріплення на опорах, величини прольотів, а також схему прикладення зовнішніх навантажень. Балку настилу розглядаємо як розрахункову (розрізну) схему балки (одно пролітну з шарнірним обпиранням).

Балки настилу завантажені рівномірно розподіленим навантаженням. Визначаємо повне погонне навантаження на балку настилу з полоси настилу, що дорівнює кроку балок настилу. Розрахункове навантаження на 1 м балки настилу:

$$g = g_{na} + g_{bn} * 0.5 = 12.173 - 1.25 + 0.4 - 1.05 = 15.636 \text{ кН/м.}$$

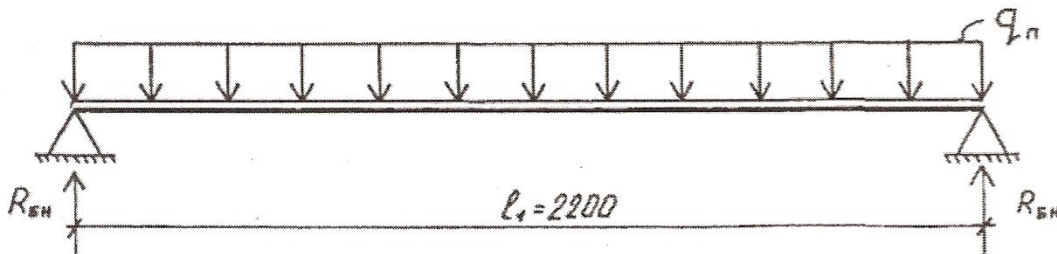
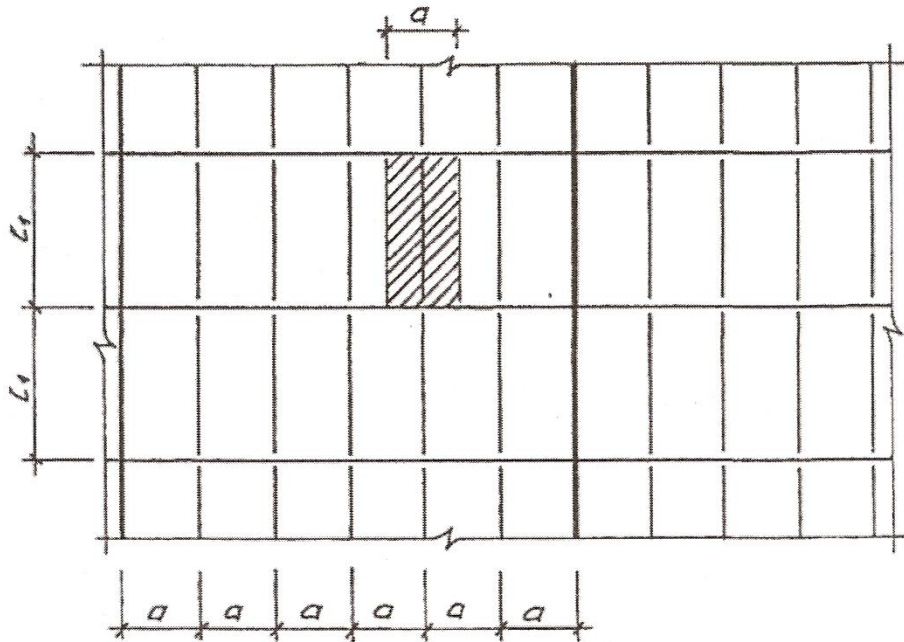


Рисунок 4.4-розрахункова схема допоміжної балки (ДБ)

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

де g_{bn} - власна вага їм прокатних балок, призначена попередньо межах 0.3-0.6 кН/м;

1.05 - коефіцієнт перевантаження для конструкцій зі сталі.

3. Згідно із розрахунковою схемою визначаємо максимальний згинальний момент:

$$M_{\max} = q_n l^2 / 8 = 15.42 \cdot 2.2^2 / 8 = 9.33 \text{ кНм}$$

$$4. W_x^{\text{TP}} = M_{\max} / (c \cdot R_y - \gamma_c) = 9.33 / (1.12 \cdot 240 \cdot 10^3 - 1.1) = 31.55 \text{ см}^3$$

$$I_{\min}^{\text{TP}} = (5/48) \cdot M l^3 / E [1/f] = (5 \cdot 9.33 \cdot 2.2 \cdot 250) / (48 \cdot 2.06 \cdot 10^5 \cdot 10^3) = 259.48 \text{ см}^4$$

I_{\min} ~ мінімальний момент інерції розрізної балки з умови забезпечення необхідної жорсткості;

$[f/l]$ = 1/250 - граничний відносний прогин балки;

W_x^{TP} - мінімальний необхідний момент опору розрізної балки;

R_y - прокат $t=1$ 1-20мм, R_y
= 240 МПа для сталі С255;

C - коефіцієнт, що визначається за СнП.

За знайденими значеннями W_x , I_{\min} за сортаментом прокатних профілів за ГОСТ 8239-72 обираємо двотавр №14 з наступними геометричними характеристиками:

$$W_x = 58.4 \text{ см}^3;$$

$$I_x = 350 \text{ см}^4;$$

$$A = 14.7 \text{ см}^2;$$

$$q = 11.5 \text{ кг/м.}$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$$R_{BH} = R_n - 1/1 = 15.42 - 2.2/2 = 16.96 \text{ кН}$$

$$q_{екв} = P/a_1 = 2R_{BH}/a_1 = 2 \cdot 16.96 / 1.25 = 27.136 \text{ кН/м}$$

$$q_{екв}^* = q_{екв} + 0.16 - 1.05 = 27.766 \text{ кН/м}$$

2. У відповідності до розрахункової схеми визначаємо розрахунковий згинаючий момент:

$$M_{тах} = q_{екв}^* \cdot l^2 / 8 = 27.766 \cdot 10^2 / 8 = 347.075 \text{ кНм}$$

$$W_X^{TP} = M_{тах} / (\sigma \cdot R_y - \gamma_c) = 347.075 / (1.12 \cdot 240 - 10^3 - 1.1) = 1173.81 \text{ см}^3$$

$$I_{min}^{TP} = (5/48) \cdot M_{тах}^2 / [E \cdot I] = (5 \cdot 347.075^2 - 8 \cdot 250) / (48 \cdot 2.06 \cdot 10^8) = 43878.7 \text{ см}^4$$

Приймаємо двотавр №60Б1 з паралельними гранями полок (з ТУ-14-2-24-72) з наступними геометричними характеристиками:

$$W_x = 58.4 \text{ см}^3;$$

$$I_x = 350 \text{ см}^4; A =$$

$$14.7 \text{ см}^2;$$

$$q = 11.5 \text{ кг/м.}$$

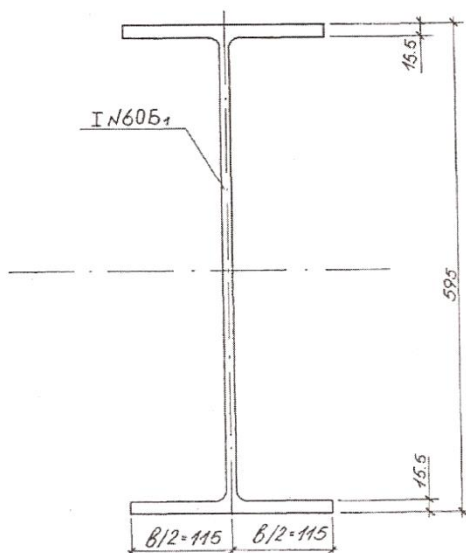


Рисунок 4.6 – підібраний переріз другорядної балки

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

4.2 Розрахунок балочної клітки з настилом

Компоновка балкової клітки

Каркас палуби платформи, що проектується, являє собою просторову ферму з трубчастих, коробчастих і двотаврових профілів. На верхній пояс цієї ферми спирається балкова клітка з листовим настилом.

Практично, компоновка балкової клітки є ускладненою, якщо вважати стержні верхнього поясу ферми головними балками, їх переріз коробчастий, що складається з двох двотаврів № 100Б1. На них спираються розрізні другорядні балки з двотавру № 60Б1. На них, у свою чергу, спираються балки настилу з двотавру № 14.

Приймемо схему сполучення другорядних балок з головними, а також балок настилу з другорядними в одному рівні. Така схема дозволяє зменшити сумарну висоту конструкцій перекриття.

Вихідні дані:

навантаження на палубу $q = 1.745 \text{ кН/м}^2$;

ширина вантажної смуги $a = 2.2 \text{ м}$, проліт балки $l = 8 \text{ м}$; переріз

— двотавр № 60Б1, $I_x = 77430 \text{ см}^4$, $W_x = 2610 \text{ см}^3$;

матеріал — сталь С255, $R_y = 250 \text{ МПа}$;

Перевірка міцності головних балок

Розв'язок

Навантаження на балку $q_b = q_a = 1.745 \cdot 2.2 = 3.84 \text{ кН/м}$.

Найбільший момент $M = q l^2 / 8 = 1.81 \cdot 8^2 / 8 = 3072 \text{ кНм}$. Нормальне напруження:

$\sigma = M / W_x = (3072 / 2610) \cdot 10^3 = 11.8 \text{ МПа} < 250 \text{ МПа} = R_y$.

Переріз головної балки має великий запас міцності.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

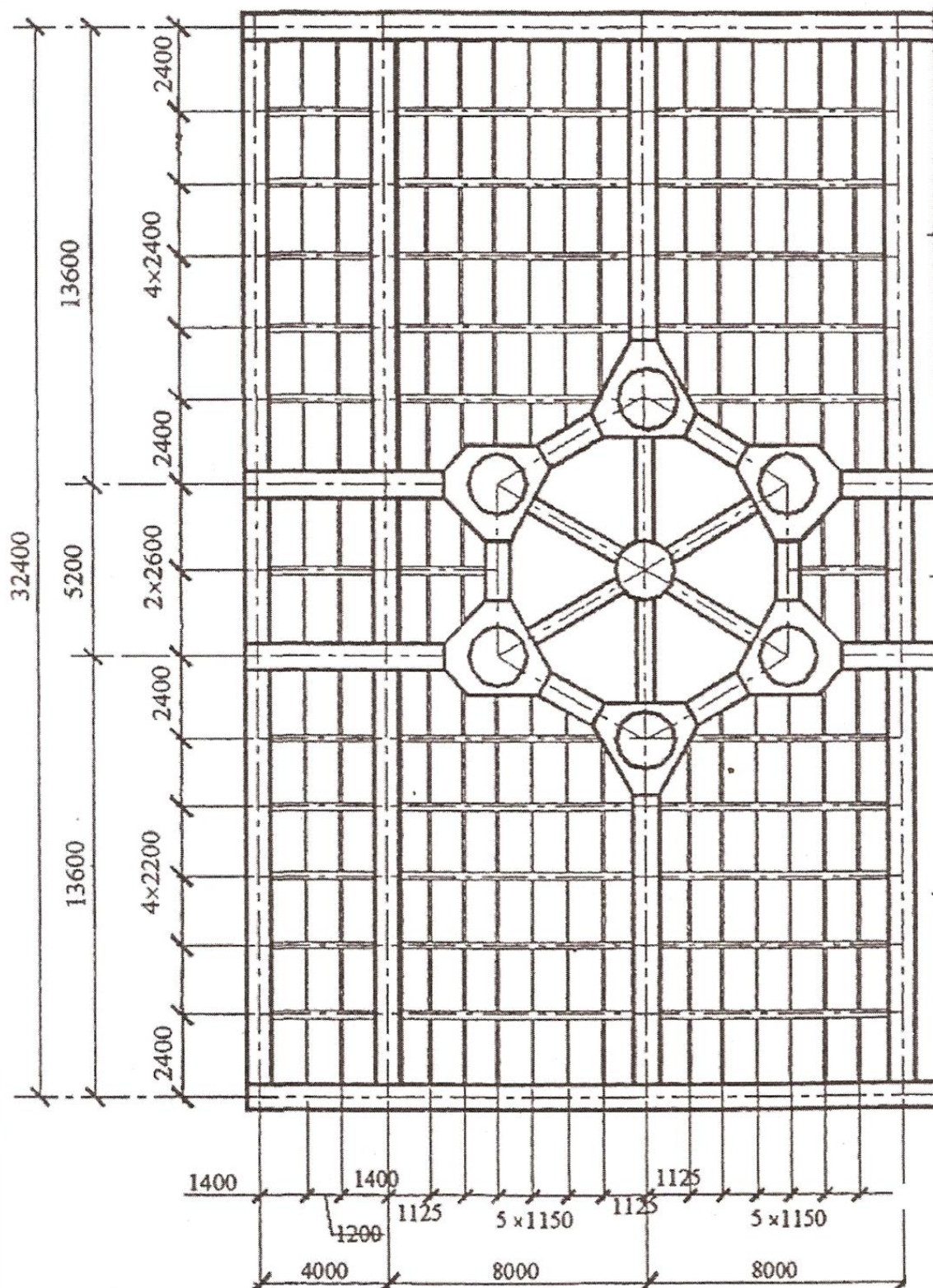


Рисунок 4.7 – фрагмент компоновки балкової клітини

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

Лист

Розрахунок вузлів

Сполучення балок виконуються в одному рівні. Вузли сполучення - шарнірні. При різних висотах з'єднаних елементів використовуються опорні столики, через які передаються опорні реакції. Зварні шви, що прикріплюють опорні столики до стінок головних балок або ребер жорсткості, розраховують на зріз від сили $1,5Q$ (коефіцієнт $1,5$ вводять для врахування можливої нерівномірності передачі опорної реакції Q). Загалом болти в таких вузлах ставлять конструктивно для фіксації положення елементів, але оскільки присутні розтягуючі повздовжні сили, то болти повинні бути розраховані.

Оскільки навантаження на конструкцію носить випадковий характер (окрім постійного навантаження власної ваги та ваги технологічного обладнання), то для розрахунку необхідної кількості болтів при розтягуючих зусиллях оберемо найбільше значення при розрахунку моделі в ПОК «SCAD» на комбінації навантажень. $N=173,05\text{кН}$ для вузлів Р і Н, а також для етика С, $N=87,78\text{кН}$ для вузлів О і П.

Беремо болти $d=22\text{мм}$ класу (міцності) 4,8, класу точності С. Площа перерізу болта $A_b=3,8\text{см}$ (табл. 62*). Розрахунковий опір болтів зрізуванню $R_{bs}=160\text{Мпа}$. Матеріал елементів, що з'єднуються, сталь С255, $\Pi_{\text{н}}=370\text{МПа}$, а звідси розрахунковий опір елементів при зминанні $R_{bp}=450\text{МПа}$.

Несуча здатність одного болта при роботі на зрізування:

$$N_b = R_{bs} \cdot \gamma_b \cdot A_b \cdot n_s = 160 \cdot 0,9 \cdot 3,8 \cdot 1 \cdot 10^{-1} = 54,72 \text{ кН.}$$

Несуча здатність одного болта при роботі на зминання: $N_b = R_{bp}$

$$\gamma_b \cdot d \cdot \Sigma t = 450 \cdot 0,8 \cdot 2,2 \cdot 1 \cdot 10^{-1} = 79,2 \text{ кН.}$$

Тут вважатимемо:

$$\gamma_b = 0,9 \text{ при роботі на зрізування; } \gamma_b = 0,8 \text{ при роботі на зминання;}$$

$$\text{кількість площин зрізування } n_s = 1;$$

мінімальна товщина елемента, що зминається в одному напрямі = 10 мм. Необхідна

$$\text{кількість болтів при } N=173,05\text{кН}$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$$n_b = 1.2 \cdot \frac{N}{\gamma_c \cdot N_{b.min}} = 1.2 \cdot \frac{173.05}{1.1 \cdot 54.72} = 3.45$$

Беремо 4 болти. Діаметр отворів для болтів $d_0 = 22+2 = 24$ мм. Мінімальна висота з'єднувального елемента з умови розміщення болтів:

$$h_{min} = 4d_0 + 2,5 d_0(n_b - 1) = 4 \cdot 24 + 2,5 \cdot 24(4 - 1) = 276 \text{ мм.}$$

Отже, для стику С призначаємо з'єднувальну планку по стінці 860x400, $l = 10$ мм; для вузла Р призначаємо кутик 160x10 довжиною 700мм

При розрахунку болтів на розтяг:

- для вузлів Р і Н:

$$A = 1,2N / (\gamma_c \cdot R_{bt}) = 1,2 \cdot 173,05 / (0,9 \cdot 160 \cdot 10^{-2}) = 14,42$$

$$A_b = 14,42 / 3,8 = 3,7, \text{ беремо 4 болти.}$$

- для вузлів О і П:

$$A = 1,2N / (\gamma_c \cdot R_{bt}) = 1,2 \cdot 87,78 / (0,9 \cdot 160 \cdot 10^{-2}) = 7,5 \quad A_b$$

$$= 7,5 / 3,8 = 1,97, \text{ беремо 2 болти.}$$

Для передачі вертикальних зусиль у з'єднанні використовуються опорні столики у вигляді зварних кутиків з ребром жорсткості в рівні стінки приєднуваного елемента.

Приймаємо катет шва $k_{ш} = 5$ мм. Визначаємо $R_{уш}^{cb} = 215$ МПа = 21,5 кН/см², $R_{yc}^{cb} = 160$ МПа = 16 кН/см²; $\beta_{ш} = 0,9$ мм, $\beta_c = 1,05$ мм. Виявляємо значення βR_y^{cb} , що визначає міцність з'єднання:

$$\beta_{ш} R_{уш}^{cb} = 0,9 \cdot 21,5 = 19,35 \text{ кН/см}^2 > \beta_c R_{yc}^{cb} = 1,05 \cdot 16 = 17,2 \text{ кН/см}^2 \quad \text{Вирішальною}$$

виявилась перевірка основного металу по границі сплавлення зі швом.

- для вузла Н $Q = 3612$ кН

Загальна

довжина зварного шва:

$$l_{ш} = 1,5Q / (2 - k_{ш} - (\beta R_y^{cb})_{min}) \cdot \gamma = 1,5 \cdot 3612 / (2 - 0,5 - 17,2 - 1) = 315 \text{ мм; приймаємо два флангових}$$

шви по 160мм. Маємо зварний рівнополичковий кутик 160x10 довжиною 380мм.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

- для вузлів П і О, Q =

1089 кН

$l_{ш} = 1,5Q / (2 - k_{ш} - (\beta R_{y}^{CB})_{\min} \gamma) = 1,5 \cdot 1089 / (2 - 0,5 - 17,2 - 1) = 95 \text{ мм};$

приймаємо два флангових шви по 50мм. Маємо зварний рівнополичковий кутик 50x10 довжиною 160мм.

4.1 Розрахунок балок настилу палуби

Палуба даної морської платформи складається з несучих балок, підтримуючих настил ферм, сприймаючих навантаження від балок і передаючих його на опори, після чого на фундаменти, і системи в'язей по фермах, що забезпечують жорсткість і незмінність ферми (палуби). Балочна клітка даної палуби є ускладненим типом балочних кліток, яка складається з системи головних балок (верхніх поясів ферм), допоміжних балок БН (ДБ) і балок настилу.

Балки настилу та допоміжні балки проектуються з прокатних профілів. Робочий настил даної палуби виконується з листової сталі.

Сполучення балок даної палуби виконується в одному рівні, що дозволяє у межах заданого габариту перекриття збільшувати висоту головних балок (верхніх поясів ферми). Сполучення балок настилу з другорядними балками також виконується в одному рівні. Балки настилу (БН) проектуємо прокатними двотаврового перерізу по ГОСТ 8239-72.

Характеристики перерізу прокатних балок дозволяють застосовувати їх у залежності від навантаження і прольоту. Крок балок настилу визначається несучою здатністю і необхідною жорсткістю настилу, у більшості випадків дорівнює 0.6 -1.6 м при сталевому настилі (у даному випадку крок балок настилу приймається 1250 мм). Балки настилу в плані розміщуємо з постійним кроком по довжині підтримуючих їх балок (допоміжних балок і верхніх поясів несучих ферм).

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Допоміжні балки розподіляємо з постійним кроком по довжині підтримуючих їх балок (верхніх поясів несучих ферм). Вісі допоміжних балок суміщаємо з вісями несучих ферм, що скорочує кількість типорозмірів.

Відстань між допоміжними балками призначається таким чином, щоб перерізи балок настилу визначалися по вимогам несучої здатності і

задовольняли вимогам гранично допустимої жорсткості. Крок допоміжних балок в даному випадку приймається рівним 2200 мм.

З урахуванням великих прольотів несучих ферм, останні виготовляються у вигляді окремих відправних елементів, габаритні розміри яких назначаються згідно з умовами зручності транспортування. При монтажі відправні елементи об'єднуються у єдину конструкцію за допомогою зварювання та болтів з накладками по поясах і по стінці.

Навантаження на балочну клітку

Навантаження на балочну клітку являють собою:

1) Навантаження від ваги обладнання (рівномірно розподілене навантаження на 1 м²).

Вага обладнання $2480 \text{ т} = 24\,80 \cdot 10^3 \text{ кг} = 2480 \cdot 10^4 \text{ Н} = 2480 \cdot 10^1 \text{ кН}$. Рівномірно розподілене навантаження від ваги обладнання (д)

$$g = 24800 / (A - B) = 24800 / (78.8 - 33.2) = 9.47 \text{ кН/м}^2 \text{ Розрахункове}$$

навантаження від ваги обладнання:

$$g = 9.47 - 1.2 = 11.364 \text{ кН/м}^2, \text{ де}$$

1.2 - коефіцієнт перевантаження;

A - довжина палуби, A = 78.8м;

B - ширина палуби, B = 33.2м.

2) Навантаження від сталевго настилу:

$$3) g = tpg = 0.01 \cdot 7850 \cdot 9.81 = 770.085 \text{ Н/м}^2$$

Розрахункове навантаження від сталевго настилу:

$g = 770.085 - 1.05 = 808.589 \text{ Н/м}^2 = 808.589 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}^2$; де 1.05 - коефіцієнт перевантаження, t - товщина сталевго настилу, t=10мм; $g = 9.81 \text{ м/с}^2$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ

Консультант __ **Жук В.В.** ____ / ____ /

Здобувач __ **Кравчук Р.П** ____ / ____ /

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Коротка характеристика конструкцій споруди
і ґрунтових умов.

Стационарна морська бурова платформа є складною інженерною спорудою ферменого типу, що складається з прокатних профілів на зварці. Матеріал конструкцій – сталь С 255. Розміри споруди у плані 50×50м, загальна висота – 214м, з них 120м споруди знаходиться у воді. Район будівництва платформи – Чорне море.

Ґрунт у місці встановлення платформи складається таких шарів: пісок замулений, пісок середньої крупності, пісок гравелистий. Фізико-математичні характеристики шарів ґрунта наступні:

1. ПЕ1 – замулений суглинок (пісок);

$$\rho=1,60\text{т/м}^3 ; \rho_s=2.67\text{т/м}^3 ; S_r=1.0 ;$$

потужність шару – 2.0м

2. ПЕ2 – пісок середньої крупності ;

$$\rho=2,01\text{т/м}^3 ; \rho_s=2.66\text{т/м}^3 ; w=0.24 ;$$

потужність шару – 31.0м

3. ПЕ3 – пісок гравелистий ;

$$\rho=2,04\text{т/м}^3 ; \rho_s=2.65\text{т/м}^3 ; w=0.22 ;$$

потужність шару – 76.0м

Конструкція паль – металева труба $\varnothing 1220 \times 26$ мм, що заходить на 17м у колону для забезпечення жорсткості з'єднання.

Розрахункові навантаження на фундамент:

$$N=-14409.1 \text{ кН}$$

$$M_2=2118.6 \text{ кН}\cdot\text{М}$$

$$M_3=-415.4 \text{ кН}\cdot\text{М}$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$$Q=824.2 \text{ кН}$$

Оцінка інженерно-геологічних умов.

Грунти знаходяться у водонасиченому стані.

ІГЕ1. Пісок замулений:

- питома вага ґрунту :

$$\gamma_1 = \rho_1 \cdot g = 1.60 \cdot 9.81 = 15.696 \text{ кН/м}^3$$

- питома вага частинок :

$$\gamma_{s1} = \rho_s \cdot g = 2.67 \cdot 9.81 = 25.193 \text{ кН/м}^3$$

- коефіцієнт пористості ґрунту :

$$e_1 = \frac{\rho_s}{\rho} (1 + w) - 1 = \frac{2.67}{1.60} \cdot (1 + 0.36) - 1 = 1.269$$

- питома вага ґрунту з врахуванням зв'язаного стану води

$$\gamma_{sb} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e} = \frac{25.193 - 9.81}{1 + 1.269} = 7.22 \text{ кН/м}^3$$

Нормативні характеристики міцності ґрунту :

- питоме счеплення $C_n = 1,5 \text{ кПа}$
- кут внутрішнього тертя $\phi_n = 20^\circ$
- модуль деформацій $E = 7 \text{ Мпа}$
- розрахунковий опір $R_0 = 100 \text{ кПа}$

ІГЕ2. Пісок середньої крупності.

$$\rho = 2,01 \text{ т/м}^3 ; \rho_s = 2.66 \text{ т/м}^3 ; w = 0.24 ;$$

- питома вага ґрунту :

$$\gamma_2 = \rho_2 \cdot g = 2,01 \cdot 9.81 = 19,718 \text{ кН/м}^3$$

- питома вага частинок :

$$\gamma_{s2} = \rho_{s2} \cdot g = 2.66 \cdot 9.81 = 26,094 \text{ кН/м}^3$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

- коефіцієнт пористості ґрунту :

$$e_2 = \frac{\rho_{s2}}{\rho} (1 + w) - 1 = \frac{2.66}{2.01} \cdot (1 + 0.24) - 1 = 0.641$$

$0,55 \leq e_2 = 0,641 \leq 0,7$ – пісок середньої щільності.

- ступінь вологості :

$$S_2 = \frac{\rho_s \cdot \omega}{e \cdot \rho_w} = \frac{2.66 \cdot 0.24}{0.641 \cdot 1} = 0.995$$

$0,8 \leq S_2 = 0,995 \leq 1.0$ – пісок насичений водою.

- питома вага ґрунту у водонасиченому та взвішаному стані :

$$\gamma_{sb} = \frac{\gamma_s - \gamma_b}{1 + e} = \frac{26.094 - 9.81}{1 + 0.641} = 9.923 \text{ kH} / \text{M}^3$$

Нормативні характеристики міцності ґрунту :

- питома зчеплення $C_n = 1$ кПа
- кут внутрішнього тертя $\phi_n = 35^\circ$
- модуль деформацій $E = 30$ Мпа
- розрахунковий опір $R_0 = 400$ кПа

ІГЕЗ. Пісок гравелистий.

$$\rho = 2,04 \text{ т/м}^3 ; \rho_s = 2.65 \text{ т/м}^3 ; w = 0.22 ;$$

- питома вага ґрунту :

$$\gamma_3 = \rho_3 \cdot g = 2,04 \cdot 9.81 = 20,012 \text{ кН/м}^3$$

- питома вага частинок :

$$\gamma_{s3} = \rho_{s3} \cdot g = 2.65 \cdot 9.81 = 25,995 \text{ кН/м}^3$$

- коефіцієнт пористості ґрунту :

$$e_3 = \frac{\rho_{s3}}{\rho} (1 + w) - 1 = \frac{2.65}{2.04} \cdot (1 + 0.22) - 1 = 0.544 \text{ - пісок щільний}$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

- СТУПІНЬ ВОЛОГОСТІ :

$$S_r = \frac{\rho_s \cdot \omega}{e \cdot \rho_w} = \frac{2.65 \cdot 0.22}{0.544 \cdot 1} \leq 1.0 \text{ - пісок водонасичений}$$

- питома вага ґрунту у водонасиченому стані :

$$\gamma_{sb} = \frac{\gamma_s - \gamma_b}{1 + e} = \frac{25.995 - 9.81}{1 + 0.544} = 10.483 \text{ кН/М}^3$$

Нормативні характеристики міцності ґрунту по СНиП 2.02.01-83 по табл.1 дод.1 і табл.2 дод.3

- питоме зчеплення $C_n=1$ кПа
- кут внутрішнього тертя $\phi_n=41^\circ$
- модуль деформацій $E=43$ Мпа
- розрахунковий опір $R_0=600$ кПа

Одержані дані зводимо в таблицю нормативних фізико-механічних показників ґрунтів.

Таблиця нормативних значень фізико-механічних показників ґрунтів.

Номер шару	Повна назва ґрунту	Глибина залягання підлоги, м	Щільність т/м ³		Питома вага кН/м ³			Природна вологість, W	Межі		Число пластичності, I _p	Показник текучості, I _L	Коефіцієнт пористості, e	Ступінь вологості, S _r	Питоме зчеплення, С _n , кПа	Кут внутр. тертя, φ _n °	Модуль деформацій, Е, МПа	Розрахунковий опір, R ₀ , кПа	Примітки
			ґрунту ρ	частинок ґрунту ρ _s	ґрунту γ	частинок ґрунту γ _s	у водонас.		Текучості, W _L	Розкучування, W _H									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Пісок замулений	2,0	1,6	2,67	15,69	26,19	7,22	0,36	-	-	-	-	1,26	1,0	1,5	20	7	100	
2	Пісок водонасичений середньої щільності	31,0	2,01	2,66	19,71	26,1	9,92	0,24	-	-	-	-	0,641	0,99	1	35	30	400	
3	Пісок водонасичений гравелистий щільний	76,0	2,04	2,65	20,01	25,9	10,48	0,22	-	-	-	-	0,54	1,0	1	41	43	600	

Розрахункові значення фізико-механічних показників ґрунтів.

Номер шару	Повна назва ґрунта	Для розрахунку по II групі граничного стану					Для розрахунку по I групі граничного стану		
		Питома вага, $\gamma_{п}$, КН/м ³	Питоме зчеплення $c_{п}$, кПа	Кут внутрішнього тертя, $\phi_{п}$ °	Модуль деформації E , МПа	Розрахунк. Опір ґрунта R_0	Питома вага, $\gamma_{п}$, КН/м ³	Питоме зчеплення $c_{п}$, кПа	Кут внутрішнього тертя, $\phi_{п}$ °
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Пісок замулений	15,69	1,5	20	7	100	14,94	1,00	17,39
2.	Пісок водонасичений середньої крупності та середньої щільності	19,71	1	35	30	400	18,77	0,666	31,82
3.	Пісок водонасичений гравелистий щільний	20,01	1	41	43	600	19,05	0,666	37,27

$\gamma_{п} \gamma; c_{п} = c_n; \phi_{п} = \phi_n \quad \gamma_1 = \gamma_n / 1,05; \quad c_n = c_n / 1,5; \quad \phi_1 = \phi_n / 1,15$

В результаті аналізу фізико-механічних характеристик ґрунтів, що складають морське дно в місці встановлення споруди, можна вважати можливість використання в якості несучого ґрунту основи ІГЕ № 3.

Представлення палі еквівалентною стійкою.

Ця схема розповсюджена в закордонній практиці проектування стаціонарних морських бурових платформ. Палі в основі морських гідротехнічних споруд як правило вертикальні або мають незначні відхилення від вертикалі.

Тому обмежимося розгляданням задачі про вертикально занурені палі. Замінемо палю, тобто ту її частину, яка знаходиться в ґрунті, стійкою, яка зацімлена понизу, вільної від контакту з ґрунтом і яка має таку умовну довжину $l_{ст.}$ і жорсткості EI_2 , EI_2 при яких однакові зусилля, які прикладені до вершини стійки і до голови палі, викликають однакові її переміщення. Зусилля і переміщення, що прикладені до голови палі або до відповідній їй еквівалентної стійки, зв'язані співвідношенням:

$$\begin{matrix} f_1 & k_{11} & 0 & k_{13} & U_1 \\ f_2 = & 0 & k_{22} & 0 & \cdot U_2 \\ f_3 & k_{31} & 0 & k_{33} & U_3 \end{matrix}$$

або $f_1 = k_{11} \cdot U_1 + k_{31} \cdot U_3$

$f_2 = k_{22} \cdot U_2$

$$f_3 = k_{31} \cdot U_1 + k_{33} \cdot U_3$$

Розглянемо перше і третє рівняння. Якщо вони відносяться до еквівалентної стійки, то відомо, що :

$$K_{11} = 12 \cdot EI_2 / l_{CT}^3$$

$$K_{31} = K_{13} = 6 \cdot EI_2 / l_{CT}^2$$

$$K_{33} = 4 \cdot EI_2 / l_{CT}$$

Представимо рівняння у вигляді :

$$f_1 = EI_2 \cdot ((12/l_{CT}^3)U_1 + (6/l_{CT}^2) \cdot U_3) ; \quad (1)$$

$$f_3 = EI_2 \cdot ((6/l_{CT}^2)U_1 + (4/l_{CT}) \cdot U_3) ;$$

і потім виключим з рівняння (1) EI_2 :

$$f_1 \left(\frac{6}{l_{CT}^2} \cdot U_1 + \frac{4}{l_{CT}} \cdot U_3 \right) = f_3 \left(\frac{12}{l_{CT}^3} \cdot U_1 + \frac{6}{l_{CT}^2} \cdot U_3 \right) ;$$

Звідси одержимо рівняння відносно довжини еквівалентної стійки :

$$l_{CT}^2 + 1.5 \left(\frac{U_1}{U_3} - \frac{f_3}{f_1} \right) l_{CT} - 3 \frac{U_1}{U_3} \cdot \frac{f_3}{f_1} = 0$$

Розв'язок цього рівняння буде :

$$l_{CT} = -0.75 \left(\frac{U_1}{U_3} - \frac{f_3}{f_1} \right) l_{CT} + \sqrt{0.5625 \left(\frac{U_1}{U_3} - \frac{f_3}{f_1} \right)^2 + 3 \frac{U_1}{U_3} \cdot \frac{f_3}{f_1}}$$

Далі використовуючи любе з двох рівнянь (1) визначаємо згину жорсткість еквівалентної стійки.

Так з другого рівняння виходить :

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$$EI_2 = \frac{f_3}{6 \cdot U_1 / l_{CT}^2 + 4 \cdot U_3 / l_{CT}} ;$$

З співвідношенням $f_2 = k_{22} \cdot U_2$, яке відповідає поздовжній деформації палі, по відомим f_2 і U_2 можна знайти або безпосередньо коефіцієнт жорсткості k_{22} , або жорсткість EA_2 еквівалентної стійки, так як

$$f_2 = \frac{EA_2}{l_{CT}} \cdot U_2$$

В загальному випадку еквівалентна стійка відрізняється від фактичної палі не тільки по довжині, але й по жорсткісним характеристикам EI та EA .

Так, по знайденому значенню l_{CT} , беруться матриця жорсткості еквівалентної стійки:

$$K^S = \begin{pmatrix} 12EI_2 / l_{CT}^3 & 0 & 6EI_2 / l_{CT}^2 \\ 0 & EA_2 / l_{CT} & 0 \\ 6EI_2 / l_{CT}^2 & 0 & 4EI_2 / l_{CT} \end{pmatrix}$$

Для цього, як було видно, необхідно вміти визначати по зусиллям f_1 , f_2 , f_3 , які прикладені до голови палі, переміщення U_1 , U_2 , U_3 , в напрямку цих же зусиль або мати відповідні дані, які отримані експериментально.

Представлення палі пружньо-піддатливими опорами.

Матриця жорсткості для елемента-палі, який зображений в кінцево-елементних схемах у вигляді сукупності пружньо-піддатливих опор, може бути одержана на основі виразів:

$$k^S = \begin{pmatrix} k_{11}^S & 0 & k_{13}^S \\ 0 & k_{22}^S & 0 \\ k_{31}^S & 0 & k_{33}^S \end{pmatrix} ; \quad (1)$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

а також

$$U_2 = \frac{f_2}{EA\beta th(\beta l)}, \text{ де (2)}$$

EA – жорсткість на подовжені, МН;

$$\beta = \sqrt{\frac{\pi \cdot k_0}{EA}} - \text{параметр з розмірністю 1/м};$$

k_0 -характеристика жорсткості ґрунта;

$k_0=7,5$ МПа – для глинистих ґрунтів;

$k_0=9,0$ МПа – для піщаних ґрунтів;

l – глибина занурення палі.

Також слід скористатися формулами

$$\bar{\delta}_{11} = \frac{A_0}{\alpha^3 EI};$$

$$\bar{\delta}_{13} = \bar{\delta}_{31} = -\frac{B_0}{\alpha^2 EI};$$

$$\bar{\delta}_{33} = \frac{C_0}{\alpha EI};$$

де EI – жорсткість палі на згин, МН·м²;

визначається по формулі:

$$k = \frac{k \cdot \hat{a}_\delta}{\gamma_{\bar{N}}};$$

де v_r – умовна ширина палі, яка рівна $1,5D+0,5$ м при діаметрі палі $D \leq 0,8$ м або $D+1$ м при $D \geq 0,8$ м;

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

γ_c – коефіцієнт умов роботи, значення якого при допущенні тільки одностадійної роботи ґрунта навколо палі приймається рівною 3,0

Безрозмірні коефіцієнти A_0 , B_0 , C_0 , залежать від приведеної глибини занурення палі $\gamma = d \cdot l$;

Значення коефіцієнта K в цьому виразі приймається в залежності від виду ґрунта навколо палі.

Коефіцієнт K_{22}^S в формулі (1) визначають безпосередньо з виразу (2):

$$K_{22}^S = EA\beta th(\beta l);$$

Інші ненульові коефіцієнти матриці K^S знаходять за допомогою обернення матриці, яка складена з піддатливостей $\bar{\delta}_{11}$, $\bar{\delta}_{13} = \bar{\delta}_{31}$, $\bar{\delta}_{33}$, в формулі (3):

$$\begin{matrix} k_{11}^S & k_{13}^S \\ k_{31}^S & k_{33}^S \end{matrix} = \begin{matrix} \bar{\delta}_{11} & \bar{\delta}_{13} \\ \bar{\delta}_{31} & \bar{\delta}_{33} \end{matrix}^{-1} = \frac{1}{\bar{\delta}_{11} \cdot \bar{\delta}_{33} - \bar{\delta}_{13}^2} \cdot \begin{matrix} \bar{\delta}_{33} & -\bar{\delta}_{13} \\ -\bar{\delta}_{13} & \bar{\delta}_{11} \end{matrix} = \frac{EI}{A_0 \cdot C_0 - B_0^2} \cdot \begin{matrix} \alpha^3 C_0 & \alpha^2 B_0 \\ \alpha^2 B_0 & \alpha A_0 \end{matrix}$$

Звідси:

$$k^S = k_{ij}^S = \begin{matrix} \frac{EI\alpha^3 C_0}{R} & 0 & \frac{EI\alpha^2 B_0}{R} \\ 0 & \frac{EA\beta th(\beta l)}{1} & 0 \\ \frac{EI\alpha^2 B_0}{R} & 0 & \frac{EI\alpha A_0}{R} \end{matrix};$$

$$\text{де } \alpha = \sqrt[5]{\frac{\hat{e} \cdot \hat{a}_\delta}{3\hat{A}^2}}; \quad \beta = \sqrt{\frac{\pi \cdot \hat{e}_0}{\hat{A}\hat{A}}}; \quad R = A_0 \cdot C_0 - B_0^2;$$

Безрозмірні коефіцієнти A_0 , B_0 , C_0 визначаються по таблицям в залежності від \bar{l} ;

Зокрема при $\bar{l} = 4A_0 = 2.441$, $B_0 = 1.621$, $C_0 = 1.751$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

Консультант Басараб В.А. _____ / _____ /

Здобувач Кравчук Р.П. _____ / _____ /

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Технологія виготовлення і монтажу глибоководних платформ відрізняються від тієї, що застосовується для естакад і платформ з декількома опорними блоками більш високим ступенем індустріалізації робіт і складністю окремих операцій, визваних великими габаритами і масою опорного блоку.

Виготовлення моноблоків здійснюється на спеціалізованих підприємствах і суднобудівельних комплексах і включає наступні основні операції:

- ✓ підготовку окремих деталей, труб і балок;
- ✓ збирання вузлів;
- ✓ проміжну обробку вузлів;
- ✓ збирання модулів;
- ✓ кінцеве збирання опорного блоку;
- ✓ відвантаження або виведення з доку.

Труби малих та середніх діаметрів, а також прокатні профілі поставляють на підприємство у готовому вигляді. Труби великих діаметрів (2-10м.) і балки великої висоти палубного набору (до 3м.) виготовляють безпосередньо на підприємстві, яке обладнане для цього напівавтоматичними поточними лініями.

Збирання вузлів-з'єднань опорних частин платформи і надводного майданчику, цистерн плавучості, трубчатих вузлів, ребер жорсткості, перекриття проміжних палуб, кранів – ведеться в збиральних цехах, які обладнані спеціальними зварювальними машинами і апаратами, підйомно-транспортними механізмами, збиральними пристосуваннями різноманітного призначення. Ручне зварювання використовується лише для виконання швів, які недоступні автоматичній. Найбільша маса вузлів визначається вантажепід'ємністю кранового обладнання збиральних цехів і, як правило, не перевищує 100т. Застосування само-підйомних вагонеток і платформ з гідравлічним приводом дозволяє довести масу вузлів до 200т.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Проміжна обробка вузлів перед відправленням їх до місця кінцевого збирання опорного блоку заключається перш за все у матеріалі напружень, які виникають у процесі зварювання. Для цього застосовується відпал в спеціальних камерах-пічках. Проміжна обробка включає також дробоструменеве очищення вузлів, обезжирювання травлення, нанесення захисних покриттів, гальванізацію.

Кінцеву зборку опорного блоку ведуть на стелажі, в доку або у котловані.

Спочатку збирають плоскі панелі. Весь опорний блок збирається з панелей і діафрагм в горизонтальному положенні. Панелі піднімають і встановлюють у вертикальне положення за допомогою декількох кранів сумарною вантажепід'ємністю 200-400т.

Транспортування і встановлення на дно опорних балок і блоків глибоководних платформ здійснюється з використанням власної плавучості (при герметизації трубчатих елементів блоку) і баластних цистерн або понтонів, які прикріплені до стінок. Блоки, зібрані у котловані або сухому доці, випливають після затоплення котловану і буксируються до місця встановлення на плаву. Блоки, зібрані на стапельних майданчиках, спускаються на воду або пересуваються на спеціальних баржах. Ці баржі повинні мати значні по розмірам палуби і забезпечувати необхідну стійкість у вантажному стані з урахуванням високого положення центра ваги блоку.

Більш розповсюдження транспортування блоків на баржах, не дивлячись на те, що в процесі спуску з баржі виникають особливі умови навантаження блоків, що вимагають введення в структуру блока додаткової решітки. Збирання блоку у котловані на понтонах спрощує транспортні операції, виключає в деяких випадках необхідність заглиблення котловану і підхідного каналу. Однак блоки, що транспортуються на понтонах, повинні бути розраховані на хвилювання в період переходу.

Маси і габарити опорних блоків глибоководних платформ такі, що використання в процесі транспортування і встановлення кранових суден або

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

плав-кранів виключається. Найбільш просто встановлюється блок на дно у тому випадку, коли він буксирується на плаву. Балансуванням цистерн, внутрішніх відсіків у стійках або понтонів блок поступово повертається у воді і набуває вертикальне положення. Після цього він наводиться більш точно над проектною точкою встановлення, балансується і встановлюється на дно. Понтони після цього можуть бути від'єднанні від блоку і вилучені. В іншому способі блок транспортується на двох понтонах, які встановлені поперек блоку. Після видьоргування одного понтону блок повертається навколо другого понтону і опускається вниз. Запропонований спосіб транспортування блоку на баржі і понтоні має деякі цікаві моменти. Баластування понтону примушує блок повертатись навколо корми баржі і одночасно зсковзувати до низу.

Спускання довгих блоків з баржі небезпечно із-за перенапружень в той момент, коли блок спирається тільки на поворотну раму на краці баржі. Для уникнення пошкоджень блоку у ньому створюється додаткова решітка-шпренгелі. На кормі баржі, яка призначена для спуска довгих блоків, монтують поворотну раму. Навантаження на блок при сходженні з баржі потужних блоків понижують у тому випадку, коли спуск на воду супроводжується одночасним опусканням блоку на дно.

Спуск на дно з горизонтального положення на плаву вважається найбільш керованим. У нашому випадку опорний блок платформи передбачається виготовити у доці і транспортувати цілком на плаву за рахунок власної плавучості. Блок переводять у вертикальне положення балансуванням відсіків стійок.

Занурення паль – найбільш трудомісткий етап встановлення блоків на місце експлуатації. Поки певна частина паль не забита, споруда не володіє стійкістю, що особливо небезпечно у шторм.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Однією з обставин, що ускладнює забивку палів, є те, що маса палів виявляється спів-розмірною з масою молота, а пружність довжиною палів може поглинути всю енергію удару. У зв'язку з цим для забивки довгих палів застосовуються молоти, що розташовуються всередині палів – в її нижній частині.

Монтаж верхньої будови є кінцевим етапом будівництва глибоководної платформи. Більш побудованих платформ має модульну верхню будову. Модулі масою 700-1600т. або більшою доставляють на транспортних баржах і встановлюють за допомогою кранових суден. Застосування модульного способу збірки дозволяє не тільки спорудити запальну тривалість робіт, але й здешевити їх. Потрібно мати на увазі, що аналогічні роботи по монтажу бурового обладнання, що роблять у морі, в 8-10 раз дорожче, ніж на березі. Велика вартість експлуатації кранових суден, транспортних суден, їх простої при несприятливих гідрометеорологічних умовах можуть довести вартість робіт по монтажу верхньої будови до 30% вартості робіт по встановленню опорного блока. Цим пояснюється тенденція до укрупнення модулів верхньої будови.

У відповідності з завданням необхідно розробити проект технології монтажу конструкції – палуби морської стаціонарної металевий платформи на палях "Базова", довжина палуби 78,897м (109,4м), ширина 33,15м (38,3м), розмір з * включає майданчик для гелікоптеру. На палубі встановлені три корпуси нафтового виробництва, бурова вежа і житловий блок.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Таблиця вагових характеристик і кількості
монтажних елементів.

№	Назва елемента	Марка	Кіл-сть, шт	Маса, т	
				одного	всіх
1	2	3	4	5	6
1	Палуби	ПМ-1	2	760	1520
2	Огородження	ОМ-1	54	0,12	6,48
3	Портальні крани	КП-1-2	2	110	220
4	Рейкові конструкції	КР-1	4	2	8
5	Нижня частина вежі	ВН-1	1	54,8	54,8
6	Верхня частина вежі	ВН-2	1	30,0	30,0
7	Колони	К-1	53	1,7	90,1
8	В'язі	СВ-1	12	1,4	16,8
9	Ригелі	Р-1	32	0,5	16
10	Підкранові балки	ПБ-1	14	0,5	7
11	Плити перекриття	ПП-1	5	40	200
12	Плити покриття	ПП-2	11	40	440
13	Металеві стінові панелі	СП-1	130	1,1	143
14	Віконні оправи	ОП-1	38	0,85	32,3
15	Сходові марші	ЛМ-1	4	0,2	0,8
16	Ворота	МГВ-1	5	0,482	2,41

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

17	Майданчик для гелікоптеру	ВП-1	1	100	100
----	---------------------------	------	---	-----	-----

Вибір монтажних пристосувань.

На основі відомостей про габарити і маси конструктивних елементів будови вибирають захватні пристосування для підйому конструкцій.

Підбирають монтажні пристосування, які мають найменшу масу, прості по конструкції, надійні і зручні в експлуатації, універсальні, тобто придатні при монтажі різноманітних конструктивних елементів, забезпечують монтаж без витрат металу на монтажні петлі і отвори в конструкціях, зменшують трудомісткість робіт і забезпечують їх безпеку, завдяки дистанційному управлінню.

Монтаж колон масою 1,7т доцільно здійснювати за допомогою захвата з пристроєм для розструповки з землі.

Для монтажу ригелів і віконні оправи монтуємо за допомогою двох-гілкового стропа.

Для монтажу палуби приймаємо траверси.

Для монтажу плит перекриття і покриття використовуємо 6-ти гілковий строп з двома нерухомими і 4-ма попарно рухомими гілками.

Для монтажу сходових маршів застосовуємо чотирьох-гілковий строп.

Всі характеристики монтажних пристосувань, що вказані вище, приведені у формі наступної таблиці.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Визначення монтажних характеристик елементів.

Маючи всі дані про монтажні пристосування, визначаємо монтажні характеристики найбільш характерних елементів, тобто елементи, що мають найбільші маси, що монтуються на найбільшій висоті і найбільшій відстані від крану.

Монтажну масу визначають як суму мас елемента, що монтується, і пристосувань монтажного оснащення, яке підіймають разом з елементом при встановленні в проектне положення.

Монтажні маси Q м, т :

Частина палуби	$760+3,52=763,52;$
Огородження	$0,12+0,043=0,163;$
Рельсові конструкції	$2,0+0,015=2,115;$
Вежа	$54,8+0,015=54,915;$
Колони	$1,7+0,12=1,82;$
В'язі	$1,4+0,043=1,443;$
Ригелі і підкранові балки	$0,5+0,014=0,514;$
Плити перекриття покриття	$40+0,115=40,115;$
Стінові панелі	$1,1+0,043=1,143;$
Сходові марші	$0,2+0,044=0,244;$
Ворота	$0,482+0,043=0,525;$
Майданчик для гелікоптеру	$100+1,75=101,76;$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Монтажна висота для елемента:

$$H_M = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 ; \text{ де}$$

h_1 - різниця відміток стоянки кранів і висоти нижчестоящої конструкції;

$$h_2 = 0,5 \text{ м}$$

h_3 - висота самої конструкції, що монтується;

h_4 - табличне значення висоти монтажних пристосувань.

Визначення максимального вильоту стріли:

$$L_M = 26,6 \text{ м};$$

$$L_M = 22,6 \text{ м};$$

$$D_i = \sqrt{(16,6 + 10)^2 + (90,5 + 1,5)^2} = 94,95 \text{ м}$$

$D_M = L_{\text{max}} = 94,95$ – потрібна довжина стріли ;

Вибір методу монтажу.

Після становлення опорного блоку і укрупнювальної зборки частин палуби на суші, частини палуби завантажуються на баржі (транспортні) довжиною 150м і шириною 40м (висота надводного борту 8,5м) і переправляються на місце установки. Там у спокійну погоду проводять установку палуби за допомогою чотирьох кранових суден вантажепід'ємністю 400т.

Довжина кранових суден 54,5м, ширина 25,2м, виліт стріли 48,2м і висота підйому 60м.

Монтаж палуби відбувається у наступній послідовності:

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

- за допомогою двох кранових суден стропується частина палуби і відбувається її встановлення на одну з опор опорного блоку, де палуба закріплюється і залишається підтримуватись кранами, потім два інших крана стропують другу частину палуби і виконують її монтаж на другу опору; ця частина також закріплюється на опорі і з'єднується з вже встановленою першою частиною палуби; на цьому монтаж палуби закінчується;
- потім монтують два консольно-стрілових крана за допомогою двох кранових суден. Два інших кранових суден роботу завершують. Після встановлення двох консольно-стрілових кранів, суть яких заключається тільки у встановленні скріпних елементів крана з палубою, монтаж далі ведуть з їх допомогою;
- наступний етап – монтаж огорожень по периметру палуби, при цьому де повинно бути огороження по проекту, там воно і встановлюється, а там де не передбачено – встановлюють інвентарне огороження;
- потім проводять монтаж колон і в'язей (ригелів і підкранових балок);
- після цього йде встановлення стінових панелей і де потрібно плит перекриття в двох – і трьохповерхових частинах будови;
- далі за допомогою кранового судна монтують плити покриття на виробничі корпуси одноповерхових будівель, так як їх маса досить велика;
- потім встановлюють рельсові конструкції; після їх установка крановим судном встановлюється нижня частина бурової вежі, а верхня частина монтується з гелікоптеру;
- останній етап – встановлення майданчика для гелікоптеру.

При монтажі верхньої частини платформи можливі суміщення робіт, наприклад, одночасно монтувати рельсові конструкції та майданчики для гелікоптеру, для цього необхідна оптимізація монтажу конструкцій для скорочення термінів будівництва.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Враховуючи, що це гідротехнічна споруда, необхідна при монтажі використовувати весь час і всі силові ресурси, необхідно розподілити роботи таким чином, щоб не було довго-відпочиваючих, в той час, коли інші зайняті у роботі (за виключенням неможливого суміщення роботи кранів).

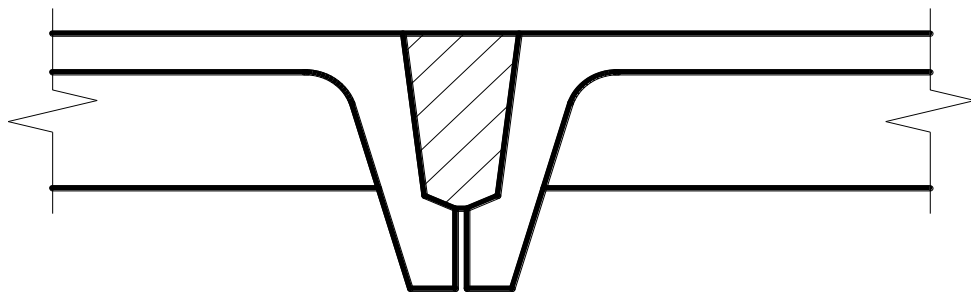
Необхідно враховувати також той фактор, що роботи потрібно буде виконувати в обмежений термін часу (між штормами) і всі несучі конструкції повинні бути закріплені від можливого зсуву в морі.

Доставку матеріалів і конструкцій здійснюють транспортною баржею, причому за один рейс.

Заробку швів між стіновими панелями виконують на мастиці з ущільнюючими гумовими прокладками.

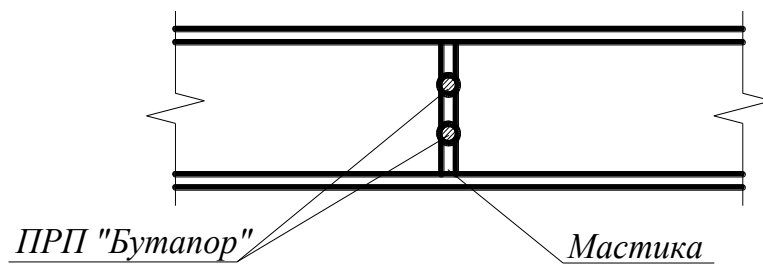
Схема стиків:

✓ між плитами покриття:



✓ між стіновими панелями:

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		



Монтаж верхньої будови здійснюється за допомогою плавучих кранів типу "Богатырь" . Нижче наведені основні технічні характеристики даного типу крану:

Максимальна вантажопід'ємність, т	400/100
Виліт стріли при максимальній вантажопід'ємності, м	27,2/48,2
Висота крану при вказаному вильоті, м	43/36
Виліт стріли: максимальний, м	38,2/48,2
мінімальний, м	16,2/19,5
Вантажопід'ємність при тах вильоті, т	150/100
Висота підйому крюка:	
при максимальній висоті, м	45/60
при мінімальній висоті, м	28,4/36
Швидкість: підйому вантажу, м/хв	3/9
зміна вильоту стріли, м/хв	6
Час обертю на 360°, хв	6
Габаритні розміри корпусу:	
довжина, м	54,4/5
ширина, м	25,2/2
Відстань від осі обертання до транца, м	12,6
Осадка: максимальна, м	2,8

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

мінімальна, м	2,04
Водовитиснення, т	3150
Вага вантажу, що приймається на палубу, т	900
Висота при транспортуванні, м	32
Швидкість ходу, вузли	6
Потужність двигуна, к.с.	2×952
Чисельність команди, чол.	20

Примітки:

1. Дані в чисельнику – для основного крюка, в знаменнику – для допоміжного.
2. Вильоти стріли вказані від осі обертання.
3. Висота крана і крюка дана від горизонту води.

Калькуляція трудових затрат та заробітної плати.

Для визначення термінів виконання робіт, техніко-економічних показників складають калькуляцію трудових затрат та заробітної плати.

В калькуляції враховують всі затрати ручної і механізованої праці, а також заробітну плату на основні і допоміжні процеси і операції.

Далі проводять технологічні розрахунки, де процеси по монтажу конструкцій групують в монтажні потоки:

1. Установка колон;
2. Монтаж ригелів, підкранових балок, металевих в'язей, елементів сходових клітин і т.д.

Монтаж стінових панелей можна вести поетапно, але його також можна здійснювати і після монтажу каркаса всіх поверхів, але це може виявитись незручним у зв'язку з малими відстанями між будинками.

Трудоємкість, що приймаємо, визначаємо у відповідності з тривалістю робіт, що є кратною пів-зміни.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		



Калькуляція трудових затрат та заробітної плати.											
№ п/п	Назва робіт	Од. вим.	Обг-рун. по ЕНиР	Норма часу		Об'єм робіт	Трудосм-кість чол.-год. маш.-год.	Розцін-ки за одини-цю	Зарплата на весь об'єм	Склад ланки	
				Чол. год.	Маш. год.					Професія, розряд	Кіль-кість
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Монтаж палуби	шт.	E5-1	3,2	3	1	$\frac{3,2}{3}$	17,4	17,4	Монтажник-Vр. Монтажник-IVр. Зварювальник-Vр. Крановщик-Vр.	6
2.	Монтаж огороження	шт.	E5-1	1,6	0,25	54	$\frac{4,5}{13,5}$	0,57	30,78	-	3
3.	Монт. консольн-стрілов. Кранів	шт.	E35-1	0,8	2,1	2	$\frac{1,6}{4,2}$	8,17	16,25	-	3
4.	Монтаж колон	шт.	E5-1	0,22	0,5	53	$\frac{11,5}{26,5}$	1,42	75,25	-	3
5.	Монтаж в'язей, сходникових маршів	шт.	E5-1	0,24	0,6	16	$\frac{3,8}{9,6}$	2,04	32,64	-	3
6.	Монтаж ригелів і підкранових балок	шт.	E5-1	0,16	0,38	46	$\frac{7,44}{17,48}$	1,42	65,32	-	3
7.	Монтаж плит перекриття	шт.	E4-1	0,2	0,25	5	$\frac{1,0}{1,25}$	0,57	2,85	-	3
8.	Монтаж плит покриття	шт.	E4-1	0,19	0,25	4	$\frac{0,75}{1,0}$	0,57	2,28	-	3
9.	Монтаж рельсових конструкцій	шт.	E5-1	0,28	0,38	4	$\frac{1,1}{1,52}$	1,42	5,68	-	3

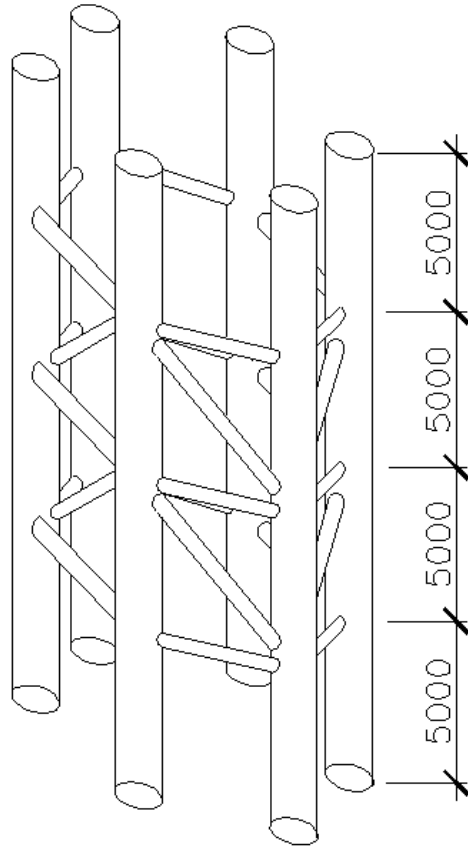
10	Монтаж нижньої частини будови вежі	шт.	E5-1	1,0	0,5	1	$\frac{1,0}{0,5}$	3,4	3,4	-	6
11	Монтаж верхньої частини будови вежі	шт.	E5-1	1,6	1,6	1	$\frac{1,6}{1,6}$	4,1	4,1	-	6
12	Монтаж майданчика для гелікоптеру	шт.	E5-1	3,9	7,3	1	$\frac{3,9}{7,3}$	98,0	98,0	-	3
13	Монтаж плит покриття	шт.	E4-1	0,21	0,5	7	$\frac{1,5}{3,5}$	1,42	9,94	Монтажник-Vр. Монтажник-IVр. Зварювальник-Vр. Крановщик-Vр. Монтажник-IVр.	3
14	Заробка швів в плитах перекриття	м.п.	E4-1	0,013	-	127	1,63	1,27	1,61	Монтажник-IVр.	3
15	Зварка констр. палуби	10м	E22-1	1,4	-	4,5	6,3	1,58	7,11	Зварювальник-Vр.	1
16	Монтаж стінових та віконних панелей	шт.	E4-1	0,12	0,3	168	$\frac{20,2}{50,4}$	0,47	78,96	-	3
ВСЬОГО							$\sum \frac{105,24}{141,55}$		$\sum 451,67$		

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Технологічні розрахунки

№ п/п	Назва роботи та посилання на пункти калькуляції	Од.	Об'єм робіт, т	Трудомісткість		Прийнято на весь об'єм	Склад ланки		Тривалість, год	Змін в добу
				Нормативна	Прийнята		Професія, розряд	Кількість		
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
1	Монтаж палуби і зварка стиків	1	1520	$\frac{3,2}{3,2}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{3}{3}$	Монтаж-Vр. Монтаж-IVр.	6	4	1
2.	Монтаж консольно-стрілових кранів	2	220	$\frac{1,6}{4,2}$	$\frac{1,5}{4}$	$\frac{1,5}{4}$	Зварюв-Vр. Крановщ-Vр	3	4	1
3.	Монтаж огороження	54	6,48	$\frac{4,7}{13,5}$	$\frac{4,5}{14}$	$\frac{4,5}{14}$	-	3	14	1
4.	Монтаж колон	53	90,1	$\frac{11,5}{26,5}$	$\frac{10,5}{28}$	$\frac{10,5}{28}$	-	3	27	1
5.	Монтаж ригелів, підкран балок, в'язей	62	40,6	$\frac{32,76}{10,92}$	$\frac{81}{27}$	$\frac{81}{27}$	-	3	27	1
6.	Монтаж рельсових конструкцій і вежі	6	92,8	$\frac{11,24}{27,08}$	$\frac{10,5}{28}$	$\frac{10,5}{28}$	-	6	4	1
7.	Монтаж плит перекриття і покриття	9	360	$\frac{1,75}{2,25}$	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1,5}{2}$	-	3	2	1
8.	Теж, за допомогою крану	7	280	$\frac{1,5}{3,5}$	$\frac{1,5}{4}$	$\frac{1,5}{4}$	-	3	4	1
9.	Монтаж стінових і віконних панелей	168	175,3	$\frac{20,2}{50,4}$	$\frac{19,5}{52}$	$\frac{19,5}{52}$	-	3	48	1
10.	Заробка швів (100м.п.)	1,27	1,27	$\frac{1,63}{3,9}$	$\frac{1,5}{8}$	$\frac{1,5}{8}$	-	3	1	1
11.	Монтаж майданчика для гелікоптеру	1	100	$\frac{7,3}{7,3}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	-	3	8	1

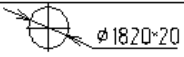
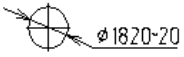
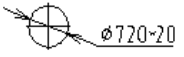
						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		



Розбивка кондуктора
на елементи

Загальна вага-105,0 т.

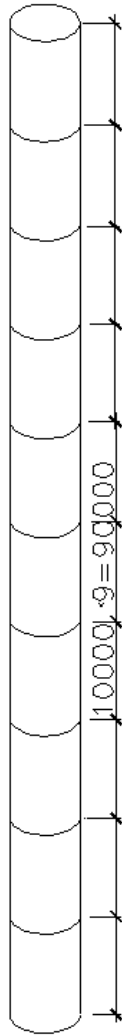
NE=36

№	Назва	Ескіз	Кіль- кість, <u>шт</u>	<u>Дов- жина</u> м	Маса 1п.м. т	Маса елемнт. т	Маса загальн. т
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	$\phi 1820 \times 20$	 $\phi 1820 \times 20$	6	18,5	0,8878	16,424	91,545
2	$\phi 720 \times 20$	 $\phi 1820 \times 20$	18	3,38	0,2096	0,708	8,125
3	$\phi 720 \times 20$	 $\phi 720 \times 20$	12	5,33	0,2096	1,117	3,817
4	Наплавлений метал		--	--	--	--	1,571

Σ 36 шт

Σ 105,00 т

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

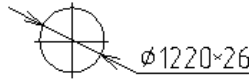


Розбивка палі на
відправні елементи.

Загальна вага-69,883 т;

NE=9 ;

Розбивка конструкцій в'язей на
відправочні елементи та визначення
вагових характеристик приведена у
роділі "Розрахункова-конструктивна
частина" цієї розрахунково-поясню-
вальної записки.

№	Назва	Ескіз	Кіль- кість, <u>шт</u>	<u>Дов-</u> <u>жина</u> м	Маса Іп.м. т	Маса <u>елемнт.</u> т	Маса <u>загальн.</u> т
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	φ1220×26		9	10.0	0,765	7.65	68.85
2.	Наплавлений метал		--	--	--	--	1,033
			Σ 9 <u>шт</u>			Σ 69.883т	

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Таблиця основних характеристик МОНТАЖНИХ ПРИСТОСУВАНЬ

№	ХАРАКТЕРИСТИКА	ЕСКІЗ	МАСА, Т	Н, М	КІЛЬ- КІСТЬ	ПРИМ.
1	Траверса ВНИИПИШЕЛЬФ м. Сімферополь вантажопід'ємністю		1,76	9,3	4	
2	Строп двох гілкових треста Мосгорстрой вантажопід'ємністю 5т для монтажу огорожень, в'язей, стінових панелей		0,043	2,2	2	* стор. 68
3	Строп чотирьох гілковий треста Мосгорстрой, вантажопід'ємністю 5т для монтажу сходинок- вих маршів		0,044	4,0	1	* стор. 68
4	Захват з пристроєм для розстроповки з землі ПИ Промсталь вантажопід'ємністю 10т для монтажу колон		0,12	1,0	2	* стор. 69
5	Напівавтоматичний строп ПИ Промсталь вантажопід'ємністю 5т для монтажу ригелів та підкранових балок		0,14	1,5	2	* стор. 70
6	Шестигілковий строп вантажопід'ємністю 50т для монтажу плит перекриття та покрит- тя		0,115	4,0	2	

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Консультант Басараб В.А. / /

Здобувач Кравчук Р.П / /

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Вимоги щодо охорони праці.

При виконанні монтажних робіт повинні виконуватися наступні вимоги, які спрямовані на охорону праці:

- *дотримання технологічної послідовності монтажу конструкцій;*
- *застосування налагоджених вантажнезахватних пристосувань і технологічного оснащення;*
- *наявність повного числа налагоджених монтажних петель, пройомів в залізобетонних конструкціях;*
- *наявність огороджуючих пристроїв на споруджуваному об'єкті і в зоні дії крану;*
- *забезпечення стійкості та працездатності вантажопід'ємних кранів.*

Монтаж збірних конструкцій не допускається при швидкості вітру 15 м./с. і більше, при сильному снігопаді, дощі, грозі, ожеледиці. Монтаж суцільних конструкцій з великою підвітряною поверхнею призупиняється при швидкості вітру 10 м./с. і більше.

Облаштування монтуємих елементів і конструкцій навісними майданчиками, драбинами і іншими пристосуваннями для роботи монтажників на висоті необхідно проводити до їх підйому.

Навісні пристосування знімають після кінцевої вивірки і закріплення конструкцій.

Сумісна робота двох консольно-стрілових кранів відноситься до роботи підвищеної небезпеки.

Проектування будівельних генеральних планів.

1) Будови адміністративного і санітарно-побутового призначення.

Сюди відносяться контори виконавців робіт, гардеробні, душеві, вмивальні, туалети.

Необхідні площі по цим видам будівель вираховуються по формулі:

$$S_{\text{потр.}} = S_{\text{н}} \times N ;$$

$S_{\text{н}}$ – нормативний показник площі для кожного виду будівель;

N – розрахункова чисельність обслуговуючого контингенту.

Обслуговуючий контингент:

4- монтажника;

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	

2- зварювальника;
2- крановика;
1- прораб;
1- майстер.

Приймаємо:

Прорабська – 1 (2,7×7,0 м.);
Приміщення для переодягання – 1 (2,7×7,0 м.);
Душеві – 1 (2,7×7,0 м.);
Туалети – 1 (2,8×2,0 м.);
Склад деталей – 1 (2,7×7,0 м.).

Весь інший час, крім роботи, працюючі мешкають у пристосованих для цього суднах з необхідними побутовими умовами, запасами їжі і питної води.

2) Освітлення будівельного майданчику.

Так як робота виконується у денний час, то додаткового освітлення не вимагається.

Розрахунок мінімальної кількості прожекторів що потрібні для освітлення зони БМР:

$$n = \frac{F_{\text{нотр}}}{F_{\text{пр}} \times K_1} = \frac{3812,9}{8100 \times 0,38} = 1,24 \approx 2 \text{ шт},$$

де $F_{\text{нотр}} = E \cdot S \cdot K_1 \cdot K_2 = 0,5 \cdot (109,4 \times 38,3) \cdot 1,3 \cdot 1,4 = 3812,9 \text{ лк}$

$E = 0,5 \text{ лк}$ – показник мінімальної освітленості;

S – площа освітлюваної ділянки;

K_2 – коефіцієнт запасу від забруднення скла прожектора $K_2 = 1,3 \dots 1,5$;

K_3 – коефіцієнт який враховує втрати світлового потоку від розсіювання $K_3 = 1,3 \dots 1,5$;

K_1 – коефіцієнт корисної дії – 0,38;

$F_{\text{пр}}$ – світловий потік одного прожектора, приймається $F_{\text{пр}} = 8100 \text{ лк}$, лампи на 300 Вт.

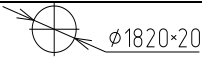
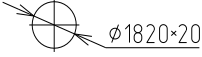
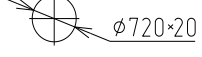
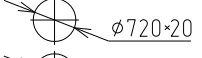
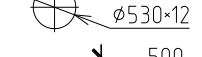
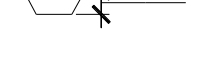
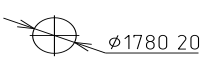
Для забезпечення освітлення використовується дизель-генератор.

3) Розрахунок водопостачання.


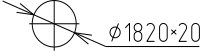


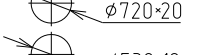


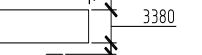

Водопостачання призначене для забезпечення в иробничих і господарсько-побутових потреб. Питтєва вода на майданчику привозна. Її привозять в бочках з розрахунку 2 м^3 в місяць на одну людину.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Відправні елементи
бокової колони

№ n/n	Назва	Ескіз	Кіл-ть, шт	Довж и- на, м	Маса Іп.м. т	Маса елемен- Та, т	Маса Заг., т
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Відправочний елемент М1							
1	$\phi 1820 \times 20$		6	16,5	0,8878	14,648	87,89
2	$\phi 1820 \times 20$		2	1,0	0,8878	0,8878	1,775
3	$\phi 720 \times 20$		24	3,38	0,2096	0,7084	17,00
4	$\phi 720 \times 20$		18	5,33	0,2096	1,117	3
5	$\phi 530 \times 12$		12	3,38	0,1533	0,5182	20,10
6	$\phi 2820-1820$		6	0,5	0,469	0,2345	9
7	$\phi 1780 \times 20$		12	-	0,138	0,138	6,217
8	-400×250	1М 20×90	72	-	0,0078	0,0078	2,815
9	Болт		120	-	0,0026	0,0026	1,657
10	Наплавлени й метал		--	--	--	--	0,565
							2
							0,314
							2,99
					$\Sigma 272$ шт.		
					$\Sigma 141,337$ т		
Відправочний елемент М2							

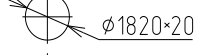
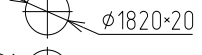
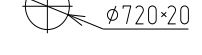

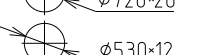


						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

1	$\varnothing 1820 \times 20$		6	10,0	0,8878	8,878	53,26
2	$\varnothing 1820 \times 20$	 	1	11,0	0,8878	9,765	0
3	$\varnothing 720 \times 20$		6	3,38	0,2096	1,1172	9,765
4	$\varnothing 720 \times 20$	 	6	5,33	0,2096	0,7084	6,703
5	$\varnothing 530 \times 12$		18	3,38	0,1533	0,5182	4,251
6	T60 Б1		15	3,38	0,103	0,348	9,327
7	Обшивка		5	10,0	3,184	3,184	5,222
8	Діафрагма		3	3,38	0,23	0,23	15,92
9	Наплавлени й метал		--	--	--	--	0,69
							1,577

Σ60шт.

Σ106,724т

Відправочний елемент МЗ

№	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1	$\varnothing 1820 \times 20$		6	10,0	0,8878	8,878	53,260
2	$\varnothing 1820 \times 20$	 	1	11,0	0,8878	9,765	9,765
3	$\varnothing 720 \times 20$		3	3,38	0,2096	0,7084	2,125
4	$\varnothing 720 \times 20$	 	6	5,33	0,2096	1,117	6,703
5	$\varnothing 530 \times 12$		12	3,38	0,1533	0,5182	6,218

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

6	Т60 Б1		10	3,38	0,103	0,3481	3,481
7	Обшивка		5	10,0	3,184	3,184	15,92
8	Діафрагма		3	3,38	0,23	0,23	0,69
9	Фланець		2	1,0	0,2198	0,2198	0,439
10	Наплавлений метал		--	--	--	--	1,479

Σ48шт.

Σ100,00т

Відправочний елемент М4

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1	∅1820×20		6	15,96	0,8878	14.169	85.016
2	∅1820×20		1	1,00	0,8878	0.8878	1.775
3	∅720×20		24	3,38	0,2096	0,7084	17.003
4	∅720×20		18	5,33	0,2096	1,117	20.109
5	∅530×12		12	3,38	0,1533	0,5182	6,218
6	кольцо		12	r=1.640	0,276	0.276	3.312
7	-400×250		72	0.4	0.0078	0.0026	0.314
8	∅1780×20	1М 20×90	468	∅1.780	0.00067	0.00034	1.605
9	Болт		120	--	0.0026	0.0026	0.314
10	Наплавлений метал		--	--	--	--	2.038

Σ734шт

Σ137,958т

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Лист
						здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

№	Марка елемента	Маса, т
1.	<i>Віправний елемент М1</i>	141,337
2.	<i>Віправний елемент М2</i>	106,724
3.	<i>Віправний елемент М3</i>	100,09
4.	<i>Віправний елемент М4</i>	137,958
5.	<i>Наплавлений метал</i>	7,292

ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

Консультант Оліферук С.Л. / _____ /

Здобувач Кравчук Р.П / _____ /

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Будівництво розташоване на території .

Кошторисна документація складена з застосуванням:

- Правил визначення вартості будівництва (ДБН Д.1.1-1-2000);
- Ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи (РЭСН) (ДБН Д.2.2-99);
- Ресурсних елементних кошторисних норм на монтажні роботи (РЭСНМО) (ДБН Д.2.3-99);
- Ресурсних елементних кошторисних норм на ремонтно-будівельні роботи (РЭСНр) (ДБН Д.2.4-2000);
- Ресурсних елементних кошторисних норм на пусконаладжувальні роботи (РСНЭМ) (ДБН Д.2.6-2000)
- Ресурсних кошторисних норм експлуатації будівельних машин та механізмів (РСНЭМ) (ДБН Д.2.7-2000).

Інвесторська кошторисна документація складена в поточних цінах на трудові та матеріально-технічні ресурси станом на 24.05.2011.

При складанні розрахунків прийняті наступні показники та нарахування:

1. Загальновиробничі витрати розраховані у відповідності з усередненими показниками ДБН д.1.1-1-2000, Додаток 3.
2. Усереднений показник ліміту коштів на зведення и розбирання титульних будівель і споруд, ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.14 - 0,00%
3. Усереднений показник ліміту коштів на додаткові витрати при виконанні будівельно-монтажних робіт в зимовий період, ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.2.10 - 0,00%
4. Усереднений показник ліміту коштів на додаткові витрати при виконанні будівельно-монтажних робіт в літній період,
5. Показник витрат на покриття ризику всіх учасників будівництва, ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.19 - 0,00%
6. Річний прогнозний індекс інфляції в будівництві, коефіцієнт (умовно) – 0,00;

Кошти на покриття витрат, пов'язаних з інфляційними процесами, визначені із розрахунку початку будівництва в _____ 2001 році.

7. Усереднений показник розміру кошторисного прибутку, ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.18 - 0,00грн./люд.-год.;
8. Показник відрахувань на покриття адміністративних витрат будівельно-монтажних організацій - ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.18.4 - 0,00грн./люд.-год..
9. Ставка комунального податку – *

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

10.Тарифні сітки прийняті виходячи з:

Найменування тарифної сітки	Норма тривалості робочого часу, люд-.г.	Середньомісячна заробітна плата, грн.	Середній розряд робіт
Будівельні, монтажні і ремонтні роботи	166,33	2 300,00	3,8
Верхолазні роботи	-	-	-
Роботи по ремонту електро-енерго устаткування	-	-	-
Підводні, водолазні роботи	-	-	-
Пусконалагоджувальний персонал	-	-	-
Роботи, що виконуються по преїскуранту 26-06-19	-	-	-
Роботи, що виконуються на поверхні шахт	-	-	-
Роботи, що виконуються на спорудженні стволів і свердловин	-	-	-
Підземні роботи (0-група)	-	-	-
Підземні роботи (1-група)	-	-	-
Підземні роботи (2-група)	-	-	-
Роботи, що виконуються на ремонті та ТО електричних мереж	167,58	2 354,50	4,00

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Роботи по ремонту ліфтів	-	-	-
Роботи по ремонту енергетичного устаткування	-	-	-

Всього по зведеному кошторисному розрахунку: **151 182,250 тис.грн.**

в тому числі:

вартість будівельно-монтажних робіт	113 461,652	тис.грн.
вартість гірничих робіт		тис.грн.
вартість пусканалагоджувальних робіт		тис.грн.
вартість устаткування		тис.грн.
Інші витрати	12 528,542	тис.грн.
податок на додану вартість (ПДВ)	25 192,056	тис.грн.
Кошторисні трудовитрати будівництва	335,325	тис.люд.г.
Кошторисна заробітна плата будівництва	5 178,793	тис.грн.

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТА ВІД СКОРОЧЕННЯ ТРИВАЛОСТІ БУДІВНИЦТВА МОРСЬКОЇ ГЛИБОКОВОДНОЇ ПЛАТФОРМИ

Ефект, що отримується при достроковому монтажі опорної частини споруди:

$$E_e = E_n(\Phi(T_1 - T_2)) = 0,15 \cdot 2252107,32(0,12 + 0,109) = 3715,98 \text{ грн}$$

Економічний ефект від зниження умовно постійних накладних витрат

$$E_y = H(1 - T_1/T_2) = \frac{2252107,32(1 - 0,12 / 0,109)}{1,08 \cdot 1,181} = 178189,3 \text{ грн}$$

РОЗРАХУНОК КОШТОРИСНОЇ ВАРТОСТІ МОНТАЖУ ВЕРХНЬОЇ ЧАСТИНИ ПЛАТФОРМИ З ВРАХУВАННЯМ РИЗИКУ В УМОВАХ РИНКУ (12%)

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$$2252107,32 \cdot 12 / 100 + 2252107,32 = 2802528,78 \text{ ГРН}$$

так, розрахунок кошторисної вартості монтажу опорної частини платформи з врахуванням ризику в умовах ринку отримуємо

$$\Delta = 2702528,75 - 2252107,32 = 450421,46 \text{ грн}$$

В умовах ринкової економіки ризик складає 450421,46 грн

1. Морська бурова платформа “Базова”
2. Характеристика будівництва – нове будівництво
3. Загальна кошторисна вартість будівництва – 18969,235 тис. грн
в тому числі БМР – 15679,07 тис. грн
4. Тривалість будівництва – 308 днів
5. Економічний ефект від скорочення тривалості будівництва – 57 тис. грн
6. Рівень автоматизації будівництва – 91 %.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

Консультант _____ / Остапенко Р.М. /

Здобувач _____ / Кравчук Р.П. /

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

1. НАВАНТАЖЕННЯ ПРИ УДАРАХ СУДЕН

При розрахунку зусиль, що виникають у процесі зіткнення судна зі спорудою, у якості вихідних повинні бути задані характеристики судна (маса, обводи ватерлінії), напрямок і швидкість його руху відносно споруди, положення і тип відбійних пристроїв, жорсткісна характеристика борту споруди, зовнішні умови (вітер, течія, хвилювання). При дії хвилі висотою більше 1,5 м або притискую чого вітру швидкістю більше 15 м/с, або течії швидкістю 0,5 м/с розрахункове значення швидкості підходу збільшують у 1,4 рази. Якщо присутні два з цих факторів, розрахункову швидкість підходу збільшують у 1,7 разів, якщо всі три – у 2 рази.

По своїй суті навантаження при ударах судів є ударним, тобто динамічним. У процесі удару судна об споруду деформаціям піддаються борт судна, відбійний пристрій і конструкції самої споруди. ми розглянемо методика статичного урахування навантаження від ударів суден. При визначенні розрахункових навантажень вводяться такі спрощення:

- передбачається, що в системі судно – відбійний пристрій – споруда, деформується тільки проміжна ланка – відбійний пристрій;
- контакт судна із спорудою точковий, що знаходиться в районі центра ваги судна;
- після удару судно зупиняється, тобто вся кінетична енергія судна переходить в потенціальну енергію деформованого відбійного пристрою.

Нормативні документи рекомендують графоаналітичний метод визначення навантаження.

Відповідно до нього величина навантаження P визначається за графіком, зображеним на рис. 146 у залежності від кінетичної енергії судна $E_{\text{суд}}$. Величина $E_{\text{суд}}$ визначається по формулі:

$$E_{\text{суд}} = \frac{Mv_0^2}{2} \cdot \psi,$$

де M – розрахункова маса судна,

v_0 – нормальна швидкість підходу судна (до споруди),

ψ – коефіцієнт, що враховує умови удару і визначається по СНиП в залежності

а)

б)

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

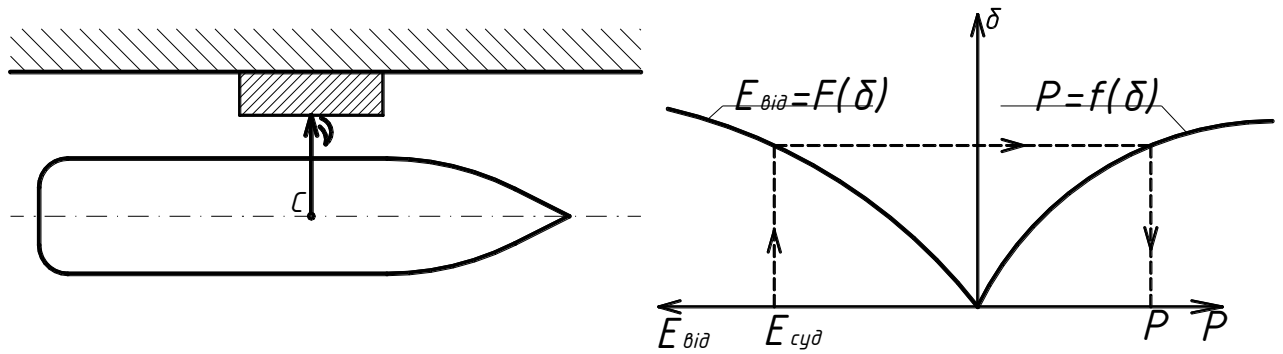


Рисунок 14 – Схема до розрахунку при центральному ударі судна: а) – розрахункова схема; б) – графоаналітичний метод визначення навантаження; С – центр ваги судна.

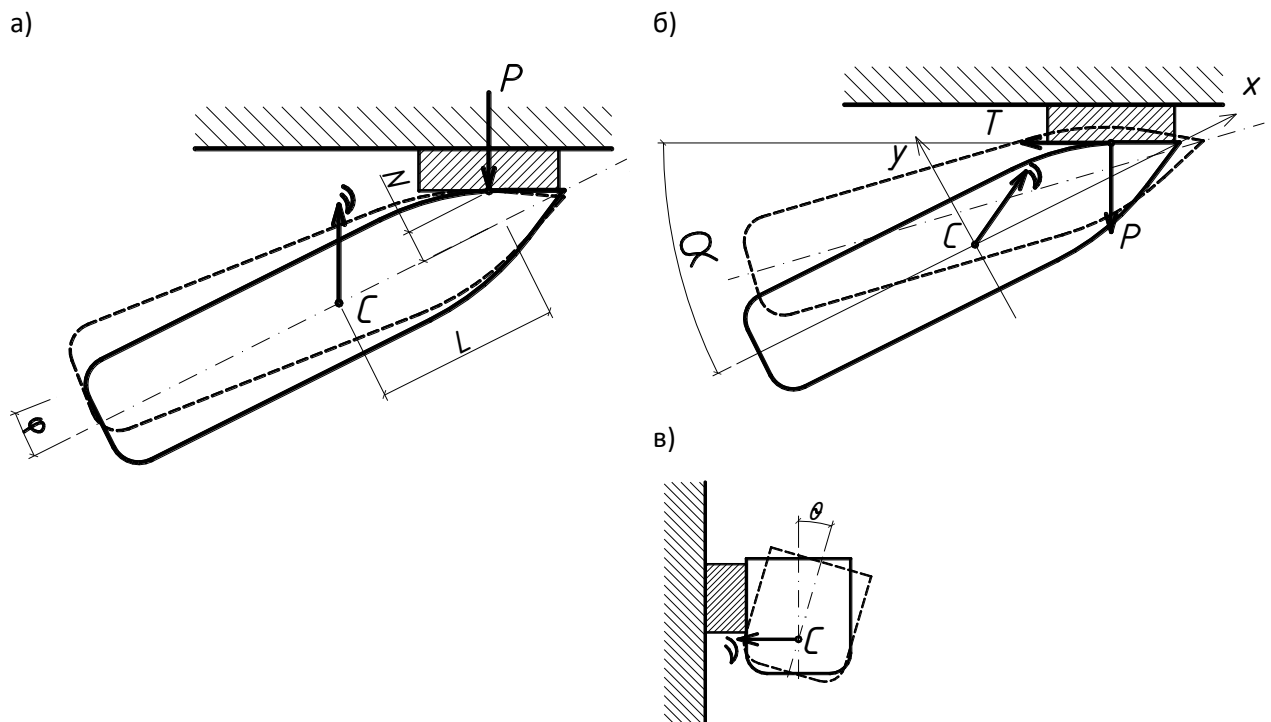


Рисунок 15 – Схема до розрахунку при позацентровому ударі судна: а) – рух судна по нормалі до кордону; б) – довільний напрямок швидкості підходу; в) – удар спричинений креном судна.

від конструкції споруди.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА						Лист
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»						
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	

Графіки залежності Р та $E_{\text{суд}}$ від деформації відбійного пристрою δ приймають по довідковій літературі.

Якщо жорсткісні характеристики всіх елементів лінійні і мають коефіцієнти жорсткості відповідно $K_c, K_{от}, K_{суд}$, то коефіцієнт жорсткості характеристики дорівнює:

$$K_{\Sigma} = K_c^{-1} + K_{от}^{-1} + K_{суд}^{-1}.$$

Коефіцієнт жорсткості споруди визначається на підставі характеристик редукованої моделі з одним ступенем свободи:

$$K_{сп} = \frac{4\pi^2 M_c}{T^2},$$

де M_c – приведена маса споруди, T – період власних коливань споруди.

Жорсткісні характеристики відбійних пристроїв, як правило, нелінійні. Якщо використовуються дерев'яні бруси, то жорсткісна характеристика лінійна з коефіцієнтом жорсткості

$$K_{отб} = \frac{E_m A}{t_{\delta}},$$

де E_m – модуль пружності матеріалу брусів, кПа,

A – площа перерізу брусів, m^2 ,

t_{δ} – товщина ділянки брусів від борту до споруди, м.

Коефіцієнт жорсткості борта судна при зіткненні з циліндричними перепонами діаметром 7...15м орієнтовно може бути визначений у МН/м за формулою:

$$K_{суд} = 400\alpha/D,$$

де α – коефіцієнт, що залежить від положення точки контакту стосовно шпангоутів судна.

Жорсткісні характеристики споруди і борту судна приблизно можна вважати лінійними. Жорсткісні характеристики відбійних пристроїв нелінійні. У загальному випадку сумарна жорсткісна характеристика системи судно – відбійний пристрій – споруда виявляється нелінійною. Проте для аналітичного розв'язку, викладеного нижче, корисно апроксимувати її лінійною. Коефіцієнт

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

жорсткості еквівалентної лінійної жорсткості характеристики можна одержати за умови рівності енергій деформації, задаючись очікуваною величиною навантаження P^* :

$$K_{\Sigma} = \frac{P^{*2}}{2 \int_{P=0}^{P^*} P(\delta) d\delta},$$

де $P(\delta)$ – дійсна нелінійна сумарна жорсткісна характеристика.

Приведена методика застосовна для випадку центрального удару, коли швидкість судна направлена по нормалі до поверхні споруди і проходить через центр мас судна і точку контакту. Якщо при центральному ударі суден кінетична енергія судна переходить у потенційну енергію деформування цілком, то при поза центровому ударі – лише частково. Наприклад, якщо удар відбувається поблизу носового краю, то судно виконує складний рух, деформує відбійний пристрій і одночасно повертається навколо нього.

Для випадку поза центрального удару (рис. 15) максимальне навантаження визначається за формулою:

$$P_{\max} = U_0 \sqrt{c_n M_0},$$

$$U_0 = U_{x0} + b U_{y0} + \dot{\varphi}_0 (bL - N)$$

$U_{x0}, U_{y0}, \dot{\varphi}_0$ – складові швидкості центру мас судна уздовж осей x, y та кутова швидкість повороту щодо центру мас,

$b = \text{tg} \alpha$, α – кут між дотичною до борту і діаметраллю площини судна, L та N – значення x та y для точки контакту,

M_0 – узагальнена маса

$$M_0 = \frac{M_y}{bA \left[1 + \frac{B}{bA} \cdot \frac{M_y}{M_x} + \frac{(bL - N)(LA - NB)}{bA} \cdot \frac{M_y}{I_z} \right]},$$

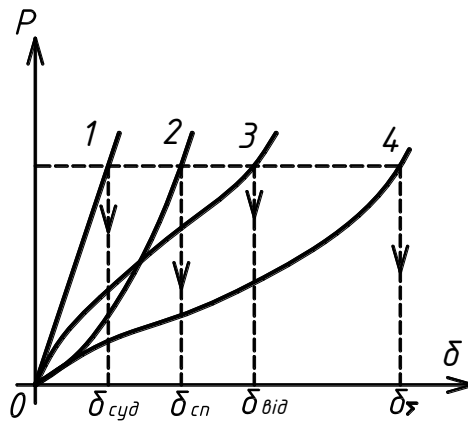
$A = b - \mu$, $B = 1 + b\mu$, $b = \text{tg} \alpha$,

M_x, M_y, I_z – приєднані маси судна,

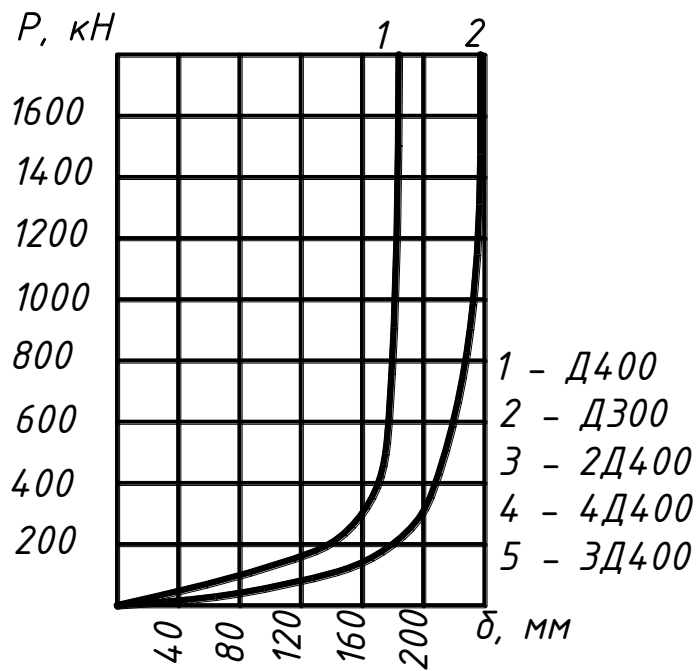
μ – коефіцієнт тертя.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

а)



б)



в)

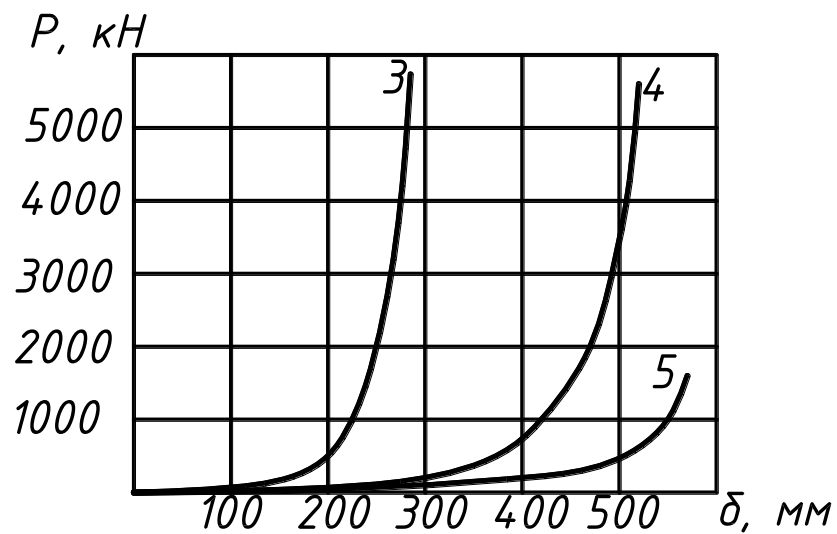


Рисунок 16 – Визначення жорсткісних характеристик: а) – система судно-перешкода (жорсткі сні характеристики борту судна (1), споруди (2), відбійного обладнання (3), сумарний (4)); б) – одиночного відбійного обладнання (1-Д400, 2-Д300); в) – пакетів обладнання (3-2Д400, 4-4Д400, 3-Д300).

Характеристика морського буксира "Артек"

Потужність	2000 л.с.
Довжина	47,3 м
Ширина	10,3 м
Висота борта	6 м
Осадка	4,17 м
Тоннажність	613 т
Швидкість ходу	13,3 вузли
Двигун: дизель 5ГД5СМ	2(1000 л.с.)
Маса	200 т.

Дані характеристики взяті з довідника по будівництву портових гідротехнічних споруд.

Максимальне навантаження від удару судна при центральному ударі $M=200$ т,

$$u_0 = 13,3 \cdot 1852 / 3600 = 6,842 \text{ м/с}, \varphi = 1 \dots 3$$

$$E_c = 200 \cdot 6,482^2 \cdot 1,3 / 2 = 6085,7 \text{ кН.}$$

2. НАВАНТАЖЕННЯ ВІД КРИГИ

Крижане навантаження по характеру взаємодії криги зі спорудою розділяється наступним чином:

- 1) Горизонтальні навантаження від руху крижаних полів.
- 2) Вертикальні навантаження при зміні рівня води від криги, що примерзла.
- 3) Навантаження від дії заторних мас криги.

Для споруд у відкритому морі основну роль відіграють два перших види навантаження.

Горизонтальне навантаження на одиночну опору з вертикальними гранями:

$$F_h = m_1 R_{cn} D h_l K_b,$$

де t_1 – коефіцієнт форми поперечного перерізу опори (для кола та правильного многокутника $t_1=1$, для прямокутника $t_1=1,1$),

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$R_{ст}$ – нормативний опір криги стиску, яке приймається по СНиП,

D – ширина опори на рівні дії криги,

h_l – товщина крижаного поля 1%-ої забезпеченості,

k_b – коефіцієнт, який враховує відмінності дійсного напружено-деформованого стану криги від одномірного, для якого визначене $R_{ст}$, та яке визначається по СНиП в залежності від D/h_l .

Точка прикладення навантаження F_h приймається розташованої нижче розрахованого рівня води на $0,3 h_l$.

Сумарне горизонтальне навантаження на ґрунту опор:

$$F_{h2} = nk_1k_2F_h,$$

де h – кількість опор,

k_1 – коефіцієнт неоднорідності криги,

k_2 – коефіцієнт взаємного впливу опор.

$$k_1 = \frac{1 + \zeta / \sqrt{h}}{1 + \zeta},$$

де ζ – коефіцієнт варіації величини $R_{ст}$, при відсутності експериментальних даних приймають $\zeta=0,2$.

Коефіцієнт k_2 залежить від співвідношень l_0/D та $n_f D/h_l$: $k_2=1$ при $l_0/D \geq 10$,

$$k_2 = \left[1 - \frac{k_b(n_f D / h_l)}{k_b(D / h_l)} \right] \frac{10 - l_0 / D}{9} + 1 \text{ при } 10 > l_0/D > 1,$$

$$k_2 = \frac{k_b(n_f D / h_l)}{k_b(D / h_l)} \text{ при } l_0/D = 1,$$

де під виразом $k_b(x)$ необхідно приймати значення k_b , яке приймається по СНиП при $D/h_l = x$,

n_f – кількість фронтальних опор.

Для торосистих крижаних полів на гідротехнічні споруди вивчено недостатньо. Для приблизних його оцінок необхідно навантаження, які отримані його оцінок необхідно навантаження, які отримані для рівних полів, збільшувати в 1,3 рази (для Чорного та азовських морів).

Вертикальне навантаження на одиночну опору:

$$F_v = k_f R_u h_l^2,$$

де k_f – коефіцієнт, який визначається по СНиП в залежності від D/h_l ;

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

R_u – нормативний опір криги згину, який приймається по СНиП.

При дії криг на групу опор навантаження на окремі опори може розрізнятися, що призводить до виникнення згинального моменту. Сумарне вертикальне навантаження на групу опор та згинальний момент відповідно рівня:

$$F_{v\Sigma} = k_n n F_v,$$

$$M_{v\Sigma} = k_m F_v D / 2,$$

де k_n та k_m – коефіцієнти, які визначаються за довідковим графіком в залежності від діаметра опор D , відстані між їх центрами l та параметра χ :

$$\chi = \sqrt[4]{\frac{12(1 - \nu) \rho_n g}{E_n h_n^3}},$$

де E_n – модуль пружності криги, $E_n = (4-6) \cdot 10^2$ МПа,

ν – коефіцієнт Пуансона, $\nu = 0,3$,

ρ_n – вагова щільність криги,

g – прискорення вільного падіння.

3. РОЗРАХУНОК ТА ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЦЕНТРАЛЬНОЇ КОЛОНИ.

В програмно-обчислювальному комплексі "SCad" було складено розрахункову схему морської бурової платформи. Ця схема була застосована для розрахунку всієї платформи взагалі, а також для дослідження напружено-деформованого стану центральної колони опорної частини платформи в моїй частині проекту.

Дослідивши результати розрахунку та досліджень, які представлені в загальному додатку до проекту можна зробити такі висновки:

– найбільші переміщення біля верху колони, а саме там де до центральної колони кріпиться верхня частина.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Максимальные перемещения центральной колонны от комбинаций, мм, рад*1000						
Наименование	МАХ+			МАХ-		
	Значение	Номер узла	Номер комб.	Значение	Номер узла	Номер комб.
X	219.849	188	8	-9.22488	252	5
Y	243.967	187	7	-59.0245	192	1
Z	3.22519	1334	8	-45.331	190	7
Ux	4.00885	190	25	-4.9532	189	7
Uy	2.40022	299	8	-.74194	299	5
Uz	.601834	192	18	-.923604	1304	7

– найбільші зусилля і напруження виникають так само біля верху колони.

Максимальные усилия элементов расчетной схемы, т, м								
Наименование	МАХ+				МАХ-			
	Значение	Номер эл-та	Номер сечения	Номер комб.	Значение	Номер эл-та	Номер сечения	Номер комб.
N	1016.64	5281	3	8	-1744.67	3113	1	8
Mk	82.0585	482	3	25	-62.6043	5083	3	1
Mu	805.504	245	1	8	-822.649	242	1	20
Qz	342.806	242	3	20	-352.954	1362	3	8
Mz	400.721	4424	3	7	-400.086	249	1	23
Qu	208.126	246	3	25	-220.449	249	3	7
NX	3594.37	2525	1	8	-5537.83	3335	1	8
NY	3240.21	2304	1	8	-6735.36	4860	1	8
TXU	3493.5	4906	1	7	-3112.85	2576	1	7
MX	.001647	1335	1	8	-.001214	1317	1	6
MU	.001154	4889	1	25	-.001374	4885	1	8
MXU	.000678	4889	1	6	-.000612	4858	1	8

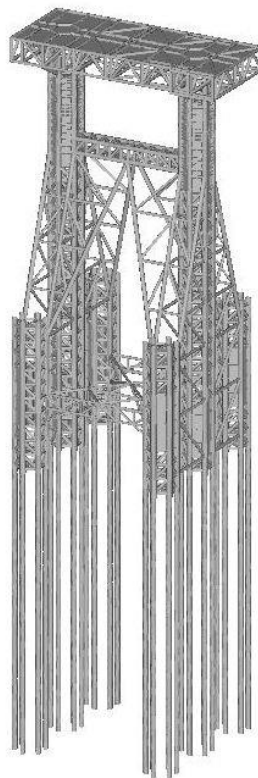
						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Максимальные усилия элементов расчетной схемы, т, м								
Наименование	МАХ+				МАХ-			
	Значение	Номер эл-та	Номер сече- ния	Номер комб.	Значение	Номер эл-та	Номер сече- ния	Номер комб.
QX	.007459	2265	1	7	-.007462	2268	1	7
QY	.01199	2251	1	25	-.012879	2268	1	7
RZ	0.	5387	1	25	0.	5387	1	25

Отже найбільш небезпечною ділянкою центральної колони являється її верх.

4. МОДАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПЛАТФОРМИ.

Метою даного дослідження є визначення впливу ряду важливих факторів на динамічний розрахунок морської глибоководної платформи. До цих факторів відноситься піддатливість пальової основи та вплив водного середовища, а саме "внутрішньої води" та витісненої спорудою води, яка при розрахунку замінюється приєднаними масами.



						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Рисунок 17 – Дискретна модель платформи.

Палі, що закріплюють опорні блоки до ґрунтової основи, виконані зі сталевих струб $\varnothing 1220 \times 26$ мм, а внутрішня їх порожнина забетонована, заглиблюються на глибину 70 м.

Для проведення даного дослідження в інформаційному середовищі програмно-обчислювального комплексу "SCad" були розроблені наступні дискретні моделі:

- дискретна модель із врахуванням піддатливості пальнової основи та імітацію дії ґрунту через пружні в'язі (так звана "піддатлива" модель);
- дискретна модель без врахування піддатливості пальнової основи ("жорстка" модель).

В жорсткій моделі палі були відкинуті, а платформа вважається такою, що жорстко прикріплена до абсолютно-нерухомого диску.

Для моделювання платформи використовувались стандартні просторові стержневі скінченні елементи, а також прямокутні та трикутні скінченні елементи оболонки.

Для піддатливих дискретних моделей взаємодія основи та пального фундаменту реалізована з використанням скінчених елементів, що моделюють пружний зв'язок між вузлами, за методикою, розробленою на кафедрах металевих та дерев'яних конструкцій, основ і фундаментів та будівельної механіки Київського національного університету будівництва і архітектури. Реакція пружної ґрунтової основи від зовнішніх навантажень замінювалася системою безрозмірних зосереджених пружно-піддатливих в'язей, що дискретно моделюють опір ґрунту лінійним переміщенням палі і її закрученню навколо поздовжньої осі. Дані в'язі утворюють спеціальні безрозмірні пружно-піддатливі опорні елементи, які з'єднують вузли стержневої скінченноелементної моделі палі з нерухомим абсолютно твердим опорним диском. Обчислення відповідних жорсткісних параметрів даних в'язей проводилось на основі геометричних параметрів ділянок, на які розбивалася паля, та визначених на основі польових та лабораторних випробувань ґрунту пружних параметрів ділянок k_t і k_n , що характеризують пружний опір ґрунту зсувним переміщенням вздовж і навколо поздовжньої осі та переміщенням вздовж поперечних осей палі відповідно. Умови розбиття тіла палі на ділянки диктувалися шаруватою неоднорідною структурою реального масиву ґрунту, а також потребою забезпечення практичної точності дискретного моделювання пального фундаменту моделей.

Паралельно з дослідженням впливу піддатливості пальнової основи на розрахунок платформи було досліджено вплив врахування приєднаної маси водного середовища у вигляді додаткових розподілених вузлових інерційних мас. При цьому були допущені такі припущення:

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

- коливання системи «споруда – водне середовище» передбачаються малими, через що рівняння коливань конструкції та механіки рідини можливо лінеаризувати;
- рідина вважається ідеальною, часто – нестискаємою;
- при визначенні приєднаних мас водного середовища поверхневі хвилі не враховуються;
- допускається при розрахунку системи «споруда - водне середовище» врахування піддатливості основи.

Визначення приєднаної маси водного середовища проводилось шляхом додавання до маси конструкції приєднаної маси рідини M , що входить до маси рідини M_0 , витісненої зануреною частиною конструкції: $M = \xi \cdot M_0$.

Оскільки при динамічному розрахунку даних дискретних моделей платформи відбуваються коливання пакетів стержнів, визначення коефіцієнту ξ проводилось за графіком $\xi = f(d/t)$

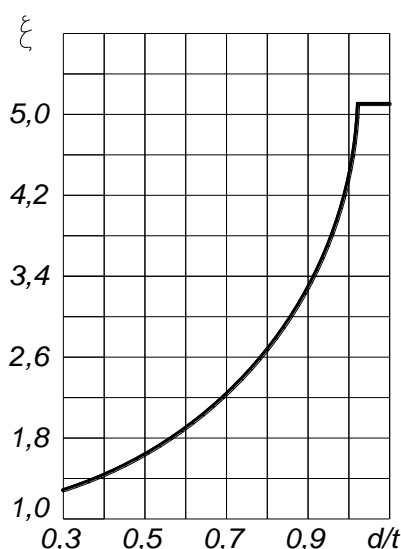


Рисунок 2 – Коефіцієнт ξ для визначення приєднаної маси рідини при коливанні пакетів стержнів.

В результаті проведення модального аналізу дискретних моделей платформи отримані значення періодів перших 6 власних форм коливань

Значення періодів (Т, с) перших десяти власних форм коливань дискретних моделей

	“Жорстка модель”	“Піддатлива” модель

№ форми	Лише конструкція	Конструкція+ +"внутрішня вода"+ приєднана маса	Конструкція+ +"внутрішня вода"	Конструкція+ +приєднана маса	Лише конструкція	Конструкція+ +"внутрішня вода"+ приєднана маса	Конструкція+ +"внутрішня вода"	Конструкція+ +приєднана маса
1	2,65	2,92	2,67	2,91	2,89	3,79	2,9	3,77
2	2,35	2,80	2,37	2,79	2,81	3,29	2,83	3,27
3	2,02	2,21	2,03	2,2	2,19	2,66	2,2	2,65
4	0,7	1,28	0,68	1,27	0,93	1,81	0,79	1,79
5	0,65	1,13	0,64	1,11	0,8	1,56	0,83	1,55
6	0,61	1,09	0,58	1,08	0,76	1,44	0,79	1,43

Результати даних досліджень свідчать про те, що врахування вказаних факторів (врахування піддатливості пальової основи, врахування водного середовища при виконанні динамічного розрахунку споруди - приєднана маса води) на динамічні показники і, відповідно, на НДС елементів конструкції дуже впливає, оскільки лише врахування піддатливості палей збільшує періоди коливання платформи середньому на 30%.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Список літератури

1. Пономарев В.А. «Архитектурное конструирование». -М.: 2008.
2. Нілов О.О., Нілов Т.О. «Металеві конструкції, 2 видання Навчальний посібник», Київ – 2013.
3. Білик А.С. «Проектування багатоповерхових будівель зі сталевим каркасом». Методичні рекомендації до практичних занять з дисципліни цільової підготовки для студентів спеціальності —Промислове і цивільне будівництво|| та —Архітектура будівель і споруд||, Київ-2020
4. Є.М. Бабич «Методичні вказівки до проведення практичних занять з дисципліни «Будівельні конструкції» розділ «Металеві конструкції»», Рівне:НУВГП, 2009.
5. Далматов Б. І. „Механіка ґрунтів, основи та фундаменти||. – 2-ге видання. – Л.: Будвидавництво, 1988
6. М.В.Корнієнко«Основи і фундаменти.Навчальний посібник .-К.:КНУБА», Київ-2009.
7. Бойко і.П «Основи і фундаменти. Методичні вказівки до виконання курсової роботи(проекту)», Київ 2007.
8. Вільсон О. Г. «Охорона праці та навколишньогоесередовища». Методичні вказівки, К., - 1994 р.
9. Лубенець В.Г. Проектування організації будівництва промислових та цивільних будівель і споруд: навч. посібник для студ. вищ. навч. закладів / В.Г. Лубенець, О.О. Демидова. – Київ: КНУБА, 2007.
- 10.Єдині норми і розцінки на будівельні, монтажні та ремонтно-будівельні роботи (Збірник – Е1, Е2-1, Е3, Е5-1, Е7, Е19, Е20-1).
- 11.ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об’єктів будівництва. Загальні вимоги».
- 12.ДСТУ-Н Б В.1.2-13:2008 «Основи проектування конструкцій»
- 13.ДБН В.2.2-9:2018 Громадські будівлі та споруди. Основні положення.
- 14.ДБН В.2.2-40:2018 Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення.
- 15.ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції. Норми проектування»
- 16.ДСТУ Б А.2.4-13:2009 Умовні графічні зображення та умовні позначки в документації з інженерно-геологічних вишукувань.
- 17.ДБН В.2.6-31-2016. Теплова ізоляція будівель.
- 18.ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія.
- 19.ДБН В.1.2-22006 Навантаження і впливи. Норми проектування - Київ: МІНБУД України. 2006р.
- 20.ДБН В.2.6-163:2010. Сталеві конструкції норми проектування, виготовлення і монтажу
- 21.ДБН В.1.2-142018 Загальні принципи забезпечення надійності
- 22.ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об’єктів будівництва. Загальні вимоги».

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

