

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Будівельний факультет

(факультет)

Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій

(назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЮ ВИЩОЇ ОСВІТИ магістр
(бакалавр, магістр)

на тему:

Інженерна споруда

Візіренко Даніл Олексійович

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача повністю)

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Будівельний факультет
(факультет)

Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій
(назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олександр ЖУРАВСЬКИЙ

“___” _____ 2024 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЮ ВИЩОЇ ОСВІТИ магістр
(бакалавр, магістр)

Інженерна споруда

(назва)

Я як здобувач вищої освіти КНУБА розумію і підтримую політику закладу з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) незгоду допомогу під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Здобувач: Даніл ВІЗІРЕНКО

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(спеціальність)

Група ПЦБМ-23-ЗБК

Керівник: Віра КОЛЯКОВА, к.т.н., доцент

(вчене звання, науковий ступінь)

Рецензент Віктор НОСЕНКО к.т.н., доцент

(прізвище та ініціали)

Ідентичність підтверджую

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: Будівельний

Випускова кафедра: Залізобетонних та кам'яних конструкцій

Ступінь вищої освіти: магістр

Спеціальність: 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Освітня програма: Промислове та цивільне будівництво

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олександр ЖУРАВСЬКИЙ

“ ___ ” _____ 2024 року

**З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ МАГІСТР**

Візіренко Даніл Олексійович

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача)

1. Тема роботи Інженерна споруда

затверджена наказом ректора КНУБА № _____ від « _____ » _____ 20__ року

2. Керівник роботи

Колякова Віра Маркусівна, к.т.н., доцент.

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

3. Термін подання здобувачем роботи до захисту _____

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

P.1. Архітектурно-планувальні рішення. Опис району будівництва, основних характеристик будівлі, несучих конструкцій.

P.2.1. Залізобетонні конструкції. Збір навантажень на каркас, розрахунок несучих конструкцій будівлі: плити, стіни, розрахунок армування.

P.2.2. Основи і фундаменти. Аналіз ґрунтових умов, визначення навантажень, проектування монолітної фундаментної плити, розрахунок осідання.

P.3. Технологія та організація будівельного виробництва. Розробка технологічної карти, визначення основних машин і механізмів, техніко-економічні показники, визначення об'ємів будівництва.

P.4. Економіка будівництва. Розрахунок кошторисної вартості будівництва.

P.5. Науково-дослідна частина: Вплив корозії на залізобетонні конструкції, захист та наслідки.

5. Графічний матеріал за розділами:

P.1. Фасад, плани та перерізи будівлі.

P.2.1. Креслення основних несучих конструкцій. Специфікації матеріалів.

P.2.2. Посадка фундаментів на інженерно-геологічний розріз. Принципова конструкція фундаменту. Специфікації витрат матеріалів.

P.3. Технологічна карта, будівельний генеральний план, календарний графік виконання робіт, заходи з охорони праці і навколишнього середовища.

P.4. 3-д модель будівлі, розрахункова модель, Ізополя переміщень, мозаїки арматури, таблиця порівняння економії вартості матеріалів та графіки до неї.

6. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		дата	підпис
Розділ 1. АР	Гетун Г.В., к.т.н., професор	17.10.24	
Розділ 2.1 ЗБК/МДК	Колякова В.М., к.т.н., доцент	27.10.24	
Розділ 2.2 ОіФ	Кашоїда О.О., доцент	04.11.24	
Розділ 3. ТБВ/ОУБ	Шпакова Г.В., д.е.н., професор	23.11.24	
Розділ 4. НДЧ	Колякова В.М., к.т.н., доцент	27.11.24	
Розділ 5. ЕБ	Рудь К.М., к.е.н., доцент	29.11.24	

7. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання	
Розділ 1. Архітектурно-планувальні рішення	08.10.24	
Розділ 2. Конструктивні рішення:	2.1. ЗБК/МДК	12.10.24
	2.2. ОіФ	25.10.24
Розділ 3. Технологія та організація будівельного виробництва	05.11.24	
Розділ 4. Науково-дослідна частина	10.11.24	
Розділ 5. Економіка будівництва	16.11.24	
Остаточне оформлення роботи	24.11.12	
Перевірка роботи для перевірки на плагіат		
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі		
Направлення роботи на рецензування		

8. Дата видачі завдання _____

Керівник

_____ (підпис)

Віра КОЛЯКОВА

Здобувач

_____ (підпис)

Даніл ВІЗІРЕНКО

Зміст

Вступ.....	1
1. Архітектурно-планувальні рішення.....	2
2. Будівельні конструкції.....	5
2.1. Залізобетонні конструкції.....	6
2.2. Основи і фундаменти	27
3. Технологія і організація будівництва.....	44
3.1. Технологічна карта на монтаж фундаменту.....	47
3.2. Календарний графік будівництва.....	61
4. Охорона праці та навколишнього середовища.....	62
5. Економіка будівництва.....	72
6. Науково – дослідна частина.....	81
7. Список літератури.....	102

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступень вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступень вищої освіти «магістр»	Арк.
<i>Зм</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Вступ

Інженерні споруди є основою розвитку сучасної інфраструктури, забезпечуючи необхідну підтримку різним сферам промисловості та економіки для підтримання виробничих процесів і забезпечення сталого розвитку. Однією з важливих споруд є залізобетонні резервуари, які знаходять широке застосування у водопостачанні, очисних спорудах, сільському господарстві та промислових процесах.

З розвитком технологій та підвищенням вимог до ефективного використання природних ресурсів, проектування і будівництво сучасних резервуарів набуває дедалі більшого значення. Залізобетон є одним з найбільш підходящим та надійних матеріалів для таких споруд, оскільки він має високі механічні властивості, довговічність та здатність витримувати великі навантаження.

Споруда призначена для зберігання та обробки рідин, зокрема води, з можливістю використання в таких галузях, як виробництво паперу, де важливим є процес очищення і повторного використання водних ресурсів.

Дослідження спрямоване на розробку оптимальних конструктивних рішень і матеріалів, які дозволять створити резервуар, що відповідатиме сучасним стандартам і продуктивно функціонуватиме в різних виробничих умовах.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		1

АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ

Консультант _____ / Галина ГЕТУН /

Здобувач _____ / Даніл ВІЗІРЕНКО /

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

1.1. Вихідні дані

- Район будівництва – м. Малин.
- Кліматична зона будівництва – І.
- Основні кліматичні дані:
 - ❖ Середня температура січня - $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 - ❖ Середня температура липня - $+18,5\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 - ❖ Середньорічна температура - $+7\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 - ❖ Середньорічна швидкість вітру – $10,5\text{ м/с}$;
 - ❖ Середньорічна вологість повітря – 85% ;
 - ❖ Середньорічна кількість опадів – 550 мм .
- Згідно фізико-географічної карти України, ділянка будівництва відноситься до Зони широколистяних лісів, Західно-Українського краю, розташовуючись в межах Західнополіської височини.
За умовну відмітку $+0,000$ прийнято рівень верху фундаментної плити, що відповідає абсолютній відмітці $+147$.
- Інженерно-геологічні умови:
 - ❖ Ґрунтові особливості – пошаровий перелік: 1 шар – ґрунтово-рослинний; 2 шар – пісок середньозернистий; 3 шар – Жорствяний ґрунт з уламків граніту, середньої щільності; 4 шар – граніт сильно вивітрілий, тріщинуватий, сірий.
- Граничні допустимі глибини залягання ґрунтових вод, які мають бути забезпечені на територіях міст та селищ після впровадження заходів інженерного захисту від підтоплення, встановлюються в межах від $0,5$ до $2,0$ метрів залежно від типу та призначення територій (відповідно до таблиці 1 ДБН В.1.1-25). При цьому враховується висота капілярного підняття найвологішого шару ґрунту, яка не повинна перевищувати $0,5$ метра, і за умови відсутності на території карстових явищ (Додаток В ДБН В.1.1-25).
- Глибина промерзання ґрунту – згідно ДБН В.2.1-10:2018 (П. 7.5.2; п. 7.5.3) глибина промерзання складає $0,8\text{ м}$.
- Ступінь вогнестійкості будівлі – II (табл.1 ДБН В.1.1-7:2016) [1]
- Клас наслідків (відповідальності) – СС-2 (п. 5.1.5, табл. 1, ДБН В.1.2-14:2018). [2]

1.2. Архітектурно-планувальні рішення

Резервуар технічної води [3] для власних потреб ємністю 1000 м^3 – наземна споруда прямокутної форми у плані з габаритними розмірами $17,50 \times 9,0\text{ м}$ висотою $9,0\text{ м}$.

Споруда розділена внутрішньою стіною на дві ємності (500 м^3 кожна) з внутрішніми розмірами $8,0 \times 8,0\text{ м}$.

1.3. Конструктивне рішення.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

Конструктивна система споруди – монолітні з.б. несучі стіни.

В ємностях передбачені приямки, люки виходу на покрівлю та металеві драбини, зовнішніми та внутрішніми для технологічного обслуговування. Покрівля пласка, утеплена з організованим зовнішнім водовідведенням та обладнана металевою огорожею. Для виходу на покрівлю передбачена металева драбина.

Фундаментна плита (днище), зовнішні та внутрішні та перекриття – монолітні з.б. товщиною 500 мм.

1.4. Протипожежні та охоронні заходи

Відповідно до ДБН В.2.5-64:2012 [2], у будівлі не передбачено встановлення системи внутрішнього водяного пожежогасіння. Для прокладання труб із полімерних матеріалів через стіни та перекриття передбачено використання прохідних вогнезахисних гільз, відповідно до п. 4 ДБН В.1.1-7.

Проект розроблено відповідно до чинних норм і правил, що забезпечує пожежну безпеку експлуатації обладнання на об'єкті.

Система пожежної сигналізації, керування евакуацією та пожежного спостереження проєктована на основі будівельної документації.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

**КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ:
ЗАЛІЗОБЕТОННІ КОНСТРУКЦІЇ**

Консультант _____ / Віра КОЛЯКОВА /

Здобувач _____ / Даніл ВІЗІРЕНКО /

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

2.1.1. Дані для проектування

- Розміри будівлі (в плані) – 17,5х9,0 м.
- Стіни – монолітні з.б.
- Клас робочої повздожньої арматури:
 - ❖ плита перекриття – А400С;
- Клас бетону:
 - ❖ плита перекриття – С20/25;
- Місце будівництва – м. Малин.

2.1.2. Розрахунково-конструктивний розділ

Конструктивні характеристики плити перекриття, стін

Товщина – 500 мм;

Матеріал – клас бетону С20/25[5], клас арматури А400С

Розрахункова модель будівлі зображена на рис. 1.

Резервуар розраховано за допомогою ПК «SCAD office» версія 21.1.9.9

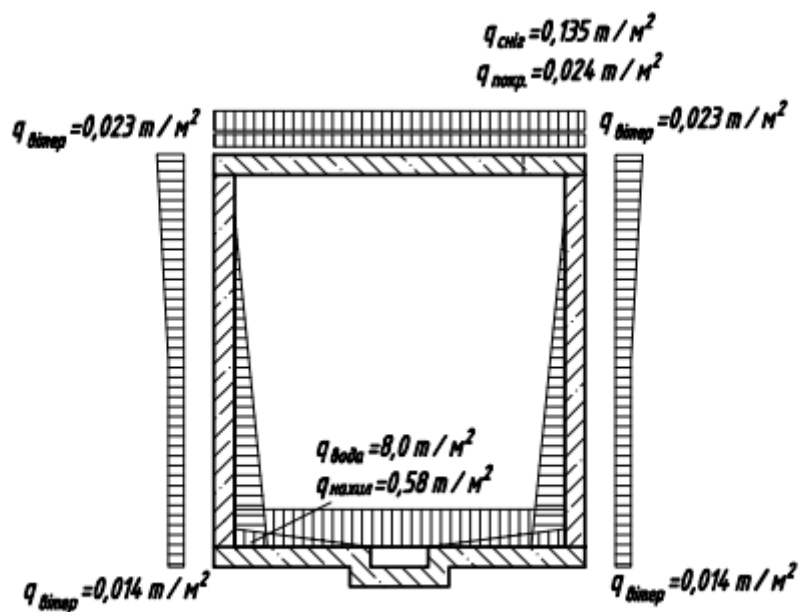


Рис. 2 – Схема навантажень

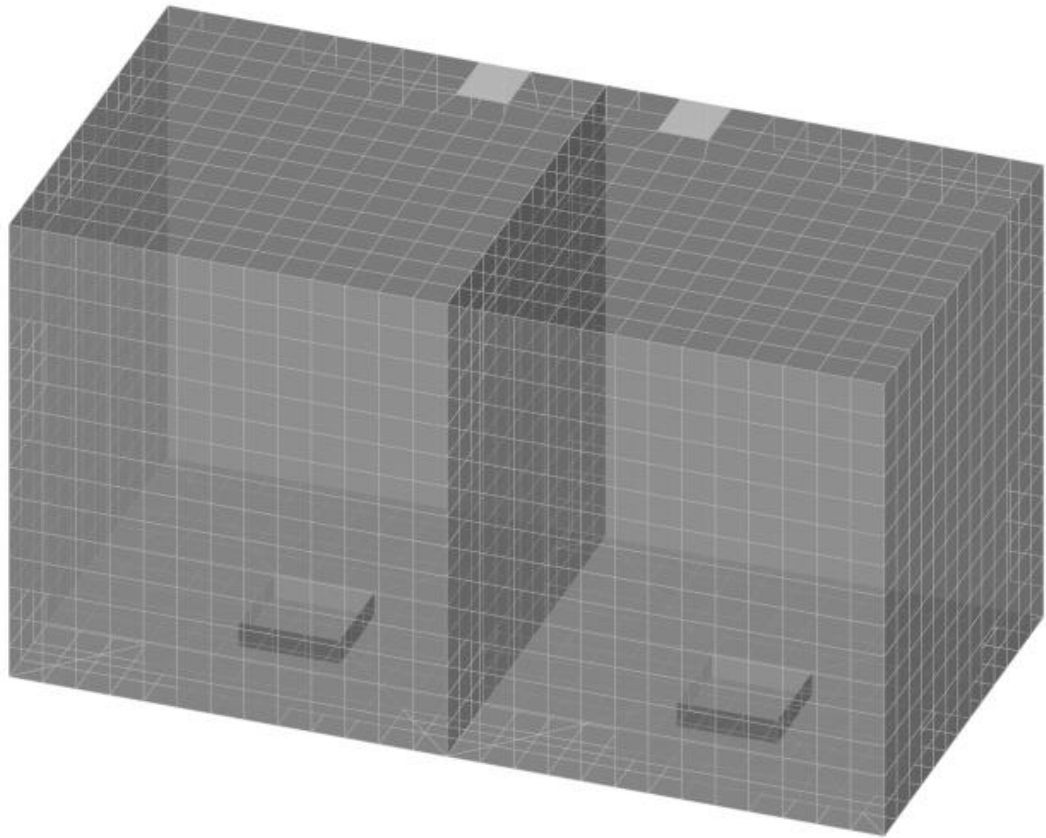


Рис. 2.1. – Просторова модель резервуарів

**2.1.3. Виконання статичного розрахунку за допомогою
ПК «SCAD office» версія 21.1.9.9**

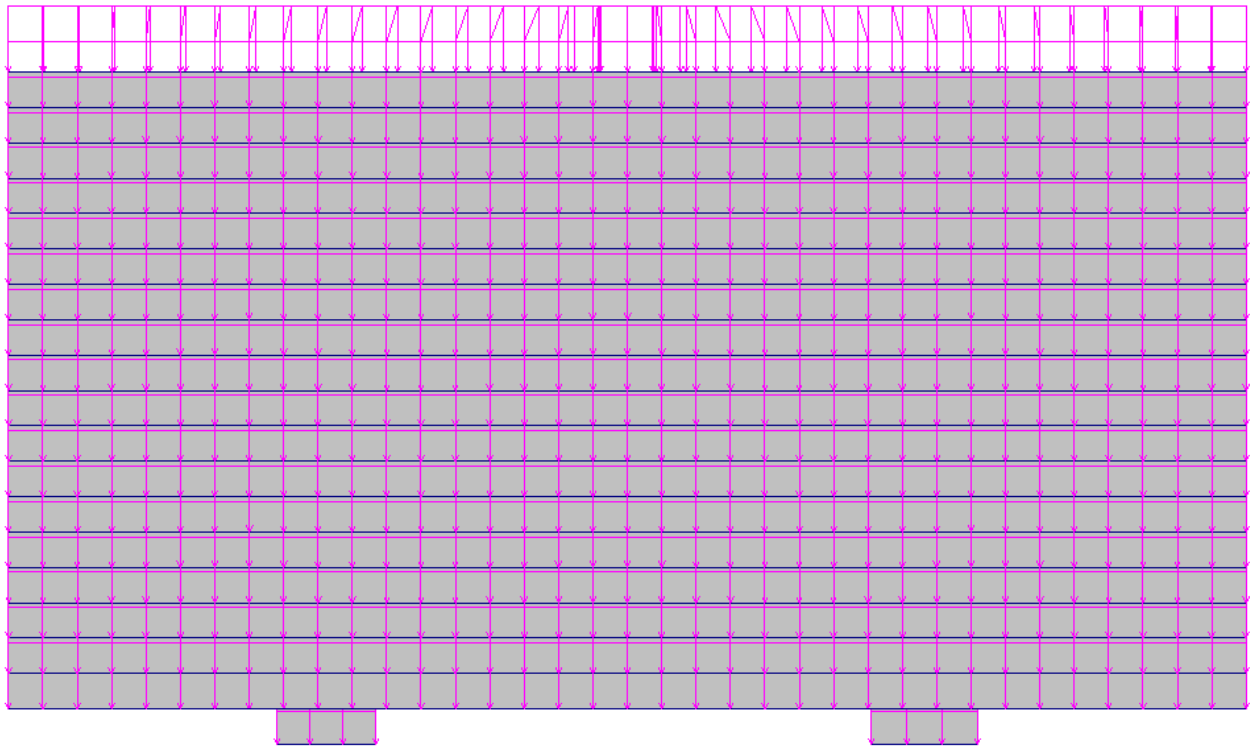


Рис. 2.2. – Навантаження від власної ваги

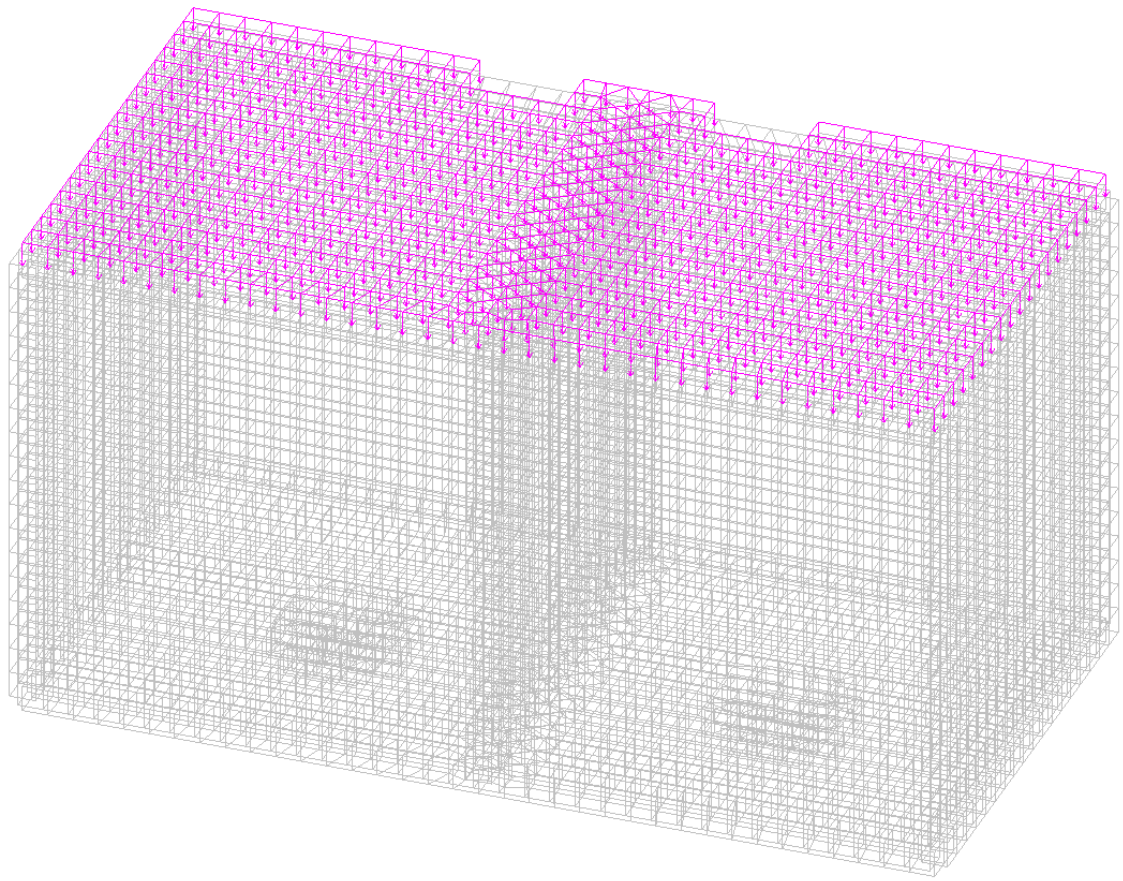


Рис. 2.3 – Навантаження від покриття

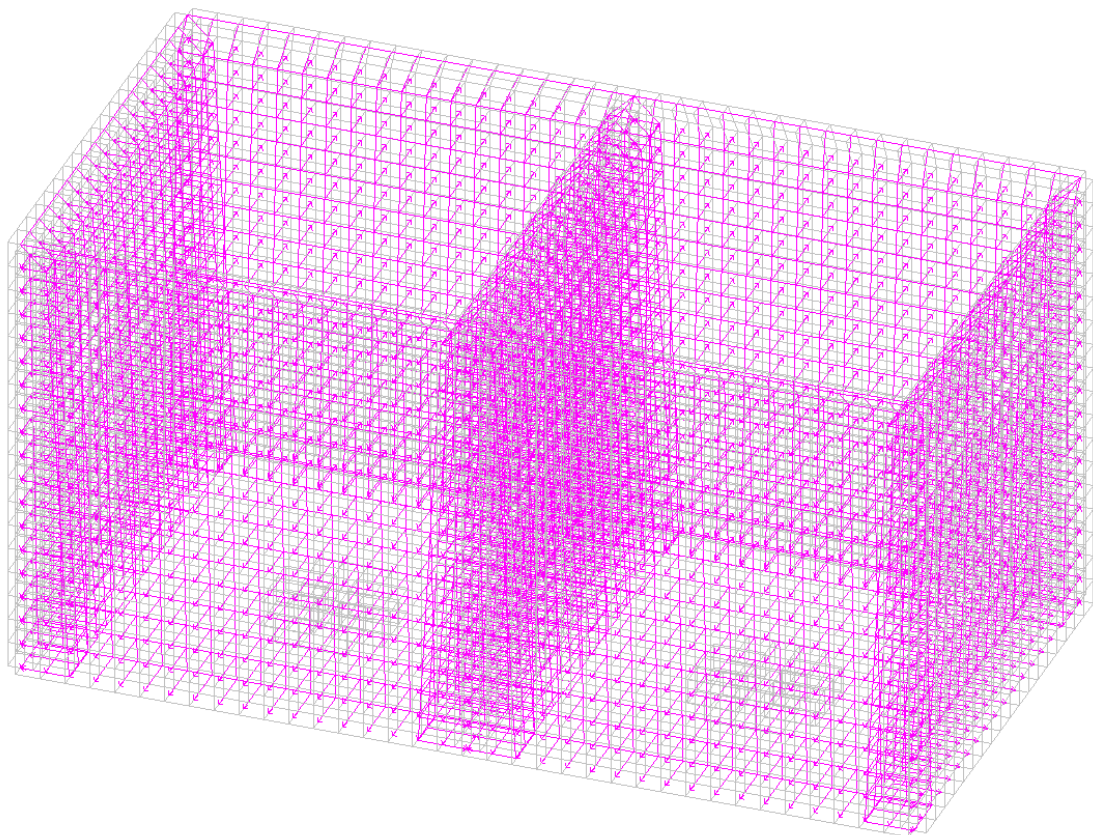


Рис. 2.4 – Навантаження від тиску води

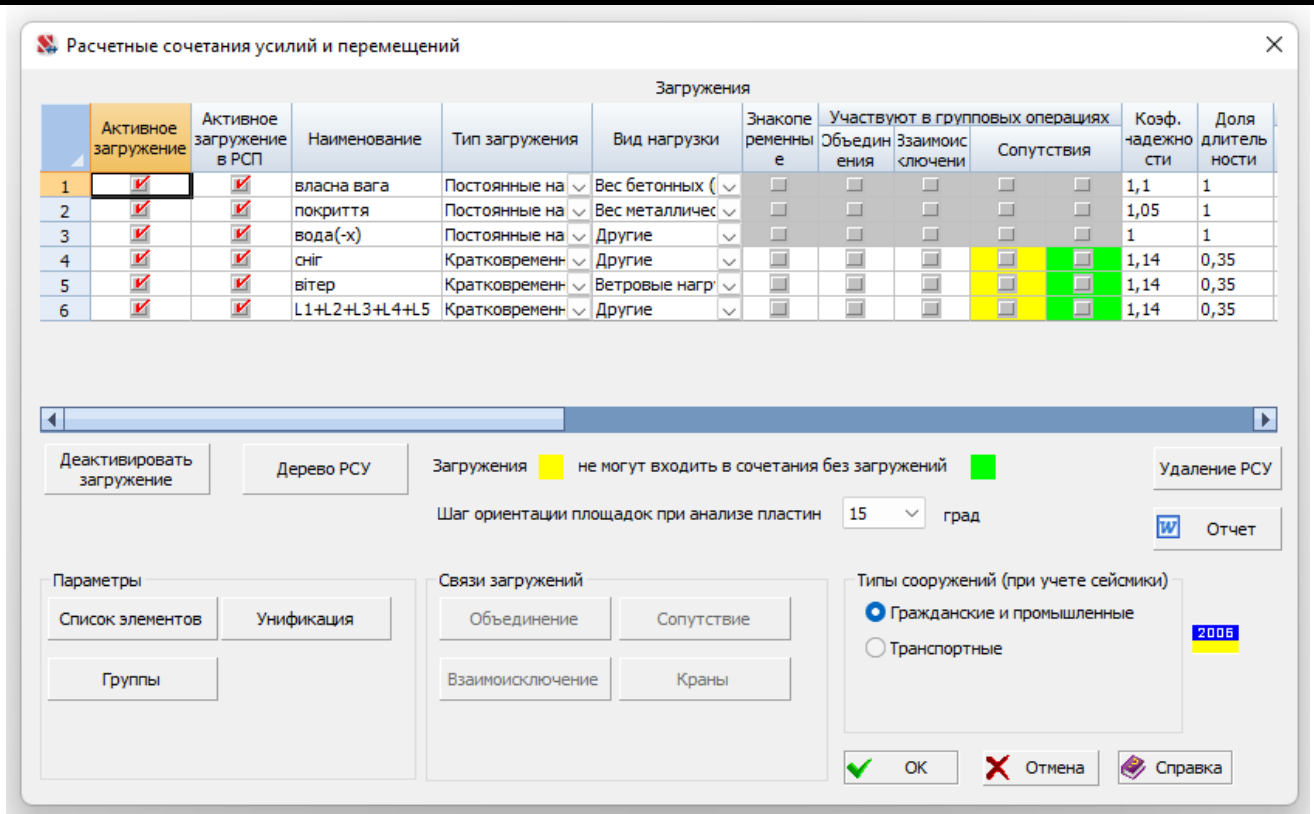


Рис. 2.5. – Значення таблиці РСН

2.1.4. Аналіз розрахунків

M_x			
кН/м/м	кН/м/м		
-917,199	-830,889	4	
-830,889	-744,578	4	
-744,578	-658,268	4	
-658,268	-571,957	4	
-571,957	-485,647	4	
-485,647	-399,336	10	
-399,336	-313,026	32	
-313,026	-226,715	102	
-226,715	-140,405	203	
-140,405	-54,094	435	
-54,094	32,216	2888	
32,216	118,527	843	
118,527	204,837	182	
204,837	291,148	44	
291,148	377,458	10	
377,458	463,769	2	

Шкала фрагмента

Закрити

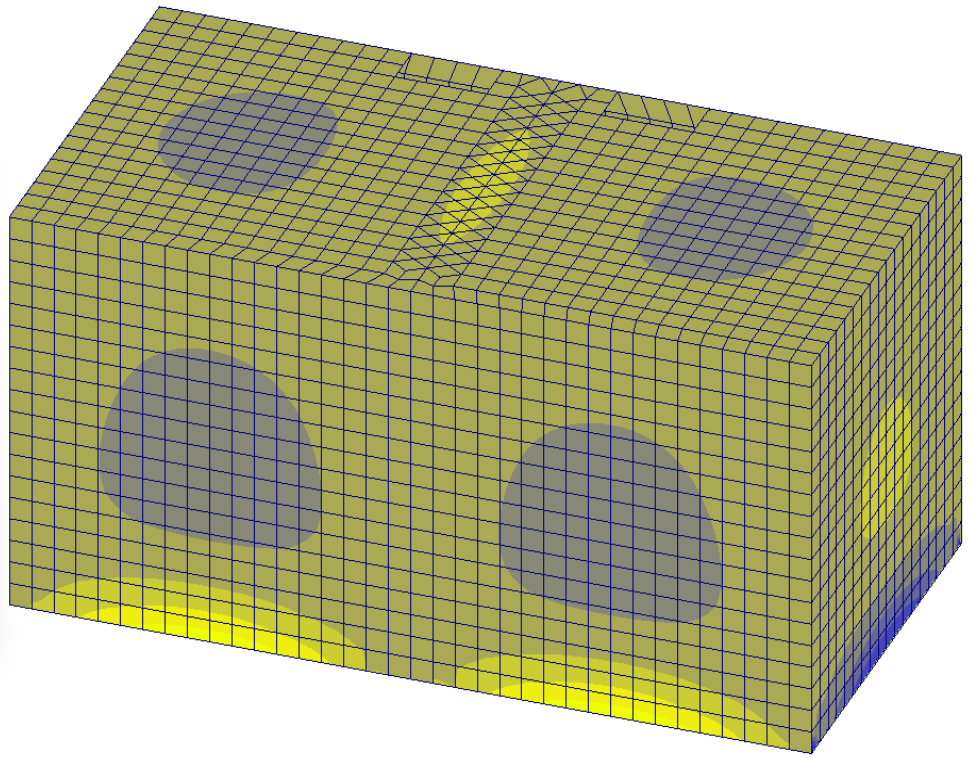


Рис. 2.6. – Ізополя напружень по M_x

M_y			
кН/м/м	кН/м/м		
-930,885	-855,675	8	
-855,675	-780,465	8	
-780,465	-705,255	8	
-705,255	-630,046	8	
-630,046	-554,836	8	
-554,836	-479,626	8	
-479,626	-404,417	8	
-404,417	-329,207	8	
-329,207	-253,997	32	
-253,997	-178,787	60	
-178,787	-103,578	182	
-103,578	-28,368	886	
-28,368	46,842	2859	
46,842	122,052	665	
122,052	197,261	130	
197,261	272,471	18	

Шкала фрагмента

Закрити

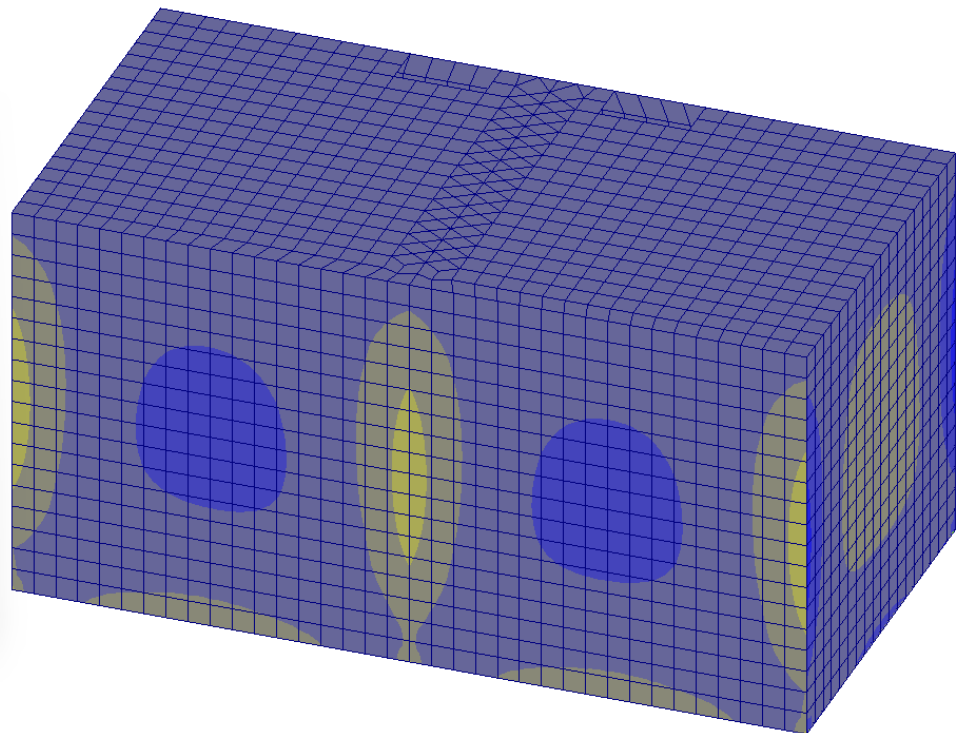


Рис. 2.7. – Ізополя напружень по M_y

Перемещения			
X			
	мм	мм	
✓	-1.037	-0.907	32
✓	-0.907	-0.778	48
✓	-0.778	-0.648	58
✓	-0.648	-0.518	66
✓	-0.518	-0.389	70
✓	-0.389	-0.259	84
✓	-0.259	-0.129	108
✓	-0.129	2.317e-004	2080
✓	2.317e-004	0.13	1586
✓	0.13	0.259	108
✓	0.259	0.389	84
✓	0.389	0.519	68
✓	0.519	0.648	68
✓	0.648	0.778	58
✓	0.778	0.908	48
✓	0.908	1.037	32

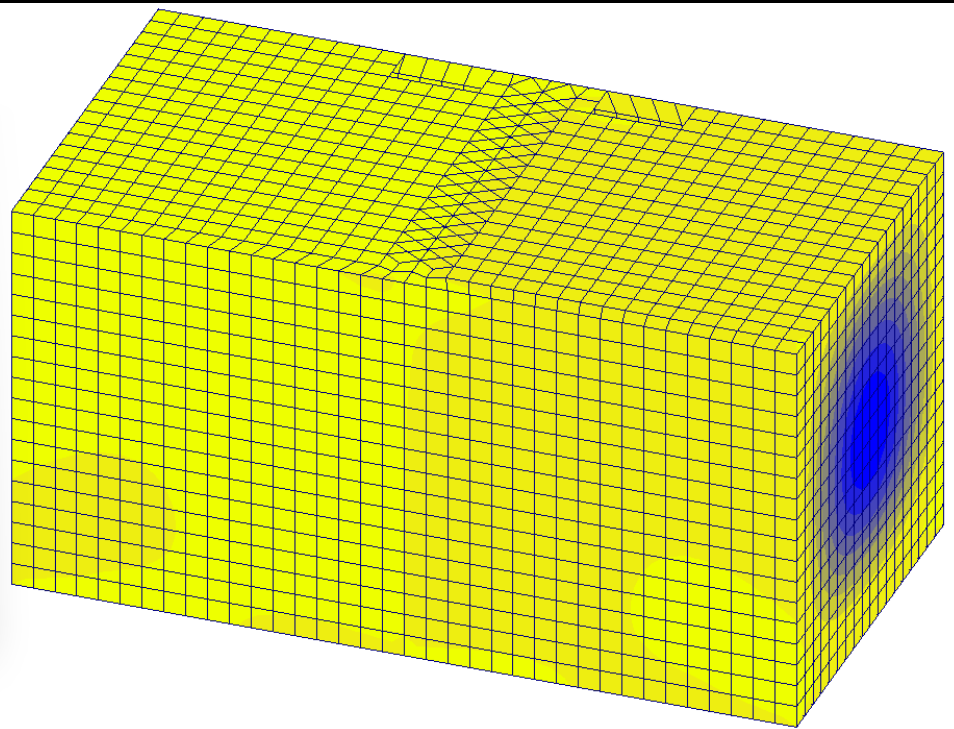


Рис. 2.8. – Ізополя переміщень по X

Перемещения			
Y			
	мм	мм	
✓	-0.973	-0.851	62
✓	-0.851	-0.729	94
✓	-0.729	-0.607	110
✓	-0.607	-0.485	136
✓	-0.485	-0.363	144
✓	-0.363	-0.241	175
✓	-0.241	-0.119	209
✓	-0.119	0.003	2132
✓	0.003	0.125	1244
✓	0.125	0.247	209
✓	0.247	0.369	174
✓	0.369	0.491	141
✓	0.491	0.613	134
✓	0.613	0.735	105
✓	0.735	0.857	95
✓	0.857	0.979	61

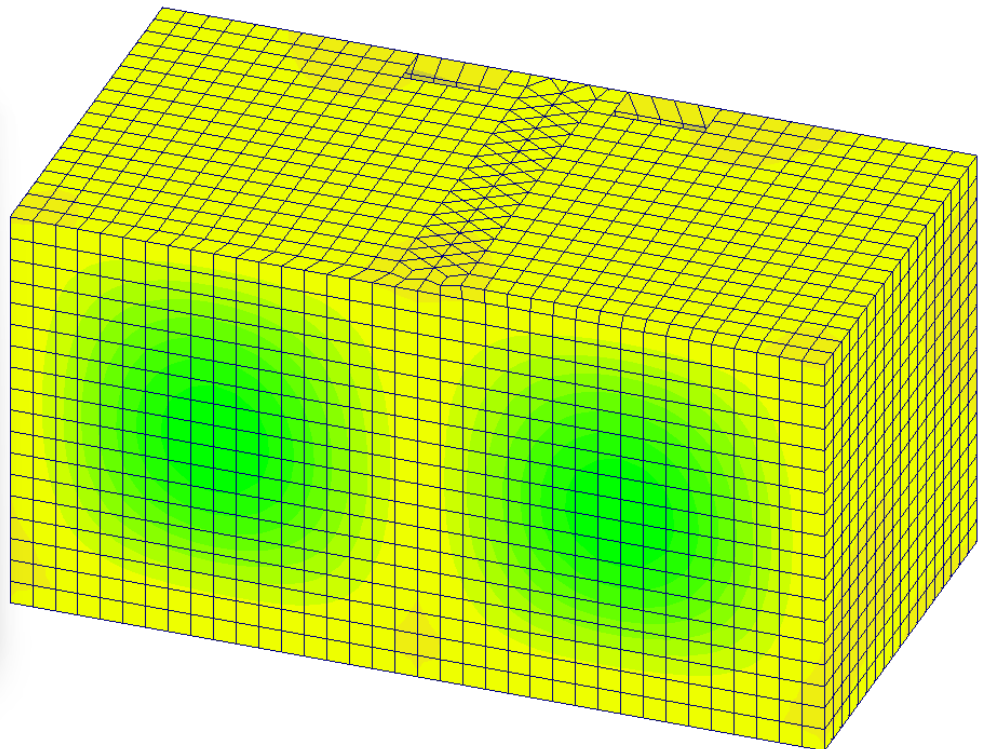


Рис. 2.9. – Ізополя переміщень по Y

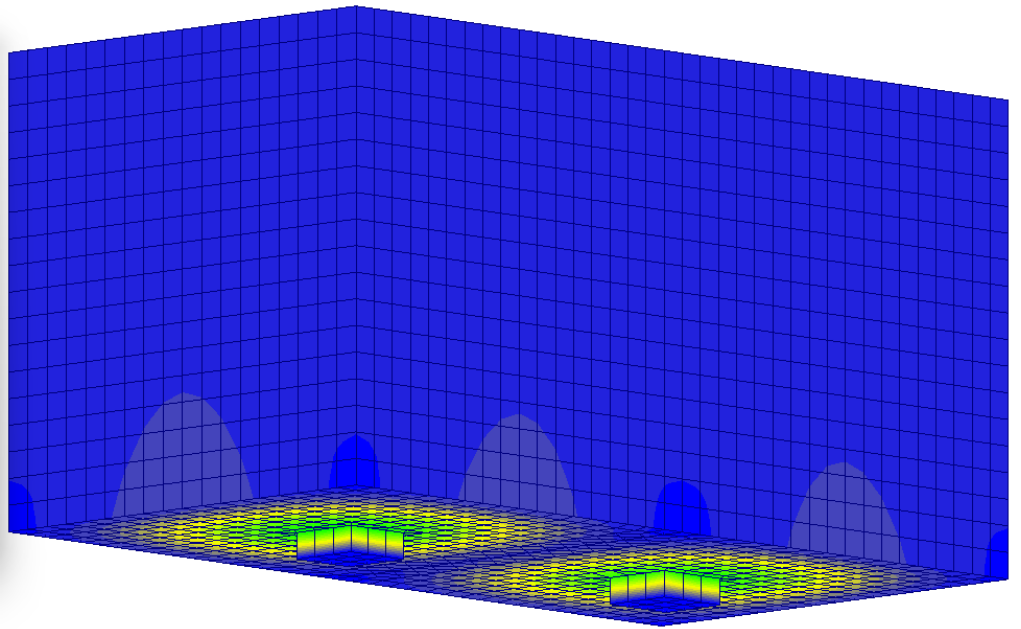
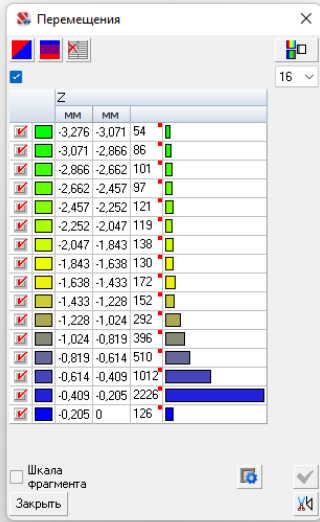


Рис. 2.10. – Ізополя переміщень по Z

Максимальний момент по верхній грані $M_{max1} = -917,19$ кНм

Максимальний момент по нижній грані $M_{max2} = 377,45$ кНм

Граничний прогин максимального прольоту плити:

$$\left(\frac{l}{250}\right) = \frac{9000}{250} = 36 \text{ мм,}$$

де $l = 9000$ мм;

З розрахунку за програмним комплексом максимальний прогин

$$z = 3,27 \text{ мм} = 0,327 \text{ см,}$$

Тоді $36 \text{ мм} > 0,327 \text{ мм,}$

Отже умова перевірки плити за жорсткістю виконується.

ЗМ	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»

2.1.5. Варіанти армування за отриманими даними

Клас бетону використаний для конструкції – С20/25

Для армування було прийнято рішення використати наступну арматуру:

Повздовжня арматура - А400 С.

Поперечна арматура – А240 С.

Ц.т. арматури: $a_1 = 50$ мм, $a_2 = 50$ мм, $a_3 = 70$ мм, $a_4 = 70$ мм,

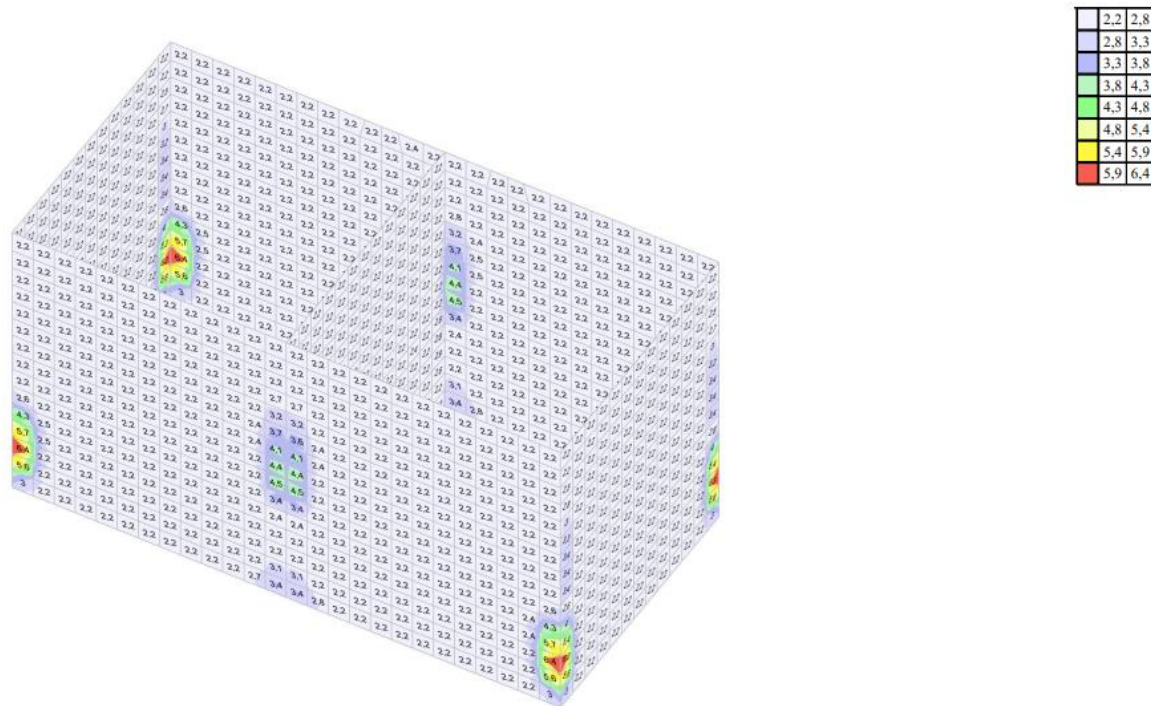


Рис. 2.11. – Інтенсивність S_1 по осі x (нижня грань, $\text{см}^2/\text{м}$) (стіни)

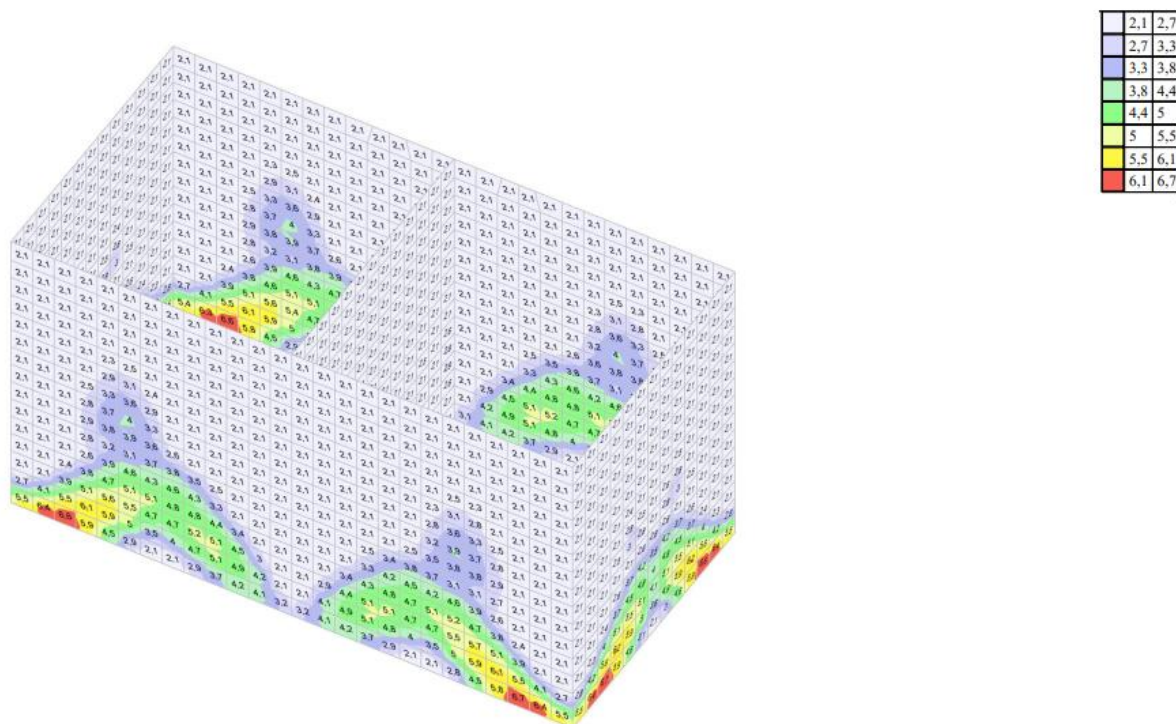


Рис. 2.12. – Інтенсивність S_2 по осі x (верхня грань, $\text{см}^2/\text{м}$) (стіни)

Зм	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата
----	------	----------	--------	------

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»

Арк.

13

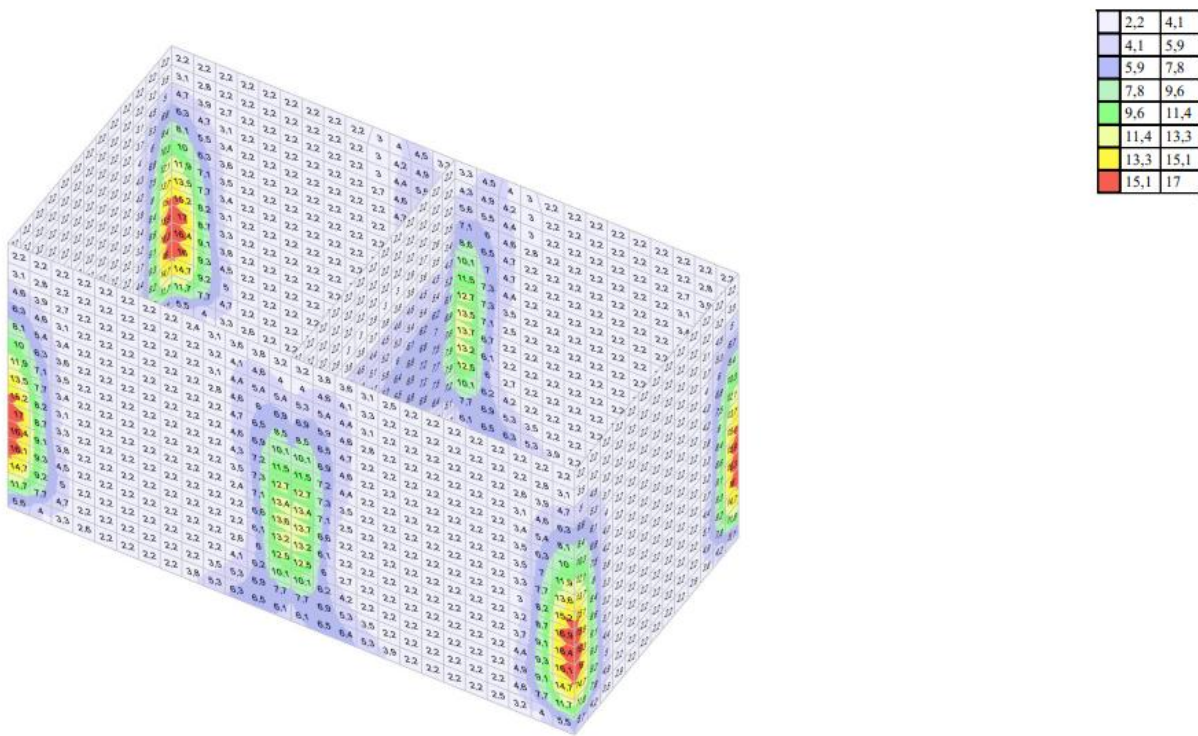


Рис. 2.13. – Інтенсивність S_3 по осі y (нижня грань, $\text{см}^2/\text{м}$) (стіни)

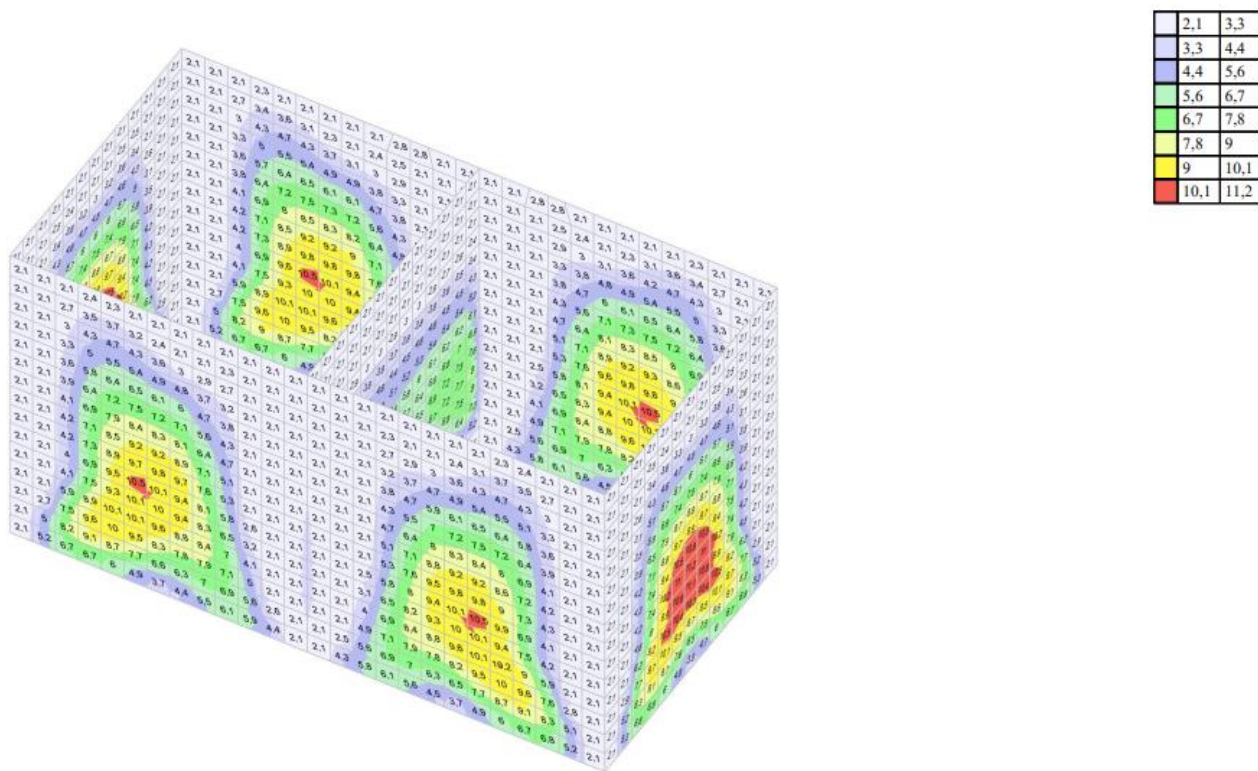


Рис. 2.14. – Інтенсивність S_4 по осі y (верхня грань, $\text{см}^2/\text{м}$) (стіни)

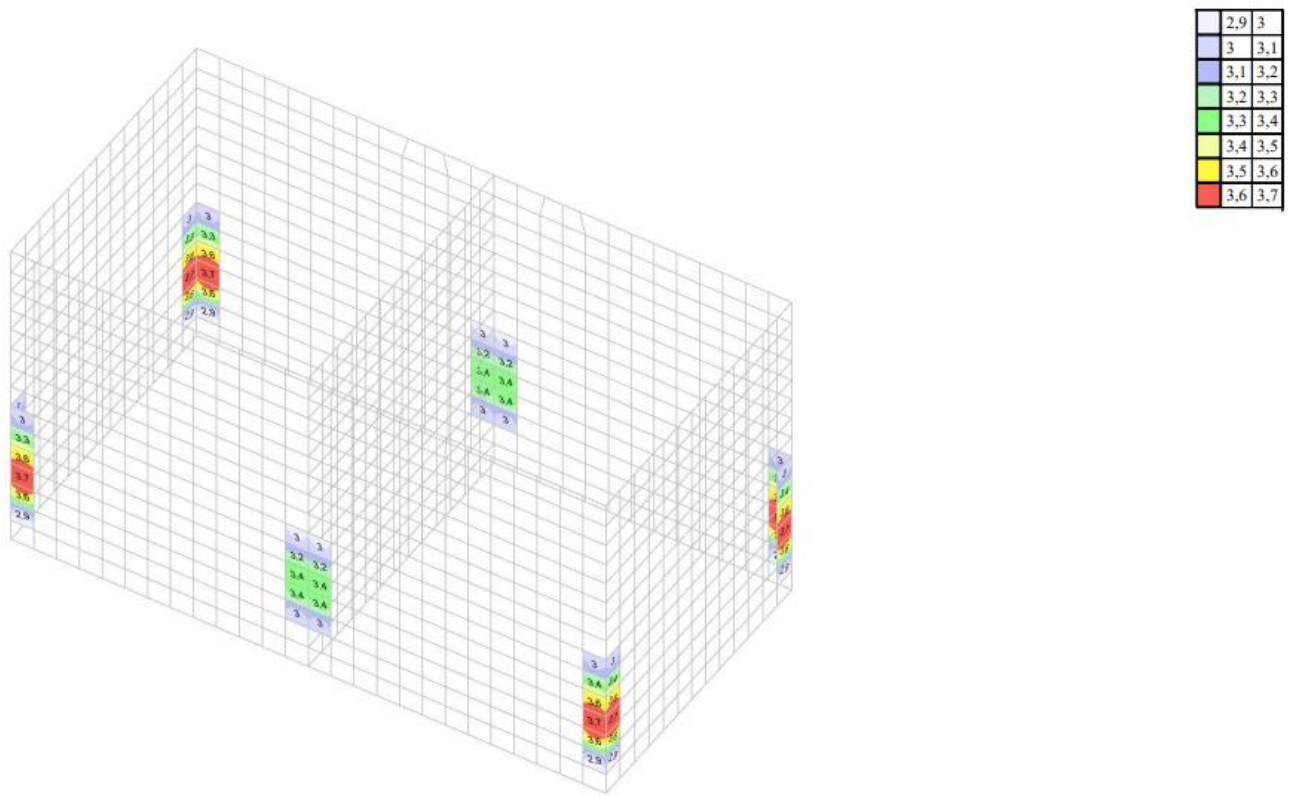


Рис. 2.15. – Площа AW_y (cm^2) (Крок 150 мм)

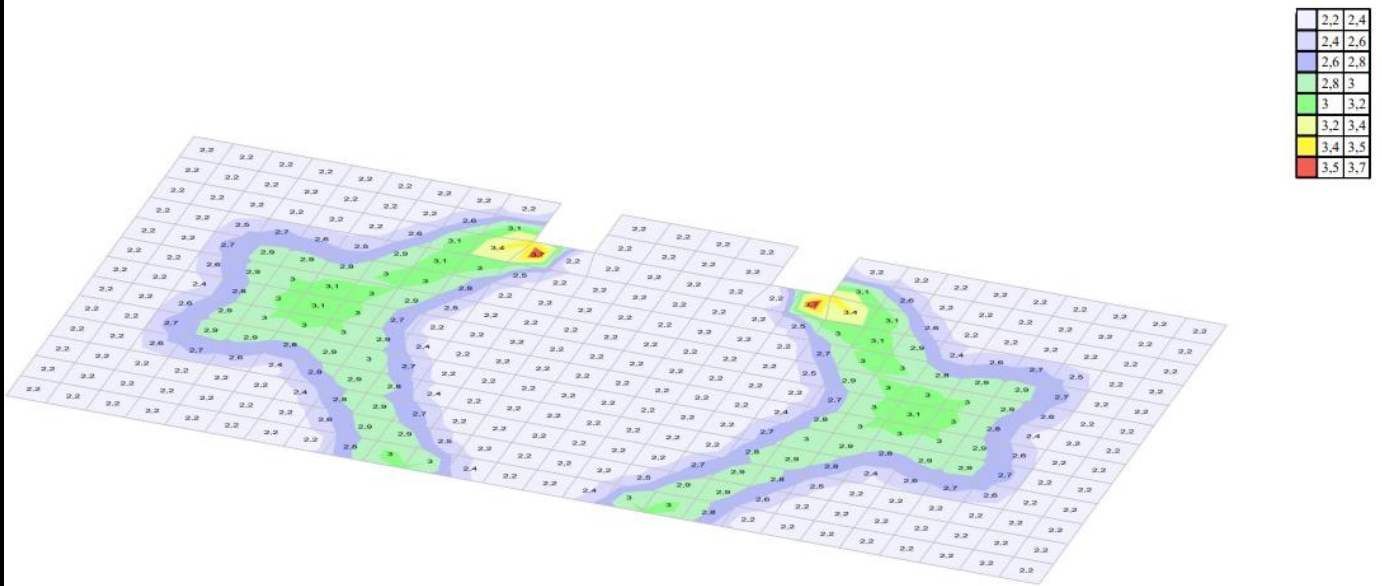
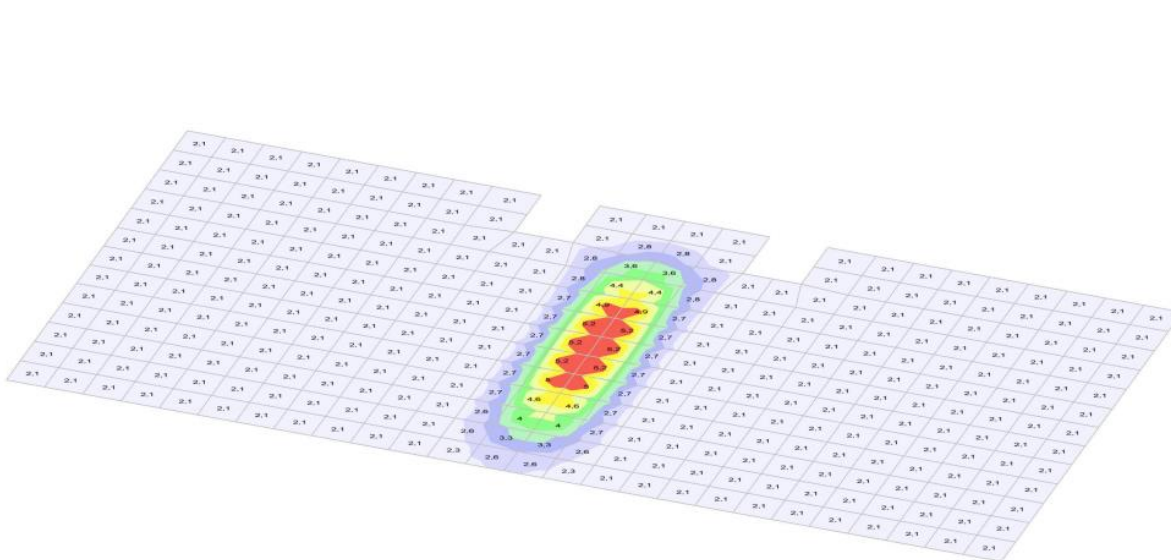
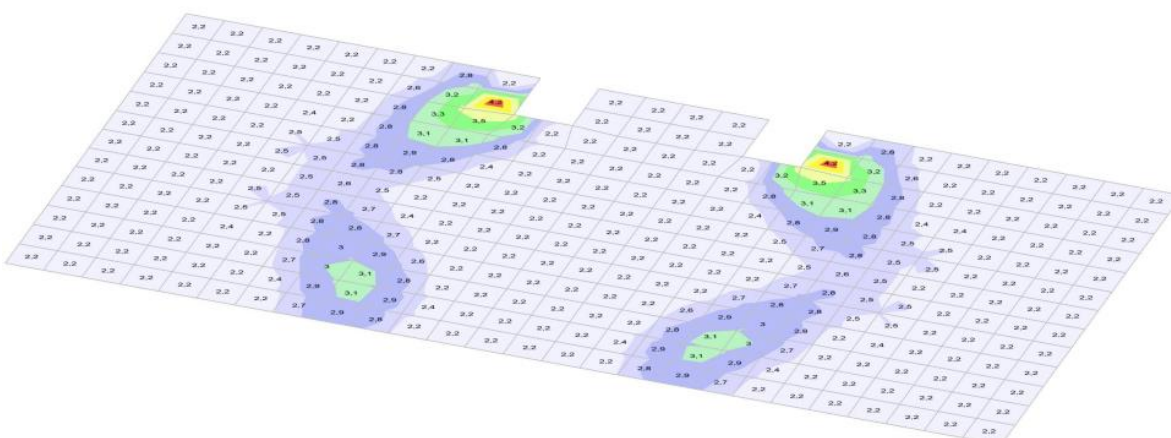


Рис. 2.16. – Інтенсивність S_1 по осі x (нижня грань, cm^2/m) (плита перекриття)



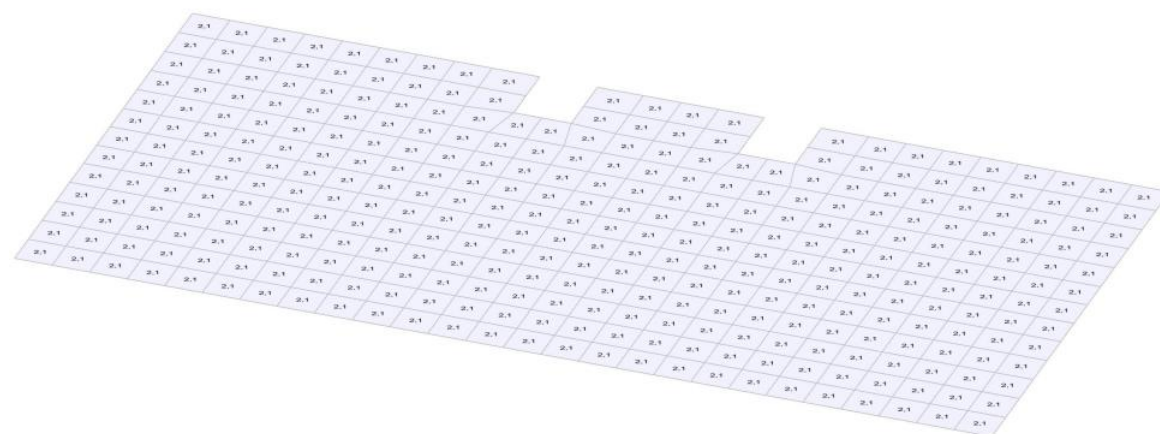
2.1	2.5
2.5	2.9
2.9	3.3
3.3	3.7
3.7	4.1
4.1	4.5
4.5	4.8
4.8	5.2

Рис. 2.17. – Інтенсивність S_2 по осі x (верхня грань, $\text{см}^2/\text{м}$) (стіни)



2.2	2.5
2.5	2.7
2.7	3
3	3.2
3.2	3.5
3.5	3.7
3.7	4
4	4.2

Рис. 2.18. – Інтенсивність S_3 по осі y (нижня грань, $\text{см}^2/\text{м}$) (стіни)



2.1	2.1
-----	-----

Рис. 2.19. – Інтенсивність S_4 по осі y (верхня грань, $\text{см}^2/\text{м}$) (стіни)

ЗМ	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»

Арк.

16

Після проведення аналізу результатів у ПК «SCAD office», отримані основні напруження, деформації, переміщення та армування монолітної плити та стін:

- армування по осі X по верхній грані: фонове армування Ø12 А400С крок 150мм. У зоні продавлювання(показані іншим кольором на рисунку) влаштовуємо додаткову арматуру підсилення Ø12 А400С з кроком 150мм, прийнята площа підсилення становить 753 мм².

- армування по осі У по верхній грані: фонове армування Ø12 А400С крок 150мм. У зоні продавлювання (показані іншим кольором на рисунку) влаштовуємо додаткову арматуру підсилення Ø16 А400С з кроком 150мм, прийнята площа підсилення становить 1340 мм²;

- армування по осі X по нижній грані: фонове армування Ø12 А400С крок 150мм. Додаткову арматуру підсилення Ø12 А400С з кроком 150мм встановлюємо у місцях продавлювання, прийнята площа становить 753 мм²;

- армування по осі У по нижній грані: фонове армування Ø12 А400С крок 150мм. Додаткову арматуру підсилення Ø16 А400С з кроком 150мм встановлюємо у місцях продавлювання, прийнята площа становить 1340 мм².

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

2.1.6. Розрахунок та конструювання монолітної плити перекриття

Характеристика матеріалів:

Таблиця 1

Бетон класу C20/25

f_{cd}	f_{ck}	f_{ctm}	$\varepsilon_{cu,3}$
14,5 МПа	25 МПа	2,2 МПа	3,1 ‰

Арматура класу А400С

f_{yk}	f_{yd}	f_{ywd}	ε_{s0}
400 МПа	365 МПа	280 МПа	1,74 ‰

Ефективна висота плити:

$$d = h - 30 = 500 - 30 = 470 \text{ мм}$$

Відповідно до проведених розрахунків в ПК «SCAD office», були отримані моменти (рис. 6-7), які зведені в табл. 2.

Таблиця 2.

Результати розрахунків отримані в ПК «SCAD office»

Переріз 1-1 (рис. 6)	
Максимальний момент у нижній зоні плити (згідно шкали рисунку)	$M_{1-1} = 140,40 \text{ кНм}$
Прийнята робоча арматура	Ø12 А400С крок 150мм
Переріз 2-2 (рис. 6)	
Максимальний момент у нижній зоні плити (згідно шкали рисунку)	$M_{2-2} = 120,21 \text{ кНм}$
Прийнята робоча арматура	Ø12 А400С крок 150мм

Переріз 3-3 (рис. 7)	
Максимальний момент у верхній зоні плити (згідно шкали рисунку)	$M_{3-3} = 103,5 \text{ кНм}$
Прийнята робоча арматура	Ø12 А400С крок 150мм

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Гранична відносна висота стиснутої ділянки бетону:

$$\xi_R = \frac{x_{eff}}{d} = \frac{\varepsilon_{cu.3}}{\varepsilon_{cu.3} + \varepsilon_{so}} = \frac{3,10}{3,10 + 1,74} = 0,64;$$

Визначаємо площу армування у нижній зоні плити вздовж осі X при дії максимального моменту:

Переріз 1-1:

$$\alpha_m = \frac{M_{1-1}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{140,40 \cdot 10^6}{1000 \cdot 470^2 \cdot 14,5} = 0,043$$

Звідси: $\zeta = 0,974$, приймаємо $\zeta = 0,950$; $\xi = 0,01$;

Перевіряємо варіант руйнування перерізу:

$$\xi = 0,01 < \xi_R = 0,64$$

$$A_s = \frac{M_{1-1}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{140,46 \cdot 10^6}{0,950 \cdot 470 \cdot 365} = 861,86 \text{ мм}^2;$$

Приймаємо: 8Ø12 А400С; $A_s^T = 904 \text{ мм}^2$

Площа верхньої арматури плити вздовж осі X при дії максимального моменту:

Переріз 2-2:

$$\alpha_m = \frac{M_{2-2}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{120,21 \cdot 10^6}{1000 \cdot 470^2 \cdot 14,5} = 0,037$$

Звідси: $\zeta = 0,756$, приймаємо $\zeta = 0,756$; $\xi = 0,61$;

Перевіряємо варіант руйнування перерізу:

$$\xi = 0,61 < \xi_R = 0,64$$

$$A_s = \frac{M_{2-2}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{120,21 \cdot 10^6}{0,756 \cdot 470 \cdot 365} = 926,88 \text{ мм}^2;$$

Приймаємо: 6Ø14 А400С; $A_s^T = 923 \text{ мм}^2$

Визначаємо площу армування у нижній зоні плити вздовж осі У при дії максимального моменту:

Переріз 3-3:

$$\alpha_m = \frac{M_{4-4}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{104,5 \cdot 10^6}{1000 \cdot 470^2 \cdot 14,5} = 0,032$$

Звідси: $\zeta = 0,800$, приймаємо $\zeta = 0,800$; $\xi = 0,5$;

Перевіряємо варіант руйнування перерізу:

$$\xi = 0,5 < \xi_R = 0,64$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

$$A_s = \frac{M_{4-4}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{104,5 \cdot 10^6}{0,800 \cdot 470 \cdot 365} = 761,43 \text{ мм}^2;$$

Приймаємо: 4Ø16 А400С; $A_s^T = 804 \text{ мм}^2$

Висновок: після порівняння результатів отриманих в ПК «SCAD office» та виконаних власноруч, прийнято основну сітку з робочою арматурою Ø12 А400С та Ø16 А400С з кроком 150, а у зонах підсилення, прийнято арматуру від Ø12 А400С до Ø16 А400С, в залежності від зони підсилення.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Перевірка несучої здатності перерізу.

Ефективна висота плити:

$$d = h - a = 500 - 30 = 470 \text{ мм};$$

Визначаємо коефіцієнт армування в перерізі 1-1, з максимальною $A_s = 1925,28 \text{ мм}^2$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \cdot 100\% = \frac{861,86}{18000 \cdot 470} \cdot 100\% = 0,0001\%;$$

Відношення розрахункової межі текучості арматури до розрахункового опору бетону:

$$\frac{f_{yd}}{f_{cd}} = \frac{365}{14,5} = 25,17;$$

Знаходимо коефіцієнт ζ :

$$\zeta = 1 - 0,5\rho \left(\frac{f_{yd}}{f_{cd}} \right) = 1 - 0,5 \cdot 0,0001 \cdot 25,17 = 0,998;$$

$$\text{При } \zeta = 0,998, \xi = 0,01 < \xi_R = 0,64;$$

Визначаємо розрахунковий момент внутрішніх зусиль за формулою:

$$\begin{aligned} M_{Rd} &= A_s f_{yd} d \zeta = 861,86 \cdot 365 \cdot 470 \cdot 0,998 = 147,55 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм} \\ &= 147,55 \text{ кН} \cdot \text{м}; \end{aligned}$$

Міцність перерізу елемента буде забезпечена, якщо розрахунковий момент від зовнішнього навантаження не буде перевищувати розрахунковий момент внутрішніх зусиль:

$$M_{Rd} = 147,55 \text{ кН} \cdot \text{м} > M_{Ed} = M_{1-1} = 140,40 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Отже міцність перерізу забезпечена.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

2.1.7. Розрахунок та конструювання монолітних стін

Характеристика матеріалів:

Таблиця 3

Бетон класу C20/25

f_{cd}	f_{ck}	f_{ctm}	$\varepsilon_{cu,3}$
14,5 МПа	25 МПа	2,2 МПа	3,1 ‰

Арматура класу А400С

f_{yk}	f_{yd}	f_{ywd}	ε_{s0}
400 МПа	365 МПа	280 МПа	1,74 ‰

Ефективна висота плити:

$$d = h - 30 = 500 - 30 = 470 \text{ мм}$$

Відповідно до проведених розрахунків в ПК «SCAD office», були отримані моменти (рис. 6-7), які зведені в табл. 2.

Таблиця 4

Результати розрахунків отримані в ПК «SCAD office»

Переріз 1-1 (рис. 6)	
Максимальний момент у нижній зоні плити (згідно шкали рисунку)	$M_{1-1} = 313,19 \text{ кНм}$
Прийнята робоча арматура	Ø12 А400С крок 150мм
Переріз 2-2 (рис. 6)	
Максимальний момент у нижній зоні плити (згідно шкали рисунку)	$M_{2-2} = 32,21 \text{ кНм}$
Прийнята робоча арматура	Ø12 А400С крок 150мм
Переріз 3-3 (рис. 7)	
Максимальний момент у нижній зоні плити (згідно шкали рисунку)	$M_{3-3} = 178,78 \text{ кНм}$
Прийнята робоча арматура	Ø12 А400С крок 150мм

Переріз 4-4 (рис. 7)

Максимальний момент у верхній зоні плити (згідно шкали рисунку)	$M_{4-4} = 46,84 \text{ кНм}$
Прийнята робоча арматура	$\text{Ø}12 \text{ A400C}$ крок 150мм

Гранична відносна висота стиснутої ділянки бетону:

$$\xi_R = \frac{x_{eff}}{d} = \frac{\varepsilon_{cu.3}}{\varepsilon_{cu.3} + \varepsilon_{so}} = \frac{3,10}{3,10 + 1,74} = 0,64;$$

Визначаємо площу армування у нижній зоні плити вздовж осі X при дії максимального моменту:

Переріз 1-1:

$$\alpha_m = \frac{M_{1-1}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{313,19 \cdot 10^6}{1000 \cdot 470^2 \cdot 14,5} = 0,097$$

Звідси: $\zeta = 0,948$, приймаємо $\zeta = 0,948$; $\xi = 0,13$;

Перевіряємо варіант руйнування перерізу:

$$\xi = 0,13 < \xi_R = 0,64$$

$$A_s = \frac{M_{1-1}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{313,19 \cdot 10^6}{0,948 \cdot 470 \cdot 365} = 1925,78 \text{ мм}^2;$$

Приймаємо: 10Ø16 A400C; $A_s^T = 2010 \text{ мм}^2$

Площа верхньої арматури плити вздовж осі X при дії максимального моменту:

Переріз 2-2:

$$\alpha_m = \frac{M_{2-2}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{31,21 \cdot 10^6}{1000 \cdot 470^2 \cdot 14,5} = 0,009$$

Звідси: $\zeta = 0,996$, приймаємо $\zeta = 0,950$; $\xi = 0,01$;

Перевіряємо варіант руйнування перерізу:

$$\xi = 0,01 < \xi_R = 0,64$$

$$A_s = \frac{M_{2-2}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{31,21 \cdot 10^6}{0,950 \cdot 470 \cdot 365} = 191,50 \text{ мм}^2;$$

Приймаємо: 4Ø8 A240C; $A_s^T = 201 \text{ мм}^2$

Визначаємо площу армування у нижній зоні плити вздовж осі Y при дії максимального моменту:

Переріз 3-3:

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
ЗМ	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$\alpha_m = \frac{M_{3-3}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{178,78 \cdot 10^6}{1000 \cdot 470^2 \cdot 14,5} = 0,055$$

Звідси: $\zeta = 0,972$, приймаємо $\zeta = 0,950$; $\xi = 0,07$;

Перевіряємо варіант руйнування перерізу:

$$\xi = 0,07 < \xi_R = 0,64$$

$$A_s = \frac{M_{3-3}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{178,78 \cdot 10^6}{0,950 \cdot 470 \cdot 365} = 1096,99 \text{ мм}^2;$$

Приймаємо: 6Ø16 A400C; $A_s^T = 1206 \text{ мм}^2$

Площа верхньої арматури плити вздовж осі У при дії максимального моменту:

Переріз 4-4:

$$\alpha_m = \frac{M_{4-4}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{46,84 \cdot 10^6}{1000 \cdot 470^2 \cdot 14,5} = 0,014$$

Звідси: $\zeta = 0,992$, приймаємо $\zeta = 0,950$; $\xi = 0,02$;

Перевіряємо варіант руйнування перерізу:

$$\xi = 0,02 < \xi_R = 0,64$$

$$A_s = \frac{M_{4-4}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{46,84 \cdot 10^6}{0,950 \cdot 470 \cdot 365} = 287,41 \text{ мм}^2;$$

Приймаємо: 6Ø8 A240C; $A_s^T = 302 \text{ мм}^2$

Висновок: після порівняння результатів отриманих в ПК «SCAD office» та виконаних власноруч, прийнято основну сітку з робочою арматурою Ø16 A400C та Ø8 A240C з кроком 150, а у зонах підсилення, прийнято арматуру від Ø12 A400C до Ø16 A400C, в залежності від зони підсилення.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Перевірка несучої здатності перерізу.

Ефективна висота плити:

$$d = h - a = 500 - 30 = 470 \text{ мм};$$

Визначаємо коефіцієнт армування в перерізі 1-1, з максимальною $A_s = 1925,28 \text{ мм}^2$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \cdot 100\% = \frac{1925,28}{18000 \cdot 470} \cdot 100\% = 0,0002\%;$$

Відношення розрахункової межі текучості арматури до розрахункового опору бетону:

$$\frac{f_{yd}}{f_{cd}} = \frac{365}{14,5} = 25,17;$$

Знаходимо коефіцієнт ζ :

$$\zeta = 1 - 0,5\rho \left(\frac{f_{yd}}{f_{cd}} \right) = 1 - 0,5 \cdot 0,0002 \cdot 25,17 = 0,997;$$

$$\text{При } \zeta = 0,997, \xi = 0,01 < \xi_R = 0,64;$$

Визначаємо розрахунковий момент внутрішніх зусиль за формулою:

$$\begin{aligned} M_{Rd} &= A_s f_{yd} d \zeta = 1925,28 \cdot 365 \cdot 470 \cdot 0,997 = 329,29 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм} \\ &= 329,29 \text{ кН} \cdot \text{м}; \end{aligned}$$

Міцність перерізу елемента буде забезпечена, якщо розрахунковий момент від зовнішнього навантаження не буде перевищувати розрахунковий момент внутрішніх зусиль:

$$M_{Rd} = 329,29 \text{ кН} \cdot \text{м} > M_{Ed} = M_{1-1} = 313,19 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Отже міцність перерізу забезпечена.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

**КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ:
ОСНОВНИ І ФУНДАМЕНТИ**

Консультант _____ / Остап КАШОЇДА /

Здобувач _____ / Даніл ВІЗІРЕНКО /

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

3.2.1. Вихідні дані для проектування

Місто будівництва: Малин. Вид будівлі: Резервуар.

Конструктивна схема: монолітні з.б. несучі стіни. При проектуванні застосовуємо монолітну з.б. фундаментну плиту

Абсолютна позначка рельєфу (Св. 1): 146,85 м.

Глибина закладання фундаменту: 0,9 м.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

3.2.2. Геологічна будова та фізико-механічні властивості ґрунтів

Робочий майданчик, з урахуванням факторів, зазначених у ДБН А.2.1-1-2008 (додаток Ж) [11], належить до II категорії складності інженерно-геологічних умов, що вважається середньою складністю.

Ґрунти, які досліджуються, поділено на інженерно-геологічні елементи за генетичними ознаками, номенклатурою та властивостями згідно з вимогами ДСТУ Б В. 2.1-5 (ГОСТ 20522) [12]. Це дозволило виділити шари, які є статистично однорідними за своїм складом і характеристиками.

Інженерно-геологічний профіль ділянки, починаючи від поверхні, представлений наступними шарами:

1. Сучасні елювіальні відклади - ґрунтово-рослинний шар, супіщаний, з твердою консистенцією, містить органічні залишки та коріння рослин, товщиною до 0,5 м – ІґЕ-1.
2. Елювіальні відклади переходять у верхньочетвертинно-сучасні алювіальні відклади, які включають: - середньозернистий пісок жовто-сірого до жовто-бурого кольору, середньої щільності, маловологий, кварцовий, з гранітними уламками та зернами, товщиною до 1,1 м – ІґЕ-2.
3. Алювіальні відклади підстеляються мезозойсько-кайнозойськими відкладаннями, що містять: - уламковий шар кори вивітрювання кристалічних порід (щебенистий ґрунт з гранітними уламками, середньої щільності, з піщано-супіщаним наповнювачем, маловологий), товщиною до 0,8 м – ІґЕ-3.
4. Глибше розташовані архей-протерозойські відклади, представлені сильно вивітрілим, тріщинуватим сірим гранітом, з розкритою потужністю до 2,2 м – ІґЕ-4.

Основні фізико-механічні показники властивостей уламкової зони (ІґЕ-3) кори вивітрювання кристалічних порід (щебенистий ґрунт з гранітними уламками, середньої щільності, з піщано-супіщаним наповнювачем, маловологий) наведені в таблиці 1.1.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Найменування показників		ІГЕ-3	
		Уламкова зона	
Природна вологість, %	w	17,1	
Щільність, г/см ³	ρ	1,92	
Коефіцієнт пористості, д. о.	e	0,767	
Щільність скелету, г/см ³	ρ_d	1,65	
Коефіцієнт вивітрілості, д.о.	K _{wr}	0,86	
Коефіцієнт розм'якливості, д.о.	K _{sof}	0,74	
Кількість водорозчинних солей, г/л	q _{sr}	1,3	
Границя міцності на одноосьовий стиск, МПа	R _c	4,8	

Основні показники фізико-механічних властивостей вивітрілого граніту (ІГЕ-4) (Граніт сильно вивітрілий, тріщинуватий, сірий) приведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2.

Найменування показників		ІГЕ-4	
		Вивітрілий граніт	
Природна вологість, %	w	4,2	
Щільність, г/см ³	ρ	2,43	
Щільність скелету, г/см ³	ρ_d	2,33	
Коефіцієнт вивітрілості, д.о.	K _{wr}	0,95	
Коефіцієнт розм'якливості, д.о.	K _{sof}	0,84	
Кількість водорозчинних солей, г/л	q _{sr}	0,009	
Границя міцності на одноосьовий стиск, МПа	R _c	50	

Досліджувані ґрунти не належать до просадочних. Нормативна глибина промерзання ґрунтів у зимовий період становить 0,8 м.

Згідно з ДСТУ Б.Д.2.2-1:2012 [13], таблиця №1 (класифікація ґрунтів за складністю розробки), ці ґрунти розподілено наступним чином:

- ГРШ (ІГЕ-1) - ґрунт під номером 9-в, належить до І групи для розробки одноковшеvim екскаватором;
- Пісок (ІГЕ-2) - ґрунт під номером 29-а, також віднесений до І групи для розробки одноковшеvim екскаватором;
- Уламковий шар (ІГЕ-3) кори вивітрювання граніту - ґрунт під номером 14;
- Глибовий ґрунт (ІГЕ-4) - ґрунт під номером 19-а.

3.2.3. Гідрогеологічні умови

Різноманітність поширення та умови формування підземних вод, а також їхній хімічний склад, живлення і розвантаження визначаються особливостями геологічної структури, геоморфологічними та кліматичними умовами.

На момент проведення досліджень (жовтень 2022 року) підземні води у пройдених свердловинах не були виявлені. Режим першого водоносного горизонту від поверхні є нестабільним і залежить від кліматичних та техногенних факторів.

Рівень ґрунтових вод піддається сезонним коливанням: підвищується під час весняного танення снігу і знижується у період засухи.

В умовах інтенсивних атмосферних опадів та танення снігу, а також при можливих техногенних витоках із водопровідних мереж, на досліджуваній ділянці можливе формування водоносного горизонту типу "верховодка".

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

3.2.4. Висновки до інженерно-геологічних умов.

Висновки

1. Визначення розрахункового тиску на ґрунти слід здійснювати відповідно до ДБН В.2.1-10:2018 [16], базуючись на характеристиках фізико-механічних властивостей ґрунтів і специфіці будівельного проекту. Рекомендовані розрахункові показники властивостей ґрунтів наведено в таблиці 1.4. Тип і глибину фундаментів визначає проектувальник, враховуючи техніко-економічні аспекти, інженерно-геологічні умови та особливості проекту.

2. Згідно з факторами, наведеними в ДБН А.2.1-1-2008 [11] (додаток Ж), ділянка робіт класифікується як II категорія складності інженерно-геологічних умов, що відповідає середній складності.

3. Геологічний розріз на глибину 3,5 м включає чотири інженерно-геологічні елементи.

4. Під час проектування і будівництва необхідно передбачити заходи щодо захисту навколишнього середовища від забруднення ґрунтів та підземних вод.

5. Для основ фундаментів запланованого будівництва рекомендовано використовувати ґрунти ІГЕ-2-4. Ґрунт верхнього рослинного шару (ІГЕ-1), через його неоднорідність, гумусованість і наявність коріння, не може використовуватися як основа для будівництва і має бути видалений.

6. Ґрунти, які залягають вище рівня ґрунтових вод, відповідно до ДСТУ Б В.2.6-145-2010 [14], не є агресивними до бетону марки W4 та залізобетонних конструкцій. Корозійна агресивність ґрунтів за стандартом ДСТУ Б В.2.6-193:2013 [15] оцінюється як середня щодо алюмінієвих, свинцевих та сталевих оболонок.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Конструктивне рішення основ і фундаментів

Рішення про вибір конструкції основи та фундаментів ухвалюється з урахуванням інженерно-геологічних даних, архітектурно-планувальних рішень, а також технологічних, економічних та інших чинників.

Оскільки при проведенні геологічних досліджень на глибині 2,4 м було виявлено гранітний шар, оптимальним вибором є використання залізобетонної фундаментної плити як основи. Це рішення має декілька важливих переваг:

1. Висока міцність та стабільність: Залізобетонна конструкція забезпечує надійну стійкість та міцність, що дозволяє фундаментній плиті витримувати експлуатаційні навантаження будівлі.
2. Рівномірний розподіл навантаження: Монолітна плита сприяє рівномірному розподілу навантаження по всій основі, що забезпечує стабільність і надійність всієї конструкції.
3. Зменшення деформацій: Завдяки високій жорсткості монолітної плити зменшуються можливі деформації під впливом навантажень.
4. Технологічність виконання: Залізобетонну монолітну плиту можна зводити безпосередньо на будівельному майданчику, що дозволяє застосовувати її для будівель різних форм і розмірів.
5. Екологічність: Використання монолітної фундаментної плити дозволяє зменшити обсяг земляних робіт, а отже, знизити негативний вплив на навколишнє середовище, оскільки немає потреби у великій кількості земляних робіт для облаштування основи.
6. Економічна вигода: Монолітна залізобетонна плита може бути економічно вигідною альтернативою іншим типам фундаментів завдяки зниженню обсягів матеріалів та ресурсів, необхідних для будівництва, оскільки вона виготовляється як єдиний монолітний елемент.
7. Компенсація нерівномірності ґрунтів: Фундаментна плита дозволяє компенсувати нерівномірність ґрунтів, зокрема наявність гранітного шару на глибині 2 м, забезпечуючи рівномірний розподіл навантаження на всі шари ґрунту, включаючи граніт.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

8. Надійність і стабільність: Фундаментна плита гарантує стійкість і надійність будівлі навіть при наявності нерівномірних ґрунтів. Вона допомагає уникнути можливих прогинів чи перекосів конструкції, що можуть виникати через неоднорідність ґрунту.

9. Рациональний розподіл навантажень: Фундаментна плита ефективно розподіляє навантаження від будівлі на ґрунт. Це особливо важливо в умовах наявності гранітного шару, оскільки граніт має високу міцність і здатен витримувати значні навантаження.

Таким чином, з урахуванням наявності потужного шару граніту на глибині 2,4 м, використання фундаментної плити є обґрунтованим вибором. Вона забезпечує рівномірний розподіл навантаження, компенсує нерівномірності ґрунтів, підвищує стійкість і надійність будівлі, ефективно розподіляє навантаження і допомагає заощаджувати ресурси.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

3.2.5. Розрахунок фундаменту

Збір навантажень

Збір навантажень виконано відповідно до ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» [17] та ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд» [18]. Згідно вищенаведених нормативних документів встановлено для даної будівлі клас відповідальності – СС1 (незначні наслідки).

Для такого класу встановлення наступні коефіцієнти:

$$\gamma_{n1} = \gamma_{nm} = 1.1;$$

$$\gamma_{n2} = \gamma_{ne} = 1.05;$$

Збір навантажень на обріз фундаментів виконано за допомогою ПК SCAD з попереднім табличним збором навантажень на 1 м² покриття та стін (див.табл.2).

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Збір навантажень на 1м² Резервуарів

Назва навантаження	Об'ємна вага γ , кг/м ³	Товщина, м	Характеристичне значення, кгс/м ²	Коефіцієнт надійності за навантаженням, γ_{fe}	Коефіцієнт надійності за навантаженням, γ_{fn}	Розрахункове експлуатаційне значення, кгс/м ²	Розрахункове граничне значення, кгс/м ²
1	2	3	4	5	6	7	8
Покриття							
Постійне навантаження							
Полімерна мембрана	1200	0,0015	1,80	0,975	1,2	1,755	2,160
Утеплювач - плити	32	0,1	3,20	0,975	1,2	3,120	3,840
Профлист	110	0,092	10,12	0,975	1,2	9,867	12,14
Несуча конструкція	враховано у програмному комплексі						
<i>Всього постійного навантаження</i>			15,1			14,74	18,14
Тимчасове навантаження (довготривале)							
Корисне	-	-	50,0	0,975	1,3	50,0	65,0
<i>Всього тимчасового (довготривале)</i>			50,0			50,0	65,0
Тимчасове навантаження (короткочасне)							
Сніг (м.Малин, Техр=60р)	-	-	154,0	0,49	1,04	75,46	160,16
Вітер повний (м.Малин, Техр=60р)	-	-	49	0,21	1,04	10,29	50,96
Підлога.							
Постійне навантаження							
Плитка керамічна	1400	0,01	14	0,975	1,2	13,65	16,8
Цем.-піщ стяжка	1800	0,015	27	0,975	1,1	26,33	29,7
<i>Всього постійного навантаження</i>			41	-	-	39,98	46,50
Тимчасове навантаження (довготривале)							
Корисне	-	-	150	0,975	1,2	146,25	180
<i>Всього тимчасового (довготривале)</i>			150	-	-	146,25	180

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

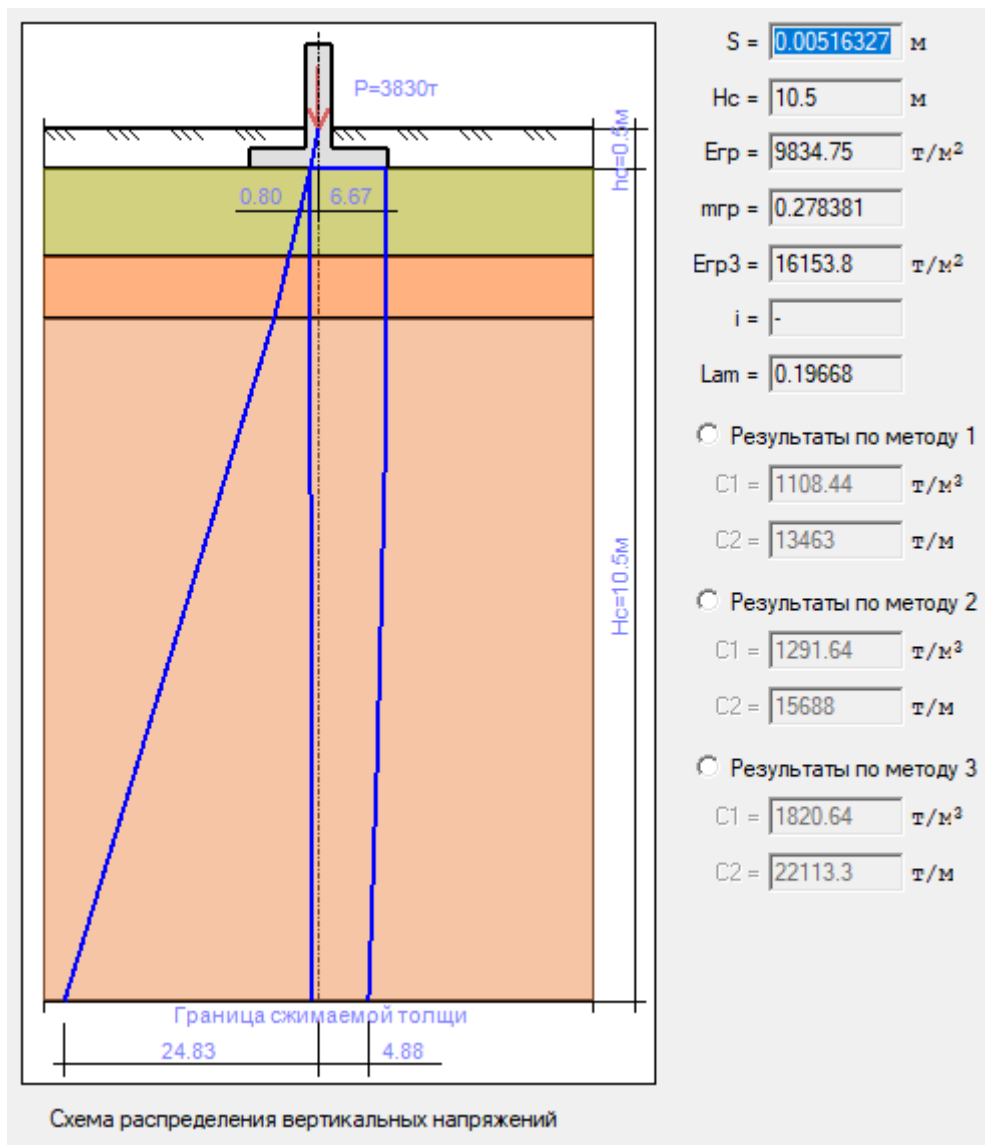


Рис.3.1. – Розрахунок коефіцієнтів постелі в «Еспрі 2015»

Прийняті результати коефіцієнтів постелі $C1$ та $C2$ за першим розрахунковим методом, через обрані мінімальні значення.

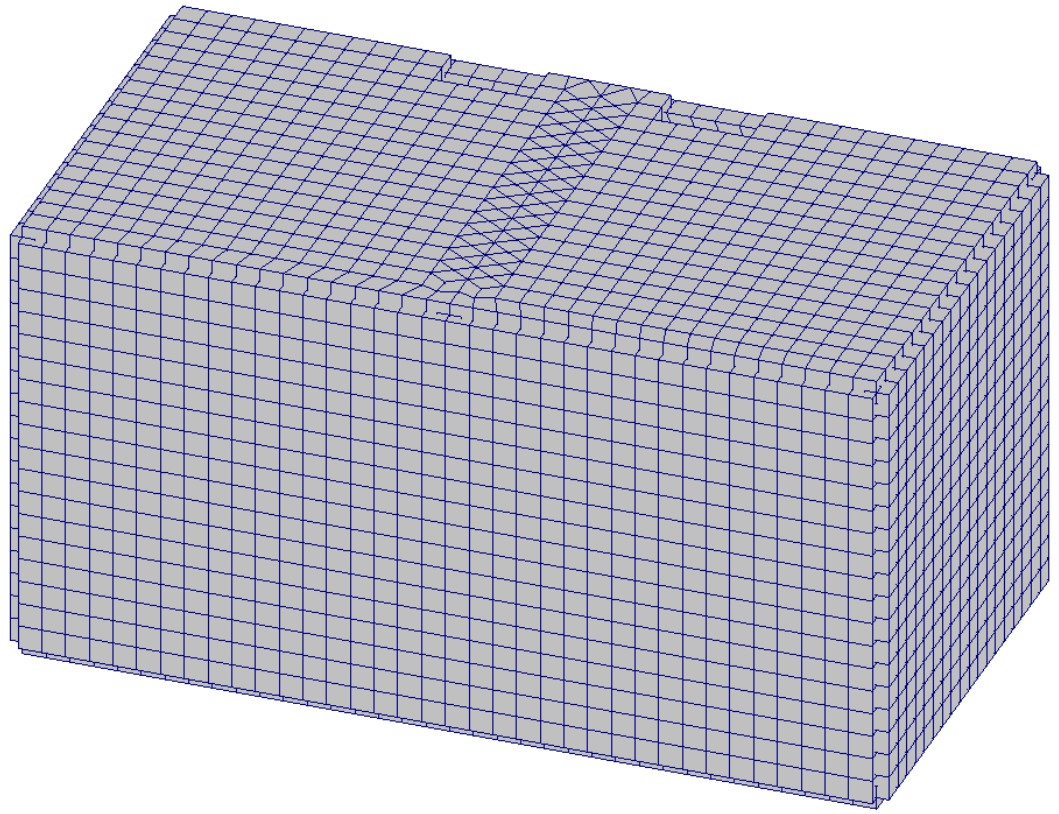


Рис. 3.2. – Просторова модель будівлі

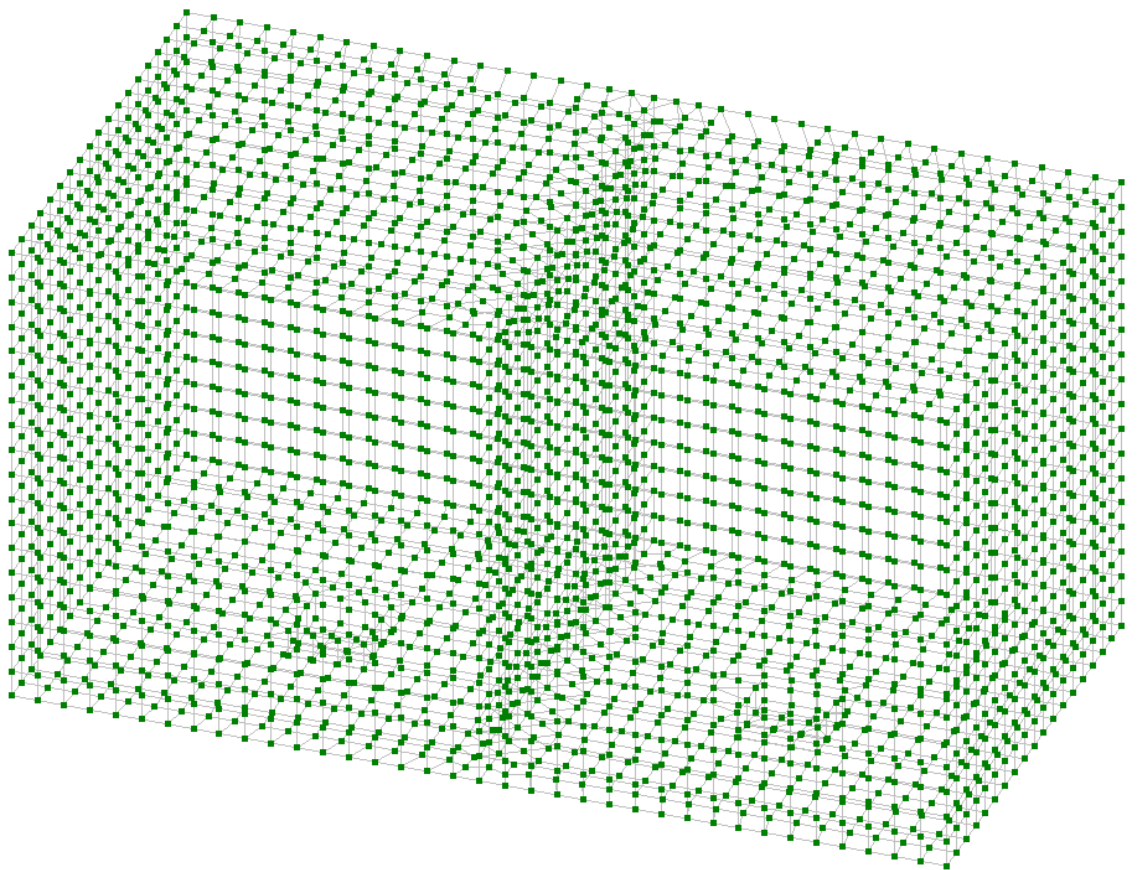


Рис. 3.3. – Скінчено-елементна модель будівлі

Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

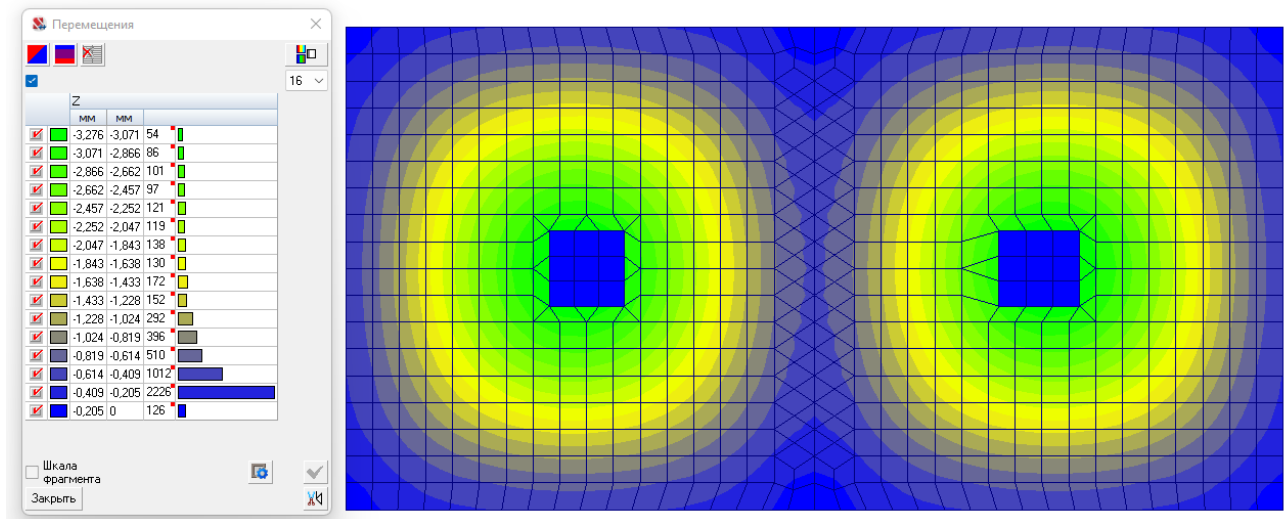


Рис. 3.4. – Осідання плитного фундаменту

$$S = 0.03 \text{ см} \leq S_u = 15 \text{ см}$$

де S – спільна деформація основи і споруди;

S_u – величина граничної деформації, що наведена в додатку А ДБН В.2.1-10:2018 [16]

Отже, відповідно до Додатку А ДБН В.2.1-10:2018 [16], граничне значення деформацій основ і фундаментів виробничих і цивільних одноповерхових і багатоповерхових споруд з повним каркасом, будівель монолітної конструкції складає 15 см, а це означає, що прийнятий розмір фундаменту задовольняє вимоги вищезазначених норм, оскільки обраховане максимальне значення осідання – 0.03 см є меншим за гранично допустиме.

Розрахунок плитного монолітного фундаменту за матеріалом

При розрахунку плити використовуємо такі характеристики: бетон С20/25; арматура А400С. Результати розрахунку наведені нижче.

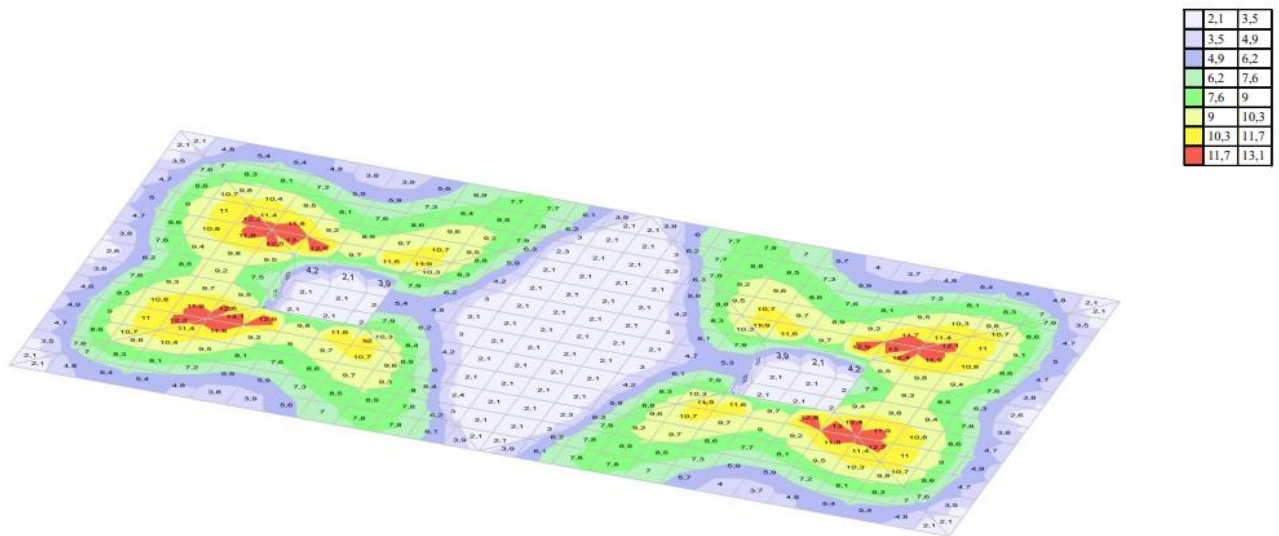


Рис. 3.5. – Інтенсивність підбраної верхньої арматури по осі X

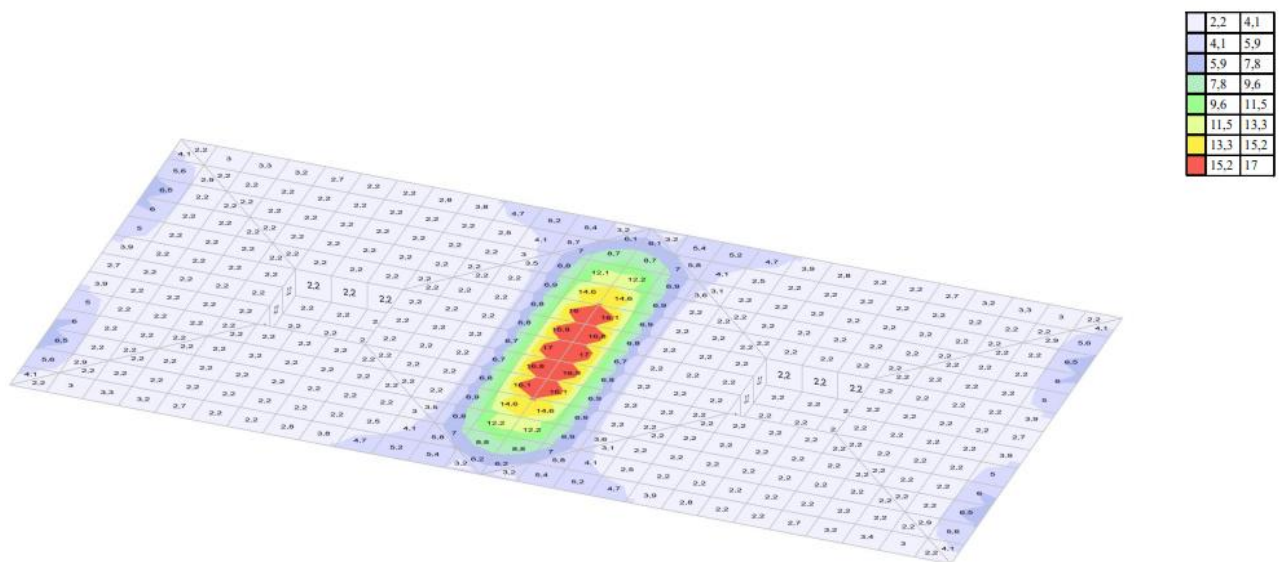


Рис. 3.6. – Інтенсивність підбраної нижньої арматури по осі X

Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»

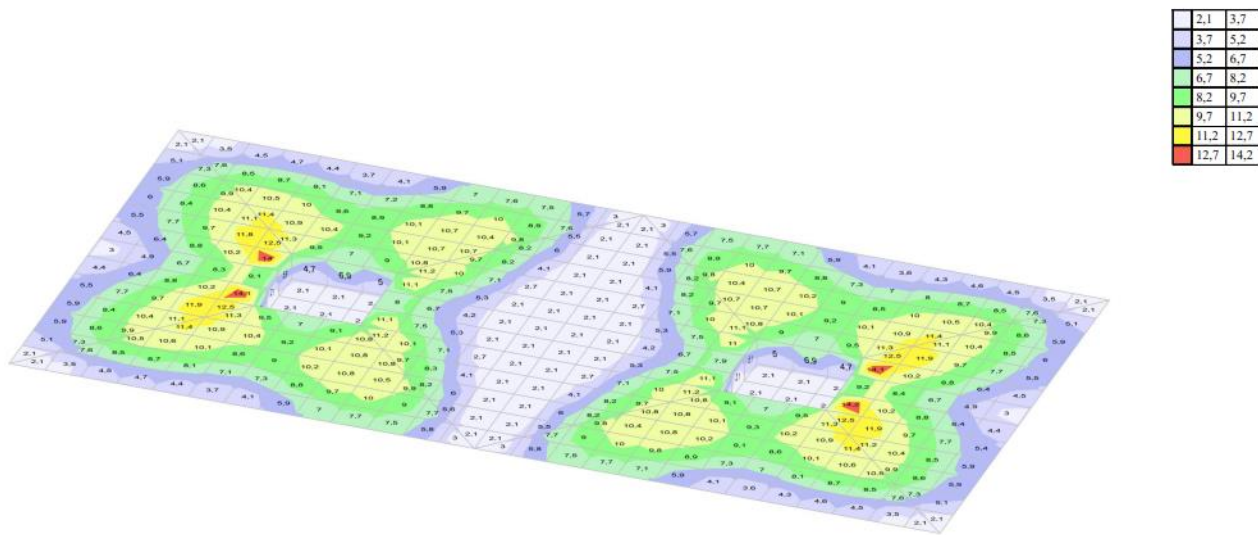


Рис. 3.7. – Інтенсивність підбіраної верхньої арматури по осі Y

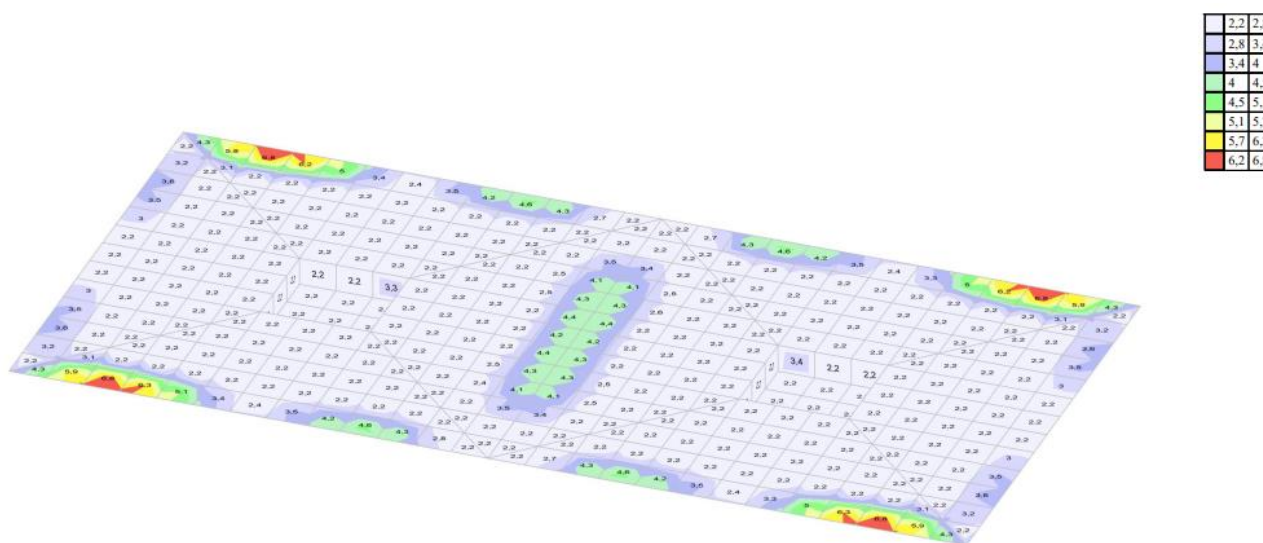


Рис. 3.8. – Інтенсивність підбіраної нижньої арматури по Y

Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

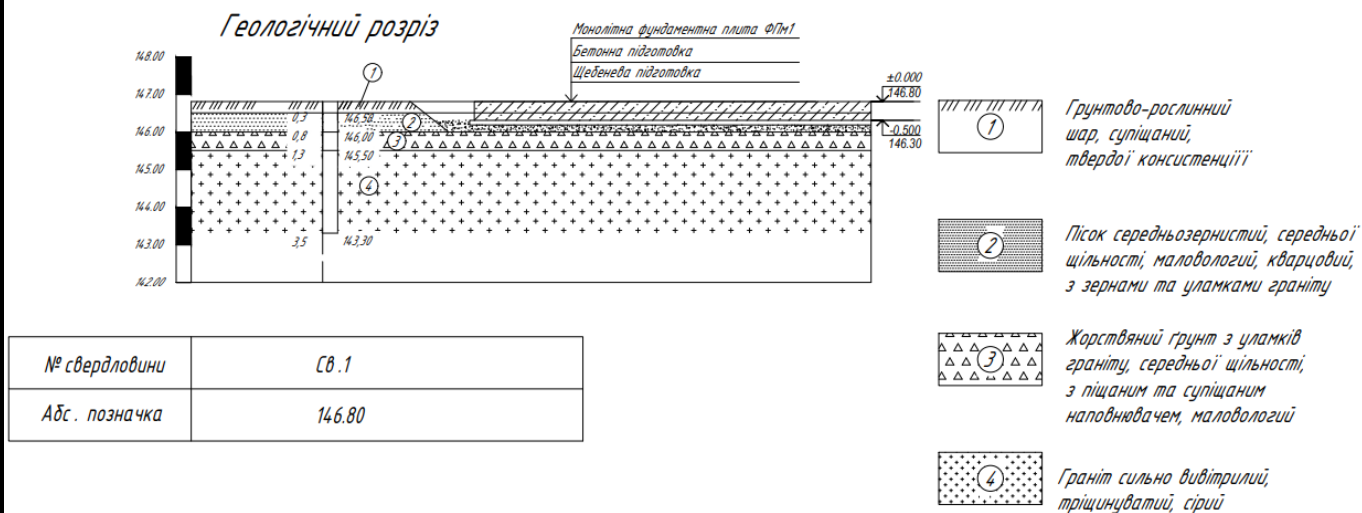


Рис. 3.9. – Інженерно-геологічний розріз

**ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ
БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА**

Консультант _____ / Ганна ШПАКОВА /

Здобувач _____ / Даніл ВІЗІРЕНКО /

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

4.1.1. Загальні відомості

Проект передбачає будівництво двох залізобетонних резервуарів, що будуть використовуватись для накопичення та очищення води після виробничих процесів. Резервуари розташовані поруч і мають спільну стінку, що забезпечує ефективність використання матеріалів та додаткову міцність. Загальні розміри резервуарів складають 17,5 м на 9 м, і вони розраховані на заповнення водою до 8 м висотою.

4.1.2 Опис будівельної конструкції

Основні конструктивні елементи резервуарів включають:

- Фундаментну плиту товщиною 500 мм, яка забезпечує рівномірний розподіл навантаження на ґрунт.
- Стіни резервуарів товщиною 500 мм, виконані з монолітного залізобетону і армовані з кроком 150 мм арматурою Ø12 А400С для підвищення стійкості конструкції.
- Перекриття також із монолітного залізобетону, товщиною 500 мм, яке виконує функцію жорсткого покриття резервуарів.
- Внутрішні поверхні резервуарів оброблені двома шарами гідроізоляції "Пенетрон" для захисту від водопроникнення.
- Для гідроізоляції підземної частини конструкції передбачено два шари Техноеласт ЕПП від компанії ТехноНІКОЛЬ.

4.1.3. Геологічні умови будівництва

На ділянці будівництва на глибині 2,4 м виявлено гранітний пласт, який забезпечує стійку основу для споруди. Результати геологічних досліджень вказують на такі шари:

1. Ґрунтово-рослинний шар товщиною 0,3 м.
2. Пісок середньозернистий із кварцовими домішками.
3. Жорсткий ґрунт з уламками граніту.
4. Гранітний шар, сильно вивітрений і тріщинуватий.

Зона сезонного промерзання ґрунту сягає 0,8 м, тому фундамент закладається нижче цієї межі.

4.1.4. Підготовчі роботи

До початку основного будівництва плануються такі підготовчі заходи:

- Очищення ділянки від рослинного шару та вирівнювання основи. Ґрунт верхнього шару видаляється, оскільки він не придатний для основи будівлі.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

- Розмітка майданчика з прив'язкою до основних осей проекту, проведення геодезичної зйомки для уточнення положення об'єкта.
- Організація під'їзних шляхів для техніки та будівельного обладнання, облаштування будівельного містечка з зонами для матеріалів.

4.1.5. Влаштування фундаментної плити

Фундамент заглиблений на 0,5 м для забезпечення надійної опори конструкції. Основні етапи будівництва фундаменту:

1. Підготовка основи – укладання щебеневої підготовки товщиною 100 мм і бетонного шару з дрібнозернистого бетону товщиною 50 мм.
2. Монтаж опалубки – встановлення щитів, що забезпечують точність форми фундаменту.
3. Армування – укладання арматурної сітки Ø16 відповідно до розрахункових схем.
4. Бетонування – заливка бетону марки С20/25 єдиним шаром, що запобігає утворенню швів.

4.1.6. Гідроізоляція фундаменту та стін

Для захисту конструкції від вологи застосовуються такі матеріали:

- Під фундаментною плитою передбачений захисний шар з дрібнозернистого бетону.
- Стінки захищаються пінополістирольними плитами "Пеноплекс 35", що захищають гідроізоляцію від механічних пошкоджень.

4.1.7. Зведення стін резервуарів

Будівництво стін виконується методом монолітного бетонування:

1. Монтаж опалубки із застосуванням матеріалів, що витримують навантаження від бетону.
2. Армування – встановлення арматурних сіток Ø12 А400С з кроком 150 мм. Вертикальна арматура додатково підсилюється Ø16 для забезпечення жорсткості.
3. Бетонування – заливка бетону виконується шарами висотою до 2 м, з вібраційним ущільненням для запобігання утворенню порожнин.
4. Гідроізоляція – після набору міцності стінки обробляються двома шарами "Пенетрон" для герметичності.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

4.1.8. Перекриття резервуарів

Перекриття будується залізобетонною плитою з армуванням аналогічним до стін:

- Армування з Ø12 А400С з кроком 150 мм.
- Опалубка перекриття встановлюється на тимчасових опорах, що витримують вагу бетону.
- Бетонування – заливка бетону марки С20/25 з подальшим ущільненням і доглядом для набору міцності.

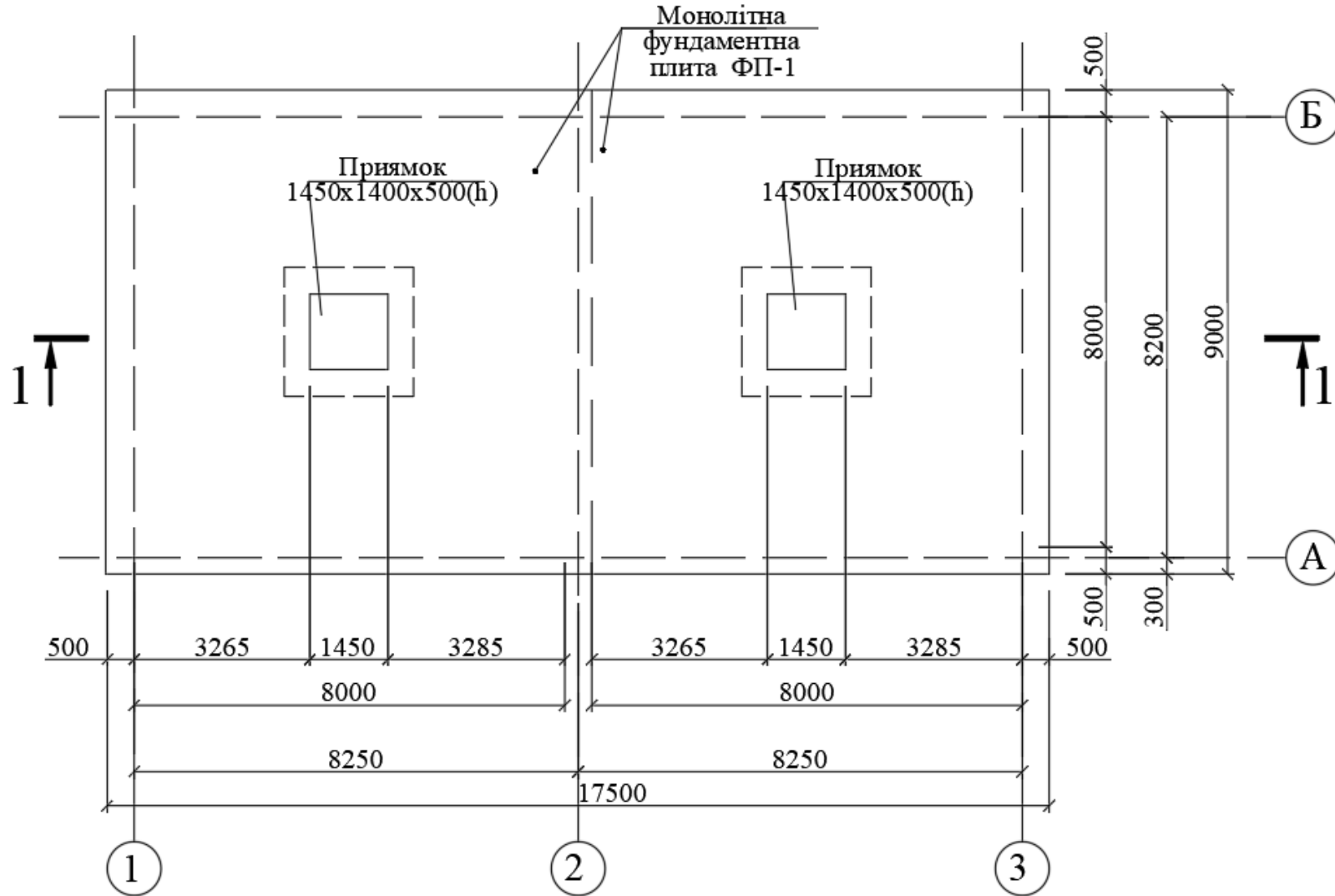
4.1.9. Заходи з охорони навколишнього середовища

Щоб мінімізувати вплив на навколишнє середовище, передбачені такі заходи:

- Використання екологічно безпечних матеріалів, що запобігають проникненню забруднень у ґрунт.
- Дотримання правил зберігання матеріалів та утилізації будівельних відходів.
- Моніторинг стану ґрунтових вод на предмет забруднення.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Схема розташування фундаментної плити



Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»

Арк.

47

4.2.1. Земляні роботи

Роботи повинні виконуватись відповідно до вимог ДБН В.2.1-10-2018 «Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування» [16].

Земляні роботи можна починати лише після встановлення розбивочних знаків, які закріплюються за допомогою виносних стовпів та кілків, що розташовуються за межами майданчика, де плануються земляні роботи. В місцях, де роботи перетинаються з наявними підземними комунікаціями, необхідно встановити кілки та натягнути сигнальну стрічку, а самі роботи в таких ділянках виконуються вручну відповідно до ПВР.

Початок основних будівельних робіт можливий лише після завершення підготовчих заходів. Основні будівельні роботи повинні виконуватись у технологічній послідовності, вказаній у проекті, з дотриманням вимог нормативних документів, типових карт технологічних процесів, а також з урахуванням заходів безпеки, пожежної безпеки, виробничої санітарії та охорони праці.

В проекті передбачено виконання земляних робіт екскаватором з ковшем об'ємом 1,2 м³. Розробка ґрунту під час планування майданчика та траншей здійснюється послідовними проходками, коли екскаватор рухається від одного краю до іншого. Транспортні засоби мають розташовуватись на одному рівні зі стоянкою екскаватора, позаду або збоку, а ковш працює способом «на себе», виконуючи копання нижче рівня стоянки.

Згідно з ДБН Д.2.2-1-2012 [12], даний ґрунт відноситься до I групи за складністю розробки екскаватором і до II групи – для бульдозерних робіт. Під час розробки котлованів землерийними машинами ґрунт залишають із недобором у 5-15 см, який потім добирають вручну, недопускаючи переборів.

Вийнятий ґрунт використовують для:

- підсипок при вертикальному плануванні території;
- засипки пазух траншей, котлованів, підсипки для улаштування проїздів;
- резервних відвалів для тимчасового зберігання ґрунту, придатного для зворотної засипки або підсипки в процесі будівництва.

Розробка котлованів здійснюється з розширенням по периметру на 0,7–1,5 м, а траншей – на 0,5–0,7 м з кожного боку від майбутнього фундаменту чи краю труби.

Засипка траншей під трубопроводи рекомендується проводити піском на висоту 0,3–0,5 м вище рівня труби, а решту – місцевим ґрунтом, вийнятим раніше.

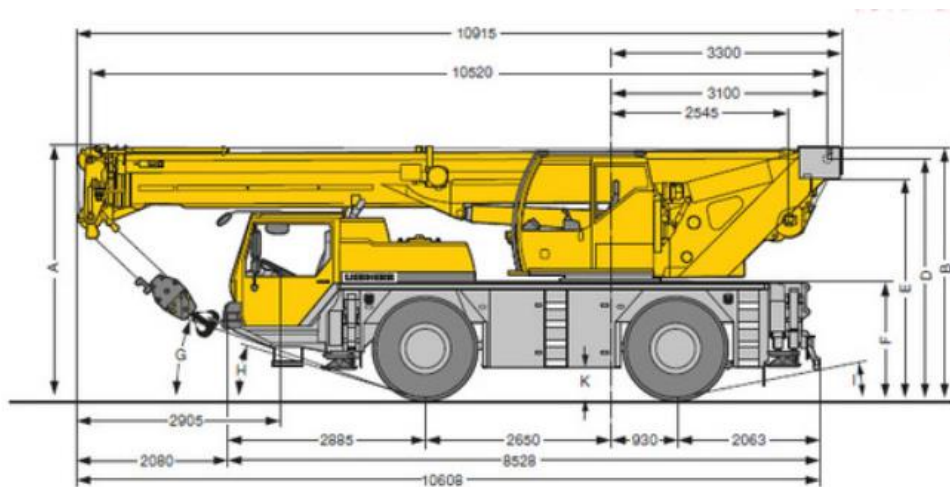
Під час підготовки ПВР на земляні роботи необхідно врахувати вимоги та рекомендації, зазначені у «Посібнику з розробки проектів організації будівництва та проектів виконання робіт до ДБН А.3.1-5:2016» [22].

Для відкачування води з траншей та котлованів під час будівництва рекомендується використовувати мотопомпу, пристосовану для перекачування забрудненої води.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

4.2.2. Арматурні і опалубні роботи

Подачу арматури та опалубки в котлован виконують за допомогою автокрану LIEBHERR LTM 1040



Характеристики крана

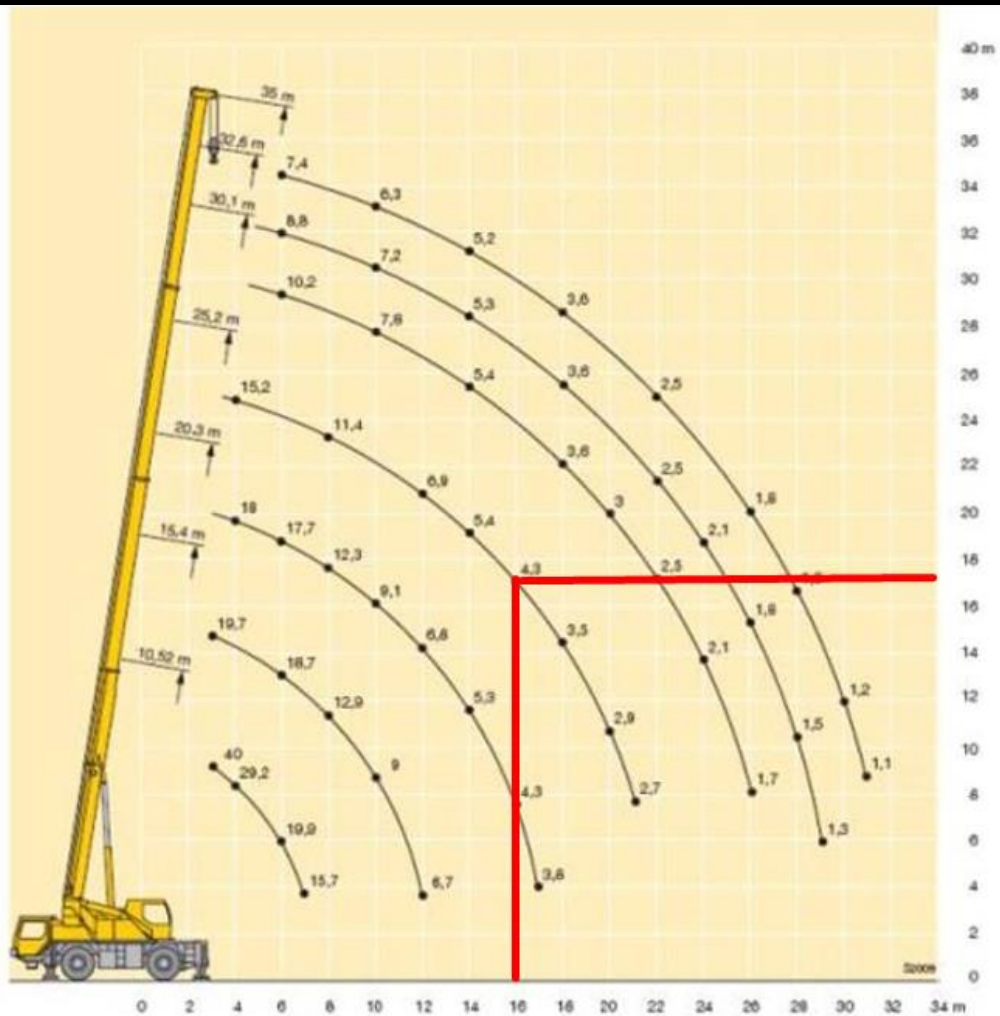
Макс. вантажопідйомність	35 т
Телескопічна стріла	30 м
Макс. висота підйому	44 м
Макс. виліт стріли	40 м
Кількість осей	2
Макс. вантажопідйомність	35 т
При вильоті стріли	3,00 м
Телескопічна стріла	від 9,50 м
Телескопічна стріла	до 30 м
Гратчастий подовжувач	від 8,60 м
Гратчастий подовжувач	до 15,00 м
Двигун ходового пристрою/виріб	Cummins
Двигун ходового пристрою	6-Zylinder-Diesel
Потужність двигуна ходового пристрою	205 кВт
Привід/кермо, стандартне виконання	4 x 4
Швидкість пересування	80,00 км/год
Загальний баласт	6,5

Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»

Арк.

49



Склади, необхідні для зберігання та підготовки будівельних конструкцій перед виконанням робіт, повинні бути ретельно організовані. Території, виділені для складів, мають бути сплановані з відповідним нахилом для стоку води, що дозволить уникнути скупчення вологи і забезпечить збереження матеріалів у належному стані. Крім того, ці майданчики мають бути обладнані освітленням, яке дозволить робітникам безпечно виконувати роботи в нічний час.

На території складу повинні бути чітко позначені місця для в'їзду, розвороту та стоянок для транспорту, а також проходи для робітників, що забезпечить ефективну логістику та безпеку на будівельному майданчику. Матеріали та конструкції мають бути розташовані так, щоб забезпечити вільний доступ для робітників, що полегшить виконання необхідних операцій, таких як перевірка стану, стропування та транспортування конструкцій до робочих місць.

Монтаж арматури на бетонній підготовці починається з розмітки точок для укладання крайніх стержнів поздовжньої та поперечної арматури. Інші стержні розміщуються за допомогою спеціального шаблону («гребінка»), в якому вирізані пази з проектним кроком для арматури. Такий же метод застосовується для монтажу арматури на горизонтальній опалубці перекриття.

Просторові каркаси збираються з окремих стержнів безпосередньо на місці монтажу. Приймання монтажних позицій анкерів, анкерних стержнів і змонтованої арматури проводиться шляхом візуального огляду та зіставлення з виконавчими схемами перед укладанням бетону. Результати оформляються актом на закриття прихованих робіт.

Для нарощування існуючих залізобетонних конструкцій, робочу арматуру нової конструкції приварюють до арматури існуючої конструкції. Перед цим з існуючої арматури видаляють захисний шар бетону, іржу та очищують до металевого блиску. Захисний шар на з'єднаних ділянках арматури відновлюють методом торкретування.

Після встановлення опалубки, перед її прийманням для укладання бетону, виконавець робіт надає для огляду всі закладні деталі, саму опалубку, виконавчі схеми та сертифікати на матеріали. На основі цього авторський і технічний нагляд підписують акт закриття прихованих робіт, що дає дозвіл на бетонування.

Для виконання монолітних робіт із залізобетонних конструкцій можна застосовувати дерево-металеву або дерев'яну щитову опалубку. Як добірні елементи використовуються щити меншого розміру. Для конструкцій з малими габаритами рекомендується дрібнощитова опалубка, а для складних форм — індивідуальна дерев'яно-фанерна.

Під час бетонування важливо контролювати можливе зміщення опалубки. У разі його виявлення потрібно вчасно вживати заходів для усунення дефектів. Будь-які виправлення порушень в опалубці слід виконати до початку схоплювання бетону. Усі етапи монтажу та контролю за опалубкою мають здійснюватися відповідно до вимог будівельних норм.

4.2.3. Бетонні роботи

Готовність попередніх робіт

Для монтажу опалубки бетонна підготовка під підлогу має бути виконана і досягти 80% від проектної міцності. Встановлюються телескопічні стійки, що підтримують опалубку в проектному положенні.

Використовується армоцементна опалубка, яка служить як оздоблювальний шар для перекриття, знижуючи трудозатрати на будівництво. Перед початком робіт опалубка очищується від сміття.

Арматура на будівельному майданчику повинна бути очищена від іржі та встановлена в опалубку на фіксуючі прокладки товщиною 15 мм.

Бетонування конструкції

При виконанні монолітних бетонних та залізобетонних робіт необхідно керуватись ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 «Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів» [27].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Опалубка – обертова щитова (уніфікована фірми «PERI»). Армування – сітки і каркаси. Бетонування – механічним способом з шаровим ущільненням [22].

Бетонну суміш доставляють на будмайданчик автобетонозмішувачами марки БСГ кл. С16/20 (В20), П4, F100, W4.

Товарний бетон для монолітних конструкцій доставляється централізовано.

Щити опалубки і деталі арматури поставляють на будівельний майданчик в готовому виді.

До місця встановлення вони подаються щогловим підйомником. Опалубні роботи виконують згідно з вимогами будівельних норм і правил та технологічних карт, що входять до складу проекту виконання робіт на зведення монолітних конструкцій.

В процесі укладання бетонної суміші повинно виконуватись її ущільнення за допомогою поверхових та глибинних електровібраторів типа С-413, С-802, І-116А. Для забезпечення монолітності – перерви між укладанням суміжних слоїв бетону не повинні перевищувати однієї – півтори години. Бетонування фундаментів повинно виконуватись без перерви. Подача бетонної суміші виконується бетононасосом. Безперервність укладання бетонної суміші забезпечується, якщо наступний шар укладають до початку тужавлення цементу попереднього [22].

Контроль якості бетону відтворюється механічними або фізичними приладами.

Міцність бетону при стислості визначається за величиною пружного відскоку кулькового молотка Фізделя або Кашкарова, за швидкістю розповсюдження ультразвукових хвиль в тілі бетону ультразвуковими приладами УП-4 чи УКБ-1 і за тарувальними кривими за ступеню проникаючої радіації радіометричними приладами.

Контроль точності встановлення елементів та конструкцій здійснюється вимірюванням теодолітом, нівеліром.

Догляд за бетоном

Свіжо укладений бетон підтримують у вологому стані шляхом періодичних поливань, оберігаючи його від сонця влітку. Поливання проводиться брандспойтами, приєднаними до тимчасового водопостачання, починаючи через 5-10 годин після укладання, щоб уникнути вимивання.

Рух людей по забетонованих конструкціях допускається тільки після досягнення міцності бетону не менше 1,5 МПа (через 1-2 дні), а рух транспорту — після досягнення проектної міцності бетону.

Заходи догляду, тривалість та періодичність фіксуються у журналі бетонних робіт.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Розпалублення

Розпалублення слід проводити обережно, починати з верхнього ярусу, верхнього ряду, щоб зберегти опалубку для повторного використання та уникнути пошкодження бетону. Підтримуючі стійки, що тримають опалубку перекриттів, видаляються поступово. У конструкціях з прольотом більше 4 м рекомендується залишати стійки безпеки з кроком 3 м.

Контроль якості бетонних робіт

Якість бетонних конструкцій забезпечується контролем матеріалів і технологій на всіх стадіях процесу. Здійснюється контроль при прийманні і зберіганні матеріалів, виготовленні арматури, монтажі опалубки, підготовці до бетонування, приготуванні і транспортуванні бетонної суміші та догляді за бетоном.

Матеріали повинні відповідати ДБН, а їх властивості визначаються відповідно до єдиної методики.

Контроль армування проводиться на всіх етапах — від приймання сталі (перевірка марок) до остаточної перевірки правильності розмірів і положення арматури в опалубці.

Під час монтажу опалубки контролюється правильність її установки, густина стиків та правильність положення. Всі відхилення фіксуються відповідно до ДБН і довідників.

Перед укладанням бетонної суміші перевіряється чистота робочої поверхні опалубки. У процесі укладання увага звертається на висоту скидання суміші, тривалість вібрації, рівномірність ущільнення. Процес віброущільнення контролюється візуально за ступенем осідання суміші, припиненням виходу повітря та появою цементного молока.

4.3.1. Контроль якості будівельних робіт

Контроль якості виконання будівельних робіт спрямований на забезпечення об'єкта будівництва експлуатаційними властивостями, які мають відповідати основним вимогам організації будівництва відповідно до призначення об'єкта [22].

Контроль якості включає комплекс технічних та організаційних заходів з ефективного управління якістю на всіх стадіях створення об'єкта будівництва відповідно до вимог чинного законодавства та нормативної бази, у тому числі:

- а) контроль показників якості матеріалів, виробів, конструкцій та устаткування;
- б) контроль технологічних процесів;
- в) забезпечення виконання будівельних робіт з дотриманням вимог щодо пожежної безпеки, безпеки людей, впливу на навколишнє природне середовище, впливу шуму та вібрації.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Під час будівництва здійснюється державний [18, 19] та виробничий контроль, авторський та технічний нагляд [20, 21].

За умови проведення науково-технічного супроводу будівництва об'єктів контроль якості виконується з урахуванням програми цього супроводу згідно з вимогами ДБН В.1.2-5:2007

«Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів».

Виробничий контроль якості виконання будівельних робіт включає:

- а) вхідний контроль проектної документації;
- б) вхідний контроль конструкцій, виробів, матеріалів та устаткування;
- в) операційний контроль будівельних процесів;
- г) приймальний контроль будівельних робіт та їх результатів.

Під час вхідного контролю проектної документації проводиться перевірка її комплектності, технологічності проектних рішень, відповідності умовам виконання будівельних робіт на об'єкті будівництва тощо.

Під час вхідного контролю конструкцій, виробів, матеріалів і устаткування перевіряється їх відповідність вимогам проектної документації, паспортам, сертифікатам та іншим супроводжувальним документам.

Вхідний контроль продукції здійснюється згідно з регламентом вхідного контролю і встановлює відповідність продукції вимогам проектної та нормативної документації.

Операційний контроль будівельних процесів (технологічних операцій) здійснюється за регламентом в ході виконання будівельних робіт і забезпечує своєчасне виявлення дефектів для вжиття заходів щодо їх усунення та запобігання. Склад та параметри операційного контролю визначаються у ПВР.

Результати операційного контролю заносяться до загального журналу робіт. Усі виявлені відхилення від вимог технологічної та нормативної документації повинні бути виправлені до початку виконання наступних технологічно пов'язаних операцій.

Під час приймального контролю проводиться перевірка якості відповідальних конструкцій та закінчених будівельних робіт, в тому числі прихованих. Приймання прихованих робіт здійснюється безпосередньо перед виконанням наступних робіт, які їх закривають, про що складається акт за формою, наведеною у додатку В, ДБН А .3.1-5:2016.

Відповідальні конструкції підлягають прийманню у процесі будівництва до закриття їх подальшими роботами зі складанням акту проміжного прийняття цих конструкцій за формою, наведеною у додатку Г, ДБН А .3.1-5:2016.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Перелік прихованих робіт та відповідальних конструкцій, для яких необхідне складання актів, наводиться у робочій документації. Основні види робіт та конструкцій, на які складаються акти, наведено у додатку Н, ДБН А .3.1-5:2016.

В усіх випадках забороняється виконання наступних робіт до підтвердження відповідної якості виконання попередніх прихованих робіт та відповідальних конструкцій.

Приймальний контроль здійснюється за участю представників будівельної організації, технічного нагляду замовника та авторського нагляду (у випадках, передбачених договором про авторський нагляд).

Результати приймального контролю фіксуються в загальному журналі робіт, в актах на закриття прихованих робіт, актах проміжного прийняття відповідальних конструкцій та інших документах.

Авторський нагляд здійснюється протягом періоду будівництва згідно з [20,26].

За обсягом контролю показників, що характеризують якість будівельних робіт, матеріалів,

конструкцій, обладнання тощо, контроль може бути:

- а) суцільний (контролюються всі контрольовані параметри);
- б) вибірковий (контролюється частина контрольованих параметрів).

За періодичністю контроль може бути:

- а) безперервний (інформація надходить безперервно);
- б) періодичний (інформація надходить через певні проміжки часу);
- в) епізодичний (виконується за недоцільності застосування суцільного, вибіркового або періодичного контролю).

За засобами проведення контроль може бути:

- а) візуальний;
- б) інструментальний (виконується із застосуванням засобів вимірювань, у тому числі лабораторного обладнання);
- в) реєстраційний (виконується шляхом аналізу даних, зафіксованих у документах – сертифікатах, актах огляду прихованих робіт, загальних або спеціальних журналах робіт тощо).

Застосовується за недоступності об'єкта контролю або недоцільності виконання інструментального або візуального контролю.

На об'єкті приймаємо вибірковий, періодичний інструментальний контроль.

Для забезпечення виконання робіт з визначеними параметрами, що характеризують матеріали, вироби, конструкції, обладнання, технологічні процеси

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

та будівельну продукцію на всіх етапах її створення, має здійснюватися метрологічне забезпечення процедур контролю з дотриманням вимог законодавства [18] та відповідних стандартів з метрології.

Результати контролю відповідності будівельних робіт, конструкцій, обладнання та готової будівельної продукції вимогам проекту будівництва та нормативних документів фіксуються у виконавчій документації.

У разі виявлення невідповідностей у процесі будівництва установленим вимогам приймається рішення про усунення допущених недоліків або про зупинення будівництва об'єкта до виправлення порушень.

Вжиті заходи щодо усунення виявлених недоліків фіксуються у загальному журналі робіт.

Перед початком будівництва необхідно розробити схему і методику виконання робіт по геодезичному контролю за точністю будівельних робіт. Реконструкція будівлі повинна супроводжуватись інструментальним контролем, основою якого є розбивочні осі, "риски", реperi, марки, маяки. У результаті інструментальних вимірювань повинні виявитись всі фактичні відхилення від проекту.

Стан конструктивних елементів у плані необхідно визначити методом бокового нівелювання за допомогою причальної струни. У процесі монтажу слід виконувати контроль відповідності конструктивних елементів осям. Геодезичний контроль повинен виконуватись у відповідності з вимогами [5].

Склад основних актів на приховані будівельні і спеціальні роботи:

а) нульовий цикл будівлі:

1. Розбивка вісей і меж будівлі.
2. Огляд відкритих ровів і котлованів під фундаменти.
3. Улаштування піщаних, щебневих і ін. подушок під фундаменти.
4. Улаштування фундаментів всіх типів з геодезичною перевіркою правильності їх закладки.
5. Улаштування монолітних поясів і ін. відповідальних конструкцій (при необхідності).

6. Гідроізоляційні роботи по фундаментам (при необхідності).

7. Улаштування підлог по ґрунту (при необхідності).

б) надземна частина будівлі:

1. Монтаж металевих конструкцій і їх елементів (по кожному виду робіт окремо) з відображенням елементів кріплення.

2. Антикоровий захист металевих конструкцій.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

в) санітарно-технічне устаткування:

1. Перевірка димових і вентиляційних каналів, монтаж і випробування внутрішніх водостоків.
2. Гідравлічне випробування систем всіх видів водопроводу, опалення, технологічних трубопроводів (по кожному виду окремо).
3. Улаштування протипожежної автоматики.
4. Перевірка систем вентиляції.
5. Приймання зовнішніх інженерних мереж і інших.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

№ процесу	Найменування процесів	Одиниці виміру	Обсяги процесу	Затрати праці на одиницю		Трудоємність		Робітник професія, кількість, розряд
				За нормою	Прийнято	За нормою	Прийнято	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Влаштування опалубки	м2	20,87	11,13	13,53	1,91	1,50	монтажн.2 р монтажн.2 р
2	В'язання арматурних каркасів з окремих стержнів	1т	2,2	0,62	0,73	5,40	6,00	арматурн.2 р машиніст3 р
2	Укладання бетонної суміші бетононасосом	100м3	0,237	0,11	0,12	1,86	2,00	бетонник 2р бетонник 2р
3	Догляд за бетоном	100 м2	5,33	156,66	42,02	0,13	0,50	бетонник 2р
5	Знімання опалубки	м2	20,87	21,23	22,41	0,91	1,00	монтажн.2р монтажн.2р
						10,21		

Техніко-економічні показники

Таблиця 2

Техніко-економічні показники

Найменування показників	Од. виміру	Значення показників
1. Термін будівництва		
- Нормативний	місяців	6 (180)
- Розрахунковий	місяців	1,25 (36)
2. Витрати праці		
- Нормативний	люд.-змін	733,43
- Розрахунковий	люд.-змін	768,13
3. Трудоємність на 1м ² площі об'єкта		
- Нормативний	люд.-змін	0,77
- Розрахунковий	люд.-змін	0,81

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Потреба в основних будівельних машинах, механізмах та транспортних засобах

Для виконання будівельних і монтажних робіт приймається кількість механізмів, яка визнається на основі фізичних об'ємів робіт, об'ємів вантажного перевезення і норм виробки будівельних машин і транспорту.

Таблиця 3

№	Найменування	Тип, марка	Характеристика	Кількість
1.	Автомобільний кран	Liebherr LTM1040*	Вантажопідйомність 40т	1
2.	Автобетонозмішувачі			1
3.	Автобетононасос			1
4.	Автомашини бортові	Mercedes 814	Вантажопідйомність 6,0 т	1
5.	Автосамоскиди		Вантажопідйомність 10 т	1
6.	Компресор пересувний	ПКСД-5,25	Джерело стисненого повітря	1
7.	Зварювальна установка	СТЕ-34	Зварювальні роботи	1
8.	Екскаватор-погрузчик	ЈСВ-3СХ	Земляні роботи	1
9.	Трамбовка ручна	ИЭ-4505	Земляні роботи	1
10.	Ручний електроінструмент			10
11.	Молоток відбійний пневматичний	МО- 2Б РНК		1

Номенклатура та кількість наведеної будівельної техніки та механізмів корегуються у ПВР з урахуванням конкретних умов проведення робіт.

Даний перелік не є обов'язковим. Вказані машини і механізми можуть бути замінені на аналогічні, які є в наявності у підрядника.

Розрахунок об'ємів робіт

Таблиця 4

<i>Найменування робіт</i>	<i>Од. вимір.</i>	<i>Кільк. Маса</i>	<i>Прим.</i>
<u>Підземний цикл</u>			
<i>Розробка ґрунту екскаватором у відвал</i>	<i>м³</i>	<i>13</i>	<i>група ґрунтів II</i>
<i>Розробка ґрунту екскаватором на автосамоскиди</i>	<i>м³</i>	<i>137</i>	
<i>Влаштування монолітної фундаментної плити</i>	<i>м³</i>	<i>78,75</i>	
<i>Влаштування гідроізоляції</i>	<i>м²</i>	<i>235,75</i>	
<i>Засипання пазух котловану</i>	<i>м³</i>	<i>13</i>	
<i>Ущільнення ґрунту пазух котловану</i>	<i>м³</i>	<i>13</i>	
<u>Надземні роботи</u>			
<i>Влаштування залізобетонних стін</i>	<i>м³</i>	<i>280,125</i>	
<i>Влаштування монолітного перекриття</i>	<i>м³</i>	<i>78,75</i>	
<i>Герметизація швів</i>	<i>100м шва</i>	<i>0,421</i>	
<u>Покрівельні роботи</u>			
<i>Влаштування профлиста для покрівлі</i>	<i>м²</i>	<i>150</i>	
<i>Влаштування пароізоляції покрівлі</i>	<i>м²</i>	<i>150</i>	
<i>Влаштування ухилоутворюючої стяжки</i>	<i>м²</i>	<i>4,5</i>	
<i>Влаштування Мембрани ПВХ</i>	<i>м²</i>	<i>150</i>	
<i>Влаштування елементів з листової сталі</i>	<i>м</i>	<i>50</i>	
<u>Підлоги</u>			
<i>Влаштування цементно-піщаної стяжки</i>	<i>м²</i>	<i>150</i>	
<u>Оздоблювальні роботи</u>			
<i>Монтаж покриття стін</i>	<i>м²</i>	<i>200</i>	
<i>Опорядження цоколя</i>	<i>м²</i>	<i>25</i>	
<i>Влаштування вимощення</i>	<i>м²</i>	<i>50</i>	

Охорона праці та навколишнього середовища

5.4.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів

№ п/п	Найменування факторів	Джерела факторів (види робіт)	Кількісна оцінка	Нормативний документ
1	2	3	4	5
1	Обвалення ґрунту в котловані під фундаменти	Земляні	Ґрунт – пісок середньозернистий середньої щільності малого ступеню водонасичення h=-0,9 м	ДБН А.3.2-2-2009 р.10 НПАОП 45.2-7.0212
2	Падіння предметів	Земляні Монтажні Бетонні Кладочні Ізоляційні Покрівельні Опоряджувальні: - зовнішні; - внутрішні	h=-0,9 м h=16,6 м h=16,6 м h=16,6 м h=16,6 м h=16,6 м h=16,6 м h=16,16 м	ДБН А.3.2-2-2009 ДБН В.2.2-41:2019 п.12.1-2,12.10-12, п.12.20,12.22, п.11.3;11.8; п.16.2;16.3; п.16.9;16.10; 16.11
3	Падіння людини з висоти	Земляні Монтажні Бетонні Цегляні Ізоляційні Покрівельні Опоряджувальні: - зовнішні; - внутрішні	h=-0,9 м h=16,6 м h=16,6 м h=16,6 м h=16,6 м h=16,6 м h=16,6 м h=16,16 м	ДБН А.3.2-2-2009 п.9.5;9-17 п.12.8;12.11;11-12; п.12.8;12.11;11-12; п.10.2;10.3;10.6 п.15.1;15.5; п.16.1

4	Шкідливі фактори	Ацетилен Ацетон Сірчаний ангідрид	ГЛК 0 1 мг/м ³ ГДК 200 мг/м ³ ГДК 10 мг/м ³	НПАОП 0.00-5.23-16 ГОСТ 12.1.005-88
5	Підйомні обладнання та механізми	Кран автомобільний Liebherr LTM 1040	Стріла 40 м	ДБН А.3.2-2-2009, р. 8 НПАОП 0.00-1.80-18 (крани)

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
<i>Зм</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		63

1	2	3	4	5
6	Транспортні машини і механізми	Автобетонозмішувач СБ – 126Б	Швидкість руху не більше $v_{\text{прям}} = 40 \text{ км/год}$ На поворотах $v_{\text{пов}} = 25 \text{ км/год}$	ДБН А.3.2-2-2009 р. 8 ДБН А.3.1-5-2009
7	Електричний струм	Електромотажні і зварювальні електрообладнання Освітлення Механізми	220/380 В 600/380 В 380 В 220 В 380 В <25 В	ДСТУ Б.А.3.2-13:2011 ПУЕ -2017 НПАОП 40.1-1.21-98 ДБН А.3.2-2-2009 ДСТУ БА 3.2-15:2011 ДБН В 2.5-28-2018
8	Недостатнє освітлення	Земляні Автошляхи Бетонні Кладочні Ізоляційні Монтажні Покрівельні Опоряджувальні - зовнішні; -внутрішні.	10 лк 2 лк 50 лк 50 лк 50 лк 50 лк 50 лк 50 лк 50 лк 150 лк	ДБН В.2.5-28-2018 ДСТУ Б.А. 3.2.-15:2011

Охорона праці – система законодавчих актів, соціально-економічних, технічних, гігієнічних і організаційних заходів, дотримання яких робить трудовий процес безпечним і продуктивним.

Правові і будівельні норми і стандарти регулюють охорону праці й відображені у Законі України «Про охорону праці», ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці [25]. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення» та інших документах. Система стандартів безпеки праці (ССБП) впорядковує нормативно-технічну документацію. Нагляд за охороною праці здійснює технічна інспекція Управління Держпраці, технічна інспекція профспілок. Її завданнями є державний контроль за виконанням загальних і спеціальних постанов про охорону праці, правил техніки безпеки, виробничої санітарії і трудового законодавства щодо охорони праці.

Тривалість робочого часу не може перевищувати 40 годин на тиждень, а для робітників віком від 16 до 18 років – 36 годин. Для робітників у будівництві встановлений п'ятиденний робочий тиждень з двома вихідними днями.

Напередодні святкових днів тривалість робочого дня скорочується на годину.

Усім робітникам і службовцям надається щорічна відпустка із збереженням середнього заробітку. Робочий час розподіляється так: початок роботи, час роботи на виконання виробничого завдання, закінчення роботи. Протягом робочого дня робляться короточасні перерви для відпочинку і перерва на обід. При змінній роботі робітники (бригади) працюють згідно графіку.

При веденні будівельно-монтажних робіт повинні виконувати вимоги по охороні праці згідно ДБН А.3.2-2-2009. [25]

Організація робочих місць повинна забезпечувати безпеку виконання робіт.

Робочі місця повинні бути обладнані необхідними огороженнями, захисними й запобіжними пристроями й пристосуваннями.

На всіх ділянках будівельного майданчика, де це потрібно за умовами роботи, у машин і механізмів, на автомобільних дорогах і інших місцях необхідно вивішувати плакати, попереджувальні написи й інструкції з охорони праці, а в необхідних випадках призначати чергових.

Адміністрація будівництва зобов'язана забезпечити робітників спецодягом і спецвзуттям відповідних розмірів, а також засобами індивідуального захисту відповідно до діючих норм і характеру виконуваної роботи. Індивідуальні засоби захисту, які видаються робітнику, повинні бути перевірені й випробувані, а робітники проінструктовані про порядок користування ними.

Керівники робіт (майстер, виконавець робіт) не повинні допускати до роботи осіб, що не мають відповідного спецодягу, спецвзуття й засобів індивідуального захисту.

Усі робітники можуть бути допущені до роботи тільки після проходження ними:

а) вступного первинного інструктажу по охороні праці;

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

б) первинний інструктаж, а надалі повторний, завершується перевіркою знань у вигляді усного опитування або за допомогою технічних засобів, а також перевіркою придбаних навичок безпечних методів праці, особою яка проводила інструктаж.

Проведення інструктажу оформляється документально.

Робітники при вступі на роботу й у процесі роботи проходять на підприємстві за рахунок роботодавця інструктаж, навчання й перевірку знань по охороні праці, надання першої допомоги потерпілому від нещасних випадків, а також правила поведінки у випадку виникнення аварій.

Робітники комплексних бригад повинні бути проінструктовані й навчені безпечним прийомам по всіх видах виконуваних робіт.

Виконроб повинен мати атестацію Держпраці.

У зоні будівельно-монтажних робіт не повинні бути присутнім сторонні люди.

Металеві частини будівельних машин і механізмів з електроприводом і електродвигунів, пускових апаратів та інших пристроїв, які не перебувають під напругою, але можуть виявитися під нею у результаті ушкодження ізоляції, повинні бути заземлені відповідно до вимог ДНАОП 0.00-1.21-98 (НПАОП 40.1-1.21-98) "Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів".

Машини, механізми й пристосування повинні мати паспорт і індивідуальні номери, по яких вони записані в спеціальному журналі обліку й технічного стану. Механізми й пристосування, виготовлені на місці, що не мають заводського паспорта, реєструються на підставі паспорта, складеного механіком будівельної організації. До керування будівельними машинами й механізмами забороняється допускати робітників й інший обслуговуючий персонал, що не маю посвідчення на право керування даною машиною.

Складування матеріалів і виробів проводиться в місцях, передбачених проектом виконання робіт на висоту відповідно до підрозділу 7.3 ДБН А.3.2-2-2009. [25]

Тимчасову зовнішню електролінію у межах майданчика виконати на надійних опорах на висоті не менше 2,5 м над робочими місцями, 3,5 м над проходами і 6,0 м над проїздами. Робота будівельних машин безпосередньо під проводами діючих ліній електропередач не дозволяється. Швидкість руху автотранспорту поблизу об'єктів будівництва не повинна бути більшою 10,0 км/год., а на поворотах 5,0 км/год.

Місця виконання робіт повинні бути забезпечені відповідними плакатами з техніки безпеки. При зведенні стін висотою більше 7,0 м необхідно застосовувати захисні козирки або сітчасті огороження по периметру будинків, ширина козирків або сітчастих огорожень повинна бути не менше 1,5 м з ухилом до стіни так, щоб кут, утворений між нижньою частиною стіни і поверхнею козирка, був 110°, а зазор між стіною будинку і площею козирка не перевищував 50 мм.

На робочих місцях, де застосовуються клеї, мастика, фарби не допускається застосування вогню. Настили помостів, риштувань і драбин, розташованих вище

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

1,0 м від поверхні перекриття, повинні бути обгороджені поручнями висотою не менше 1,1 м і бортовою дошкою висотою не менш 15 см.

На в'їздах, проїздах і небезпечних зонах дії монтажних кранів повинні бути установлені відповідні попереджувальні знаки і написи.

При копанні виїмок, у всіх випадках, необхідно залишити по обидва боки вільну смугу (берму) шириною не менш 0,5 м, котра не повинна бути засипана землею та іншими матеріалами.

Берма запобігає падінню працюючих у траншею.

Для спускання людей у котловани та евакуації з них повинні бути передбачені пристрої (трапи, дробини, сходи), шириною не менше 0,6 м з огороженням, які встановлюються на відстані не більше 10 м від місця виконання робіт і на 1,0 м підіймаються над бровкою виїмки.

Для роботи на покрівлі з ухилом більше 10% необхідно укласти переносні ходові драбини.

Працюючі повинні мати м'яке взуття. Роботи на покрівлі при швидкості вітру більше 7,5 м/сек, густому тумані, дощі, снігопаді – заборонені.

Робочі повинні бути забезпечені запобіжними поясами, які повинні бути закріплені за надійну конструкцію будинку.

Будівельний майданчик повинен бути забезпечений аптечками з медикаментами й засобами для надання першої допомоги потерпілим.

Усі особи, що перебувають на будівельному майданчику, зобов'язані носити захисні каски.

Робітники й інженерно-технічні працівники без захисних касок і інших необхідних засобів індивідуального захисту до виконання робіт не допускаються.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

5.4.2. Пожежна безпека при виконанні будівельно-монтажних робіт

Пожежна безпека на будівельному майданчику забезпечується відповідно до вимог Кодексу цивільного захисту, ДБН В.1.1.7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» [1], НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні», ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою».

На кожному об'єкті роботодавець створює і несе відповідальність за функціонування системи пожежної безпеки. Роботодавець зобов'язаний призначити особу, відповідальну за виконання працівниками правил пожежної безпеки на будівельному майданчику.

На кожному об'єкті необхідно мати інструкції з пожежної безпеки та інструкції для всіх вибухопожежонебезпечних і пожежонебезпечних приміщень (дільниць, цехів, складів тощо).

Показники пожежовибухонебезпеки технологічних речовин і матеріалів (розчинів, порошків, гранул тощо), що застосовуються на будівельному майданчику, повинні відповідати ГОСТ 12.1.044-89.

Працівники допускаються до роботи тільки після інструктажу з пожежної безпеки, а у разі зміни специфіки роботи - після позачергового інструктажу.

Залежно від особливостей будівельного майданчика, розмірів та умов експлуатації приміщень, наявного обладнання і кількості робочих місць, а також максимально можливої чисельності присутніх працівників повинна бути забезпечена належна кількість первинних засобів пожежогасіння.

На будівельному генеральному плані повинна бути зазначена схема транспортних шляхів, місце знаходження вододжерел, засобів пожежогасіння та зв'язку.

До всіх будівель і споруд будівельного майданчика, у тому числі об'єктів прилеглої забудови, майданчиків складування матеріалів тощо повинен бути вільний доступ, а протипожежні відстані між ними повинні відповідати вимогам ДБН Б.2.2-12:2019 [1]

Дозвіл на роботи у пожежонебезпечних та вибухонебезпечних зонах оформлюється нарядом-допуском згідно з НАПБ А.01.001-2014 за умови, що будівельний об'єкт повністю забезпечений засобами пожежогасіння та оперативного оповіщення у разі небезпеки.

За ширини будівель більше ніж 18,0 м проїзди мають бути забезпечені з обох поздовжніх сторін, а за довжини більше ніж 100 м - з усіх сторін будівлі. Максимальна відстань від узбіччя дороги до стін будівель і споруд повинна бути не більше ніж 25,0 м.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

У місцях, де розміщено горючі чи легкозаймисті матеріали, куріння заборонено, а користування відкритим вогнем допускається тільки на відстані понад 50 м від зазначених матеріалів. Не дозволяється накопичувати на площадках горючі матеріали (промаслені ганчірки, тирсу чи стружки, відходи пластмас тощо), їх необхідно зберігати в закритих металевих контейнерах у безпечному місці.

Проходи до технічних засобів пожежогасіння повинні бути вільними і позначеними відповідними знаками.

На робочих місцях, де застосовуються, виготовлюються клеї, мастики, фарби та інші матеріали, що виділяють вибухонебезпечні чи шкідливі речовини, не дозволяється використовувати відкритий вогонь та виконувати роботи, що супроводжуються іскроутворенням. Ці робочі місця необхідно постійно провітрювати. Електроустановки в таких приміщеннях (зонах) повинні бути у вибухобезпечному виконанні. Крім того, необхідно вжити заходів, що запобігають виникненню та накопиченню зарядів статичної електрики.

Показники пожежовибухонебезпеки визначаються згідно з ДБН В.1.1-7:2016, ДБН В.1.2-7:2021, ДСТУ Б В.1.1-36:2016.

Евакуацію людей необхідно здійснювати згідно з ДБН В.1.1-7:2016, ДБН В.1.2-7:2021.

Кількість, розташування, розміри шляхів евакуації і виходів визначаються залежно від характеру робіт, розмірів і облаштування будівельного майданчика і приміщень, а також від максимально можливої кількості осіб, які там можуть перебувати. Шляхи евакуації повинні бути вільними від сторонніх предметів і якнайкоротшими до евакуаційних виходів.

Евакуаційні виходи, шляхи евакуації повинні бути позначені знаками пожежної безпеки відповідно до вимог ДСТУ EN ISO 7010:2019.

На період перебування людей на будівельних об'єктах забороняється закривати на замки двері евакуаційних виходів. Шляхи евакуації, повинні бути обладнані автоматичними аварійними джерелами світла.

Усі об'єкти (будівлі, що споруджуються, тимчасові споруди, підсобні приміщення, будівельні майданчики тощо) повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння згідно з вимогами ДСТУ 3675-98, НАПБ А.01.001-2014, ДБН В.1.1-7:2016, ДБН В.1.2-7:2021, засобами контролю та оперативного оповіщення у разі виникнення надзвичайної ситуації.

Для зазначення місцезнаходження первинних засобів пожежогасіння слід установлювати вказівні знаки згідно з ДСТУ EN ISO 7010:2019 "Графічні символи. Кольори та знаки безпеки.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Зареєстровані знаки безпеки". Знаки повинні бути розміщені на видних місцях на висоті 2-2,5 м від рівня підлоги як усередині, так і поза приміщеннями (за потреби).

Для розміщення первинних засобів пожежогасіння у виробничих, складських, допоміжних приміщеннях, будівлях, спорудах, як правило, повинні встановлюватися спеціальні пожежні щити (стенди). На пожежних щитах (стендах) повинні розміщуватися ті первинні засоби гасіння пожежі, які можуть застосовуватися в даному приміщенні, споруді, установці.

Пожежні щити (стенди) та засоби пожежогасіння повинні бути пофарбовані у відповідні кольори згідно з ДСТУ EN ISO 7010:2019.

На пожежних щитах (стендах) необхідно вказувати їх порядкові номери та номер телефону для виклику пожежної охорони.

Пожежні щити (стенди) повинні забезпечувати:

- захист вогнегасників від потрапляння прямих сонячних променів, а також захист знімних комплектуючих виробів від використання сторонніми особами не запризначенням (для щитів та стендів, установлюваних поза приміщеннями);
- зручність та оперативність зняття (витягання) закріплених на щиті (стенді) комплектуючих виробів.

Для визначення видів та кількості первинних засобів пожежогасіння слід враховувати фізико-хімічні та пожежонебезпечні властивості горючих речовин, їх взаємодію з вогнегасними речовинами, а також розміри площ виробничих приміщень, відкритих майданчиків та установок.

Бочки для зберігання води з метою пожежогасіння повинні мати місткість не менше 0,2 м³ і бути укомплектовані пожежним відром місткістю не менше 0,008 м

3. Ящики для піску повинні мати місткість 0,5, 1,0 або 3,0 м³ та бути укомплектованими совковою лопатою.

Пожежні щити (стенди) встановлюються на території об'єкта з розрахунку один щит (стенд) на площу 5000 м².

Експлуатація та технічне обслуговування вогнегасників повинні здійснюватися у відповідності до Правил експлуатації вогнегасників, затверджених наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 02.04.2004 № 152 та зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 29.04.2004 за № 555/9154, а також ДСТУ 4297-2004 «Пожежна техніка. Технічне обслуговування вогнегасників. Загальні технічні вимоги». Гасіння можливої пожежі і проведення пожежно-рятувальних робіт у будинках повинні забезпечуватися такими конструктивними, об'ємно-планувальними та інженерно-технічними заходами:

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

- улаштуванням проїздів і під'їзних шляхів для пожежних машин, суміщених з функціональними проїздами та під'їздами, або спеціальних;
- улаштуванням зовнішніх пожежних драбин і забезпеченням інших способів підймання підрозділів пожежної охорони, їхнього пожежно-технічного озброєння та протипожежного обладнання на поверхи та на покрівлю будинків, у тому числі влаштуванням ліфтів для транспортування підрозділів пожежної охорони;
- улаштуванням протипожежного водопостачання (для зовнішнього та внутрішнього пожежогасіння);
- забезпеченням протидимного захисту шляхів прямування підрозділів пожежної охорони всередині будинку та обладнанням сходових кліток засобами зв'язку для використання їх цими підрозділами;
- обладнанням будинку в необхідних випадках індивідуальними і колективними засобами захисту та рятування людей;
- улаштуванням у будинках опорних пунктів пожежогасіння;
- розміщенням на території населеного пункту (міста) або підприємства підрозділів пожежної охорони з необхідною чисельністю особового складу та оснащених пожежною технікою, що відповідає вимогам гасіння пожежі на об'єктах, розташованих в радіусі їх виїзду.

Згідно «Правил пожежної безпеки в Україні» НАПБ А.01.001-2014 розділу 8.4 «Будівельно-монтажні роботи», необхідно передбачити такі заходи:

- 1) Встановити на об'єктах, що будується, режим паління (на будівельних майданчиках виділити місця для куріння); налаштувати роботу калориферів і електрообладнання; встановити порядок прибирання, вивезення утилізації горючих будівельних відходів.
- 2) Організувати ознайомлення працюючих на будівництві з пожежною небезпекою кожного виду будівельно-монтажних робіт, а також речовин, матеріалів, конструкцій та обладнання, що застосовується на цих роботах.
- 3) Забезпечити об'єкт пожежним обладнанням, засобами зв'язку, протипожежним водопостачанням, знаками пожежної безпеки, а також первинними засобами пожежогасіння згідно додатку 2 НАПБ А.01.001-2014 (встановлення ящика з піском та пожежного щита для зберігання протипожежного інвентаря).
- 4) Утримувати у справному стані й постійній готовності до застосування засоби пожежогасіння та зв'язку.
- 5) Не допускати ведення БМР, якщо відсутні протипожежне водопостачання, дороги, під'їзд та зв'язок.
- 6) При наявності відступу від вказаних вимог вони підлягають узгодженню з органами держпожнадзора.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

Консультант _____ / Катерина РУДЬ /

Здобувач _____ / Даніл ВІЗІРЕНКО /

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
<i>Зм</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		72

6.5.1. Вихідні дані для розрахунку кошторису

Резервуари мають розміри 17,5 м на 9 м. Загальна висота споруди - 9,5 м. Площа забудови становить 157,5 м².

Благоустрій та озеленення території будуть включати:

- огорожування території;
- озеленення території;
- зовнішнє освітлення.

Кошторисна документація для будівництва котеджу була підготовлена за допомогою програми "Microsoft Office" на основі "Excel". Будівництво котеджу відбувається в межах Коростенської області.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

Інженерна споруда
(найменування об'єкта будівництва)

**Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-01-01
на інженерну споруду**

(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта
інженерно-транспортної інфраструктури)

Об'єм будинку, куб.м	1418	Кошторисна вартість	1756	тис.грн.
Площа забудови об'єкта, кв.м	157,5	Кошторисна трудомісткість	5	тис люд.год
Загальна площа об'єкта, кв.м	157,5	Кошторисна заробітна плата	575	тис.грн.
Площа фасаду, кв.м	477	Середній розряд робіт	4,5	розряд
Загальна площа квартир, кв.м	0			

Складений в поточних цінах станом на "16" листопада 2024 р.

№ ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год, не зайнятих обслуговуванням машин	
					всього	експлуатації машин	всього	заробітної плати	експлуатації машин	тих, що обслуговують машини	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Підземна частина											
1	УПБ 1-1	Земляні роботи будівля без підвалу	100 кв.м площі забудови	1,575	63710 6371	57339 19113	100343	10034	90309 30103	57 165	90 260
2	УПБ 2-3	Влаштування фундаментів фундаментна плита	100 кв.м площі забудови	1,575	319603 106534	63921 21307	503375	167792	100675 33558	960 184	1512 289
Надземна частина											
3	УПБ 3-4	Влаштування каркасу будівлі монолітні залізобетонні конструкції (капстїни, колонни, діафрагми, сходи)	100м2 загальної площі об'єкта	1,575	165196 27533	33039 11013	260184	43364	52037 17346	248 95	391 150
4	УПБ 4-2	Влаштування перекриття - монолітні залізобетонні	100м2 загальної площі об'єкта	1,575	71248 5937	10687 3562	112216	9351	16832 5611	53 31	84 48
5	УПБ 5.1-5	Зовнішні стїни і оздоблення фасаду зовнішні стїни з блоків, фасад утеплений, оштукатурений і	100м2 загальної площі фасаду	4,77	50215 6695	7532 2511	239528	31937	35929 11976	60 22	288 103
8	УПБ 8-1	Влаштування покрівлі плоска покрівля з рулонних матеріалів	100м2 площі останнього поверху	1,575	182456 76023	9123 3041	287368	119737	14368 4789	685 26	1079 41
Разом прями витрати , грн.							1503013	382215	310151 103384		3443 891
в тому числі вартість матеріалів, виробів і комплектів, грн.							810647				
всього заробітна плата							485599				
Загальновиробничі витрати разом, грн.					Коеф.		252915				
у тому числі:											
трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд-год					0,12		520				
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					172,04		89487				
відрахування на соціальні заходи					0,2278		131005				
решта статей у загальновиробничих витратах					7,48		32423				
Всього кошторисна вартість робіт, грн.							1755928				
кошторисна трудомісткість, люд-год							4855				
кошторисна заробітна плата, грн.							575086				

Склав ВІЗІРЕНКО Данііл
Перевірив Рудь Катерина

Інженерна споруда
(найменування об'єкта будівництва)

Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-01-02
на внутрішні санітарно-технічні роботи Інженерної споруди
(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

Кошторисна вартість 0 тис.грн.
Кошторисна трудомісткість 0 тис. люд.год
Кошторисна заробітна плата 0 тис.грн.
Середній розряд робіт 4,4 розряд

Складений в поточних цінах станом на "16" листопада 2024 р.

№ ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год, не зайнятих обслуговуванням машин	
					всього	експлуатації машин в тому числі заробітної плати	всього	заробітної плати	експлуатації машин в тому числі заробітної плати	на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	УПС 1-2	Влаштування внутрішніх мереж опалення	100м2 загальної площі об'єкта	0	33301	1665	0	0	0	75	0
					8325	555			0	5	0
2	УПС 2-2	Влаштування внутрішніх мереж вентиляції і кондиціювання	100м2 загальної площі об'єкта	0	7484	374	0	0	0	11	0
					1247	125			0	1	0
3	УПС 3-2	Влаштування внутрішніх мереж холодного і гарячого водопостачання	100м2 загальної площі об'єкта	0	19134	957	0	0	0	43	0
					4784	319			0	3	0
4	УПС 4-2	Влаштування внутрішніх мереж каналізації	100м2 загальної площі об'єкта	0	9935	497	0	0	0	22	0
					2484	166			0	1	0
5	УПС 5-2	Влаштування внутрішніх мереж газопостачання	100м2 загальної площі об'єкта	0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0			0	0	0
Разом прями витрати , грн.							0	0	0		0
в тому числі вартість матеріалів, виробів і комплектів, грн. всього заробітна плата							0		0		0
Загальноновиробничі витрати разом, грн.					Коєф.		0		0		0
у тому числі:							0		0		0
трудомісткість в загальноновиробничих витратах, люд-год					0,105		0		0		0
заробітна плата в загальноновиробничих витратах, грн.					172,04		0		0		0
відрядування на соціальні заходи					0,2278		0		0		0
решта статей у загальноновиробничих витратах					8,7		0		0		0
Всього кошторисна вартість робіт, грн.							0		0		0
кошторисна трудомісткість, люд-год							0		0		0
кошторисна заробітна плата, грн.							0		0		0

Склав ВІЗІРЕНКО Даніл
Перевірив Рудь Катерина

Інженерна споруда
(найменування об'єкта будівництва)

Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-01-03
на внутрішні електромонтажні роботи Інженерної споруди
(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

Кошторисна вартість 0 тис.грн.
Кошторисна трудомісткість 0 тис. люд.год
Кошторисна заробітна плата 0 тис.грн.
Середній розряд робіт 5,5 розряд

Складений в поточних цінах станом на "16" листопада 2024 р.

№ ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год, не зайнятих обслуговуванням машин	
					всього	експлуатації машин в тому числі заробітної плати	всього	заробітної плати	експлуатації машин в тому числі заробітної плати	на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	УПЕ 1-2	Прокладання внутрішніх мереж електропостачання і електроосвітлення	100м2 загальної площі об'єкта	0	50134	2507	0	0	0	231	0
					26320	1755			0	15	0
2	УПЕ 2-2	Встановлення електросвітловальних приладів та електрофурнітури	100м2 загальної площі об'єкта	0	9356	187	0	0	0	14	0
					1637	131			0	1	0
3	УПЕ 3-2	Прокладання слабострумних мереж (зв'язок, телемережі)	100м2 загальної площі об'єкта	0	12296	615	0	0	0	57	0
					6455	430			0	4	0
4	УПЕ 4-2	Прокладання мереж пожежної сигналізації і відвеспостереження	100м2 загальної площі об'єкта	0	13276	664	0	0	0	61	0
					6970	465			0	4	0
Разом прями витрати , грн.							0	0	0		0
в тому числі вартість матеріалів, виробів і комплектів, грн. всього заробітна плата							0		0		0
Загальноновиробничі витрати разом, грн.					Коєф.		0		0		0
у тому числі:							0		0		0
трудомісткість в загальноновиробничих витратах, люд-год					0,097		0		0		0
заробітна плата в загальноновиробничих витратах, грн.					172,04		0		0		0
відрядування на соціальні заходи , грн.					0,2278		0		0		0
решта статей у загальноновиробничих витратах, грн.					7,66		0		0		0
Всього кошторисна вартість робіт, грн.							0		0		0
кошторисна трудомісткість, люд-год							0		0		0
кошторисна заробітна плата, грн.							0		0		0

Склав ВІЗІРЕНКО Даніл
Перевірив Рудь Катерина

Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-01-04
на монтаж устаткування Інженерна споруда
(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

Кошторисна вартість 49 тис.грн.
Кошторисна трудомісткість 0 тис.люд.год
Кошторисна заробітна плата 30 тис.грн.
Середній розряд робіт 4,5 розряд

Складений в поточних цінах станом на "16" листопада 2024 р.

№ ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год, не зайнятих обслуговуванням машин	
					всього	експлуатації машин	всього	заробітної плати	експлуатації машин	тих, що обслуговують машини	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	УПМП 1-1	Монтаж технологічного устаткування	100м2 загальної площі об'єкта	1,575	24115	9646	37981	18991	15193	108	170
					12058	4823			7596	41	65
2	УПМП 2-3	Монтаж виробничого устаткування	100м2 загальної площі об'єкта	0	0	0	0	0	0	0	0
		Разом прями витрати , грн.					37981	18991	15193		170
		в тому числі вартість матеріалів, виробів і комплектів, грн.					3798				
		всього заробітна плата					26587				
		Загальновиробничі витрати, разом, грн.		Коеф.			11430				
		у тому числі:									
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд-год		0,079			19				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.		172,04			3187				
		відрахування на соціальні заходи		0,2278			6782				
		решта статей у загальновиробничих витратах, грн.		6,23			1461				
		Всього кошторисна вартість робіт, грн.					49412				
		Кошторисна трудомісткість, люд-год					253				
		Кошторисна заробітна плата, грн.					29774				

Склав ВІЗІРЕНКО Данііл
Перевірив Рудь Катерина

Локальний кошторис на пусконаладжувальні роботи № 02-01-05
Інженерна споруда

(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

Кошторисна вартість, тис.грн. 81
Кошторисна трудомісткість, тис.люд.год. 0,5
Кошторисна заробітна плата, тис.грн. 64

Складений в поточних цінах станом на "16" листопада 2024 р.

№ ч.ч.	Обґрунтування (шифр норм)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн	Загальна вартість, грн	Витрати труда пусконаладжувального персоналу, люд.год.	
							на одиницю	всього
1	УПМП 3-2	Пусконаладжувальні роботи	100 м2 загальної площі об'єкта	1,575	35850	56464	304	479
		Разом прями витрати				56464		
		в тому числі						
		Заробітна плата				56464		
		Загальновиробничі витрати, разом, грн.		Коеф.		24881		
		у тому числі:						
		Трудомісткість у загальновиробничих витратах		0,087		42		
		Заробітна плата у загальновиробничих витратах		172,04		7162		
		Відрахування на соціальні заходи		0,2278		14494		
		Решта статей у загальновиробничих витратах		6,74		3225		
		Всього по кошторису				81345		
		Кошторисна трудомісткість				520		
		Кошторисна заробітна плата				63626		

Склав ВІЗІРЕНКО Данііл
Перевірив Рудь Катерина

Інженерна споруда
(найменування об'єкта будівництва)

Локальний кошторис на придбання устаткування, меблів та інвентарю № 02-01-06

Інженерна споруда

(вид устаткування, меблів, інвентарю і робіт, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

Кошторисна вартість 300,2 тис.грн.

Складений в поточних цінах станом на "16" листопада 2024 р.

№ ч.ч.	Шифр і номер позиції нормативу	Найменування устаткування, меблів та інвентарю	Кількість	Кількість	Вартість одиниці, грн.	Загальна вартість, грн.
1	2	3	4	5	6	7
1	УПО 1-1	Технологічне устаткування	100м2 загальної площі об'єкта	1,575	31450	49534
2	УПО 2-1	Виробниче устаткування	100м2 загальної площі об'єкта	1,575	140352	221054,4
3	УПО 3-1	Технічні засоби інформаційних технологій	100м2 загальної площі об'єкта	1,575	11597	18265
4	УПО 4-3	Меблі	100м2 (загальної площі об'єкта)	0	2556	0
		Разом, грн.				288853
		Транспортні витрати на устаткування (3%)				8666
		Заготівельно-складські витрати (0,9%)				2678
		Всього кошторисна вартість, грн.				300197

Склав ВІЗІРЕНКО Даніл
Перевірив Рудь Катерина

Форма № 4

Інженерна споруда
(найменування об'єкта будівництва)

Об'єктний кошторис № 02-01

на будівництво Інженерна споруда

(найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

Кошторисна вартість	2187	тис.грн.
Кошторисна трудомісткість	6	тис.л-год
Кошторисна заробітна плата	668	тис.грн.
Загальний будівельний обсяг	1418	куб.м
Вимірник одиничної вартості	1	кв.м
Загальна площа об'єкта	157,5	кв.м
Вартість 1 кв.м загальної площі об'єкта	13885	грн. /кв.м

Складений в поточних цінах станом на "16" листопада 2024 р.

№ ч.ч.	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			Кошторисна трудомісткість, тис.люд-год	Кошторисна заробітна плата тис.грн.	Вартість 1 кв.м загальної площі об'єкта
			будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	Всього			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2-1-1	Загальнобудівельні роботи	1756		1756	5	575	11149
2	2-1-2	Внутрішні санітарно-технічні роботи						
3	2-1-3	Внутрішні електромонтажні роботи						
4	2-1-4	Монтаж устаткування	49		49	0	30	314
5	2-1-5	Пусконаладжувальні роботи	81		81	1	64	516
6	2-1-6	Придбання устаткування, меблів та інвентарю		300	300			1906
Всього по кошторису			1887	300	2187	6	668	13885

Склав ВІЗІРЕНКО Даніл
Перевірив Рудь Катерина

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
ЗМ	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

Інженерна споруда

РОЗРАХУНКИ до глав 1, 3, 4, 5, 6, 7 ЗВЕДЕНОГО КОШТОРИСНОГО РОЗРАХУНКУ

Площа забудови об'єкта, кв.м	157,5	
Загальна площа об'єкта, кв.м	157,5	
Загальний обсяг об'єкта, куб.м	1417,5	
Площа ділянки (території) об'єкта, кв.м	157,5	17,5*9
Периметр ділянки (території) об'єкта, м.п.	53	17,5*2+9*2

Складений в поточних цінах станом на "16" листопада 2024 р.

Найменування глав, об'єктів, робіт і витрат		Одиниця виміру	Кількість, обсяг робіт	Вартість одиниці, тис.грн.	Загальна вартість, тис.грн.
Глава 1. Підготовка території будівництва		100 м2 ділянки			
1.1.	Відведення земельної ділянки, виготовлення землевпорядної докум.	- " -	1,575	27,76	43,722
1.2.	Створення геодезичної мережі для будівництва	- " -	1,575	0,22	0,347
1.3.	Освоєння і інженерна підготовка території будівництва	- " -	1,575	14,56	22,932
Разом					67,001
Глава 3. Об'єкти підсобного і обслуговувального призначення		100м2 загальної площі об'єкта			
3.1.	Адміністративно-побутові приміщення	- " -	1,575	9,21	14,506
3.2.	Ремонтно-технічні майстерні (допоміжні цехи, майстерні, склади, естакади, лабораторії)	- " -	1,575	0,000	0,000
3.3.	Господарські будівлі і приміщення (охорона, прохідна, сміттєзбиральник тощо)	- " -	1,575	6,33	9,970
Разом					24,476
Глава 4. Об'єкти енергетичного господарства					
4.1.	Трансформаторна підстанція	об'єкт	0	2482,92	0,000
4.2.	Лінії електропостачання	км	0	1368,06	0,000
Разом					0,000
Глава 5. Об'єкти транспортного господарства і зв'язку					
5.1.	Автомобільні під'їзні та внутрішні дороги	об'єкт	1	2069,80	2069,800
5.2.	Будівлі по обслуговуванню транспорту: депо, гаражі, стоянки	об'єкт	0	643,50	0,000
5.3.	Паркінги, автостоянки	об'єкт	0	1339,47	0,000
5.4.	Зовнішні роботи і будівлі для усіх видів зв'язку	об'єкт	1	987,00	987,000
Разом					3056,800
Глава 6. Зовнішні мережі та споруди водопостачання, каналізації, теплопостачання та газопостачання					
6.1.	Зовнішні мережі водопостачання, водозабірні, насосні споруди	км	0	336,50	0,000
6.2.	Зовнішні мережі каналізації, очисні споруди	км	0	555,39	0,000
6.3.	Зовнішні мережі теплопостачання, бойлерні, котельні	об'єкт	0	1895,84	0,000
6.4.	Зовнішні мережі газопостачання	км	0	0,00	0,000
Разом					0,000
Глава 7. Благоустрій та озеленення території					
7.1.	Огорожа території	100 м.п. периметру	0,53	33,80	17,914
7.2.	Озеленення та малі архітектурні форми	100 м2 ділянки	1,575	0,33	0,520
7.3.	Зовнішнє освітлення	100 м2 ділянки	1,575	1,12	1,764
7.4.	Пішохідні доріжки, тротуари	об'єкт	0	741,94	0,000
7.5.	Спортивні та ігрові майданчики	об'єкт	0	209,09	0,000
Разом					20,198

				КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА		Арк.
				Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»		78
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зведений кошторисний розрахунок в сумі

9767 тис.грн.

В тому числі зворотних сум

7 тис.грн.

Зведений кошторисний розрахунок вартості об'єкта будівництва №

До будівництва Інженерна споруда

(найменування об'єкта будівництва)

Складений в поточних цінах станом на "16" листопада 2024 р.

№ Ч.ч.	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування глав, будівель, споруд, лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури, робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			
			будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	інших витрат	загальна вартість
1	2	3	4	5	6	7
		Глава 1				
		Підготовка території будівництва				
	КНУ п.3.32	Відведення земельної ділянки	0	0	44	44
	КНУ п.3.32	Створення геодезичної мережі для будівництва			0	0
	КНУ п.3.32	Інженерна підготовка території	23	0	0	23
		Разом по главі 1	23	0	44	67
		Глава 2				
		Об'єкти основного призначення				
	КНУ п.3.33	Об'єкти основного призначення				
	№ 02-01	16-поверховий житловий будинок у м. Києві зі зміцненим нижнім перекр.	1887	300		2187
		Разом по главі 2	1887	300	0	2187
		Глава 3				
		Об'єкти підсобного та обслуговуючого призначення				
	КНУ п.3.34	Адміністративно-побутові приміщення	9,4	5,1		14,5
	КНУ п.3.34	Ремонтно-технічні майстерні (допоміжні цехи, майстерні, склади, естакади, лабораторії)	0,0	0,0		0,0
	КНУ п.3.34	Господарські будівлі і приміщення (охорона, прохідна, сміттєзбиральник тощо)	6,5	3,5		10,0
		Разом по главі 3	15,9	8,6		24,5
		Глава 4				
		Об'єкти енергетичного господарства				
	КНУ п.3.35	Трансформаторна підстанція	0	0		0
	КНУ п.3.35	Лінії електропостачання	0	0		0
		Разом по главі 4	0,0	0,0		0
		Глава 5				
		Об'єкти транспортного господарства і зв'язку				
	КНУ п.3.35	Зовнішні роботи і будівлі для усіх видів зв'язку	868,6	118,4		987
	КНУ п.3.35	Автомобільні під'їзди та внутрішні дороги	1821,4	248,4		2070
	КНУ п.3.35	Будівлі по обслуговуванню транспорту: депо, гаражі, стоянки	0,0	0,0		0
	КНУ п.3.35	Паркінги, автостоянки	0,0	0,0		0
		Разом по главі 5	2690,0	366,8		3057
		Глава 6				
		Зовнішні мережі та споруди водопостачання, каналізації, теплопостачання та газопостачання				
	КНУ п.3.35	Зовнішні мережі водопостачання, водозабірни, насосні споруди	0,0	0,0		0,00
	КНУ п.3.35	Зовнішні мережі каналізації, очисні споруди	0,0	0,0		0,00
	КНУ п.3.35	Зовнішні мережі теплопостачання, бойлерні, котельні	0,0	0,0		0,0
	КНУ п.3.35	Зовнішні мережі газопостачання	0,0	0,0		0,0
		Разом по главі 6	0,0	0,0		0,00
		Глава 7				
		Благоустрій та озеленення території				
	КНУ п.3.35	Огорожа території	17,9			17,9
	КНУ п.3.35	Озеленення та малі архітектурні форми	0,5			0,5
	КНУ п.3.35	Зовнішнє освітлення	1,8			1,8
	КНУ п.3.35	Пішохідні доріжки, тротуари	0,0			0,0
	КНУ п.3.35	Спортивні та ігрові майданчики	0,0			0,0
		Разом по главі 7	20,2			20
		Разом по главах 1-7	4635,7	675,6	44,1	5355
		Глава 8				
		Тимчасові будівлі і споруди				
	КНУ п.3.36	Тимчасові будівлі і споруди				
	КНУ п.4.18-4.21	Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення	44			44
		Разом по главі 8	44			44
		Разом по главах 1-8	4679,7	676	44	5399
		Глава 9				
		Кошти на інші роботи та витрати				
	КНУ п.4.25, дод. 22	Кошти на виконання будівельних робіт у зимовий період	23,4			23
	КНУ п.3.37 4.27-4.31	Інші витрати			30	30
		Разом по главі 9	23		30	53
		Разом по главах 1-9	4703,1	676	74	5452
		Глава 10				
	КНУ п.3.38	Утримання служби замовника та інжинірингові послуги				
	КНУ п.4.32	Утримання служби замовника (включаючи технічний нагляд)			136	136
	КНУ п.4.32	Витрати замовника з проведення тендерів			11	11
	КНУ п.4.32	Формування страхового фонду документації			3	3
		Разом по главі 10			150	150
		Глава 11				
		Підготовка експлуатаційних кадрів				
	КНУ п.3.38	Підготовка експлуатаційних кадрів			0	0
		Разом по главі 11			0	0
		Глава 12				
		Проектні, вишукувальні роботи, експертиза та авторський нагляд				
	КНУ п.4.34	Вартість проектно-вишукувальних робіт			179	179
	КНУ п.4.34	Вартість експертизи проектної документації			6	6
	КНУ п.4.35	Кошти на здійснення авторського нагляду			5	5
		Разом по главі 12			190	190
		Разом по главах 1-12	4703	676	414	5792
	КНУ п.4.38, дод.25	Кошторисний прибуток (П)	376			376
	КНУ п.4.39, дод.27	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ)			94	94
	КНУ п.4.40, дод.28	Кошти на покриття ризиків всіх учасників будівництва (Р)	118	17	10	145
	КНУ п.4.41	Кошти на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами (І)	1514	218		1732
		РАЗОМ (гл.1-12 + П + АВ + Р + І)	6711	910	518	8140
		Податок на додану вартість			1628	1628
		Всього по зведеному кошторисному розрахунку	6711	910	2146	9767
	КНУ п.3.39	Зворотні суми				7

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»

Арк.

79

ЗМ Арк. № докум. Підпис Дата

НАУКОВО – ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Консультант _____ / Віра КОЛЯКОВА /

Здобувач _____ / Даніл ВІЗІРЕНКО /

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
<i>Зм</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		80

7.1.1. Короткий опис наукової роботи

Залізобетонні (ЗБ) конструкції є невід'ємною частиною інфраструктури суспільства, і кількість цих типів залізобетонних конструкцій значно зросла за останні 60 років. Однак, на їх довгострокові характеристики впливають різні фактори, такі як вплив навколишнього середовища, електрохімічні реакції, механічні навантаження, удари пошкодження та інші.

Корозія арматури є основним наслідком погіршення стану сталевих залізобетонних конструкцій, причиною якого є вплив навколишнього середовища, неякісне проектування або будівництво. Вона супроводжується втратою маси перерізу арматури та накопиченням продуктів корозії. Дуже часто першою ознакою проблеми є поява тріщини по лінії армування. Найбільш важливими причинами є карбонізація і хлоридне забруднення бетону.

Одним з методів зупинки корозії є використання електрохімічної обробки. Застосування катодного струму на металеву поверхню супроводжується негативним зсувом її потенціалу і зниженням надлишкового потенціалу що стимулює розчинення металу. Цей ефект закладений в класичному розумінні класичному розумінні катодного захисту. А катодний струм також має кілька інших корисних ефектів і багато розробок відбулося в галузі електрохімічної обробки сталі в бетоні. У цій роботі розглядаються досягнення в розумінні хлоридно-індукованої корозії сталі в бетоні з як з кінетичної, так і з термодинамічної точки зору, а також розглядається їхній вплив на розуміння електрохімічної обробки для зупинення і запобігання корозії погіршення стану. [34]

1. Агресивні хімічні речовини:

- Кислотна корозія: Кислоти, що проникають у бетон (наприклад, сірчана або соляна), вступають у реакцію з кальцієвими сполуками цементного каменю, утворюючи розчинні солі, які вимиваються водою. Це призводить до втрати міцності бетону.
- Сульфатна корозія: Вплив сульфатів на бетон призводить до утворення нових мінералів, таких як еттрінгіт, що спричиняють об'ємне розширення та появу тріщин.
- Хлориди: Хлорид-іони, що містяться в морській воді або реагентах для боротьби з льодом, порушують структуру цементного каменю та викликають корозію арматури всередині залізобетону.

2. Фізичні фактори:

- Заморожування та розморожування: Вода, що заповнює пори бетону, при замерзанні розширюється на 9%, створюючи тиск на стінки пор. Це призводить до утворення мікротріщин і поступового руйнування бетону.
- Температурні коливання: Постійні цикли нагрівання й охолодження викликають нерівномірне розширення матеріалу, сприяючи появі внутрішніх напружень.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

3. Механічні навантаження:

- Абразивний знос: Поверхня бетону стирається через механічний вплив, наприклад, тертя або тиск рухомих елементів.
- Ударні навантаження: Раптові пошкодження спричиняють мікротріщини, які знижують опірність корозії.

4. Вплив води та солей:

Вода та розчинені у ній солі проникають у пори бетону, сприяючи хімічним реакціям. У результаті виникають нові сполуки, які змінюють об'єм і руйнують структуру матеріалу.

Види корозії бетону:

1. Хімічна корозія:

Виникає через хімічну взаємодію між цементним каменем і агресивними речовинами, що утворюють нерозчинні або розчинні продукти, які руйнують структуру бетону.

Приклад: Розчинення гідроксиду кальцію в присутності кислот призводить до втрати міцності.

2. Фізична корозія:

Зумовлена зовнішніми механічними та термічними факторами. Найбільше поширена корозія через заморожування і розморожування.

Приклад: Руйнування мостових плит через багаторазові цикли замерзання.

3. Електрохімічна корозія:

Відбувається при впливі електричних струмів у зонах із підвищеною провідністю.

7.1.2. Корозійні процеси

Сталь в бетоні зазвичай пасивна і стабільна, а в умовах високолужного середовищі на ній утворюється пасивна оксидна захисна плівка. Рисунок 1 ілюструє термодинамічну стабільність плівки в лужному середовищі. Навіть у присутності хлоридів, оксиди, що складають захисну плівку, залишаються найстабільнішими продуктами, і значне зниження рН для дестабілізації залізобетонної системи має відбутися значне зниження рН [34]

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

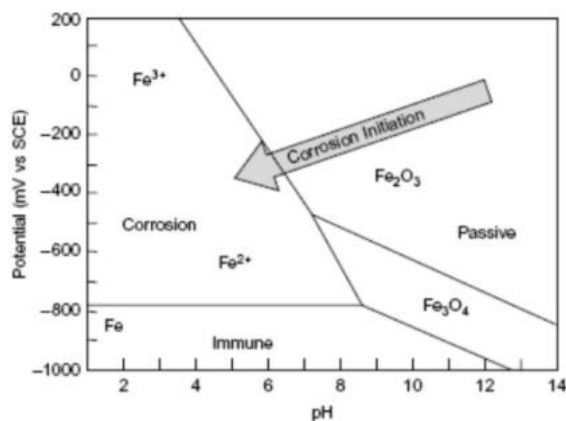
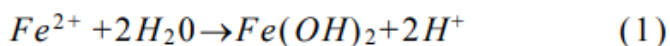


Рис. 1 – Механізм зупинки початку корозії

Хлоридна атака має тенденцію до локалізації, а руйнування плівки як правило, відбувається за моделлю точкової корозії з подальшим зростанням виразки. Для того, щоб ямки зростали, зародження ямок повинно супроводжуватися зародження пітів повинно супроводжуватися падінням рН і збільшенням вмісту хлоридів у вмісту хлоридів у місці зародження піти. Локальне падіння рН відбудеться внаслідок гідролізу розчинених іонів заліза як показано в рівнянні (1).



Наявність надлишку хлорид-іонів забезпечує аніон, що врівноважує заряд, для стабілізації локального зниження рН. Ефективно утворюється соляна кислота (НСl). Таким чином, присутність хлорид-іонів сприяє подальшому розчиненню заліза. Процес корозії ініціювання корозії з точки зору термодинаміки проілюстровано на Рисунку 1.

Швидкість корозії може контролюватися кінетикою або анодної, або катодної реакції, або опором до протікання струму між анодною і катодною ділянками. Пов'язані з цим механізми контролю називаються анодним контролем, катодним контролем або резистивним контролем. Залізобетон піддається впливу різноманітних середовищ, і будь-який з цих механізмів може домінувати залежно від умов впливу. Коли бетону періодично дають висохнути, кисень має відносно легкий доступ до сталі. Кінетика катодної реакції, відновлення кисню, вважається слабо поляризованою, оскільки ця реакція може відбуватися відносно легко. Наявність пасивної плівки може обмежувати загальну швидкість, обмежуючи швидкість розчинення металу (анодна реакція). розчинення металу (анодна реакція). Анодна кінетика вважається сильно поляризованою, а швидкість корозії під анодним контролем. Щоб збільшити швидкість корозії, має відбуватися пасивне руйнування плівки. Типова залежність, що спостерігається між корозійним потенціалом і швидкістю корозії для бетону, що піддається впливу забрудненого хлорид-іонами в повітрі, показано на Рисунку 2. Більш від'ємні корозійні потенціали асоціюються з вищим ризиком корозії. [34]

Це визначається як критичний рівень, після якого концентрація хлоридів є достатньою для підтримання локального локального руйнування пасивної плівки і, отже, сприяти виникненню корозії.

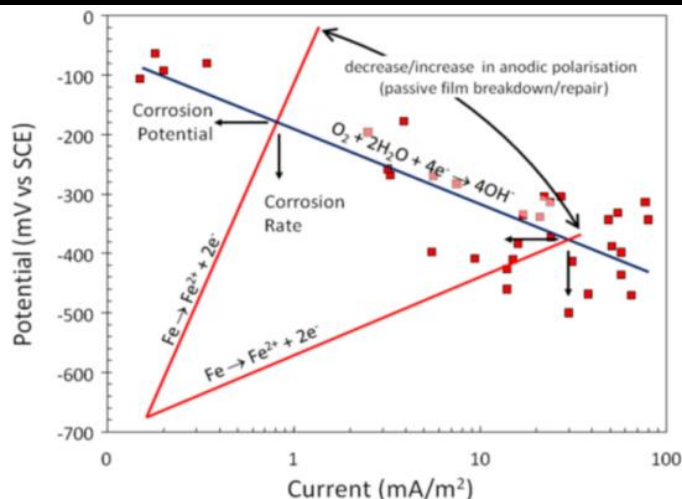


Рис. 2 – Зв'язок між потенціалом і швидкістю корозії (струмом) у бетоні, що перебуває під впливом повітря

Він виражається як відношення загального вмісту хлоридів до вмісту цементу в бетоні (тобто ваговий відсоток). На основі різних досліджень і літературних джерел, типові порогові рівні коливаються в межах від 0,2 до 2,5% від маси цементу. Хоча рівень хлоридів легко виміряти, вміст хлоридів у цементі можна лише оцінити, оскільки лабораторна перевірка є складною. Хоча зв'язані хлориди сприятимуть розвитку корозії, все ще немає достатніх доказів, щоб довести кореляцію між зв'язуванням хлоридів і пороговими рівнями хлоридів.

При застосуванні електрохімічної обробки було помічено, що гель силікатунатрію та гідроксид кальцію є побічними продуктами гідроксид кальцію є побічними продуктами обробки, які заповнюють пори та інтерфейсні порожнечі бетону.

Це забезпечить накопичення гідроксильних іонів у сталі, що дозволяє припустити, що електрохімічна обробка сталі, що свідчить про те, що електрохімічна обробка не тільки зупиняють корозію, але й збільшують резервуар ОН-, що в свою чергу підвищує порогові рівні хлоридів. Існують переконливі докази того, що тверді фази вивільняють гідроксильні іони, які інгібують корозію. Крім того, зв'язані хлориди, теоретично, також можуть вивільнятися брати участь у корозійному процесі. Дійсно, опубліковані дані, в цілому, дають дуже мало доказів прямого зв'язку між зв'язуванням хлоридів і пороговим рівнем хлоридів.

7.2. Зупинка та запобігання корозії.

Зупинення процесу корозії, спричиненої хлоридами, є проблемою, яка все ще представляє багато викликів. Забруднений хлоридами бетон залишається під загрозою навіть після того, як пошкоджені ділянки були відновлені.

Електрохімічна обробка - це найбільш перевіреними технологіями, коли метою є уникнення заміни забрудненого бетону, але їхня складність не дає надійну реалізацію.

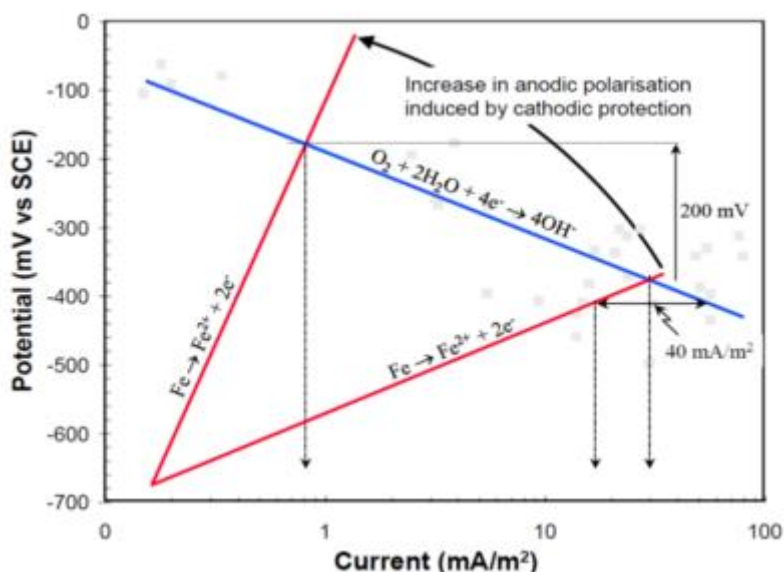
Інші технології, такі як сушіння конструкції або використання проникаючих інгібіторів корозії, можуть сповільнити процес корозії, але ефективність і цінність цих методів все ще залишаються дискусійними.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

Катодний захист традиційно ґрунтується на досягненні від'ємного зсуву потенціалу негативного зсуву потенціалу, і така основа лежить в основі багатьох критеріїв для досягнення захисту. Негативний зсув потенціалу індукується під час подачі катодного струму і називається катодною поляризацією. На противагу цьому, позитивний зсув потенціалу сталі у відкритому контурі, пов'язане з анодною поляризацією, є результатом збільшення рН і зменшення вмісту хлорид-іонів, що стабілізує утворення стабільної пасивної плівки (рис. 1). Покращення середовища, як правило, вважається основним фактором, що середовища, як правило, вважається основним захисним ефектом тимчасової електрохімічної обробки які покладаються на безперервний захист після того, як струм вимкнення струму. Однак це також є домінуючим захисним ефектом під час катодного захисту. Нещодавнє дослідження Christodoulou та ін. досліджували довгострокові переваги раннього електропровідного анодно-катодного захисту імпресійним струмом (ІССР) з метою вдосконалення підходу до проектування підходу, зменшення вимог до технічного обслуговування. Зроблено висновок, що ІССР не тільки забезпечує захист за допомогою потенційного зсуву, як того вимагають відповідні європейські та міжнародні стандарти. відповідні європейські та міжнародні стандарти, але й інші вторинні корисні захисні ефекти, які, ймовірно, були причиною спостережуваного ефекти, які, ймовірно, відповідальні за спостережувану пасивність і некорозійний стан сталевій досліджуваній арматурі.

Щоб проілюструвати це, вплив від'ємного зсуву потенціалу індукованого струмом 40 мА/м² (площа поверхні сталі) порівнюються зі зміною в навколишньому середовищі, яка може викликати позитивний зсув потенціалу холостого ходу на 200 мВ (Рисунок 3). [33]

Спочатку передбачалося, що сталь кородує при 30 мА/м². На Рисунок 3 показано, що негативний зсув потенціалу сталі потенціалу сталі, індукований високим струмом катодного захисту (40 мА/м²) є відносно невеликим, коли сталь кородує. Дійсно, було показано, що навіть застосування дуже високої густини захисного струму (з практичної точки зору) не може змінити напрямок корозійного струму макрокомірки на сталевому прутку, що піддається корозії. Висловлено припущення, яке постулюється, що генерація гідроксильних іонів на катоді має набагато більший вплив на інгібування процесу корозії.



ЗМ	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Рис. 3 – Порівняння ефектів катодної поляризації з ефектами анодної поляризації з анодною поляризацією, коли бетону періодично дають бетону висохнути.

Коли йдеться про запобігання корозії є два підходи, які можуть бути прийняті. Перший полягає в тому, щоб запобігти забрудненню бетону хлоридами. Цього можна досягти, наприклад, шляхом покращення бар'єрних властивостей бетонного покриття, нанесенням покриттів на бетонну поверхню, а також шляхом усунення джерела хлоридів. Другий - підвищити толерантність до хлоридного забруднення забруднення хлоридами. У цьому випадку забруднення хлоридами вважається неминучим. Підвищення толерантності до хлоридного забруднення може бути досягнуто шляхом зміни арматурного матеріалу, наприклад, арматури з нержавіючої сталі. Іншою альтернативою є модифікація середовище, що безпосередньо оточує сталь

Реакція катодного відновлення, що відбувається на сталевих прутках генерує там гідроксильні іони, і в той же час струм буде переносити позитивні іони до катода. Позитивні іони можуть включати натрій, калій і кальцій, і є деякі докази того, що розчинні гідроксидні в сталі утворюються розчинні гідроксидні сполуки.

Візуальний огляд електрохімічно оброблених зразків показало наявність білого осаду на поверхнях, які отримали обробку. Осадження інгібіторних твердих фаз на інгібіторних твердих фаз на сталі можна покращити шляхом додаванням домішок до бетону для покращення розчинність кальцію. Кальцій зазвичай не розчиняється в середовищі з високим рівнем рН. Додавання нітрату кальцію збільшує вміст розчинного кальцію і отже, знижує рівень рН. Електрохімічна обробка від хлоридної корозії корозії включають катодний захист і вилучення хлоридів. Видалення хлоридів є тимчасовим методом, зазвичай на період від 6 до 12 тижнів, з типовою густиною струму $1\text{A}/\text{m}^2$ і обтяжливою метою видалення хлоридів. Більш високі щільності струму і напруги вимагають враховувати, що може відбуватися лужна агрегатна реакція (AAR) (лужна агрегатна реакція).

Аноди лише тимчасово закріплені на бетоні, і після завершення робіт необхідно нанести захисне покриття. На відміну від цього, катодний захист є постійним обробка, яка ґрунтується на проходженні електричного струму через електроліт до поверхні металу, що піддається корозії, і змінює напрямок електричного струму, що виробляється корозійними реакціями. Таким чином, потенціал металу зміщується в негативний бік. Альтернативою вищезгаданим методам обробки є гальванічні анодні системи; вони не вважаються такими потужними, як катодний захист і не можуть зупинити активний корозійний активний процес корозії, хоча і виконують профілактичну функцію. Однак вони набагато простіші в установці і вимагають обмеженого технічного обслуговування.

Останні технологічні розробки в галузі зупинки активного корозійного процесу і підтримання пасивності сталі поєднує в собі короткочасне повторне підлужування в ямі короткочасну ре-лужну обробку, що здійснюється за допомогою джерела живлення, з довготривалим гальванічним захистом. Процес ямного ре-лужування бажано здійснювати з тієї ж анодної системи системи, що використовується для забезпечення гальванічного захисту. Ця нова комбінація називається «гібридною» електрохімічною обробкою. Вона поєднує в собі

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

потужність електрохімічної обробки сильним електрохімічної обробки струмом з низькими вимогами до технічного обслуговування гальванічного захисту.

Обслуговування електрохімічної обробки імпресійним струмом обмежується коротким періодом (тижнями) під час монтажу, коли відновлюється пасивність сталі відновлюється. Як правило, процес повторного підлужування в ямі вимагає подачі відносно невеликої кількості шихти на сталь. 30 А.год на квадратний метр сталі було потрібно в лабораторному бетонному зразка, що містив 3% хлориду на глибині сталі. Цілком ймовірно, що менша кількість шихти буде потрібна при меншому вмісті хлоридів.

7.2.1. Управління корозійними ризиками.

Новий стандарт щодо катодного захисту вимагає «цілісної стратегії» для управління майбутнім ризиком корозії у залізобетонній конструкції. На додаток до емпіричних критеріїв моніторингу ефективності, стандарт надає платформу для оцінки корозійного ризику, якщо ці критерії не можуть бути досягнуті. План управління корозійним ризиком поєднує моніторинг та стратегію роботи з несприятливими даними моніторингу. Одним з таких варіантів є моніторинг за допомогою вимірювання швидкості корозії та вимірювання корозійного потенціалу. Швидкість корозії пов'язана зі зміщенням потенціалу і густиною прикладеного струму. Найпоширеніший метод використовує теорія поляризації. Поляризаційна поведінка (взаємозв'язок між зсувом потенціалу і прикладеним струмом) електрода з контрольованими реакціями активації описується рівнянням (2),

$$i_{\text{appl}} = i_{\text{corr}} \left(\exp\left(\frac{2.3\Delta E}{\beta_c}\right) - \exp\left(-\frac{2.3\Delta E}{\beta_a}\right) \right) \quad (2)$$

де i_{appl} - густина прикладеного струму, i_{corr} - швидкість корозії швидкість корозії, ΔE - зсув електродного потенціалу, а β_a і β_c - константи.

У 1950-х роках це рівняння було спростили, припустивши, що зсув потенціалу малий. Тоді експоненціальні функції були апроксимовані лінійними функціями, і таким чином був розроблений метод поляризаційного опору поляризаційного опору. Якщо зсув потенціалу не є малим, швидкість корозії все ще можна розрахувати за допомогою рівняння 1. Чутливість розрахунку до помилок у різних параметрів було оцінено раніше.

Для сталі, що проходить електрохімічну обробку, консервативна оцінка її потенціалу консервативну оцінку зсуву потенціалу можна отримати за спадом потенціалу, виміряним при перериванні захисту струму. На рисунку 4 показано приклад швидкості корозії розрахованої за цими даними. На практиці густину струму в сталі сталі можна оцінити за струмом ізольованої ізольованої ділянки анодної системи в місці вимірювання спаду потенціалу сталі. [33]

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
					Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	87
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

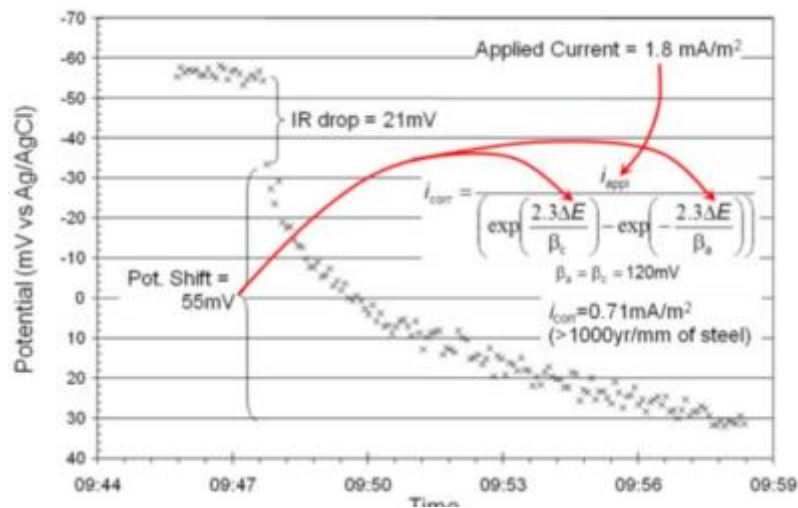


Рис. 4 – Приклад даних для розрахунку швидкості корозії з використанням спаду потенціалу та густини прикладеного струму.

7.2.1. Щільність бетону та товщина захисного шару

Раніше було показано вплив щільності бетону на довготривале збереження ним захисних властивостей по відношенню до арматури. Щільність структури бетону є головним фактором, який визначає його проникність для агресивних середовищ (кислотних газів, іонів хлору тощо). [35]

Чим менше пори в бетоні та чим тонше й щільніше шар арматури, тим швидше вона втрачає початкову здатність протистояти агресивним середовищам. Очевидно також, що, з часом, процеси корозії в тілі бетону проходять швидше в більш проникних для вологи й кислотних середовищ бетонах.

Підвищення проникності бетону може бути в певній мірі компенсоване збільшенням товщини захисного шару. Як було показано вище, наприклад, при розповсюдженні вглиб бетону карбонізації пропорційно квадрату товщини цього шару. Однак із зростанням дифузії кількість часу збільшується в геометричній прогресії.

Очевидно, що найбільш бажаним шляхом зниження проникності захисного бетону є зменшення його пористості, що визначається структурою, тобто кількістю, розмірами та характером системи пор бетону. Як було показано, на проникність бетону особливо впливають легковажні пори й гелі. Легковажні пори, утворені крупною пористістю, можна значно зменшити ущільненням бетонної суміші.

Цементний камінь має пори: гелеві пори діаметром від 10 до 50 Å (ангстрем), практично непроникні, і більш крупні капілярні пори діаметром 1–100 мкм, які з'являються в результаті усадки цементного гелю та недостатнього ущільнення води.

Також є пори, які виникають на контактi між цементним каменем i заповнювачем, оскiльки поверхнi зерен заповнювача менше взаємодiють iз гелем цементного каменю. При нормальнiй густинi бетону величина усадки цементного каменю становить до 75% за витрат води 350 л/м³ i до 50% за витрат води 158 л/м³.

Розрiзняють кiлька видiв пор:

- а) **Гелеві пори** (0,01–0,1 мкм) – пори між зернами заповнювача i цементним каменем, які здебiльшого закриті та утримують вологу;
- б) **Повітряні пори** (0,1–5 мкм) – пори, що виникають у результатi перемiшування та укладання бетонної сумiшi. Їхнiй розмiр значно зменшується при штучному ущiльненнi;
- в) **Крупні пори, каверни, пустоти** – пори, що утворюються через недостатнє ущiльнення або неправильний розподiл бетону.

Через капiлярні пори навiть при незначнiй вологостi відбувається проникнення води, що є небажаним для конструкцiй, які працюють у вологих або агресивних умовах. [35]

Таким чином, значення для регулювання пористостi бетону мають:

1. Якість цементу;
2. Густина заповнювача;
3. Режими твердiння.

Одним iз важливих факторiв у регулюваннi пористостi бетону є кiлькiсть хiмiчно зв'язаної води в цементному каменi середнього мiнералогiчного складу. Вiдомо, що при водоцементному вiдношеннi 0,6, кiлькiсть хiмiчно зв'язаної води становить близько 20% вiд ваги цементу. Зайва вода, необхідна для зручностi укладання, створює пористу структуру цементного каменю. Точний розрахунок показує, що пористiсть цементного каменю при водоцементному вiдношеннi 0,6 буде становити 38–43%, а для бетону складу 1:2:4 (по масi) з таким же В/Ц пористiсть буде 11–12,5%.

Для оцiнки щiльностi бетону пропонується використати формулу, що враховує два основних фактори – випаровування зайвої води та впливу повітря:

$$P = 1 - \alpha - 0,001 (V - \beta C),$$

де:

- α – кiлькiсть повітряних пор (для звичайного бетону 0,02; для бетону з повітровтягуючими добавками – 0,05);
- V i C – кiлькiсть води та цементу в кг/м³;
- β – кiлькiсть хiмiчно зв'язаної води залежно вiд витрати цементу (0,1–0,25).

У таблицi 1 наведена характеристика цементних бетонiв рiзної щiльностi,

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

Таблиця 1

Показники	Звичайний бетон	Підвищеної щільності	Високої щільності	Особливо високої щільності
Щільність, г/см ³	0,8–1,0	0,85–0,85	Більше 0,9	
Водоцементне відношення	0,6	0,5–0,4	Менше 0,4	
Середня витрата води, л/м ³	200	180	170	160
Середня витрата цементу, кг/м ³	280	320	400	500
Пористість, %	11–12,5	9–11	6–8	Більше 8
Міцність при стиску, кг/см ²	300	400	500	600
Марка по фільтрації	B2	B4	B6	B8
Проникність, см/с	10 ⁻⁴ і більше	2–4·10 ⁻⁴	6–8·10 ⁻⁴	Більше 8·10 ⁻⁴

Режим твердіння бетону є надзвичайно важливим для структури цементного каменю. Найбільшу небезпеку становить пересихання бетону на ранніх стадіях. При цьому утворюються крупні відкриті пори та мікропори, які погіршують міцність і довговічність бетону. Жорсткі режими теплової обробки також збільшують проникність.

Дослідження, показують, що твердість бетону у вологих умовах підвищується, а пористість зменшується на 42% за 28 діб. У недостатньо вологих умовах структура цементного каменю стає менш однорідною.

Жирні та пластичні бетонні суміші забезпечують кращий захист арматури, ніж худі та жорсткі; для захисту арматури від корозії достатньо витрати цементу 320 кг/м³ у пластичній бетонній суміші при щільності крупного заповнювача від 0 до 10 мм.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90

В одній із публікацій повідомляється, що залізобетонні баржі історичних 1914–1918 рр. при огляді 1939 р. не мали слідів корозії арматури при товщині захисного шару не більше 12 мм. Також зазначається, що найбільшим ризиком є низьке водоцементне відношення. Утверджується, що якщо при поганій укладці бетону щільність знижується, то ризик корозії арматури значно зростає навіть при товстих захисних шарах. [35]

Повідомляється про випробування з природним оббризуванням зразків розчином повареної солі. Було встановлено, що підвищення водоцементного відношення до 0,6 покращує захисні властивості бетону. Аналогічні результати отримані Леун та Коппенгагеном при В/Ц від 0,45 до 0,95.

Збільшення витрат цементу сприяє зменшенню газопроникності, що пов'язано з покращенням ущільнення бетонної суміші. Однак наявність зайвої води у складі суміші може негативно вплинути на міцність бетону.

Дані, наведені в доповіді, показують, що застосування добавок, які покращують зручність укладання (наприклад, повітровтягуючих), суттєво знижує газопроникність бетону.

Стан арматури в бетоні при відносній вологості повітря 80% наведений у таблиці 2:

Таблиця 2

Товщина захисного шару, мм	Витрата цементу, кг/м ³	Коефіцієнт газопроникності × 10 ⁻⁴	Площа корозії, %	Глибина корозії, мм	Втрата маси, г/м ²
15	320	0,033	10	0,36	0,01
25	270	0,007	4	0,15	0,0024
25	220	0,0101	8	0,20	0,004

Результати зберігання бетону при відносній вологості 80% і температурі 30 °С протягом двох років (табл. 2) показують, що тільки захисний шар 15 мм гарантує достатній захист арматури при витраті цементу 320 кг/м³.

Цікаві результати отримані під час досліджень зразків бетону при відносній вологості 80–95%. Установлено, що низькощільні суміші з витратою цементу 220 кг/м³ та товщиною шару 25 мм є недостатніми для запобігання корозії арматури. До кінця випробувань у таких зразках з'являються тріщини. [35]

Щільніші склади з витратою цементу 320 кг/м³ або більше забезпечують кращий захист навіть за тривалого впливу агресивних умов.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91

7.3. Сучасні матеріали та технології захисту арматури від корозії.

Захист арматури від корозії є одним з ключових аспектів забезпечення довговічності залізобетонних конструкцій. Сучасна будівельна індустрія пропонує широкий спектр матеріалів та технологій, які дозволяють ефективно боротися з цією проблемою. [35]

Матеріали для захисту арматури

- Інгібітори корозії: Це спеціальні хімічні речовини, які додають до бетонної суміші. Вони створюють на поверхні арматури захисний шар, що перешкоджає протіканню електрохімічних процесів, які призводять до корозії.
- Полімерні покриття: Полімерні смоли, такі як епоксидні, поліуретанові та акрилові, наносяться на поверхню арматури перед бетонуванням. Вони створюють бар'єр, який ізолює арматуру від агресивного середовища бетону.
- Металічні покриття: Цинкування, алюмініювання та інші види металізації арматури забезпечують катодний захист. Більш активний метал (цинк, алюміній) руйнується замість заліза, захищаючи арматуру від корозії.
- Нержавіюча сталь: Використання нержавіючої сталі як арматури є одним з найбільш ефективних способів захисту від корозії. Однак, висока вартість обмежує її застосування.

Сучасні технології захисту

- Катодний захист: Цей метод полягає у створенні гальванічної пари між арматурою та більш активним металом (анодом). Анод розчиняється, захищаючи арматуру від корозії.
- Імпрегнація бетону: Просочення бетону спеціальними складами, які покращують його водонепроникність і стійкість до агресивних середовищ.
- Використання бетонів з низьким водоцементним співвідношенням: Зменшення кількості води в бетонній суміші зменшує пористість бетону і знижує проникність агресивних речовин до арматури.
- Застосування фібробетонів: Введення в бетонну суміш сталевих або полімерних волокон підвищує міцність бетону і створює додатковий бар'єр для проникнення агресивних речовин.
- Використання нових цементних матеріалів: Сучасні цементами з добавками, що уповільнюють процес карбонізації бетону, ефективно захищають арматуру від корозії.

7.3.1. Вибір методу захисту. Переваги та недоліки різних методів захисту.

Вибір методу захисту арматури залежить від багатьох факторів, таких як:

- Умови експлуатації конструкції: агресивність середовища, вологість, температура.
- Тип арматури: сталь, нержавіюча сталь.
- Вимоги до довговічності конструкції.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

- Економічні обмеження.

Комбіновані методи захисту

Найбільш ефективним способом захисту арматури є комбінування різних методів. Наприклад, поєднання інгібіторів корозії з полімерними покриттями або катодний захист з використанням нержавіючої сталі.

Переваги та недоліки різних методів захисту арматури

Вибір методу захисту арматури залежить від багатьох факторів, включаючи умови експлуатації конструкції, тип арматури, вимоги до довговічності та економічні обмеження. Кожен метод має свої переваги та недоліки.

Інгібітори корозії

- Переваги:
 - Ефективно знижують швидкість корозії.
 - Легко додаються до бетонної суміші.
 - Відносно недорогі.
- Недоліки:
 - Ефективність може зменшуватися з часом.
 - Можуть бути токсичними.
 - Не забезпечують повного захисту від корозії.

Полімерні покриття

- Переваги:
 - Стійкі до агресивних середовищ.
 - Забезпечують тривалий захист.
 - Можуть наноситися на різні типи поверхонь.
- Недоліки:
 - Вимагають високої точності нанесення.
 - Можуть пошкоджуватися при механічних впливах.
 - Відносно дорогі.

Металічні покриття

- Переваги:
 - Забезпечують надійний катодний захист.
 - Довговічні.
- Недоліки:
 - Вимагають спеціального обладнання для нанесення.
 - Можуть бути дорогі.

Нержавіюча сталь

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

- Переваги:
 - Висока корозійна стійкість.
 - Довговічність.
- Недоліки:
 - Висока вартість.
 - Обмежене застосування в деяких типах конструкцій.

Катодний захист

- Переваги:
 - Ефективний для великих об'ємів бетону.
 - Може використовуватися для захисту вже експлуатованих конструкцій.
- Недоліки:
 - Вимагає постійного контролю і обслуговування.
 - Може бути складним у реалізації.

Імпрегнація бетону

- Переваги:
 - Покращує водонепроникність бетону.
 - Захищає від проникнення агресивних речовин.
- Недоліки:
 - Може змінювати властивості бетону.
 - Вимагає спеціального обладнання.

Оцінка ефективності захисних покриттів

Для оцінки ефективності захисних покриттів використовують різні методи:

- Візуальний огляд: дозволяє виявити зовнішні пошкодження покриття.
- Вимірювання товщини покриття: дозволяє оцінити однорідність покриття.
- Електричні методи: дозволяють виявити локальні пошкодження покриття.
- Акустичні методи: дозволяють оцінити адгезію покриття до основи.
- Лабораторні випробування: дозволяють визначити стійкість покриття до різних впливів (вологість, температура, хімічні речовини).

Нові технології захисту арматури

Сучасні дослідження спрямовані на розробку нових, більш ефективних і екологічно чистих методів захисту арматури. Серед перспективних напрямків:

- Самозагоювальні покриття: покриття, які здатні самостійно відновлюватися після пошкоджень.
- Нанотехнології: використання наночастинок для створення більш ефективних бар'єрних покриттів.
- Біоміметичні матеріали: розробка покриттів, що імітують природні захисні механізми.
- Розумні матеріали: матеріали, які змінюють свої властивості залежно від зовнішніх умов.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		94

Вибір оптимального методу захисту арматури є складним завданням і вимагає комплексного підходу, який враховує всі фактори, що впливають на процес корозії.

Вплив кліматичних умов на вибір методу захисту арматури

Кліматичні умови відіграють вирішальну роль у виборі методу захисту арматури від корозії. Різні кліматичні фактори, такі як температура, вологість, кількість опадів, рівень забруднення повітря та наявність агресивних речовин у повітрі чи ґрунті, суттєво впливають на швидкість і характер корозійних процесів.

- **Висока вологість:** Сприяє електрохімічним процесам, прискорюючи корозію. Вимагає більш ефективних бар'єрних захисних покриттів.

- **Низькі температури:** Можуть призводити до розтріскування бетону та проникнення вологи, що посилює корозію. Необхідно використовувати матеріали, стійкі до низьких температур.

- **Часті перепади температур:** Призводять до мікротріщин у бетоні, що полегшує проникнення вологи і агресивних речовин.

- **Агресивне середовище:** Наявність у повітрі або ґрунті солей, кислот, лугів прискорює корозію. Необхідно використовувати спеціальні захисні покриття та інгібітори корозії.

- **Ультрафіолетове випромінювання:** Може призвести до деградації органічних полімерних покриттів.

Вибір методу захисту арматури залежить від конкретних кліматичних умов:

- **Вологі клімат:** Ефективні бар'єрні покриття, катодний захист, інгібітори корозії.

- **Холодний клімат:** Матеріали, стійкі до низьких температур, додаткові заходи для захисту від проникнення вологи.

- **Агресивне середовище:** Спеціальні інгібітори корозії, стійкі до впливу агресивних речовин, додаткові бар'єрні покриття.

- **Стандарти та норми захисту залізобетонних конструкцій від корозії**
Захист залізобетонних конструкцій від корозії регламентується національними та міжнародними стандартами та нормативними документами. Вони визначають

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		95

вимоги до якості бетону, арматури, захисних покриттів, а також до проектування, виконання та контролю якості робіт.

Основні стандарти:

• **ДСТУ Б В.2.6-145:2010:** Конструкції будинків і споруд. Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії. Загальні технічні вимоги. ¹ Цей стандарт встановлює загальні вимоги до захисту бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії в будівлях і спорудах.

• **Єврокоди:** Серія європейських стандартів, що встановлюють вимоги до проектування бетонних і залізобетонних конструкцій, включаючи захист від корозії.

• **ASTM International:** Американське товариство випробувань і матеріалів розробляє стандарти для різних будівельних матеріалів і конструкцій, включаючи залізобетон.

Основні вимоги стандартів:

• **Якість бетону:** Вимоги до складу бетону, його міцності, водонепроникності та стійкості до агресивних середовищ.

• **Захисний шар бетону:** Мінімальна товщина захисного шару бетону, що забезпечує необхідний захист арматури від корозії.

• **Тип і діаметр арматури:** Вибір типу арматури залежно від умов експлуатації конструкції.

• **Захисні покриття:** Вимоги до складу, товщини та якості захисних покриттів.

• **Контроль якості:** Методи контролю якості бетону, арматури та захисних покриттів.

Дотримання стандартів і норм є обов'язковою умовою для забезпечення довговічності залізобетонних конструкцій.

Важливо зазначити, що вибір конкретних матеріалів і технологій захисту арматури повинен здійснюватися індивідуально для кожного об'єкта з урахуванням його особливостей і кліматичних умов.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		96

7.4. Розрахунок залізобетонних плит перекриття пошкоджених корозією

При тривалій дії агресивного середовища в плиті відбувається деградація бетону, що призводить до утворення контактного шару з мікротріщинами. Ці мікротріщини, діючи як концентратори напружень, сприяють появі макротріщин, збільшенню деформативності бетону та прискоренню руйнування. Товщина контактної оболонки може досягати 2,0-3,7 мм залежно від типу бетону. Зменшення розмірів поперечного перерізу балки на величину глибини корозійних руйнувань бетону призводить до додаткових напружень. [33]

Для врахування впливу агресивного середовища пропонується розглядати приведений переріз, що складається з внутрішнього масиву бетону та зовнішнього контактної оболонки. Вплив корозійних явищ на міцність бетону пропонується враховувати коефіцієнтом умов роботи стиснутого бетону в агресивному середовищі.

Розрахунок міцності пошкодженої корозією плити перекриття

Розрахунок проводиться за умови, що після корозійних руйнувань бетону поперечний переріз майже не змінює своєї форми. Міцність сталі зменшується на 10% для арматури класу А400С і на 6% для проволочки Вр-І. Коефіцієнт умов роботи арматури з корозійними пошкодженнями приймається:

$$\gamma_r = 0,9$$

Висота перерізу плитної частини зменшується на 4 мм.

Знаходимо приведену призму міцності бетону:

$$R_{b, red} = \frac{R_b \cdot A_b + \gamma_r \cdot R_s \cdot A_s + \gamma'_r \cdot R'_s \cdot A'_s}{A_b + A_s + A'_s}$$

Де:

- R_b, R_s, R'_s — відповідно міцність бетону, основної та додаткової арматури;
- A_b, A_s, A'_s — площі поперечних перерізів бетону, основної та додаткової арматури;
- γ_r, γ'_r — коефіцієнти умов роботи для основної й додаткової арматури.

Обчислимо:

$$R_{b, red} = \frac{10,35 \cdot 26000 + 0,9 \cdot 5,175 \cdot 22000 + 0,9 \cdot 10 \cdot 4000}{26000} = 9,01 \text{ МПа}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		97

Визначаємо висоту стиснутої зони:

$$x = \frac{\gamma_r \cdot R_s \cdot A_s - \gamma_r' \cdot R_s' \cdot A_s'}{\gamma_r + R_{b,red} + b}$$

Обчислимо:

$$x = \frac{0,9 \cdot 347,8 \cdot 63}{0,9 \cdot 9,01 + 1000} = 2,43 \text{ мм}$$

Оскільки стиснута зона складається з двох частин із різними характеристиками міцності та деформативності бетону, центр її ваги не буде розташований на $0,5x$, як для однорідних перерізів.

Визначимо площину приведенного перерізу бетону на зоні стиску:

$$A_{b,red}^c = (b^c - 2c)(x - c) + a(2x \cdot c + (b^c - 2c)c)$$

Обчислимо:

$$A_{b,red}^c = (1000 - 2 \cdot 2) \cdot (2,43 - 2) + 1 \cdot (2 \cdot 2,43 \cdot 2 + (1000 - 2 \cdot 2) \cdot 2) = 1434 \text{ мм}^2$$

$$\text{де } a = \frac{E_b^c}{E_b} = \frac{24 \cdot 10^3}{24 \cdot 10^3} = 1$$

Статичний момент приведенного перерізу бетону стиснутої зони відносно верхньої грані балки:

$$S_{b,red} = (b_e - 2c)(x - c) \left(\frac{x}{2} - c \right) + a(x^2 \cdot c + 0,5 (b_e - 2c) \cdot c^2)$$

Обчислимо:

$$S_{b,red} = (1000 - 2 \cdot 2) \cdot (2,43 - 2) \cdot \left(\frac{2,43}{2} - 2 \right) + 1 \cdot (2 \cdot 2,43^2 \cdot 2 + 0,5 \cdot (1000 - 2 \cdot 2) \cdot 2^2) = 2941 \text{ мм}^3$$

Відстань від верхньої грані до центру ваги перерізу на стиснуту зону бетону:

$$y_{b,red} = \frac{S_{b,red}}{A_{b,red}^c} = \frac{2941}{1434} = 2,05 \text{ мм.}$$

При $x = 2,43 \text{ мм} < \frac{5}{R} \cdot h_0 = 0,627 \cdot 13 = 8,151 \text{ мм}$, перевіряємо:

$$M = 0,23 \cdot 10^6 \cdot \text{Н} \cdot \text{мм} > \gamma_r \cdot R_{b,red} \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - y_{b,red}) + \gamma_r \cdot R_s \cdot A_s \cdot (h_0 - a_e)$$

Підставляємо значення:

$$M = 0,9 \cdot 9,01 \cdot 1000 \cdot 2,43 \cdot (13 - 2,05) + 0,9 \cdot 328,5 \cdot 10^6 \cdot 0,216 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Отже плита не сприймає зовнішній момент, який діє в плиті у повздовжньому напрямку. Необхідне підсилення.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		98

7.5 Розрахунок за міцністю нормальних перерізів поперечного ребра

Поперечне ребро $h = 146$ мм, працює в стиснутій зоні разом з ділянкою плити товщиною $h'_f = 26$ мм.

Ефективна ширина:

$$b'_f = \frac{1}{3} \cdot 1250 + 90 - 2 \cdot 4 = 499 \text{ мм}$$

Робоча висота ребер при арматурі діаметром 12 мм:

$$h_0 = 129 \text{ мм.}$$

При бетоні класу C20/25 ($\gamma_{b2} = 0,9$) і арматурі класу A400C визначаємо висоту стиснутої зони з урахуванням розрахунку міцності плити:

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_k}{\sigma_{sc,m}} \frac{1-\omega}{1,1}} = \frac{0,767}{1 + \frac{328,5}{500} \cdot \frac{1-0,767}{1,1}} = 0,64$$

Де:

$$\sigma_R = R_s = 328,5 \text{ МПа}$$

Знаходимо приведену призму міцності бетону.

$$R_{b,red} = \frac{(R_b \cdot A_b + R_s \cdot A_s + R_{sc} \cdot A'_c)}{A_{tot}} = \frac{10,35 \cdot 10^6 \cdot 72854 + 5,175 \cdot 10^6 \cdot 1996}{74850} \\ = 10,2 \text{ МПа}$$

Де:

$$R_b = 0,5 \cdot R_b = 0,5 \cdot 10,35 = 5,175 \text{ МПа}$$

$$A_s = 499 \cdot 4 = 1996 \text{ мм}^2$$

$$A_b = 499 \cdot 146 = 72854 \text{ мм}^2$$

$$A_{tot} = A_b + A_s = 1996 + 72854 = 74850 \text{ мм}^2$$

Висота стиснутої зони бетону:

$$x = \frac{\gamma_r \cdot R_s \cdot A_s + R_{sc} \cdot A'_c}{\gamma_r \cdot R_{b,red} \cdot b_e} = \frac{0,9 \cdot 328,5 \cdot 1,13 \cdot 10^6 - 0,9 \cdot 347,8 \cdot 63}{0,9 \cdot 10,2 \cdot 499} = 2,99$$

Визначення площі приведенного перерізу бетону стиснутої зони:

$$A_{b,red} = (b_e - 2c)(x - c) + a(2x \cdot c + (b_e - 2c)c) = (499 - 2 \cdot 2)(2,99 - 2) + 1 \cdot (2 \cdot 2,99 \cdot 2 + (499 - 2 \cdot 2) \cdot 2) = 997,01 \text{ мм}^2$$

Статичний момент приведенного перерізу бетону стиснутої зони відносно верхньої грані балки:

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		99

$$S_{b,red} = (b_e - 2c)(x - c) \left(\frac{x}{2} - c \right) + a(x^2 \cdot c + 0,5(b_e - 2c)c^2) =$$

$$(499 - 2 \cdot 2)(2,99 - 2) \left(\frac{2,99}{2} - 2 \right) + 1 \cdot (2 \cdot 2,99^2 \cdot 2 + 0,5 \cdot (499 - 2 \cdot 2) \cdot 2^2) =$$

$$2213 \text{ мм}^2$$

Відстань від верхньої грані до центру ваги приведенного перерізу бетону:

$$y_{b,red} = \frac{S_{b,red}}{A_{b,red}} = \frac{2213}{997,01} = 2,22 \text{ мм}$$

Перевірка міцності нормальних перерізів при $x = 2,99 < \xi_R \cdot h_0 = 0,64 \cdot 129 = 82,56 \text{ мм}$:

$$M = \gamma_r \cdot R_{b,red} \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - y_{b,red}) + \gamma_r \cdot R_s \cdot A_s \cdot (h_0 - a_e),$$

$$M = 0,67 \cdot 10^6 \cdot \text{Н} \cdot \text{мм} = 0,9 \cdot 10,2 \cdot 499 \cdot 2,99(129 - 2,22) + 0,9 \cdot 347,8 \cdot 63(129 - 13) = 2,86 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Отже, перевірка виконується.

Міцність поздовжніх ребер вважаємо незмінною, тому не перевіряємо.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		100

7.5. Висновки

Механізм ініціювання хлоридної корозії на пасивній сталі в бетоні полягає у зниженні локального рН в місці зародження ямки на сталі. Тверді речовини з залежною від рН поведінкою розчинення вивільненням гідроксил- та хлорид-іони при зниженні локального рівня рН. Корозія поширюється від точки зародження до сусідніх сталевих поверхні, незважаючи на захисний ефект негативного зсуву потенціалу, оскільки утворення кислоти і пошкодження, спричинені експансивними продуктами корозії заліза перекидає будь-які захисні ефекти сусіднього корозійного сталевого анода, що піддається корозії.

Ці ефекти можуть бути розглянуті при вирішенні проблеми корозії, спричиненої ризику хлоридної корозії. Корозія, спричинена хлоридами корозію, спричинену хлоридами, можна запобігти, пригнічуючи локального зниження рН, що відбувається під час процесу ініціації корозії. Основним фактором, що впливає на пороговий рівень хлоридів на сталі в бетоні є наявність дефектів на межі розділу сталь-бетон, які розбавляють резервуар інгібіторних гідроксильних іонів. Пошкодження можна запобігти за допомогою твердофазних інгібіторів які вивільняють гідроксильні іони для запобігання локальному зниженню рН.

Теоретично можливо досягти толерантності до забруднення хлоридами до забруднення хлоридами в сталезалізобетоні, який є достатньо високого рівня, щоб ефективно захистити сталь від корозії, спричиненої хлоридами до корозії, спричиненої хлоридами, у багатьох середовищах. Висока толерантність до хлоридного забруднення була неодноразово на лабораторних зразках бетону. Завдяки зменшенню вміст захоплених повітряних пустот у сталі до значень нижче 0,2% за об'ємом в лабораторних умовах, можна було підвищити пороговий рівень хлоридів з 0,2% до вище 2% хлоридів від маси цементу.

Значне підвищення толерантності сталі до присутності хлорид-іонів в бетоні, що піддається атмосферному впливу бетону, що піддається атмосферному впливу, також може бути досягнуте за рахунок електрохімічної обробки, які збільшують кількість гідроксильних іонів на межі розділу поверхні розділу сталь-бетон; цей процес відомий як зворотне підлужування. Це розриває цикл підкислення-розчинення заліза розчинення заліза і призводить до часової залежності процесів, що призводять до зупинки корозії процесів, що призводять до зупинки корозії при катодному захисту, а також позитивний зсув потенціалу, що спостерігається при активній корозії.

Новий стандарт ISO щодо катодного захисту вимагає стратегії управління майбутнім ризиком корозії в залізобетонній конструкції, що підлягає залізобетонної конструкції, що підлягає гальванічному захисту, коли суттєвих негативних зсувів не досягнуто. Корозійний ризик можна оцінити неруйнівними методами, використовуючи вимірювання корозійного корозійного потенціалу та швидкості корозії. Швидкість корозії швидкість корозії може бути визначена за густиною струму що подається на сталь, і за спадом потенціалу сталі, що спостерігається при перериванні цього струму.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		101

Список використаної літератури

1. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги»;
2. ДСТУ 8855:2019 "Визначення класу наслідків (відповідальності)";
3. ДБН В.2.4-3:2010 "Гідротехнічні споруди. Основні положення"
4. ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення»;
5. ДБН В.2.6-98:2009 "Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення"
6. Гетун Г.В., Конструкції будівель і споруд Кн.2 Нежитлові будівлі. Підручник. – Видавничий Дім «Рута», 2023. – 900 с.;
7. Барашиков А.Я., Колякова В.М. Будівельні конструкції. Підручник. – К.: Видавничий Дім «Слово», 2011. – 256 с.;
8. ДСТУ Б В.2.6-145:2010 "Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії"
9. ДСТУ ISO 12944-7:2017 «Захист від корозії сталевих конструкцій захисними лакофарбовими системами»;
10. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі»;
11. ДБН А.2.1-1-2008 «Інженерні вишукування для будівництва»;
12. ДСТУ Б В.2.1-5-96 «Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи статистичної обробки результатів випробувань»;
13. ДСТУ Б Д.2.2-1:2012 «Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Земляні роботи (Збірник 1) (ДБН Д.2.2-1-99, MOD)»;
14. ДСТУ Б В.2.6-145:2010 «Конструкції будинків і споруд. Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії. Загальні технічні вимоги»;
15. ДСТУ Б В.2.6-193:2013 «Захист металевих конструкцій від корозії. Вимоги до проектування»;
16. ДБН В.2.1-10:2018 «Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення»;
17. ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи»;
18. ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд»;
19. ДСТУ Б В.2.8-43:2011 «Огородження інвентарні будівельних майданчиків та ділянок виконання будівельно-монтажних робіт. Технічні умови (ГОСТ 23407-78, MOD)»;

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		102

20. ДСТУ Б А.3.2-15:2011 «Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних майданчиків»;
21. ДСТУ Б А.3.2-13:2011 «Система стандартів безпеки праці. Будівництво. Електробезпеку.»;
22. ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва»;
23. ДСТУ Б В.2.8-47:2011 «Риштування стоякові приставні для будівельно-монтажних робіт.»;
25. ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві.»;
26. ДСТУ Б Д.2.2-6:2016 «Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Бетонні та залізобетонні конструкції монолітні. Збірник 6, 7.»;
27. ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 «Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів»
28. ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці
29. КНУ – «Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи. Стіни - 2021р.»;
30. КНУ – «Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи. Фундаменти»;
31. КНУ – «Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи. Земляні роботи»;
32. КНУ – «Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи. Перекриття»;
33. Towards arresting reinforced concrete corrosion – Christian Christodoulou, Chris Goodier and Gareth Glass, 2018. – 5 с.;
34. Й.Й. Лучко, Б.З. Парнета, Б.Л. Назаревич. Методи захисту від корозії залізобетонних конструкцій і споруд. – Львів: Каменярь, 2016.- 416 с.:
35. Бліхарський З.Я. Залізобетонні конструкції в агресивному середовищі за дії навантаження та їх підсилення. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. 296 с.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Здобувача ступеню вищої освіти «магістр»	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		103