

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)

Кафедра будівельної механіки
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи

магістра

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **«Проект 6-поверхового житлового будинку з порівняльним
аналізом утеплювачів фасадів»**

Виконав: студент VI курсу, групи МБм-61

спеціальності (напряму підготовки) 192

«Будівництво та цивільна інженерія»

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

Цимбровський В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Коваль І.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Мещерякова О.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Ясній В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Качка О.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Будівельної механіки

Освітній ступінь Магістр

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«_____» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Цимбровський Віктор Петрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Проєкт 6-поверхового житлового будинку з порівняльним аналізом
утеплювачів фасадів

Керівник проєкту (роботи) Коваль Ігор Володимирович, к.т.н., доцент

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

Затверджені наказом по університету від «12» листопада 2024 року № 4/7 – 1091

2. Термін подання студентом проєкту (роботи) 20.12.2024 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Проєкт 6-поверхового житлового будинку, фундаменти
палеві, фундамент мілкого закладання, забезпечення енергоефективності, утеплення фасаду
будинку, несучі стіни з рядової повнотілої керамічної цегли, покрівля – рулонна з утепленням

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

Дані про район і ділянку будівництва, генеральний план, архітектурно-планувальні рішення,
опорядження будинку, конструктивні рішення, оцінка інженерно-геологічних умов ділянки
будівництва, визначення навантаження на фундамент, розрахунок і вибір фундаменту,
розрахунок та порівняння різних видів утеплювачів, охорона праці та безпека в надзвичайних
ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Генплан. Геологічний розріз. Топографічна карта будівельного майданчика. Будгенплан

План першого поверху. Фасад. План типового поверху. . План перекриття.

План фундаменту. План зовнішніх стін. Схема влаштування ріштувань. Схема утеплення стін

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основна частина	Коваль І.В., к.т.н., доц.		
Охорона праці	Каспрук В.Б., к.т.н., доц.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Стручок В.С., ст.викл.		
Нормоконтроль	Мещерякова О.М., ст.викл.		

7. Дата видачі завдання 12.11.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Термін виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1.	Архітектурно-будівельний розділ	24.11	
2.	Розрахунково-конструктивний розділ	01.12	
3.	Науково-дослідний розділ	08.12	
4.	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	15.12	
5.	Загальні висновки по роботі	20.12	

Студент _____
(підпис)Цимбровський В.П. _____
(прізвище та ініціали)Керівник проєкту (роботи) _____
(підпис)Коваль І.В. _____
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ.....	6
Розділ 1 Архітектурно-будівельний розділ.....	8
1.1 Дані про район і ділянку будівництва.....	8
1.1.1 Коротка характеристика району та майданчику будівництва	8
1.1.2 Кліматичні умови	8
1.1.3 Інженерно-геологічні та гідрологічні умови ділянки	9
1.2 Генеральний план	11
1.2.1 Обґрунтування прийнятого рішення	12
1.2.2 Розрахунок кількості майданчиків та автостоянок для постійного та тимчасового зберігання автомобілів.....	12
1.2.3 Розпланування, забудова та організація рельєфу ділянки	13
1.2.4 Техніко-економічні показники по генплану	15
1.3 Будівельний генеральний план.....	15
1.4 Архітектурно-планувальні рішення.....	16
1.4.1 Опис прийнятого рішення та його обґрунтування	17
1.4.2 Забезпечення доступності маломобільних груп населення	17
1.4.3 Техніко-економічні показники	18
1.5 Опорядження будинку	19
1.6 Енергоефективність	19
1.6.1 Заходи щодо підвищення енергоефективності	20
1.7 Конструктивні рішення	20
Висновки до розділу 1	21
Розділ 2 Розрахунково-конструктивний розділ	23
2.1 Оцінка інженерно-геологічних умов ділянки будівництва	23
2.2 Визначення навантаження на фундамент від будівлі	24
2.2.1 Визначення навантаження на зовнішню стіну	25
2.2.2 Визначення навантаження на внутрішню стіну	27
2.3 Розрахунок фундаменту мілкового закладання	27

2.3.1	Визначення глибини закладання фундаменту	28
2.3.2	Визначення розмірів підшви фундаменту	29
2.3.3	Визначення середнього тиску під підшвою фундаменту	30
2.3.4	Розрахунок деформацій основ фундаментів	33
2.4	Розрахунок пальового фундаменту	41
2.4.1	Визначення несучої здатності забивної палі по ґрунту	42
2.4.2	Визначення ширини умовного фундаменту	43
2.4.3	Визначення розрахункового опору ґрунту на рівні умовного фундаменту	44
2.4.4	Визначення середнього тиску під підшвою фундаменту.....	45
2.4.5	Розрахунок деформацій основ на рівні умовного фундаменту.....	48
2.5	Вибір остаточного фундаменту	56
2.5.1	Перевірка розрахунку обраного фундаменту за допомогою комп'ютерних програм	56
	Висновки до розділу 2	58
	Розділ 3 Науково-дослідний розділ	59
3.1	Постановка задач дослідження	59
3.2	Методика дослідження	59
3.3	Результати дослідження	63
	Висновки до розділу 3	64
	Розділ 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях ...	65
4.1	Загальні положення охорони праці	65
4.2	Охорона праці при виконанні робіт на висоті	67
4.3	Безпека в надзвичайних ситуаціях	70
	Висновки до розділу 4	72
	Загальні висновки	73
	Бібліографія	74

ВСТУП

Актуальність теми. З огляду на зростаючі вимоги до енергоефективності та екологічності в сучасному будівництві, вибір оптимального утеплювача набуває особливого значення. Якісний утеплювач відіграє ключову роль у поліпшенні теплових характеристик будівлі, що безпосередньо впливає на енергетичні витрати і довговічність фасаду. Розробка ефективних рішень у цій сфері дозволяє не лише знизити витрати на опалення, але й зменшити вплив на навколишнє середовище.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Кваліфікаційна робота виконана у відповідності з науковими напрямами кафедри будівельної механіки Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Мета й задачі роботи. Розробити проєкт 6-поверхового житлового будинку з порівняльним аналізом утеплювачів фасадів, щоб визначити найбільш ефективний варіант для забезпечення високих енергоефективних характеристик.

Для досягнення цієї мети ставляться такі задачі:

- Розробити концептуальну конструкцію та архітектурно-будівельні рішення для 6-поверхового житлового будинку, що включає проєктування фасадів з урахуванням різних видів утеплювачів.
- Провести детальний порівняльний аналіз різних типів утеплювачів фасадів, включаючи їх теплотехнічні характеристики та вплив на довговічність будівлі.
- Оцінити вплив вибору утеплювача на енергетичні витрати будівлі та її загальну енергоефективність.
- Виконати технічні розрахунки для кожного варіанту утеплювача, включаючи теплотехнічні та конструктивні аспекти, а також провести експериментальне тестування зразків утеплювачів за відповідними стандартами.
- Аналізувати результати проведеного порівняльного аналізу та технічних розрахунків для визначення найбільш ефективного утеплювача.
- Розробити рекомендації для оптимального вибору утеплювача фасадів для

реалізації проєкту, які забезпечать максимальну енергоефективність житлового будинку.

Об'єкт дослідження. 6-поверховий житловий будинок

Предмет дослідження. Матеріали для утеплення фасадів.

Наукова новизна одержаних результатів. Отримали подальший розвиток дослідження матеріалів для утеплення фасадів у будівництві.

Практичне значення одержаних результатів. Результати, отримані у процесі даної роботи можуть застосовуватись при проєктуванні житлових будинків у розділі енергоефективності.

Апробація результатів магістерської роботи. Окремі результати роботи доповідались на XIII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», Тернопіль, ТНТУ, 11 – 12 грудня 2024 року.

Публікації. Дослідження утеплювачів фасадів для багатоповерхового житлового будинку / І. В. Коваль, В.П. Цимбровський // Збірник тез доповідей XIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 11 – 12 грудня 2024 року — Т. : ТНТУ, 2024 — С.

Ключові слова: утеплення, енергоефективність, житлове будівництво, дослідження матеріалів, будівельні стандарти.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Дані про район і ділянку будівництва

Перед початком будь-якого будівництва критично важливо мати повну інформацію про ділянку та район, де планується реалізація проєкту. Збір і аналіз даних щодо розташування, географічних особливостей, кліматичних умов та інженерно-геологічних характеристик ділянки допоможуть уникнути можливих проблем та непередбачених витрат у майбутньому. Належна оцінка цих факторів забезпечить успішне і ефективне проведення будівельних робіт, відповідно до всіх будівельних норм і стандартів.

1.1.1 Коротка характеристика району та майданчику будівництва

Ділянка для будівництва розташована у місті Тернопіль на вулиці Текстильній, у районі “Північний”, який наразі починає поступово забудовується. Площа ділянки становить 2982,2 м². Ділянка забезпечена всіма необхідними комунікаціями, такими як водопостачання, електроенергія та газ. Вулиця Текстильна є однією з ключових транспортних артерій району, що забезпечує зручний доступ до інших частин міста. Сусідні будівлі переважно представлені новими житловими комплексами, що поступово формують сучасний архітектурний вигляд цього кварталу.

1.1.2 Кліматичні умови

Територія будівництва відноситься до І-ої температурної зони [2]. Ділянка знаходиться в 4 районі карти снігового покриву з характеристичним значенням навантаження $S_0=1400$ Па, та в 4 районі карти вітрового тиску з характеристичним значенням навантаження $W_0=550$ Па.

Температура зовнішнього повітря [3] наведена в таблиці 1.1, характеристика вітру в січні та липні [3], наведена в таблиці 1.2. На основі даних з таблиці 1.2 будуємо розу вітрів в січні та липні (див. рис. 1.1).

Таблиця 1.1 – Температура зовнішнього повітря місцевості

Область, місто	Середня місячна температура повітря, °С											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Тернопіль	-5,0	-3,7	0,4	7,6	13,5	16,4	17,8	17,2	12,8	7,5	1,8	-3,1

Таблиця 1.2 – Характеристика вітру місцевості у січні та липні

Область, місто	Місяць	Повторюваність напрямку вітру, %							
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх
Тернопіль	Січень	6,3	3,1	6,0	19,4	12,5	10,4	28,6	14,0
	Липень	13,1	3,9	5,4	9,0	6,4	6,1	29,2	26,9

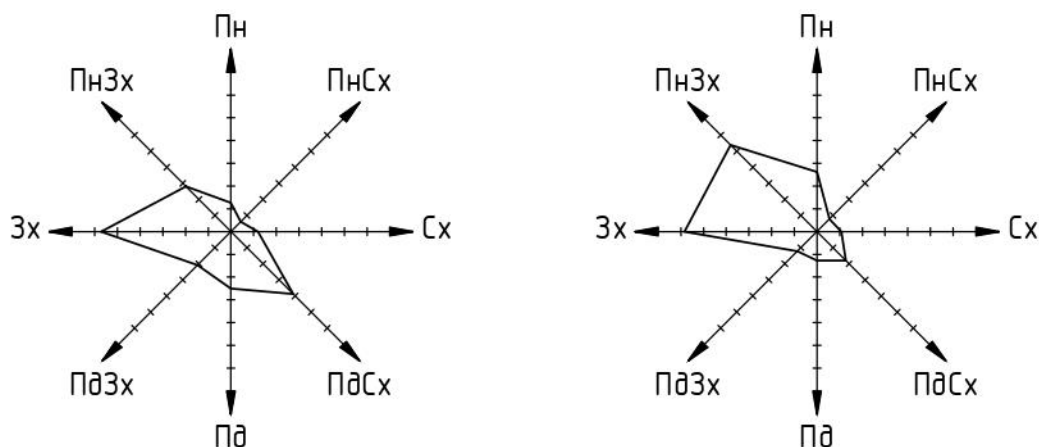


Рисунок 1.1 – Роза вітрів місцевості у січні та липні відповідно

1.1.3 Інженерно-геологічні та гідрологічні умови ділянки

Топографія ділянки відзначається невеликим перепадом висот від 341,75 м до 343 м над рівнем моря. Найвища точка розташована на північному сході ділянки, тоді як найнижча точка знаходиться на південному заході. Рельєф

ділянки переважно рівнинний з легким нахилом у південно-західному напрямку, що сприяє природному стоку води (див. рис. 1.2). Перепад висот в межах 1,25 м є незначним і не вплине істотно на планування будівельних чи ландшафтних робіт.

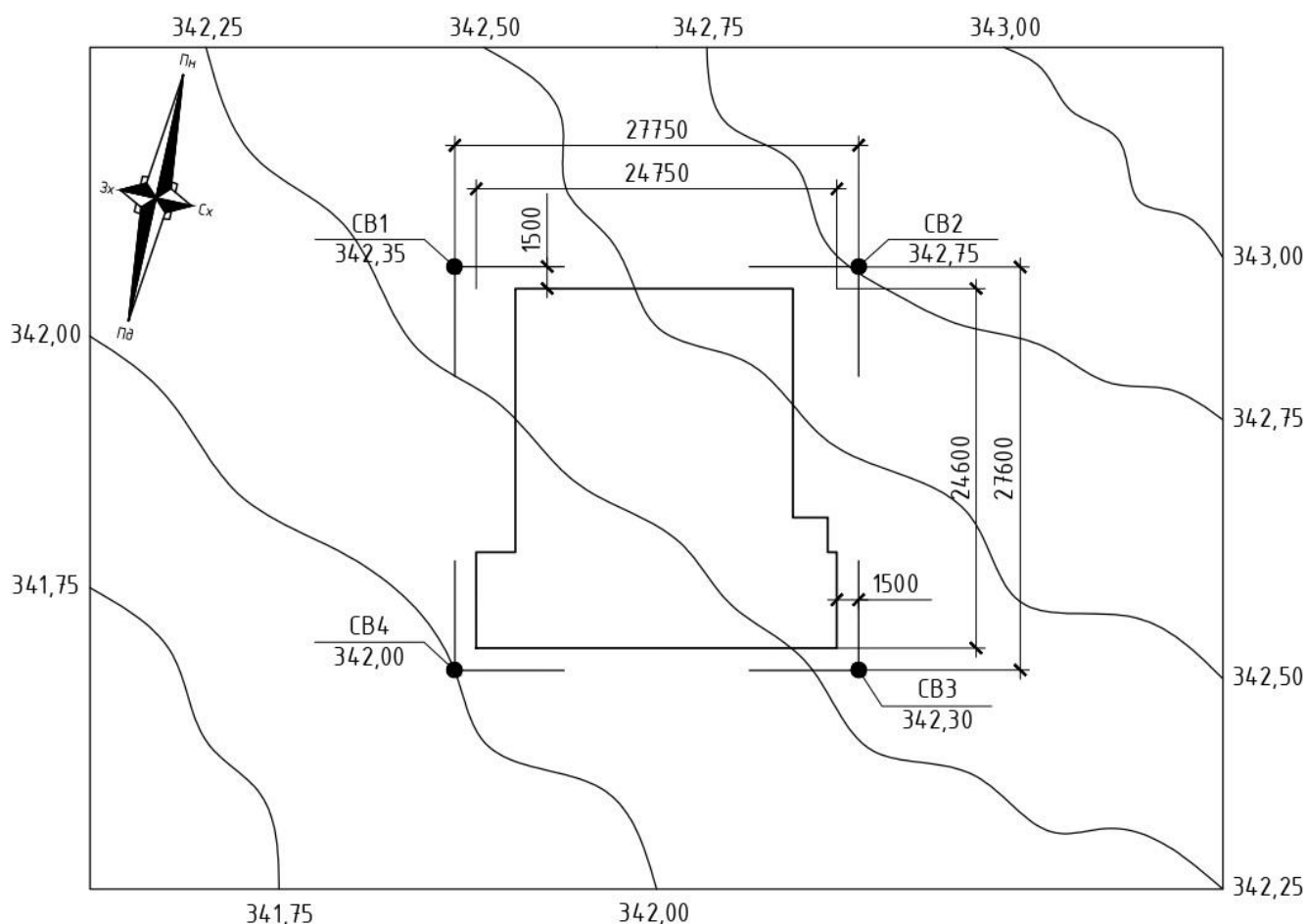


Рисунок 1.2 – Топографія будівельного майданчика

Після проведення геологічного аналізу ділянки встановлено, що рівень ґрунтових вод знаходиться на глибині 2,5 м. Було виявлено такі типи ґрунтів (див. рис. 1.3):

Перший шар – рослинний з потужністю $h_1 = 0,3 - 0,5$ м; питома вага ґрунту $\gamma_1 = 17,0$ кН/м³; вологість ґрунту $W = 0,13$;

Другий шар – супісок пластичний жовтий з потужністю $h_2 = 3,2 - 3,7$ м; питома вага ґрунту $\gamma_2 = 18,5$ кН/м³;

Третій шар – пісок середньої крупності з потужністю $h_3 = 2,0 - 2,4$ м; питома вага ґрунту $\gamma_3 = 18,3$ кН/м³;

Четвертий шар – суглинок сіроголубий з потужністю $h_3 = 2,0 - 2,4$ м;
питома вага ґрунту $\gamma_4 = 18,6$ кН/м³;

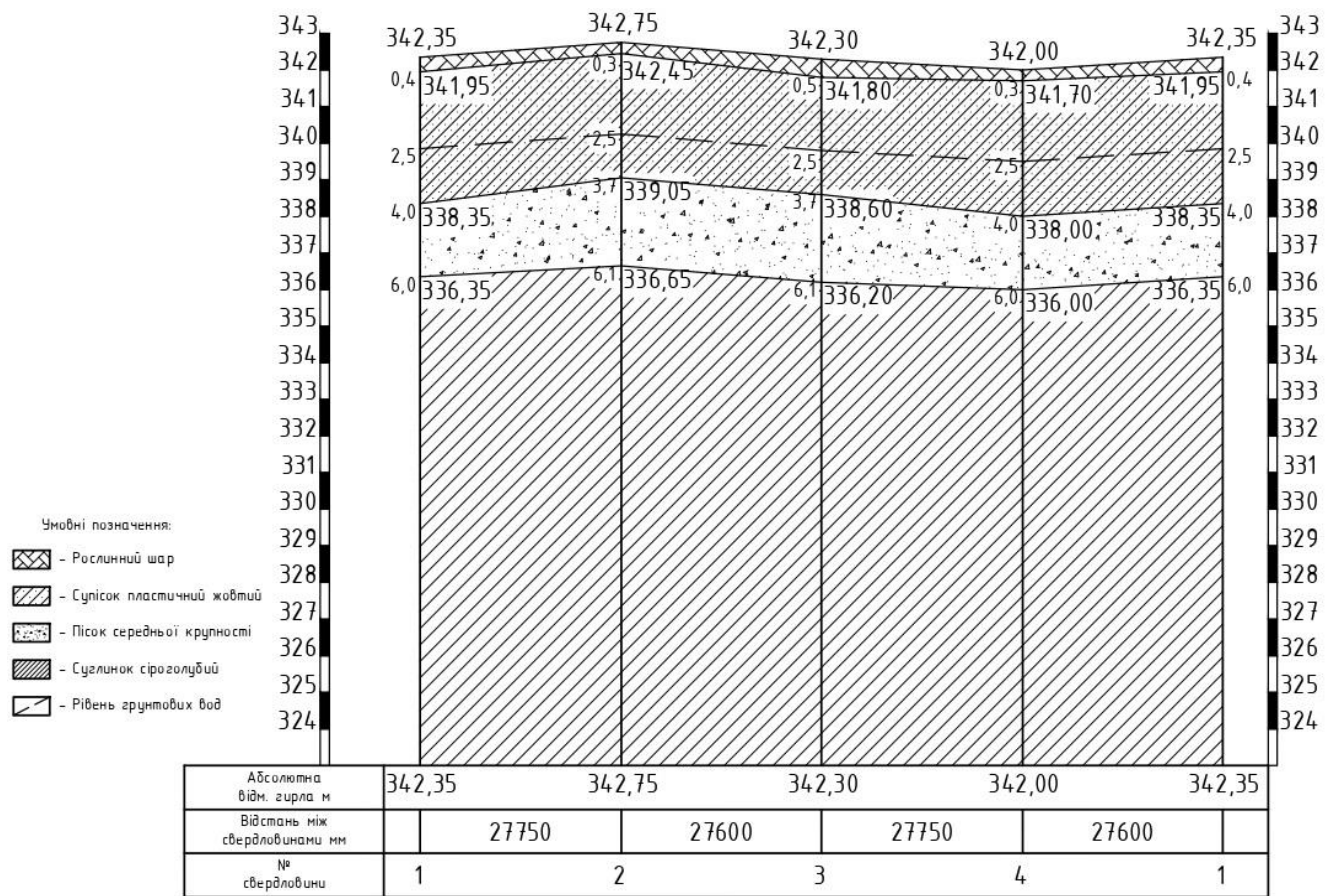


Рисунок 1.3 – Геологічний розріз ділянки будівництва

Сейсмічність району [4] становить 6 балів по ЗСР-2004-А, 6 балів по ЗСР-2004-В, та 7 балів по ЗСР-2004-С.

1.2 Генеральний план

Генеральний план являє собою детальний документ, що визначає розташування всіх елементів проєкту на ділянці будівництва. Він включає розміщення будівель, дорожніх комунікацій та зелених зон. Основною метою генерального плану є ефективне використання території, забезпечення зручного та функціонального розташування будівель і об'єктів, а також дотримання всіх

необхідних норм і стандартів Крім того, генеральний план служить важливим інструментом для планування інфраструктури, контролю за виконанням будівельних робіт і забезпечення безпеки на території.

1.2.1 Обґрунтування прийнятого рішення

Для даного будинку, що будується у м. Тернопіль був розроблений генеральний план. Перед будівлею розташована дорога, через яку під час будівництва здійснюватиметься постачання будівельних матеріалів і рух будівельної техніки на майданчик. Ділянка має невеликий ухил з перепадом в 0,5 м між горизонталями. Перед початком будівництва необхідно очистити територію: прибрати сміття, викорчувати дерева та виконати інші підготовчі роботи. Відведення води від фундаменту будинку забезпечується природним ухилом ділянки. Для відведення води з спланованої дороги передбачені кювети.

Головний фасад виходить на північно-східну сторону. Коефіцієнт забудови становить 18,66%, Коефіцієнт озеленення – 20,05%.

1.2.2 Розрахунок кількості майданчиків та автостоянок для постійного та тимчасового зберігання автомобілів

Ділянка будівництва знаходиться у периферійній зоні міста [5], тому приймаємо коефіцієнт 0,5 на усі квартири у будинку. В даному будинку 5 житлових поверхів (1-й поверх є комерційним). Однокімнатних квартир – 15 шт., двокімнатних – 10 шт., трикімнатних – 5 шт. При загальній кількості в 30 квартир мінімальна необхідна кількість машино-місць для постійного зберігання автомобілів становить 15 шт. Для маломобільних груп населення кількість місць становить 10% від загальної кількості. Також необхідно врахувати 15% машино-місць для тимчасового зберігання автомобілів. В результаті отримаємо такий розрахунок:

$$15 \text{ шт.} + (15 \text{ шт.} * 10\%) + (15 \text{ шт.} * 15\%) \approx 15 \text{ шт.} + 2 \text{ шт.} + 3 \text{ шт.} \approx 20 \text{ шт.}$$

Отже, мінімальна необхідна кількість місць становить 20 шт. Розміри одного машино-місця – 2,5 м на 5,5 м, мінімальна необхідна площа машино-місць буде становити 275 м². Завдяки раціональному використанню території кількість машино-місць становить 25 шт. Також перед входом у житловий будинок, майданчиками відпочинку та входами у комерційні приміщення передбачено спеціальні місця для тимчасової автостоянки.

1.2.3 Розпланування, забудова та організація рельєфу ділянки

Необхідно визначити орієнтовну кількість мешканців. Вона становить близько 2,5 особи на одну квартиру. Враховуючи загальну кількість квартир одержуємо 75 мешканців.

Мінімальна площа ділянки для 6-поверхового будинку повинна бути в межах 15,3-13,9 м²/на особу. Необхідні площі майданчиків, які знаходяться у прибудинкових територіях наведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Розміри майданчиків у складі прибудинкових територій

Майданчики	Питомі розміри майданчиків	
	м ² на 1 особу	м ² на 1 квартиру
Для ігор дітей дошкільного і молодшого віку	0,7	1,75
Для відпочинку дорослого населення	0,2	0,5
Для занять фізкультурою	0,2	0,5
Для збирання побутових відходів	0,07	0,18
Для виходу домашніх тварин	0,3	0,3

Враховуючи дані з таблиці 1.3 отримуємо порівняльну таблицю 1.4 де вказано мінімальна і фактична площі усіх необхідних майданчиків.

Таблиця 1.4 – Експлікація генерального плану

№	Назва	м ² / на 1 особу	м ² / на 1 квартиру	Мін. площа, м ²	Факт. площа, м ²
1	Житловий будинок	—	—	—	556,5
2	Автостоянка	—	—	275	343,8
3	Майданчик виходу домашніх тварин	0,3	0,3	22,5	94,6
4	Відпочинковий майданчик для дорослих	0,2	0,5	15,0	48,6
5	Дитячий ігровий майданчик	0,7	1,75	52,5	79,8
6	Майданчик для занять фізкультурою	0,2	0,5	15,0	80,0
7	Майданчик для збору сміття	0,07	0,18	5,4	125,1
8	Зелена зона	6,0	—	450,0	597,9
9	Пішохідні доріжки	—	—	—	180,3
10	Автомобільний проїзд	—	—	—	643,7
11	Місце для тимчасової автостоянки	—	—	—	55,6
12	Місце для тимчасової автостоянки	—	—	—	41,1
13	Місце для тимчасової автостоянки	—	—	—	45,3
	Площа ділянки	15,3	—	1147,5	2982,2

1.2.4 Техніко-економічні показники по генплану

1. Площа ділянки. Загальна площа території будівництва. Становить 2982,2 м² або 0,298 га.

2. Площа озеленення. Частина ділянки, відведена під зелені насадження, такі як: газони, дерева, кущі і т.д. Становить 597,9 м² або 0,060 га.

3. Площа мощення. Площа покриття, яке покрите тротуарною плиткою, що використовується для пішохідних доріжок. Становить 180,3 м².

4. Площа твердого покриття. Площа покриття, яке покрите асфальтом, що використовується для проїзду автомобілів. Становить 643,7 м².

5. Площа забудови. Частина ділянки, на якій розміщений житловий будинок. Становить 556,5 м².

6. Відсоток забудови. Це відношення площі забудови до загальної площі ділянки. Становить $\left(\frac{556,5}{2982,2}\right) \times 100\% = 18,66\%$.

7. Відсоток мощення та твердого покриття. Це відношення суми площ мощення та твердого покриття до загальної площі ділянки. Становить $\left(\frac{180,3+643,7}{2982,2}\right) \times 100\% = 27,63\%$.

8. Відсоток озеленення. Це відношення площі озеленення до загальної площі ділянки. Становить $\left(\frac{597,9}{2982,2}\right) \times 100\% = 20,05\%$.

Для детального ознайомлення з генеральним планом розглянути лист №1.

1.3 Будівельний генеральний план

У рамках цього проєкту було розроблено детальний будгєнплан, який є основою організації будівельного процесу. Він передбачає оптимальне розміщення складських зон для зберігання матеріалів і обладнання, що сприятиме безперебійній роботі будівельних бригад.

Враховуючи необхідну вантажопідйомність, монтажну висоту та виліт стріли, було обрано кран КБ-405.1А, оскільки він забезпечує оптимальні характеристики для виконання монтажних робіт на різних рівнях будівлі, скорочуючи час на транспортування матеріалів. Його технічні характеристики наведені в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Технічні характеристики крана КБ-405.1А

Найменування параметру	Одиниця виміру	Кількість
Грузовий момент максимальний	тм	187,5
Грузопідйомність максимальна, Q_1	т	10
Грузопідйомність при максимальному вильоті, Q	т	7,5
Висота підйому:		
при максимальному вильоті, H	м	46,0
максимальна, H_1	м	57,8
Кількість проміжних секцій башні	шт	5
Загальна маса крану	т	113,1
Виліт:		
максимальний, L	м	25
мінімальний, L_1	м	13
при максимальній грузопідйомності	м	18
Частота оборотів крану	об/хв	0,72
Колія і база	м	6
Задній габарит	м	4,2

Для детального ознайомлення з будівельним генеральним планом розглянути лист №2.

1.4 Архітектурно-планувальні рішення

Аналіз архітектурно-планувальних рішень зосереджується на проєктуванні житлового будинку, охоплюючи ключові аспекти внутрішнього планування та організації простору. Тут детально розглядаються розташування основних функціональних зон, планування кімнат і коридорів, а також забезпечення природного освітлення та вентиляції. Основною метою є створення комфортного та привабливого середовища, яке відповідає сучасним вимогам і потребам

мешканців. Архітектурні рішення орієнтовані на оптимальне використання простору і гармонійне поєднання з загальною концепцією дизайну будинку.

1.4.1 Опис прийнятого рішення та його обґрунтування

Житловий будинок має складну геометричну форму в плані. Будівля складається з підвалу, першого поверху, на якому розміщені технічні та комерційні приміщення, п'яти житлових поверхів та технічного поверху для обслуговування ліфтів. За відмітку 0,000 прийнято рівень чистої підлоги першого поверху. Загальна висота будівлі від рівня землі до найвищої точки складає 21,07 м. Висота кожного житлового поверху дорівнює 2,8 м, висота від підлоги до стелі становить 2,5 м. Площа однокімнатних квартир варіюється від 48,9 до 52,2 м², двокімнатних — від 43,7 до 60,3 м², а трикімнатних — 79,6 м².

1.4.2 Забезпечення доступності маломобільних груп населення

Забезпечення доступності маломобільних груп населення є ключовим аспектом проектування житлового будинку, що гарантує комфорт та безпеку для всіх мешканців, включаючи осіб з обмеженими фізичними можливостями, людей похилого віку та батьків з дитячими колясками. У цьому проєкті були передбачені кілька важливих елементів для створення безбар'єрного середовища.

На території навколо житлового будинку влаштовані пішохідні доріжки, вони забезпечують достатній простір для комфортного пересування людей на інвалідних візках і також з дитячими колясками. Поряд із доріжками, які ведуть до основного входу в будинок і комерційних приміщень, влаштовані пандуси. Пандуси мають помірний нахил, що забезпечує легкий доступ і безпеку при використанні, також вони обладнані поручнями з обох сторін, що забезпечує додаткову підтримку.

У будинку встановлено два ліфти, що мають достатні габарити для перевезення маломобільних груп населення. Ліфти обладнані кнопками

управління, розташованими на комфортній висоті, та оснащені голосовими сигналами і великими дисплеями для зручності осіб з порушеннями зору.

Для забезпечення безперешкодного пересування всередині будинку передбачено відсутність порогів у всіх дверних отворах. Це допомагає уникнути перешкод і забезпечує легкість переміщення на візках або з колясками.

Вхід до підвалу також передбачає забезпечення доступності. На стінах сходів, які ведуть у підвал розташовані відкидні пандуси, які при необхідності можуть розкладатися в сходи. Це рішення дозволяє забезпечити доступ до підвальних приміщень навіть у випадках, коли звичайний пандус не може бути використаний, забезпечуючи гнучкість і додаткову зручність.

1.4.3 Техніко-економічні показники

1. Площа забудови. Частина ділянки, на якій розміщений житловий будинок. Становить 556,5 м².
2. Поверховість. Число поверхів будинку, включає в себе всі надземні поверхи. Технічний поверх, розташований над верхнім поверхом не враховується. Становить 6 поверхів.
3. Загальна кількість квартир у будинку, у тому числі: однокімнатних; двокімнатних і більше. Становить: однокімнатних – 15 шт; двокімнатних – 10 шт; трикімнатних – 5 шт. Загальна кількість квартир – 30 шт.
4. Загальна площа квартир у будинку. Визначається як сума загальних площ квартир. Становить 1675,5 м².
5. Площа житлового будинку. Становить 2495,5 м².
6. Загальний будівельний об'єм, у тому числі: вище позначки 0,000; нижче позначки 0,000. Становить: вище позначки 0,000 – 8579,9 м³; нижче позначки 0,000 – 1279,4 м³. Загальна будівельний об'єм – 9859,3 м³.

Для детального ознайомлення з планами будинку розглянути листи №3 та №4.

1.5 Опорядження будинку

Зовнішні стіни будинку виконані з рядової повнотілої керамічної цегли маркою М125 [6], укладеної на цементно-піщаний розчин марки М100. На зовнішні стіни влаштовується екструдований пінополістирол щільністю 30 кг/м³ (див. підрозділ 1.6, пункті 1.6.2) декоративна фасадна штукатурка Ceresit СТ 175.

Внутрішні стіни будинку також зведені з цегли марки М125, на цементно-піщаному розчині М100. Перегородки виконані з тієї ж цегли та розчину.

У будинку встановлені металопластикові вікна з поворотно-відкидним механізмом та подвійним склопакетом. Зовнішні двері виконані з металу, є глухими, поворотними, з протипожежні класу EI30.

Покрівля будинку є плоскою і утеплена базальтовою мінеральною ватою щільністю 125 кг/м³. Це утеплення забезпечує ефективну теплоізоляцію і запобігає втратам тепла через дах. Для створення ухилу, необхідного для відведення води, використовують армовану цементно-піщану стяжку. Це дозволяє уникнути накопичення води на покрівлі і забезпечує її довговічність. Водовідвід організований зовні будівлі, що дозволяє ефективно відводити дощову та талу воду від стін і фундаменту. Для захисту покрівлі від проникнення вологи та забезпечення її довговічності, поверх стяжки укладають два шари єврорубероїду на бітумній мастиці Izofast. Це надійне покриття гарантує водонепроникність і запобігає виникненню протікань. Для детального ознайомлення з планом покрівлі розглянути лист №5.

1.6 Енергоефективність

Енергоефективність є важливим елементом під час проєктування будинку, що включає заходи та рішення, спрямовані на оптимізацію використання енергетичних ресурсів. Вона передбачає створення комфортних умов для проживання при мінімальних витратах енергії, що досягається через впровадження інноваційних технологій і матеріалів. Основною метою

енергоефективності є зменшення споживання енергії, зниження витрат на опалення, охолодження та освітлення, а також зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

1.6.1 Заходи щодо підвищення енергоефективності

Одним з основних заходів для підвищення енергоефективності житлового будинку є впровадження високоякісних теплоізоляційних матеріалів. Особливу увагу було приділено використанню екструдованого пінополістиролу як основного утеплювального матеріалу.

Екструдований пінополістирол був обраний для утеплення фасаду будинку завдяки відмінним теплоізоляційним властивостям. Він суттєво зменшує тепловтрати, що дозволяє знижувати витрати на опалення в холодні місяці. Крім того, пінополістирол забезпечує стабільний рівень термічного комфорту в будинку, зменшуючи ризик утворення холодних зон і перепадів температур.

Для утеплення покрівлі була використана мінеральна вата. Це рішення допомагає не лише утримувати тепло всередині приміщень, але й забезпечує додатковий захист від перегріву влітку. Вона сприяє зменшенню теплових втрат через дах і покращує загальний енергетичний баланс будівлі.

Додатково, для підвищення енергоефективності були вжиті такі заходи, як встановлення вікон з подвійним склопакетом та герметичні двері. Це також допомагає зменшити теплові втрати та підвищити комфорт проживання. Встановлення таких елементів сприяє зменшенню витрат на опалення і кондиціонування, завдяки підвищеній герметичності та енергозбереженню.

1.7 Конструктивні рішення

Конструктивна схема будинку – безкаркасна із несучими цегляними стінами. Основними несучими конструкціями, які забезпечують міцність і стійкість будинку є цегляні стіни, збірне перекриття, палевий фундамент.

Просторова жорсткість і стійкість будинку забезпечується анкеруванням перекриття з поперечними зовнішніми і внутрішніми стінами.

В будівлі запроєктований палевий фундамент (детально див. розділ 2) у вигляді забивних залізобетонних паль ПНдр4-30 [12], об'єднаних спільним залізобетонним ростверком. Поверх ростверку влаштовані збірні залізобетонні блоки [11]. Глибина закладання фундаментів прийнята з урахуванням призначення і конструктивних особливостей об'єкту, існуючого рельєфу, інженерно-геологічних умов ділянки будівництва та глибини сезонного промерзання ґрунту. Поверхні фундаментів, що контактують з ґрунтом, обмазуються гідроізоляційною бітумною мастикою ТМ “Ізофаст” по підготовленій поверхні, покритою бітумним праймером ТМ “Ізофаст”.

Повздожні та поперечні зовнішні стіни виконують несучі та огорожувальні функції. Товщина кладки зовнішніх стін 510 мм. Товщина внутрішніх стін також становить 510 мм. Товщина перегородок 120 мм.

Перекриття виконане із збірних залізобетонних круглопустотних плит [7] перекриття висотою 220 мм із опиранням на цегляні стіни не менше 120 мм. Після монтування плити зв'язують з стінами і між собою за допомогою анкерування. Далі виконують замонолічування всіх стиків між плитами, а також ділянок, що потребують заливки бетоном. Для детального ознайомлення з планом перекриття покрівлі розглянути лист №5.

Сходи являють собою збірний залізобетонний марш і майданчики. Розмір проступу 300 мм, висота сходинки 150мм, ширина сходової клітки 2800мм, ширина маршу 1350мм.

Висновки до розділу 1

1. Проведено детальний аналіз району та ділянки будівництва, що включає характеристику кліматичних, інженерно-геологічних та гідрологічних умов.

2. Розроблено генеральний план, що передбачає раціональне використання території, з урахуванням функціональних зон.

3. Оцінено архітектурно-планувальні рішення, які свідчать про обґрунтованість проєктних рішень, їх відповідність сучасним вимогам та забезпечення доступності для маломобільних груп населення.

4. Обґрунтовано рішення щодо опорядження будинку, з акцентом на аналіз і вибір матеріалів, що відповідають вимогам стандартів якості та технічних характеристик.

5. Обґрунтовано конструктивні рішення, які відповідають вимогам сучасного будівництва.

Таблиця 2.2 – Фізико-механічні властивості ґрунтів

№ інженерно-геологічного елемента	ІГЕ-1	ІГЕ-2	ІГЕ-3	ІГЕ-4
Назва елемента	Рослинний шар	Супісок пластичний жовтий	Пісок середньої крупності	Суглинок сіроголубий
Потужність шару ґрунту, м	0,3-0,5	3,2-3,7	2,0-2,4	12,0-14,0
Питома вага ґрунту γ_n , кН/м ³	17	18,5	18,3	18,6
Питома вага частинок γ_s , кН/м ³	—	27	26,5	26,8
Питома вага сухого ґрунту γ_d , кН/м ³	15,04	15,68	16,05	14,76
Природна вологість W	0,13	0,18	0,14	0,26
Вологість на границі пластичності W_p	—	0,13	—	0,2
Вологість на границі текучості W_L		0,18	—	0,32
Число пластичності I_p		0,05	—	0,12
Число текучості I_L		1	—	0,5
Коефіцієнт пористості e		0,72	0,65	0,82
Ступінь вологості S_r		0,69	0,58	0,87
Питома вага ґрунту від взваженої дії води γ_{sub} , кН/м ³		9,99	10,12	9,36
Кут внутрішнього тертя φ_n		21	35	19,6
Питоме зчеплення C_n , кПа		11	1	19,5
Модуль деформації в природному стані E , МПа		1,7	30	11,9
Умовний розрахунковий опір R_0 , кПа		205,72	400	189

2.2 Визначення навантаження на фундамент від будівлі

Згідно з Розділом 1, підрозділом 1.6, наведені конструктивні рішення житлового будинку. Стіни будинку виконані з цегли, товщина зовнішніх та внутрішніх стін становить 510 мм. Висота поверху – 2,8 м. Міжповерхове перекриття виконано з круглопустотних залізобетонних плит. Дахове перекриття

також складається з круглопустотних залізобетонних плит, на яких виконана цементна стяжка та рубероїдне покриття.

Для початку необхідно визначити вантажні площі зовнішньої та внутрішньої стін. На рисунку 2.1 схематично зображені вантажні площі на фрагменті плану будинку. Вантажна площа для зовнішньої стіни розраховується за допомогою формули (2.1), для внутрішньої стіни за допомогою формули (2.2).

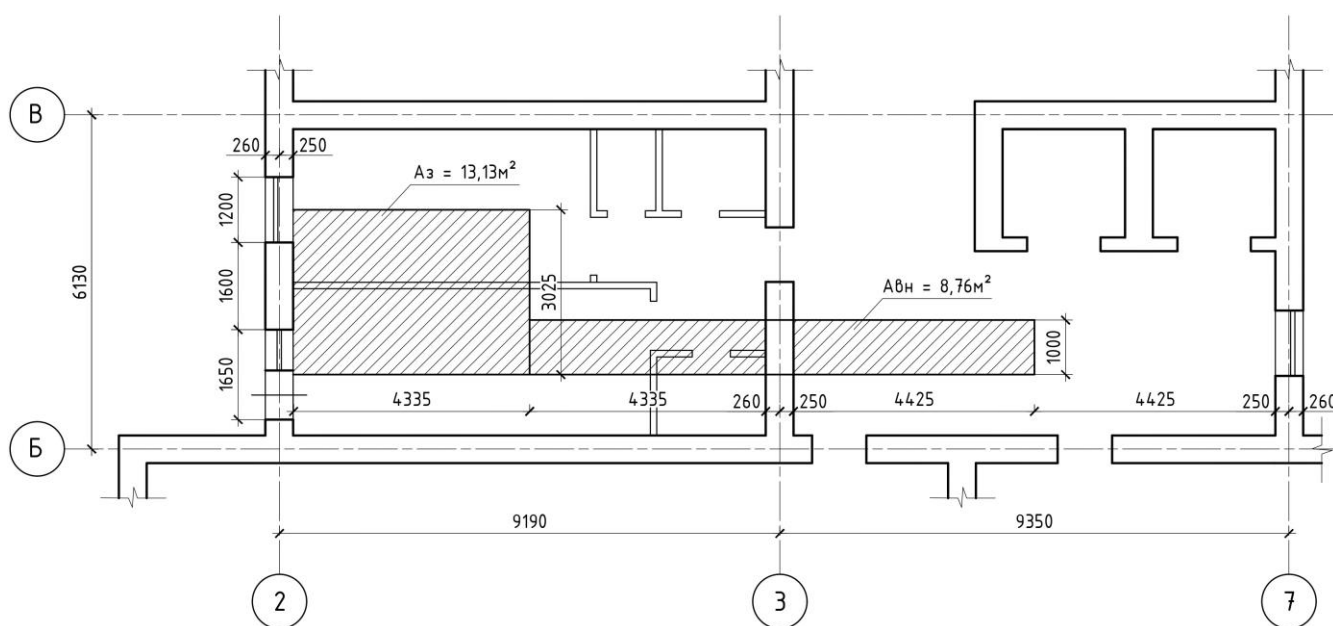


Рисунок 2.1 – Вантажні площі для розрахункових фундаментів

$$A_{\text{зовн}} = (l - \frac{d_3 + d_{\text{BH}}}{2}) / 2 * b \quad (2.1)$$

$$A_{\text{зовн}} = (9,19 - \frac{0,51 + 0,51}{2}) / 2 * 3,025 = 13,13 \text{ м}^2;$$

$$A_{\text{внут}} = (l - \frac{d_3 + d_{\text{BH}}}{2}) * 1 \quad (2.2)$$

$$A_{\text{внут}} = (\frac{9,19 + 9,35}{2} - \frac{0,51 + 0,51}{2}) * 1 = 8,76 \text{ м}^2;$$

2.2.1 Визначення навантаження на зовнішню стіну

Для зовнішньої стіни необхідно визначити постійні та тимчасові навантаження.

Постійні вертикальні навантаження (кН/м²):

- Покрівля (разом із плитою перекриття) – 5,1 кН/м².
- Міжповерхове перекриття – 3,6 кН/м².
- Перегороди – 1,0 кН/м²;
- Залізобетонний карниз – 2,5 кН/м²;
- Цегляна стіна – 18 кН/м³;

Тимчасові нормативні навантаження (кН/м²):

- Снігове навантаження – 1,4 кН/м².
- Перекриття технічного поверху – 0,75 кН/м².
- Міжповерхове перекриття – 1,5 кН/м²;

Розрахунок навантажень для 3,025 м. зовнішньої стіни.

Постійні навантаження:

- Покрівля (разом із плитою перекриття) – $5,1 * 13,13 = 66,97$ кН.
- Міжповерхове перекриття – $6 * 3,6 * 13,13 = 283,61$ кН.
- Перегороди – $5 * 1 * 13,13 = 65,65$ кН;
- Залізобетонний карниз – $2,5 * 13,13 = 32,83$ кН;
- Цегляна стіна – $18 * 0,51 * (3,025 * 17,62 - 6 * 1,43 * 1,5) = 371,16$ кН;

Загальне постійне навантаження – 820,22 кН.

Тимчасові навантаження:

- Снігове навантаження – $1,4 * 13,13 = 18,39$ кН.
- Перекриття технічного поверху – $0,75 * 13,13 = 9,85$ кН.
- Міжповерхове перекриття – $6 * 1,5 * 13,13 * (0,4 + \frac{0,6}{\sqrt{6}}) = 76,23$ кН,

де $(0,4 + \frac{0,6}{\sqrt{6}})$ – знижуючий коефіцієнт, який характеризує неоднорідне завантаження 6 поверхів.

Загальне тимчасове навантаження – 104,47 кН.

Постійне навантаження для 1 м. зовнішньої стіни:

$$N_{\text{зовн.}}^{\text{П}} = 820,22/3,025 = 274,1 \text{ кН.}$$

Тимчасове навантаження для 1 м. зовнішньої стіни:

$$N_{\text{зовн.}}^{\text{Т}} = 104,47/3,025 = 35,36 \text{ кН.}$$

$$\text{Разом } N_{\text{зовн.}}^{\text{П}} = 309,46 \text{ кН.}$$

2.2.2 Визначення навантаження на внутрішню стіну

Для внутрішньої стіни також необхідно визначити постійні та тимчасові навантаження. Розрахунок навантажень для 1 м. внутрішньої стіни.

Постійні навантаження:

- Покрівля (разом із плитою перекриття) – $5,1 * 8,76 = 44,68 \text{ кН.}$
- Міжповерхове перекриття – $6 * 3,6 * 8,76 = 189,22 \text{ кН.}$
- Перегороди – $5 * 1 * 8,76 = 43,80 \text{ кН;}$
- Цегляна стіна – $18 * 0,51 * 1 * 17,62 * (1 - 7,5/100) = 149,62 \text{ кН;}$

Загальне постійне навантаження – 427,32 кН.

Тимчасові навантаження:

- Снігове навантаження – $1,4 * 8,76 = 12,27 \text{ кН.}$
- Перекриття технічного поверху – $0,75 * 8,76 = 6,57 \text{ кН.}$
- Міжповерхове перекриття – $6 * 1,5 * 8,76 * (0,4 + \frac{0,6}{\sqrt{6}}) = 50,86 \text{ кН,}$

Загальне тимчасове навантаження – 69,7 кН.

Постійне навантаження для 1 м. внутрішньої стіни:

$$N_{\text{внут.}}^{\text{П}} = 427,32/1 = 427,32 \text{ кН.}$$

Тимчасове навантаження для 1 м. внутрішньої стіни:

$$N_{\text{внут.}}^{\text{Т}} = 69,70/1 = 69,70 \text{ кН.}$$

$$\text{Разом } N_{\text{внут.}}^{\text{П}} = 497,02 \text{ кН.}$$

2.3 Розрахунок фундаменту мілкового закладання

Вартість влаштування фундаменту для житлового будинку може становити 25% від загального бюджету на будівництво, що підкреслює важливість точного розрахунку його параметрів. Розрахунок фундаменту мілкового закладання є комплексним процесом, який враховує геологічні умови, рівень ґрунтових вод та навантаження, які фундамент повинен витримувати. Правильний розрахунок забезпечує ефективний розподіл навантаження і знижує ризик деформацій. У цьому розділі буде проведено аналіз основних факторів, що впливають на проектування фундаменту, з метою забезпечення надійності та довговічності.

2.3.1 Визначення глибини закладання фундаменту

Глибина закладання фундаменту визначається за трьома умовами: кліматичними, геологічними та з конструктивних міркувань.

За кліматичними умовами відмітка підшови фундаменту приймається не менше 0,2 м нижче глибини промерзання. За даною умовою глибина ґрунту визначається за формулою (2.3):

$$d_f = k_n * d_{fn} \quad (2.3)$$

де k_n – коефіцієнт враховуючий тепловий режим будівлі, становить 0,5;

d_{fn} – глибина сезонного промерзання ґрунту. Знаходиться за допомогою формули (2.4):

$$d_{fn} = d_0 * \sqrt{M_t} \quad (2.4)$$

де d_0 – дорівнює 0,28 м;

M_t – для міста Тернопіль становить 11,8.

Глибина закладання фундаменту за кліматичними умовами становить:

$$d_1 = (0,5 * (0,28 * \sqrt{11,8})) + 0,2 \approx 0,68 \text{ м.}$$

За геологічними умовами глибина закладання заглиблюється на 0,3–0,5 м. нижче рівня першого шару:

$$d_2 = h_1 + 0,4 = 0,9 \text{ м.}$$

З конструктивних міркувань глибина закладання фундаменту повинна перевищувати глибину закладання за іншими умовами. Визначають за наступною формулою (2.5):

$$d_3 = h_{\text{под}} + n * h_{\text{бл}} - h_0 \quad (2.5)$$

де $h_{\text{под}}$ – приймаємо 0,3 м;

n – приймаємо 3 шт;

$h_{\text{бл}}$ – приймаємо 0,6 м;

h_0 – приймаємо 0,3 м;

$$d_3 = 0,3 + 3 * 0,6 - 0,3 = 1,8 \text{ м.}$$

Остаточно приймається глибина закладання 1,8 м.

2.3.2 Визначення розмірів підшви фундаменту

Ширина підшви фундаменту для внутрішньої стіни визначається за формулою (2.6):

$$b_0 = \frac{N_{\text{внут}}^{II}}{R_0 - \gamma_0 * d} \quad (2.6)$$

де γ_0 – середнє значення питомої ваги, приймається 20 кН/м³;

$$b_0 = \frac{497,02}{205,72 - 20 * 1,8} = 2,93 \text{ м.}$$

Обираємо фундаменту подушку ФЛ 32.12-3 [10]. Для даної подушки:

$$b = 3,2 \text{ м; } l = 1,2 \text{ м; } h = 0,5 \text{ м; } V = 1,29 \text{ м}^3; M = 3,23 \text{ т;}$$

Необхідно уточнити розрахунок глибини фундаменту для цієї подушки:

$$d = d_3 = 0,5 + 3 * 0,6 - 0,3 = 2,0 \text{ м.}$$

Для подальшого розрахунку потрібно визначити фактичний розрахунковий опір ґрунту на рівні підшви фундаменту, визначається за формулою (2.7):

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} [M_y k_z b y_{11} + M_q d_1 y'_{11} + (M_q - 1) d_b y'_{11} + M_c c_{11}] \quad (2.7)$$

Де $\gamma_{c1}, \gamma_{c2} - 1,1$ та 1 відповідно;

k – дорівнює 1 ;

$M_y, M_q, M_c - 0,56; 3,24; 5,84$ відповідно;

k_z – приймається 1 ;

b – рівна $3,2$ м;

c_n – дорівнює 11 кПа;

y_{11} – визначається за допомогою формули (2.8);

y'_{11} – визначається за допомогою формули (2.9);

d_1 – визначається за допомогою формули (2.10);

d_b – становить, $1,2$ м;

$$y'_{11} = \frac{\gamma_1 * h_1 + \gamma_2 * h'_2}{h_1 + h'_2} = 18,13 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \quad (2.8)$$

$$y_{11} = \frac{\gamma_2 * h''_2 + \gamma_{2sb} * h'''_2 + \gamma_3 * h_3 + \gamma_4 * h_4}{h''_2 + h'''_2 + h_3 + h_4} = 16,27 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \quad (2.9)$$

$$d_1 = h_s + \frac{h_{cf} \gamma_{cf}}{y'_{11}} = 0,39 \text{ м} \quad (2.10)$$

Підставляючи усі необхідні значення отримуємо такий фактичний опір ґрунту для внутрішньої стіни:

$$R = 181,55 \text{ кПа.}$$

Ширина підшви фундаменту для зовнішньої стіни:

$$b_0 = \frac{N_{\text{зовн}}^{II}}{R_0 - \gamma_0 * d} = \frac{309,46}{205,72 - 20 * 1,8} = 1,83 \text{ м.}$$

Обираємо фундаменту подушку ФЛ 24.24-3 [10]. Для даної подушки:

$$b = 2,4 \text{ м}; l = 2,4 \text{ м}; h = 0,5 \text{ м}; V = 1,9 \text{ м}^3; M = 4,75 \text{ т};$$

Необхідно уточнити розрахунок глибини фундаменту для цієї подушки:

$$d = d_3 = 0,5 + 3 * 0,6 - 0,3 = 2,0 \text{ м}.$$

Розрахунок фактичного розрахункового опору ґрунту на рівні підшви фундаменту для зовнішньої стіни ідентичний розрахунку для внутрішньої стіни, окрім параметру ширини фундаментної подушки, підставивши інше значення отримуємо таке значення фактичного опору ґрунту для зовнішньої стіни:

$$R = 173,53 \text{ кПа}.$$

2.3.3 Визначення середнього тиску під підшвою фундаменту

Для подальшого розрахунку необхідно знайти середній фактичний тиск під підшвою фундаменту для внутрішньої та зовнішньої стін.

Обираємо фундаментний блок ФБС 24.6.6-Т [11]. Для даного блоку:

$$b = 0,6 \text{ м}; l = 2,4 \text{ м}; h = 0,6 \text{ м}; V = 0,815 \text{ м}^3; M = 1,96 \text{ т};$$

Фактичний середній тиск під підшвою фундаменту для внутрішньої стіни розраховується за формулою (2.11):

$$p_{\text{сер}} = \frac{N_{\text{внут}}^{\text{II}} + G_{\text{ф}} + G_{\text{гр}} + G_{\text{підвл}}}{b * 1} \quad (2.11)$$

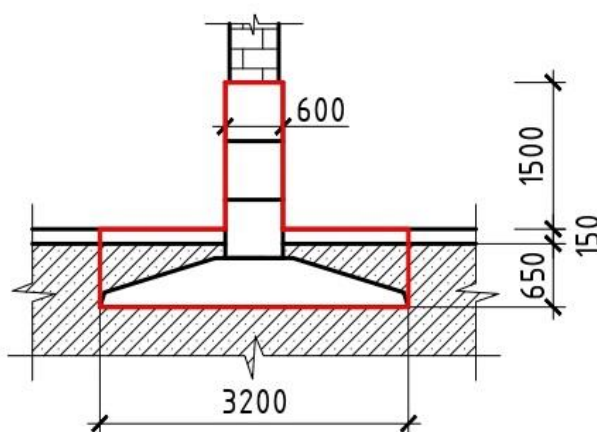


Рисунок 2.2 – Схематичне зображення фундаменту під внутрішню стіну

Визначимо загальний об'єм ґрунту та фундаменту:

$$V_0 = V_{\phi} + V_{\text{гр}} + V_{\text{підвл}} = 3,46 \text{ м}^3.$$

Визначимо об'єм фундаменту для 1 погонного метру:

$$V_{\phi} = 3 * V_{\text{бл}} + V_{\text{под}} = 3 * \frac{0,815}{2,4} + \frac{1,29}{1,2} = 2,1 \text{ м}^3.$$

Визначимо об'єм підлоги підвалу для 1 погонного метру:

$$V_{\text{підвл}} = 0,15 * 2,6 = 0,39 \text{ м}^3.$$

Визначимо об'єм ґрунту для 1 погонного метру:

$$V_{\text{гр}} = V_0 - V_{\phi} - V_{\text{підвл}} = 0,97 \text{ м}^3.$$

Визначимо навантаження від ґрунту:

$$G_{\text{гр}} = V_{\text{гр}} * \gamma'_{11} = 0,97 * 18,13 = 17,59 \text{ кН}.$$

Визначимо навантаження від підлоги підвалу:

$$G_{\text{підвл}} = V_{\text{підвл}} * \gamma_{cf} = 0,39 * 16 = 6,24 \text{ кН}.$$

Визначимо навантаження від фундаменту для 1 погонного метру:

$$G_{\phi} = 3 * G_{\text{бл}} + G_{\text{под}} = 3 * \frac{1,96 * 9,81}{2,4} + \frac{3,23 * 9,81}{1,2} = 50,44 \text{ кН}.$$

Визначення фактичне середнє напруження під підшвою фундаменту:

$$p_{\text{сер}} = \frac{497,02 + 50,44 + 17,59 + 6,24}{3,2} = 176,97 \text{ кПа}.$$

Розрахунок фактичного середнього тиску повинен відповідати даним умовам:

$$p_{\text{сер}} \leq R$$

$$\frac{R - p_{\text{сер}}}{R} * 100\% \leq 10\%$$

$$176,97 \text{ кПа} \leq 181,55 \text{ кПа};$$

$$\frac{181,55 - 176,97}{181,55} * 100\% = 2,53\% \leq 10\%.$$

Умови виконуються.

Фактичний середній тиск під підшвою фундаменту для зовнішньої стіни розраховується аналогічно

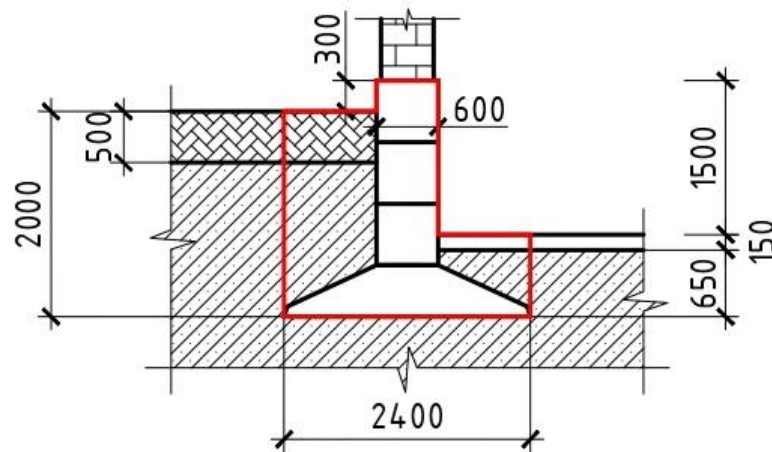


Рисунок 2.3 – Схематичне зображення фундаменту під зовнішню стіну

Визначимо загальний об'єм ґрунту та фундаменту:

$$V_0 = V_{\phi} + V_{\text{гр}} + V_{\text{підвл}} = 3,9 \text{ м}^3.$$

Визначимо об'єм фундаменту для 1 погонного метру:

$$V_{\phi} = 3 * V_{\text{бл}} + V_{\text{под}} = 3 * \frac{0,815}{2,4} + \frac{1,9}{2,4} = 1,81 \text{ м}^3.$$

Визначимо об'єм підлоги підвалу для 1 погонного метру:

$$V_{\text{підвл}} = 0,15 * 0,9 = 0,13 \text{ м}^3.$$

Визначимо об'єм фундаменту для 1 погонного метру:

$$V_{\text{гр}} = V_0 - V_{\phi} - V_{\text{підвл}} = 1,96 \text{ м}^3.$$

Визначимо навантаження від ґрунту:

$$G_{\text{гр}} = V_{\text{гр}} * \gamma'_{11} = 1,96 * 18,13 = 35,54 \text{ кН}.$$

Визначимо навантаження від підлоги підвалу:

$$G_{\text{підвл}} = V_{\text{підвл}} * \gamma_{cf} = 0,13 * 16 = 2,08 \text{ кН}.$$

Визначимо навантаження від фундаменту для 1 погонного метру:

$$G_{\phi} = 3 * G_{\text{бл}} + G_{\text{под}} = 3 * \frac{1,96 * 9,81}{2,4} + \frac{4,75 * 9,81}{2,4} = 43,45 \text{ кН}.$$

Визначення фактичне середнє напруження під підшоною фундаменту:

$$p_{\text{сер}} = \frac{309,46 + 43,45 + 35,54 + 2,08}{2,4} = 162,72 \text{ кПа}.$$

Розрахунок фактичного середнього тиску повинен відповідати даним умовам:

$$p_{\text{сер}} \leq R$$

$$\frac{R - p_{\text{сер}}}{R} * 100\% \leq 10\%$$

$$162,72 \text{ кПа} \leq 173,53 \text{ кПа};$$

$$\frac{173,53 - 162,72}{173,53} * 100\% = 6,23\% \leq 10\%.$$

Умови виконуються.

2.3.4 Розрахунок деформації основ фундаментів

Розрахунок фундаменту за деформаціями полягає в обмеженні деформацій такими значеннями, що забезпечують нормальну експлуатацію інженерних споруд. Виконується методом пошарового додавання. Даний метод використовують за припущенням, що в межах кожного горизонтального перерізу має бути однорідне стискання ґрунту, яке характеризується модулем деформації.

Визначення ординат епюри σ_{zg} у характерних точках для фундаменту під внутрішню стіну:

а) на підшві першого шару:

$$\sigma_{zg.I} = \gamma_1 * h_1 = 17,0 * 0,5 = 8,5 \text{ кПа};$$

б) на рівні підшви фундаменту:

$$\sigma_{zg.0} = \sigma_{zg.I} + \gamma_2 * h'_2 = 8,5 + 18,5 * 1,5 = 36,25 \text{ кПа};$$

в) на рівні ґрунтових вод:

$$\sigma_{zg.WL} = \sigma_{zg.0} + \gamma_2 * h''_2 = 36,25 + 18,5 * 0,5 = 45,5 \text{ кПа};$$

г) на підшві другого шару:

$$\sigma_{zg.II} = \sigma_{zg.WL} + \gamma_{sb,2} * h'''_2 = 45,5 + 9,99 * 1,7 = 62,49 \text{ кПа};$$

$$\gamma_{sb,2} = 9,99 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$$

д) на підшві третього шару:

$$\sigma_{zg.III} = \sigma_{zg.II} + \gamma_{sb,3} * h_3 = 62,49 + 10,12 * 2,4 = 86,78 \text{ кПа};$$

$$\gamma_{sb,3} = 10,12 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$$

е) на глибині 5,64 м четвертого шару:

Оскільки показник текучості суглинку становить $I_L = 0,5$, то даний шар не є водотривким

$$\sigma_{zg.IV} = \sigma_{zg.III} + \gamma_{sb,4} * 5,64 = 86,78 + 9,36 * 5,64 = 139,57 \text{ кПа};$$

$$\gamma_{sb,4} = 9,36 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$$

Ґрунтову товщу під фундаментом розділюємо на елементарні шари товщиною h_i :

$$h_i = 0,4 * b = 0,4 * 3,2 = 1,28 \text{ м.}$$

Визначаємо додатковий тиск на основу.

$$P_0 = p_{\text{сер}} - \sigma_{zg.0} = 176,97 - 36,25 = 140,72 \text{ кПа.}$$

Визначення додаткового напруження на підшві і покрівлі кожного елементарного шару показане у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Додаткові напруження на підшві та покрівлі шарів

№ точки	Глибина точки, що розглядається від підшви фундаменту Z, м	Відносна глибина, $\xi=2*z/b$	α	Напруження від власної ваги ґрунту, σ_{zg} , кПа	Додаткове напруження $\sigma_{zp} = \alpha * P_0$, кПа
0	0	0	1	36,25	140,72
1	0,5	0,313	0,982	45,5	138,19
2	1,28	0,8	0,881	-	123,98
3	2,2	1,375	0,706	62,49	99,35
4	2,56	1,6	0,642	-	90,35
5	3,84	2,4	0,477	-	67,13
6	4,6	2,875	0,411	86,78	57,84
7	5,12	3,2	0,374	-	52,63
8	6,4	4	0,306	-	43,06
9	7,68	4,8	0,258	-	36,31
10	8,96	5,6	0,223	-	31,38
11	10,24	6,4	0,196	139,57	27,59

Оскільки модуль деформації ґрунту більше за 5 МПа, то нижня границя стисненої товщі приймається виходячи з умови $0,2 * \sigma_{zg} \geq \sigma_{zp}$

$$0,2 * 139,57 = 27,92 \geq 27,59$$

Оскільки умова виконується, зупиняємося на 11 точці.

Осідання шару визначається за допомогою формули (2.12):

$$S_i = \beta * \frac{\sigma_{zp,i} * h_i}{E_i}; \beta = 0,8 \quad (2.12)$$

Визначення осідання елементарних шарів ґрунту показане у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Додаткові напруження на підшві та покрівлі шарів для внутрішньої стіни

№ шару	Додаткове напруження			Модуль деформації, Е, кПа	Товщина шару, h_i , см	Осідання шару, S_i , см
	На покрівлі шару, σ_{zp}, B , кПа	На покрівлі шару, σ_{zp}, H , кПа	Середнє, σ_{zp}, i , кПа			
1	140,72	138,19	139,46	1700	50	3,28
2	138,19	123,98	131,09	1700	78	4,81
3	123,98	99,35	111,67	1700	92	4,83
4	99,35	90,35	94,85	30000	36	0,09
5	90,35	67,13	78,74	30000	128	0,27
6	67,13	57,84	62,49	30000	76	0,13
7	57,84	52,63	55,24	11900	52	0,19
8	52,63	43,06	47,85	11900	128	0,41
9	43,06	36,31	39,69	11900	128	0,34
10	36,31	31,38	33,85	11900	128	0,29
11	31,38	27,59	29,49	11900	128	0,25

Визначення загального осідання основи під фундаментом будівлі.

$$S = \sum_{i=1}^{11} S_i = 14,91 \text{ см} < 12 \text{ см}$$

Умова не задовольняється, тому не можна використовувати даний фундамент під внутрішньою стіною.

На рисунку 2.4 зображено епюри від власної ваги ґрунту та додаткового напруження.

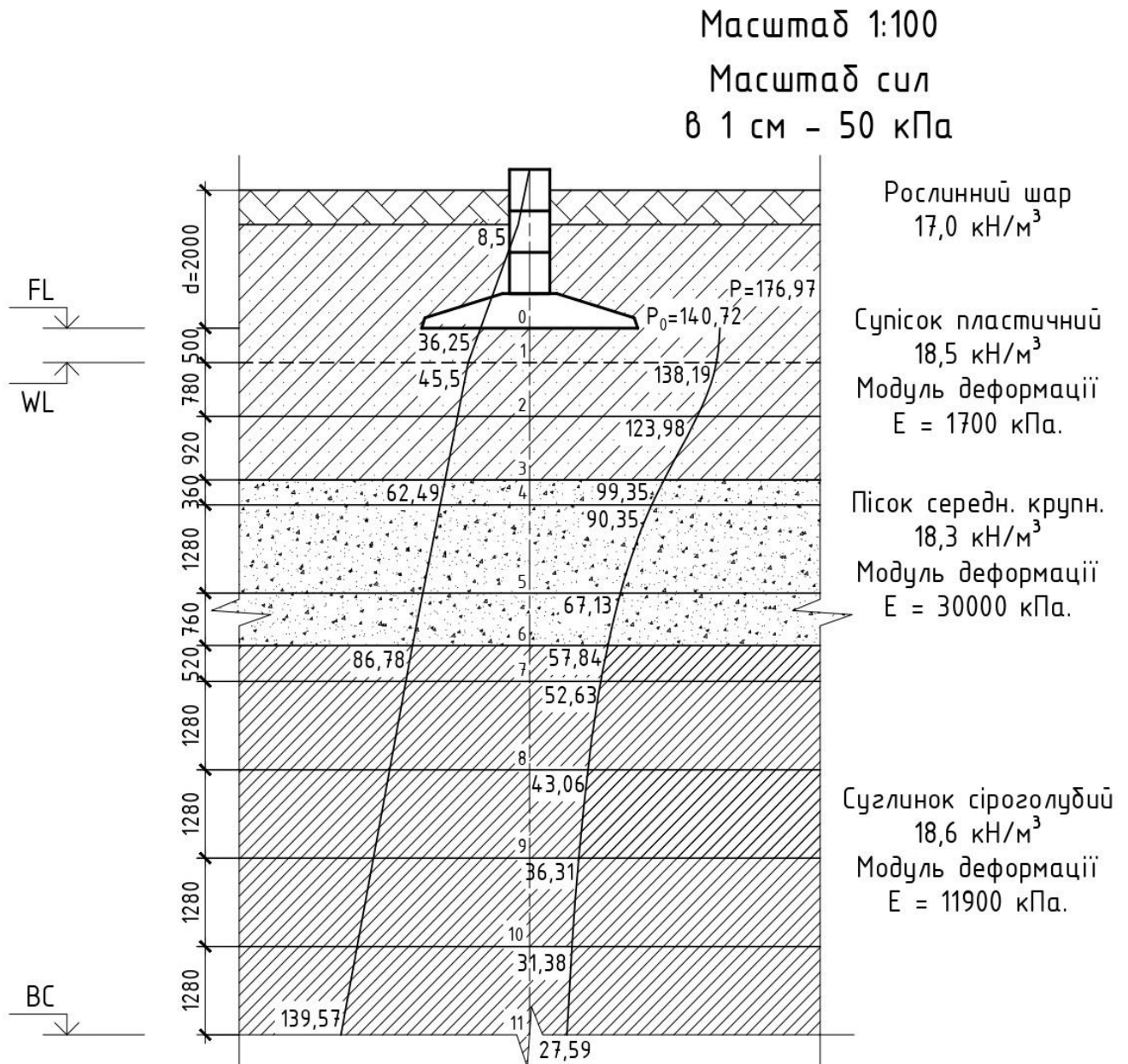


Рисунок 2.4 – Напруження під фундаментом внутрішньої стіни

Визначення деформацій для зовнішньої стіни є ідентичним.

Визначення ординат епюри σ_{zg} у характерних точках для фундаменту під зовнішню стіну:

а) на підшві першого шару:

$$\sigma_{zg.I} = \gamma_1 * h_1 = 17 * 0,5 = 8,5 \text{ кПа};$$

б) на рівні підшви фундаменту:

$$\sigma_{zg.0} = \sigma_{zg.I} + \gamma_2 * h'_2 = 8,5 + 18,5 * 1,5 = 36,25 \text{ кПа};$$

в) на рівні ґрунтових вод:

$$\sigma_{zg.WL} = \sigma_{zg.0} + \gamma_2 * h''_2 = 36,25 + 18,5 * 0,5 = 45,5 \text{ кПа};$$

г) на підшві другого шару:

$$\sigma_{zg.II} = \sigma_{zg.WL} + \gamma_{sb,2} * h'''_2 = 45,5 + 9,99 * 1,7 = 62,49 \text{ кПа};$$

$$\gamma_{sb,2} = 9,99 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$$

д) на підшві третього шару:

$$\sigma_{zg.III} = \sigma_{zg.II} + \gamma_{sb,3} * h_3 = 62,49 + 10,12 * 2,4 = 86,78 \text{ кПа};$$

$$\gamma_{sb,3} = 10,12 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$$

е) на глибині 3,56 м четвертого шару:

Оскільки показник текучості суглинку становить $I_L = 0,5$, то даний шар не є водотривким

$$\sigma_{zg.IV} = \sigma_{zg.III} + \gamma_{sb,4} * 3,56 = 86,78 + 9,36 * 3,56 = 120,11 \text{ кПа};$$

$$\gamma_{sb,4} = 9,36 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$$

Ґрунтову товщу під фундаментом розділюємо на елементарні шари товщиною h_i :

$$h_i = 0,4 * b = 0,4 * 2,4 = 0,96 \text{ м.}$$

Визначаємо додатковий тиск на основу.

$$P_0 = p_{\text{сер}} - \sigma_{zg.0} = 162,72 - 36,25 = 126,47 \text{ кПа.}$$

Визначення додаткового напруження на підшві і покрівлі кожного елементарного шару показане у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Додаткові напруження на підшві та покрівлі шарів для зовнішньої стіни

№ точки	Глибина точки, що розглядається від підшви фундаменту Z, м	Відносна глибина, $\xi=2*z/b$	α	Напруження від власної ваги ґрунту, σ_{zg} , кПа	Додаткове напруження $\sigma_{zp} = \alpha * P_0$, кПа
0	0	0	1	36,25	126,47
1	0,5	0,417	0,973	45,5	123,06
2	0,96	0,8	0,881	-	111,42
3	1,92	1,6	0,642	-	81,20
4	2,2	1,833	0,588	62,49	74,37
5	2,88	2,4	0,477	-	60,33
6	3,84	3,2	0,374	-	47,30
7	4,6	3,833	0,319	86,78	40,35
8	4,8	4	0,306	-	38,70
9	5,76	4,8	0,258	-	32,63
10	6,72	5,6	0,223	-	28,21
11	7,68	6,4	0,196	-	24,79
12	8,16	6,8	0,185	120,11	23,40

Оскільки модуль деформації ґрунту більше за 5 МПа, то нижня границя стисненої товщі приймається виходячи з умови $0,2 * \sigma_{zg} \geq \sigma_{zp}$

$$0,2 * 120,11 = 24,03 \geq 23,40$$

Оскільки умова виконується, зупиняємося на 12 точці.

Осідання шару визначається аналогічно за допомогою формули (2.12).

Визначення осідання елементарних шарів ґрунту показане у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Додаткові напруження на підшві та покрівлі шарів для зовнішньої стіни

№ шару	Додаткове напруження			Модуль деформації, Е, кПа	Товщина шару, h_i , см	Осідання шару, S_i , см
	На покрівлі шару, σ_{zp}, B , кПа	На покрівлі шару, σ_{zp}, H , кПа	Середнє, σ_{zp}, i , кПа			
1	126,47	123,06	124,77	1700	50	2,94
2	123,06	111,42	117,24	1700	46	2,54
3	111,42	81,20	96,31	1700	96	4,35
4	81,20	74,37	77,79	1700	28	1,03
5	74,37	60,33	67,35	30000	68	0,13
6	60,33	47,30	53,82	30000	96	0,14
7	47,30	40,35	43,83	30000	76	0,09
8	40,35	38,70	39,53	11900	20	0,06
9	38,70	32,63	35,67	11900	96	0,23
10	32,63	28,21	30,42	11900	96	0,20
11	28,21	24,79	26,50	11900	96	0,17
12	24,79	23,40	24,10	11900	48	0,08

Визначення загального осідання основи під фундаментом будівлі.

$$S = \sum_{i=1}^{11} S_i = 11,96 \text{ см} > 12 \text{ см}$$

Умова задовольняється, тому можна використовувати даний фундамент під зовнішньою стіною.

На рисунку 2.5 зображено епюри від власної ваги ґрунту та додаткового напруження.

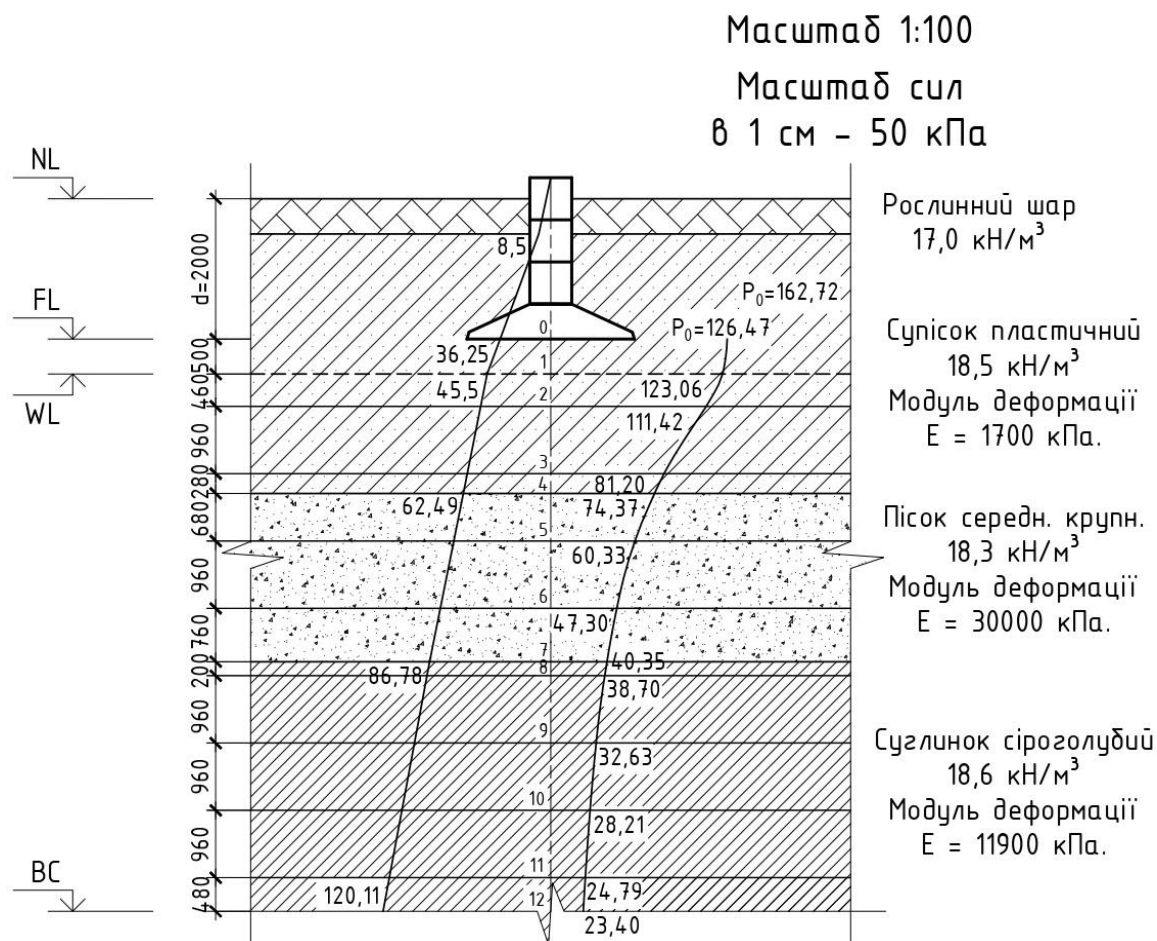


Рисунок 2.5 – Напруження під фундаментом зовнішньої стіни

Для детального ознайомлення з фундаментом мілкого закладання розглянути лист №6.

2.4 Розрахунок пальового фундаменту

Пальові фундаменти раціонально застосовувати при великій товщині слабких ґрунтів, що залягають зверху (текучопластичних і текучих глинистих ґрунтах, заторфованих, насипних), а також при високому горизонті ґрунтових вод і при глибокому промерзанні ґрунтів, для зниження трудомісткості, збільшення ступеня механізації робіт нульового циклу і економічності їх доцільності.

У даному випадку пальовий фундамент приймається у вигляді забивних залізобетонних паль, об'єднаних спільним залізобетонним ростверком. Кількість паль на 1 м погонний ростверку визначається величиною і видом навантаження і

несучою спроможністю паль. Приймається жорстке закріплення палі з ростверком (замонолічування 30 см). Палі забиваються за допомогою дизель-молоту.

2.4.1 Визначення несучої здатності забивної палі по ґрунту

Паля буде занурюватись у ґрунт ПЕ-3 (пісок середньо крупності, середнього ступеня водонасичення, середньої щільності). Глибина занурення підосви ростверку 2,1 м. Приймаємо палю за сортаментом забивних залізобетонних паль [12] ПНдр4-30 довжиною 4000 мм (див. рис. 2.6), поперечним перерізом 300×300 мм.

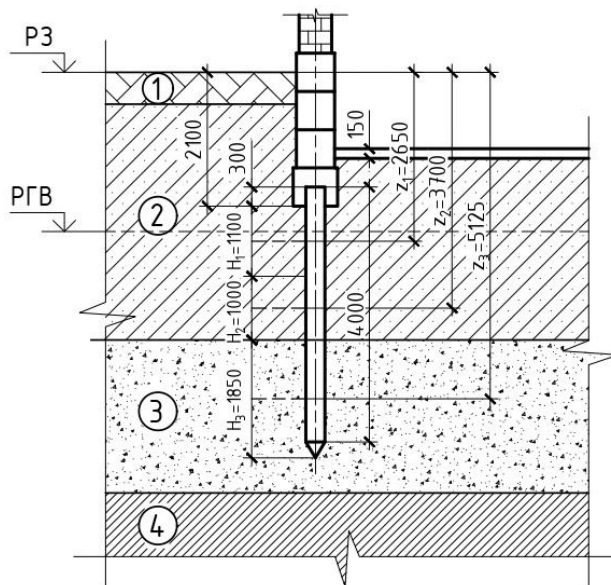


Рисунок 2.6 – Залізобетонна паля ПНдр4-30

Для «висячих» паль несучу здатність одиночної палі визначають за формулою (2.13):

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} * R * A + u * \gamma_{cf} * \sum f_i * h_i) \quad (2.13)$$

де $\gamma_c = 1$;

R – для глибини 6,05 м = 3558 кПа;

$$A = 0,09 \text{ м}^2;$$

$$u = 1,2 \text{ м};$$

γ_{cf}, γ_{cR} – 1 та 1 відповідно.

Ширина елементарних шарів ґрунту:

$$h_1 = 1,1 \text{ м}; h_2 = 1,0 \text{ м}; h_3 = 1,85 \text{ м};$$

Середня глибина розташування шарів ґрунту:

$$z_1 = 2,65 \text{ м}; z_2 = 3,7 \text{ м}; z_3 = 5,125 \text{ м};$$

Розрахункові опори на бічній поверхні забивної палі:

$$f_1 = 4,65 \text{ кПа}; f_2 = 5,0 \text{ кПа}; f_3 = 56,3 \text{ кПа};$$

$$\sum f_i * h_i = 4,65 * 1,1 + 5 * 1 + 56,3 * 1,85 = 114,27$$

Несуча здатність однієї палі:

$$F_d = 1 * (1 * 3558 * 0,09 + 1,2 * 1 * 114,27) = 457,35 \text{ кПа}$$

Допустиме розрахункове навантаження:

$$N = \frac{457,35}{1,4} = 326,7 \text{ КПа}$$

Необхідна кількість паль:

$$N = \frac{309,46}{326,7} = 0,95 \approx 1 \text{ паля (зовн. стіна)}$$

$$N = \frac{497,02}{326,7} = 1,52 \approx 2 \text{ палі (внут. стіна)}$$

2.4.2 Визначення ширини умовного фундаменту

Ширина умовного фундаменту для внутрішньої стіни визначається за формулою (2.14):

$$b_{\text{ум.}} = 2 * b_{\text{пал.}} + d + 2 * h_{\text{пал.}} * \tan\left(\frac{\bar{\varphi}}{4}\right) \quad (2.14)$$

$$\bar{\varphi} = \frac{\sum_{i=1}^n \varphi_i * h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} = \frac{21 * 2,1 + 35 * 1,85}{2,1 + 1,85} = 27,56^\circ$$

$$b_{\text{ум.}} = 2 * 0,3 + 0,6 + 2 * 3,95 * \tan\left(\frac{27,56^\circ}{4}\right) = 2,16 \text{ м.}$$

З конструктивних міркувань висота ростверку приймається не менше 30 см. Враховуючи висоту замонолічування палі в ростверк - 30см, приймаємо остаточну висоту ростверка – 60 см.

Для зовнішньої стіни розрахунок ширини умовного фундаменту ідентичний:

$$b_{\text{ум.}} = b_{\text{пал.}} + 2 * h_{\text{пал.}} * \tan\left(\frac{\varphi}{4}\right),$$

$$b_{\text{ум.}} = 0,3 + 2 * 3,95 * \tan\left(\frac{27,56^\circ}{4}\right) = 1,26 \text{ м.}$$

Висота ростверка ідентична – 60 см.

2.4.3 Визначення розрахункового опору ґрунту на рівні умовного фундаменту

Розрахунковий опір ґрунту на рівні умовного фундаменту для внутрішньої стіни знаходимо за формулою (2.15):

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} [M_y k_z b y_{11} + M_q d_1 y'_{11} + (M_q - 1) d_b y'_{11} + M_c c_{11}] \quad (2.15)$$

Де γ_{c1}, γ_{c2} – 1,4 та 1,4 відповідно;

k – дорівнює 1,1;

M_y, M_q, M_c – 1,68; 7,71; 9,58 відповідно;

k_z – рівним 1;

b – 2,16 м;

c_n – 1 кПа;

y_{11} – визначається за допомогою формули;

y'_{11} – визначається за допомогою формули;

d_1 – визначається за допомогою формули;

d_b – дорівнює 1,2 м;

$$y'_{11} = \frac{\gamma_1 * h_1 + \gamma_2 * h'_2}{h_1 + h'_2} = 18,15 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2};$$

$$y_{11} = \frac{\gamma_2 * h''_2 + \gamma_{2sb} * h'''_2 + \gamma_3 * h'_3}{h''_2 + h'''_2 + h'_3} = 14,75 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2};$$

$$d_1 = h_s + \frac{h_{cf} \gamma_{cf}}{y'_{11}} = 4,84 \text{ м};$$

Підставляючи усі необхідні значення отримуємо такий фактичний опір ґрунту для внутрішньої стіни:

$$R = 1579,66 \text{ кПа.}$$

Розрахунок розрахункового опору ґрунту на рівні умовного фундаменту для зовнішньої стіни ідентичний розрахунку для внутрішньої стіни, окрім параметру ширини умовного фундаменту, підставивши інше значення отримуємо таке значення опору ґрунту для зовнішньої стіни:

$$R = 1539,92 \text{ кПа.}$$

2.4.4 Визначення середнього тиску під подошвою фундаменту

Фактичний середній тиск під подошвою фундаменту для внутрішньої стіни розраховується за формулою:

$$p_{\text{сер}} = \frac{N_{\text{внут}}^{II} + G_{\phi} + G_{\text{гр}} + G_{\text{підвл}} + G_{\text{палі}}}{b * 1}$$

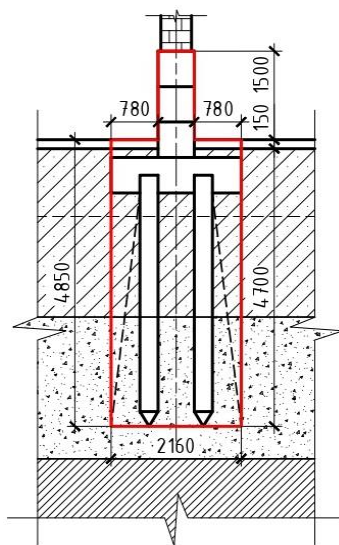


Рисунок 2.7 – Схематичне зображення фундаменту під внутрішню стіну

Визначимо загальний об'єм ґрунту та фундаменту:

$$V_0 = V_{\phi} + V_{\text{гр}} + V_{\text{підвл}} = 11,34 \text{ м}^3.$$

Визначимо об'єм фундаменту для 1 погонного метру:

$$V_{\phi} = 3 * V_{\text{бл}} + V_{\text{рост}} = 3 * \frac{0,815}{2,4} + \frac{1,242}{1} = 2,26 \text{ м}^3.$$

Визначимо об'єм підлоги підвалу для 1 погонного метру:

$$V_{\text{підвл}} = 0,15 * 1,56 = 0,24 \text{ м}^3.$$

Визначимо об'єм ґрунту для 1 погонного метру:

$$V_{\text{гр}} = V_0 - V_{\phi} - V_{\text{підвл}} = 8,84 \text{ м}^3.$$

Визначимо навантаження від ґрунту:

$$G_{\text{гр}} = V_{\text{гр}1} * \gamma'_{11} + V_{\text{гр}2} * \gamma_2 + V_{\text{гр}3} * \gamma_3 = 161,44 \text{ кН}.$$

Визначимо навантаження від підлоги підвалу:

$$G_{\text{підвл}} = V_{\text{підвл}} * \gamma_{cf} = 0,35 * 16 = 5,6 \text{ кН}.$$

Визначимо навантаження від фундаменту для 1 погонного метру:

$$G_{\phi} = 3 * G_{\text{бл}} + G_{\text{рост}} = 3 * \frac{1,96 * 9,81}{2,4} + 1,242 * 2,5 * 9,81 = 54,50 \text{ кН}.$$

Визначимо навантаження від палі:

$$G_{\text{палі}} = 2 * 0,93 \text{ тони} = 18,6 \text{ кН}.$$

Визначення фактичного середнього напруження під подошвою фундаменту:

$$p_{\text{сер}} = \frac{497,02 + 54,5 + 161,44 + 5,6 + 18,6}{2,16} = 341,28 \text{ кПа}.$$

Перевірка умов:

$$p_{\text{сер}} \leq R$$

$$341,28 \text{ кПа} \leq 1579,66 \text{ кПа}.$$

Умова виконується.

Фактичний середній тиск під подошвою фундаменту для зовнішньої стіни розраховується за формулою:

$$p_{\text{сер}} = \frac{N_{\text{зовн}}^{II} + G_{\phi} + G_{\text{гр}} + G_{\text{підвл}} + G_{\text{палі}}}{b * 1}$$

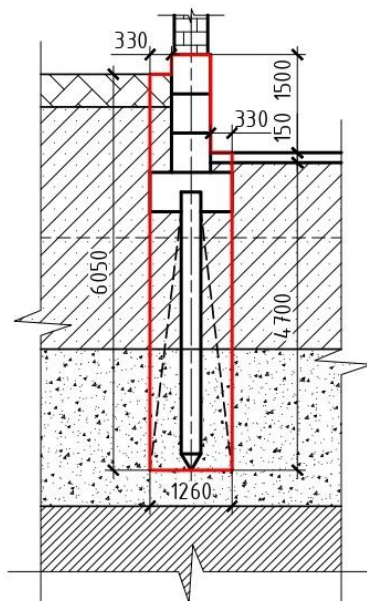


Рисунок 2.8 – Схематичне зображення фундаменту під зовнішню стіну

Визначимо загальний об'єм ґрунту та фундаменту:

$$V_0 = V_{\phi} + V_{\text{гр}} + V_{\text{підвл}} = 7,38 \text{ м}^3.$$

Визначимо об'єм фундаменту для 1 погонного метру:

$$V_{\phi} = 3 * V_{\text{бл}} + V_{\text{рост}} = 3 * \frac{0,815}{2,4} + \frac{0,729}{1} = 1,75 \text{ м}^3.$$

Визначимо об'єм підлоги підвалу для 1 погонного метру:

$$V_{\text{підвл}} = 0,15 * 0,33 = 0,05 \text{ м}^3.$$

Визначимо об'єм ґрунту для 1 погонного метру:

$$V_{\text{гр}} = V_0 - V_{\phi} - V_{\text{підвл}} = 5,58 \text{ м}^3.$$

Визначимо навантаження від ґрунту:

$$G_{\text{гр}} = V_{\text{гр1}} * \gamma'_{11} + V_{\text{гр2}} * \gamma_2 + V_{\text{гр3}} * \gamma_3 = 101,1 \text{ кН}.$$

Визначимо навантаження від підлоги підвалу:

$$G_{\text{підвл}} = V_{\text{підвл}} * \gamma_{cf} = 0,05 * 16 = 0,8 \text{ кН}.$$

Визначимо навантаження від фундаменту для 1 погонного метру:

$$G_{\phi} = 3 * G_{\text{бл}} + G_{\text{рост}} = 3 * \frac{1,96 * 9,81}{2,4} + 0,729 * 2,5 * 9,81 = 41,92 \text{ кН}.$$

Визначимо навантаження від палі:

$$G_{\text{палі}} = 0,93 \text{ тони} = 9,3 \text{ кН}.$$

Визначення фактичне середнє напруження під підшоною фундамента:

$$p_{\text{сер}} = \frac{309,46 + 41,92 + 101,1 + 0,8 + 9,3}{1,26} = 367,13 \text{ кПа.}$$

Перевірка умови:

$$p_{\text{сер}} \leq R$$

$$367,13 \text{ кПа} \leq 1539,92 \text{ кПа.}$$

Умова виконується.

2.4.5 Розрахунок деформацій основ на рівні умовного фундамента

Визначення ординат епюри σ_{zg} у характерних точках для фундамента під внутрішню стіну:

а) на підшві першого шару:

$$\sigma_{zg.I} = \gamma_1 * h_1 = 17,0 * 0,5 = 8,5 \text{ кПа;}$$

б) на рівні підшви ростверку:

$$\sigma_{zg.p} = \sigma_{zg.I} + \gamma_2 * h'_2 = 8,5 + 18,5 * 1,6 = 38,1 \text{ кПа;}$$

в) на рівні ґрунтових вод:

$$\sigma_{zg.WL} = \sigma_{zg.0} + \gamma_2 * h''_2 = 38,1 + 18,5 * 0,4 = 45,5 \text{ кПа;}$$

г) на підшві другого шару:

$$\sigma_{zg.II} = \sigma_{zg.WL} + \gamma_{sb,2} * h'''_2 = 45,5 + 9,99 * 1,7 = 62,49 \text{ кПа;}$$

$$\gamma_{sb,2} = 9,99 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$$

д) на рівні умовного фундамента:

$$\sigma_{zg.\phi} = \sigma_{zg.II} + \gamma_{sb,3} * h'_3 = 62,49 + 10,12 * 1,85 = 81,21 \text{ кПа;}$$

е) на підшві третього шару:

$$\sigma_{zg.III} = \sigma_{zg.\phi} + \gamma_{sb,3} * h'''_3 = 81,21 + 10,12 * 0,55 = 86,78 \text{ кПа;}$$

$$\gamma_{sb,3} = 10,12 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$$

ж) на рівні 16 точки:

Оскільки показник текучості суглинку становить $I_L = 0,5$, то даний шар не є водотривким

$$\sigma_{zg.3} = \sigma_{zg.III} + \gamma_{sb,4} * 9,818 = 86,78 + 9,36 * 9,818 = 178,68 \text{ кПа};$$

$$\gamma_{sb,4} = 9,36 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$$

Ґрунтову товщу під фундаментом розділюємо на елементарні шари товщиною h_i :

$$h_i = 0,4 * b = 0,4 * 2,16 = 0,864 \text{ м}$$

Визначаємо додатковий тиск на основу:

$$P_0 = p_{\text{сер}} - \sigma_{zg.\phi} = 341,28 - 81,21 = 260,07 \text{ кПа}$$

Визначення додаткового напруження на підшві і покрівлі кожного елементарного шару показане у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Додаткові напруження на підшві та покрівлі шарів для внутрішньої стіни

№ точки	Глибина точки, що розглядається від підшви ум. фундаменту Z, м	Відносна глибина, $\xi=2*z/b$	α	Напруження від власної ваги ґрунту, σ_{zg} , кПа	Додаткове напруження $\sigma_{zp} = \alpha * P_0$, кПа
0	0	0	1	81,21	260,07
1	0,55	0,51	0,941	86,78	244,73
2	0,864	0,8	0,881	-	229,13
3	1,728	1,6	0,642	-	166,97
4	2,592	2,4	0,477	-	124,06
5	3,456	3,2	0,374	-	97,27
6	4,32	4	0,306	-	79,59
7	5,184	4,8	0,258	-	67,10
8	6,048	5,6	0,223	-	58,00
9	6,912	6,4	0,196	-	50,98
10	7,776	7,2	0,175	-	45,52
11	8,64	8	0,158	-	41,10
12	9,504	8,8	0,143	-	37,19
13	10,368	9,6	0,132	178,68	34,33

Оскільки модуль деформації ґрунту більше за 5 МПа, то нижня границя стисненої товщі приймається виходячи з умови $0,2 * \sigma_{zg} \geq \sigma_{zp}$

$$0,2 * 178,68 = 35,74 \geq 34,33$$

Оскільки умова виконується, зупиняємося на 13 точці.

Осідання шару визначається за допомогою формули (2.12):

Визначення осідання елементарних шарів ґрунту показане у таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Додаткові напруження на підшві та покрівлі шарів для внутрішньої стіни

№ шару	Додаткове напруження			Модуль деформації, Е, кПа	Товщина шару, h_i , см	Осідання шару, S_i , см
	На покрівлі шару, σ_{zp}, B , кПа	На покрівлі шару, σ_{zp}, H , кПа	Середнє, σ_{zp}, i , кПа			
1	260,07	244,73	252,20	30000	55	0,37
2	244,73	229,13	236,93	11900	31,4	0,50
3	229,13	166,97	198,05	11900	86,4	1,15
4	166,97	124,06	145,52	11900	86,4	0,85
5	124,06	97,27	110,67	11900	86,4	0,65
6	97,27	79,59	88,43	11900	86,4	0,52
7	79,59	67,10	73,35	11900	86,4	0,43
8	67,10	58,00	62,55	11900	86,4	0,37
9	58,00	50,98	54,49	11900	86,4	0,32
10	50,98	45,52	48,25	11900	86,4	0,28
11	45,52	41,10	43,31	11900	86,4	0,26
12	41,10	37,19	39,15	11900	86,4	0,23
13	37,19	34,33	35,76	11900	86,4	0,21

Визначення загального осідання основи під фундаментом будівлі.

$$S = \sum_{i=1}^{11} S_i = 6,14 \text{ см} > 12 \text{ см}$$

$$\sigma_{zg.I} = \gamma_1 * h_1 = 17,0 * 0,5 = 8,5 \text{ кПа};$$

б) на рівні підшви ростверку:

$$\sigma_{zg.p} = \sigma_{zg.I} + \gamma_2 * h'_2 = 8,5 + 18,5 * 1,6 = 38,1 \text{ кПа};$$

в) на рівні ґрунтових вод:

$$\sigma_{zg.WL} = \sigma_{zg.0} + \gamma_2 * h''_2 = 38,1 + 18,5 * 0,4 = 45,5 \text{ кПа};$$

г) на підшві другого шару:

$$\sigma_{zg.II} = \sigma_{zg.WL} + \gamma_{sb,2} * h'''_2 = 45,5 + 9,99 * 1,7 = 62,49 \text{ кПа};$$

$$\gamma_{sb,2} = 9,99 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$$

д) на рівні умовного фундаменту:

$$\sigma_{zg.\phi} = \sigma_{zg.II} + \gamma_{sb,3} * h'_3 = 62,49 + 10,12 * 1,85 = 81,21 \text{ кПа};$$

е) на рівні 1 точки:

$$\sigma_{zg.1} = \sigma_{zg.\phi} + \gamma_{sb,3} * h''_3 = 81,21 + 10,12 * 0,504 = 86,31 \text{ кПа};$$

є) на підшві третього шару:

$$\sigma_{zg.III} = \sigma_{zg.1} + \gamma_{sb,3} * h'''_3 = 86,31 + 10,12 * 0,046 = 86,78 \text{ кПа};$$

$$\gamma_{sb,3} = 10,12 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$$

ж) на рівні 16 точки:

Оскільки показник текучості суглинку становить $I_L = 0,5$, то даний шар не є водотривким

$$\sigma_{zg.3} = \sigma_{zg.III} + \gamma_{sb,4} * 7,01 = 86,78 + 9,36 * 7,01 = 152,40 \text{ кПа};$$

$$\gamma_{sb,4} = 9,36 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$$

Ґрунтову товщу під фундаментом розділюємо на елементарні шари товщиною h_i :

$$h_i = 0,4 * b = 0,4 * 1,26 = 0,504 \text{ м}$$

Визначаємо додатковий тиск на основу:

$$P_0 = p_{\text{сер}} - \sigma_{zg.\phi} = 367,13 - 81,21 = 285,92 \text{ кПа}$$

Визначення додаткового напруження на підшві і покрівлі кожного елементарного шару показане у таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Додаткові напруження на підшві та покрівлі шарів для зовнішньої стіни

№ точки	Глибина точки, що розглядається від підшви ум. фундаменту Z, м	Відносна глибина, $\xi=2*z/b$	α	Напруження від власної ваги ґрунту, σ_{zg} , кПа	Додаткове напруження $\sigma_{zp} = \alpha * P_0$, кПа
0	0	0	1	81,21	285,92
1	0,504	0,8	0,881	-	251,90
2	0,550	0,873	0,858	86,78	245,32
3	1,008	1,6	0,642	-	183,56
4	1,512	2,4	0,477	-	136,39
5	2,016	3,2	0,374	-	106,94
6	2,52	4	0,306	-	87,49
7	3,024	4,8	0,258	-	73,77
8	3,528	5,6	0,223	-	63,76
9	4,032	6,4	0,196	-	56,04
10	4,536	7,2	0,175	-	50,04
11	5,04	8	0,158	-	45,18
12	5,544	8,8	0,143	-	40,89
13	6,048	9,6	0,132	-	37,74
14	6,552	10,4	0,122	-	34,88
15	7,056	11,2	0,113	-	32,31
16	7,56	12	0,106	152,40	30,31

Оскільки модуль деформації ґрунту більше за 5 МПа, то нижня границя стисненої товщі приймається виходячи з умови $0,2 * \sigma_{zg} \geq \sigma_{zp}$

$$0,2 * 152,40 = 30,48 \geq 30,31$$

Оскільки умова виконується, зупиняємося на 16 точці.

Осідання шару визначається за допомогою формули (2.12)

Визначення осідання елементарних шарів ґрунту показане у таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Додаткові напруження на підошві та покрівлі шарів для зовнішньої стіни

№ шару	Додаткове напруження			Модуль деформації, Е, кПа	Товщина шару, h_i , см	Осідання шару, S_i , см
	На покрівлі шару, σ_{zp}, B , кПа	На покрівлі шару, σ_{zp}, H , кПа	Середнє, σ_{zp}, i , кПа			
1	285,92	251,90	268,91	30000	50,4	0,37
2	251,90	245,32	248,61	11900	4,6	0,08
3	245,32	183,56	214,44	11900	45,8	0,66
4	183,56	136,39	159,98	11900	50,4	0,54
5	136,39	106,94	121,67	11900	50,4	0,42
6	106,94	87,49	97,22	11900	50,4	0,33
7	87,49	73,77	80,63	11900	50,4	0,28
8	73,77	63,76	68,77	11900	50,4	0,24
9	63,76	56,04	59,9	11900	50,4	0,21
10	56,04	50,04	53,04	11900	50,4	0,18
11	50,04	45,18	47,61	11900	50,4	0,16
12	45,18	40,89	43,04	11900	50,4	0,15
13	40,89	37,74	39,32	11900	50,4	0,14
14	37,74	34,88	36,31	11900	50,4	0,13
15	34,88	32,31	33,60	11900	50,4	0,12
16	32,31	30,31	31,31	11900	50,4	0,11

Визначення загального осідання основи під фундаментом будівлі.

$$S = \sum_{i=1}^{11} S_i = 4,12 \text{ см} > 12 \text{ см}$$

Умова задовольняється, тому можна використовувати даний фундамент під зовнішньою стіною.

На рисунку 2.10 зображено епюри від власної ваги ґрунту та додаткового напруження.

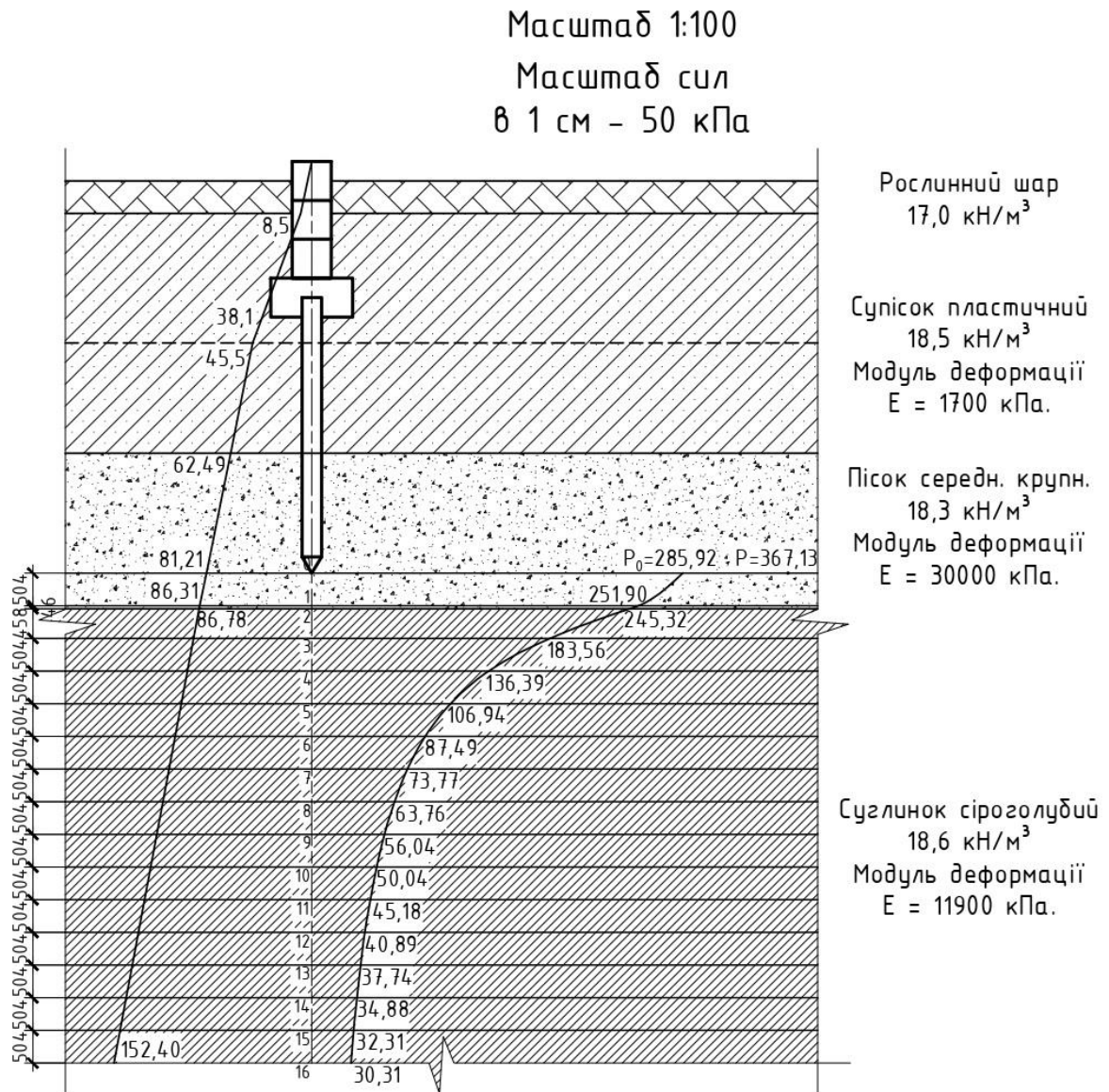


Рисунок 2.10 – Напруження під фундаментом зовнішньої стіни

Для детального ознайомлення з палевим фундаментом розглянути лист №7.

2.5 Вибір остаточного фундаменту

Після проведення розрахунків для мілкого закладання та пальового фундаменту доцільнішим є пальовий. Основною перевагою пальового фундаменту є значно менші деформації під час експлуатації.

Мілкі фундаменти схильні до нерівномірного осідання, що може призвести до тріщин у стінах та іншим деформаціям. Пальові фундаменти, натомість,

передають навантаження на глибші, більш стабільні шари ґрунту, зменшуючи ризик осідання. Вони також ефективно компенсують динамічні навантаження, забезпечуючи вищу довговічність конструкції.

2.5.1 Перевірка розрахунку обраного фундаменту за допомогою комп'ютерних програм

Виконуємо розрахунок пальового фундаменту під внутрішньою несучою стіною. Розрахункова модель основи і фундаменту виконана в програмному комплексі ЛІРА-САПР, а саме підсистема ҐРУНТ. Розрахунок пальового фундаменту на ґрунтовій основі виконується за першим методом за моделлю Пастернака. Отримуємо значення осідання (див. рис. 2.11), коефіцієнтів постелі (див. рис. 2.12) та епюру напружень в основі (див. рис. 2.13).

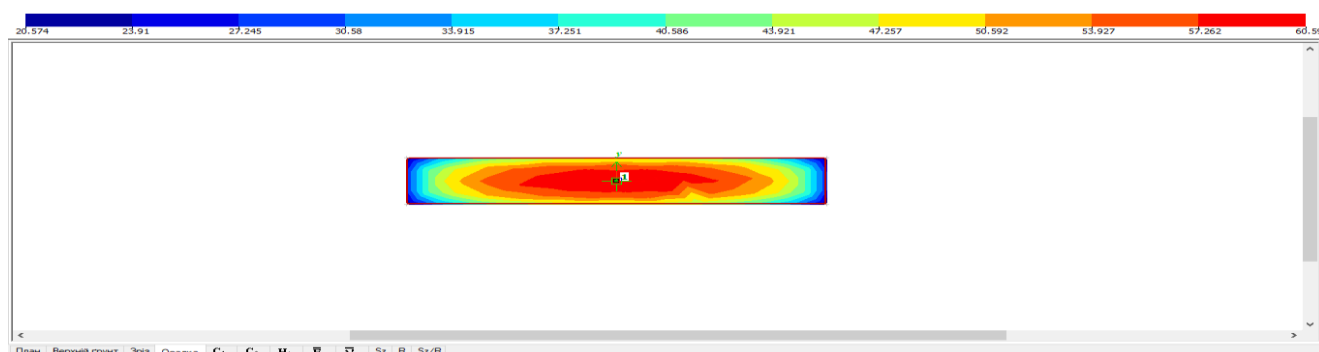


Рисунок 2.11 – Ізополя осідання основи під фундаментом, мм

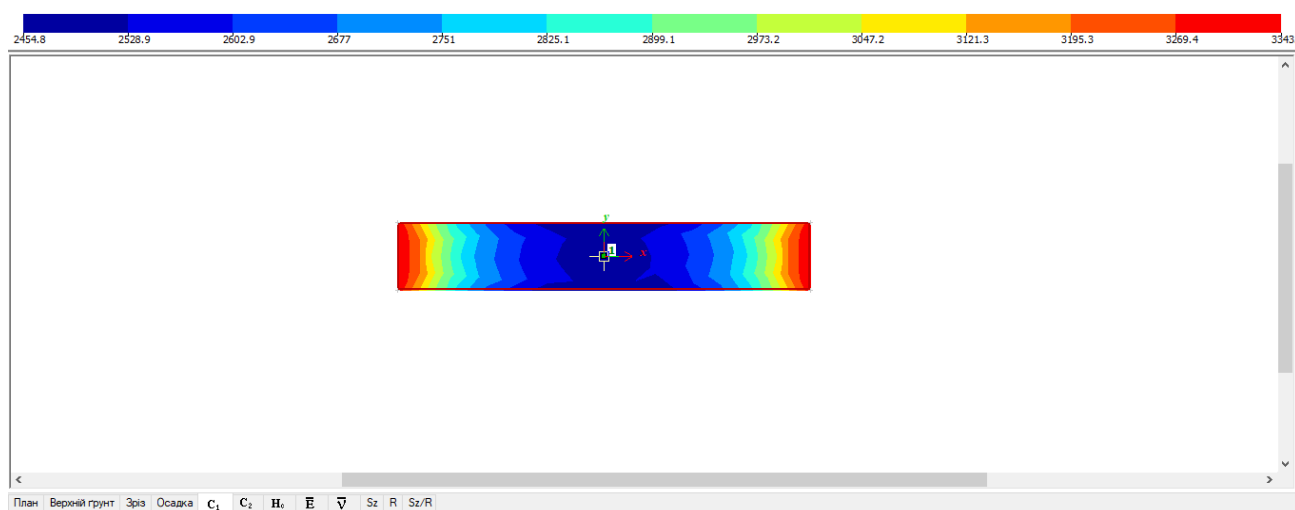


Рисунок 2.12 – Ізополя коефіцієнтів постелі C_1 , кН/м^3

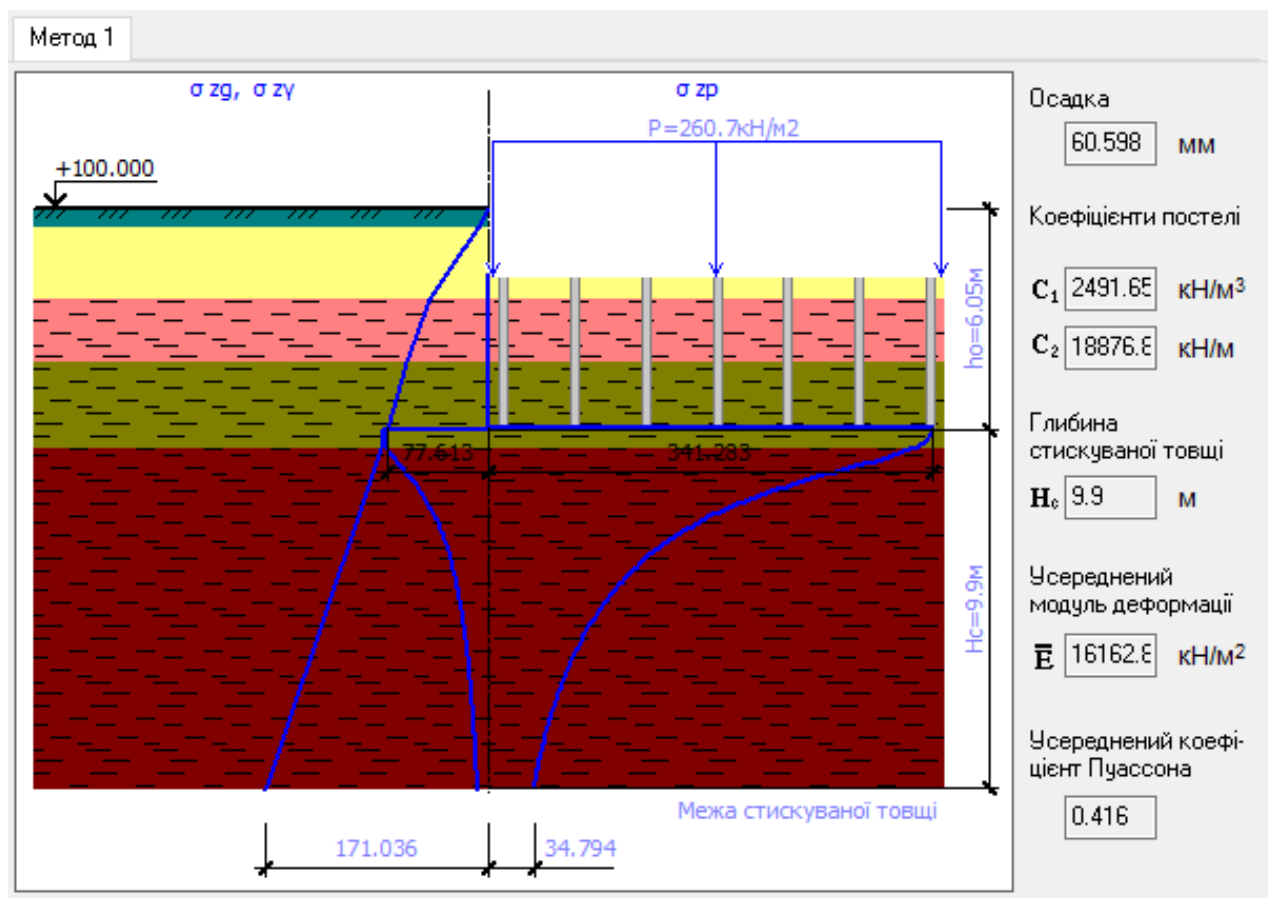


Рисунок 2.13 – Епюра напружень від власної ваги ґрунту та додаткового тиску, кПа

Отже, виконавши розрахунок пальового фундаменту в програмному комплексі ЛІРА-САПР, отримали наступні результати:

- осідання основи становить – 60,598 мм;
- коефіцієнти постелі: $C_1 = 2\,491,65 \text{ кН/м}^3$; $C_2 = 18\,876,8 \text{ кН/м}$;
- глибина стиснутої товщі становить – 9,9 м.

Отримані результати показують осідання на 1,3% менше ніж при ручному розрахунку, тому обидва розрахунки (ручний та комп'ютерний) вважаємо достовірними та правильними.

Висновки до розділу 2

1. Визначено навантаження на фундамент від будівлі, необхідні для подальшого розрахунку та оцінки несучої здатності.
2. Виконано розрахунки для фундаменту мілкового закладання та пальового фундаменту. Остаточним фундаментом вибрано пальовий.
3. Перевірено розрахунок пальового фундаменту за допомогою комп'ютерного розрахунку.

РОЗДІЛ 3

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Постановка задач дослідження

Основною метою даного дослідження є порівняння різних утеплювачів з урахуванням їх теплотехнічних характеристик та впливу на енергоефективність житлового будинку [13]. Для досягнення цієї мети важливо оцінити фізичні та механічні властивості обраних матеріалів, а також проаналізувати їх відповідність державним стандартам [14], зокрема показникам теплопровідності та довговічності. Вибір утеплювача має враховувати не лише його здатність зберігати тепло, а й економічну доцільність у використанні.

Дослідження зосередиться на трьох утеплювачах: мінераловатні плити на основі базальтового волокна $\rho = 125 \text{ кг/м}^3$; екструдований пінополістирол $\rho = 30 \text{ кг/м}^3$; закрито-комірчастий напілювальний пінополіуретан $\rho = 40 \text{ кг/м}^3$.

3.2 Методика дослідження

Дослідження базуються на проведенні теплотехнічного розрахунку відповідно до вимог ДСТУ 9191.2022 [15]. Даний метод дозволяє визначити ефективність утеплювача у контексті забезпечення енергоефективності і дає можливість об'єктивного порівняння між різними утеплювачами, що допомагає у виборі матеріалу для утеплення.

Теплотехнічний розрахунок проводиться для фрагменту фасаду (див. рис. 3.1). Висота поверху становить 2,8 м, розміри в осях 9,19 м. Розміри фрагменту що розглядається 2,6м x 8,99 м. На фрагменті знаходяться 3 віконних прорізи розмірами 1,2м x 1,5 м. Загальна площа фрагменту фасаду становить 17,98 м².

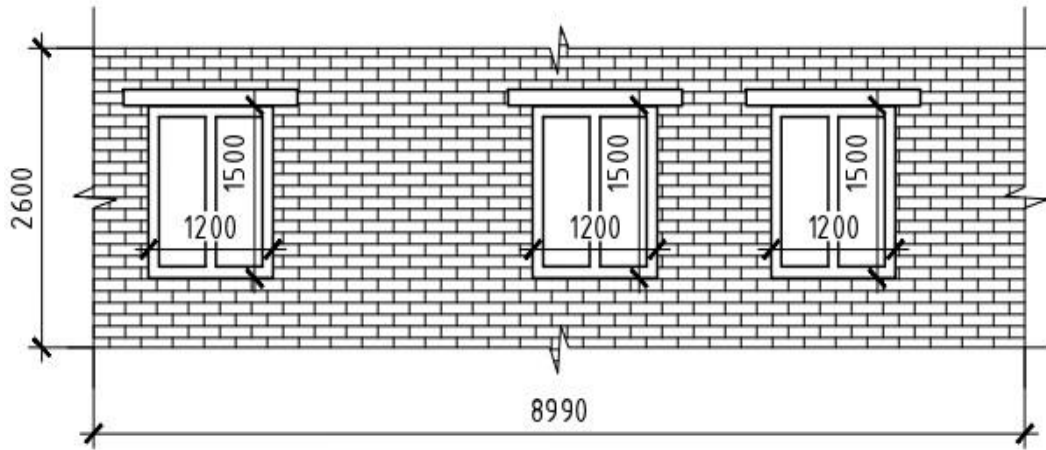


Рисунок 3.1 – Вигляд фрагменту фасаду

Склад конструкції стіни буде однаковим для усіх розрахунків окрім самого теплоізоляційного матеріалу. Влаштується внутрішня цементно-піщана штукатурка товщиною 15 мм, $\lambda_{ш.вн.} = 0,93 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$. Стіна виконана із звичайної керамічної кладки на цементно-піщаному розчині щільністю $\rho = 1800 \text{ кг}/\text{м}^3$, товщиною 510 мм, $\lambda_{ст.} = 0,81 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$. Зовні фасаду влаштується декоративна опоряджувальна штукатурка щільністю $\rho = 1300 \text{ кг}/\text{м}^3$, товщиною 10 мм, $\lambda_{ш.зв.} = 0,7 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$.

Розрахунок для мінераловатних плит на основі базальтового волокна:

Теплоізоляція представлена мінераловатними плитами на основі базальтового волокна щільністю $\rho = 125 \text{ кг}/\text{м}^3$, товщиною 260 мм, $\lambda_{ут.} = 0,049 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$. Плити кріпляться за допомогою клейової суміші та пластикових дюбелів з металевим стержнем. Кількість дюбелів приймається 8 шт на 1 м^2 .

Опір теплопередачі зовнішньої стіни визначається за формулою (3.1):

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}} \quad (3.1)$$

де $h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; $h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,26}{0,049} + \frac{0,01}{0,7} + \frac{1}{23} = 6,13 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт};$$

Характеристики теплопровідних включень показані в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Теплопровідні вclusions (для мінераловатних плит)

Найменування	Протяжність, м	Кількість, шт	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, k , Вт/(м*К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, ψ , Вт/(м*К)
Віконний відкос в зоні перемички	3,6	—	0,063	—
Віконний відкос в зоні підвіконня	3,6	—	0,032	—
Віконний відкос в зоні рядового примикання	9,0	—	0,046	—
Дюбелі для кріплення мінераловатних плит	—	144	—	0,005

Необхідно визначити приведений опір теплопередачі конструкції, формула (3.2):

$$R_{\Sigma \text{ пр, } k} = \frac{F}{\sum_{i=1}^I \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^J k_j L_j + \sum_{k=1}^K \psi_k N_k} \quad (3.2)$$

$$R_{\Sigma \text{ пр, } k} = \frac{17,98}{\frac{17,98}{6,13} + 0,063 * 3,6 + 0,032 * 3,6 + 0,046 * 9 + 144 * 0,005} = 4,08 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт};$$

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалювальних будинків обов'язкове виконання умови (3.3):

$$R_{\Sigma \text{ пр, } k} \geq R_{qmin} \quad (3.3)$$

де R_{qmin} – для м Тернопіль становить $4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Перевіряємо чи виконується умова:

$$R_{\Sigma \text{ пр, } k} \geq R_{qmin};$$

$$4,08 \geq 4,0;$$

Умова виконується, отже теплотехнічний розрахунок виконаний правильно.

Розрахунок для екструдованого пінополістиролу:

Теплоізоляція представлена плитами з екструдованого пінополістиролу щільністю $\rho = 30 \text{ кг/м}^3$, товщиною 160 мм, $\lambda_{\text{ут.}} = 0,036 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$. Плити кріпляться за допомогою клейової суміші та пластикових дюбелів з пластиковим стержнем. Кількість дюбелів приймається 6 шт на 1 м^2 .

Опір теплопередачі зовнішньої стіни визначається за формулою (3.1):

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,16}{0,036} + \frac{0,01}{0,7} + \frac{1}{23} = 5,27 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт};$$

Характеристики теплопровідних включень показані в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Теплопровідні включення (для плит з екструдованого пінополістиролу)

Найменування	Протяжність, м	Кількість, шт	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, k , Вт/(м*К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, ψ , Вт/(м*К)
Віконний відкос в зоні перемички	3,6	—	0,063	—
Віконний відкос в зоні підвіконня	3,6	—	0,032	—
Віконний відкос в зоні рядового примикання	9,0	—	0,046	—
Дюбелі для кріплення плит з екструдованого пінополістиролу	—	108	—	0,0015

Приведений опір теплопередачі конструкції визначаємо за формулою (3.2):

$$R_{\Sigma \text{пр},k} = \frac{17,98}{\frac{17,98}{5,27} + 0,063 * 3,6 + 0,032 * 3,6 + 0,046 * 9 + 108 * 0,0015} = 4,15 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт};$$

Перевіряємо чи виконується умова:

$$R_{\Sigma \text{пр},k} \geq R_{q \min};$$

$$4,15 \geq 4,0;$$

Умова виконується, отже теплотехнічний розрахунок виконаний правильно.

Розрахунок для напілювального пінополіуретану:

Теплоізоляція представлена закрито-комірчастим напилувальним пінополіуретаном кінцевою щільністю $\rho = 40 \text{ кг/м}^3$, товщиною 90 мм, $\lambda_{\text{ут.}} = 0,022 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$. Матеріал напилюється безпосередньо на саму стіну.

Опір теплопередачі зовнішньої стіни визначається за формулою (3.1):

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,09}{0,022} + \frac{0,01}{0,7} + \frac{1}{23} = 4,91 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт};$$

Характеристики теплопровідних включень показані в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Теплопровідні включення (для напилувального пінополіуретану)

Найменування	Протяжність, м	Кількість, шт	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, k , Вт/(м*К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, ψ , Вт/(м*К)
Віконний відкос в зоні перемички	3,6	–	0,063	–
Віконний відкос в зоні підвіконня	3,6	–	0,032	–
Віконний відкос в зоні рядового примикання	9,0	–	0,046	–

Приведений опір теплопередачі конструкції визначаємо за формулою (3.2):

$$R_{\Sigma \text{пр},k} = \frac{17,98}{\frac{17,98}{4,91} + 0,063 * 3,6 + 0,032 * 3,6 + 0,046 * 9} = 4,07 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт};$$

Перевіряємо чи виконується умова:

$$R_{\Sigma \text{пр},k} \geq R_{q \min};$$

$$4,07 \geq 4,0;$$

Умова виконується, отже теплотехнічний розрахунок виконаний правильно.

3.3 Результати дослідження

У результаті даного дослідження було проаналізовано три типи утеплювачів для фасадів: мінеральну вату, екструдований пінополістирол і закрито-комірчастий напилувальний пінополіуретан. За отриманими даними, для

досягнення необхідної теплоізоляції знадобиться 260 мм мінеральної вати, 160 мм екструдованого пінополістиролу і 90 мм пінополіуретану.

Незважаючи на хороші теплоізоляційні властивості, пінополіуретан має високу вартість як матеріалу, так і монтажного обладнання, що робить його економічно не вигідним варіантом для великомасштабного використання.

Мінеральна вата, хоча й забезпечує хорошу теплоізоляцію, також є дорогим матеріалом, а її значна необхідна товщина робить її використання менш практичним.

Оптимальним рішенням у цьому випадку є екструдований пінополістирол. Він забезпечує адекватний рівень теплоізоляції за прийнятною ціною, що робить його конкурентоспроможним на ринку. Водночас, для забезпечення протипожежної безпеки, необхідно передбачити встановлення протипожежних поясів через кожні три поверхи, а також навколо вікон виконаних з мінеральної вати.

Таким чином, вибір екструдованого пінополістиролу з урахуванням додаткових протипожежних заходів дозволяє досягти оптимального співвідношення між вартістю, ефективністю та безпекою теплоізоляції.

Для детального ознайомлення з технологією утеплення розглянути лист №8.

Висновки до розділу 3

1. Відповідно до поставлених задач досліджено утеплювачі для фасадів за допомогою теплотехнічних розрахунків.
2. На основі отриманих результатів обрано екструдований пінополістирол як найбільш відповідний матеріал для утеплення.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Загальні положення охорони праці

Охорона праці являє собою систему правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Роботодавець - власник підприємства, установи, організації або уповноважений ним орган, незалежно від форм власності, виду діяльності, господарювання, і фізична особа, яка використовує найману працю.

Працівник - особа, яка працює на підприємстві, в організації, установі та виконує обов'язки або функції згідно з трудовим договором (контрактом).

Законодавство про охорону праці складається із закону України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю України, закону України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів.

Якщо міжнародним договором, згода на обов'язковість якого надана Верховною Радою України, встановлено інші норми, ніж ті, що передбачені законодавством України про охорону праці, застосовуються норми міжнародного договору.

Державна політика в галузі охорони праці визначається відповідно до Конституції України Верховною Радою України і спрямована на створення належних, безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням.

Державна політика в галузі охорони праці базується на принципах:

- пріоритету життя і здоров'я працівників, повної відповідальності роботодавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці;

- підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництв, технологій та продукції, а також сприяння підприємствам у створенні безпечних та нешкідливих умов праці;
- комплексного розв'язання завдань охорони праці на основі загальнодержавної, галузевих, регіональних програм з цього питання та з урахуванням інших напрямів економічної і соціальної політики, досягнень в галузі науки і техніки та охорони довкілля;
- соціального захисту працівників, повного відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;
- встановлення єдиних вимог з охорони праці для всіх підприємств та суб'єктів підприємницької діяльності незалежно від форм власності та видів діяльності;
- адаптації трудових процесів до можливостей працівника з урахуванням його здоров'я та психологічного стану;
- використання економічних методів управління охороною праці, участі держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці, залучення добровільних внесків та інших надходжень на ці цілі, отримання яких не суперечить законодавству;
- інформування населення, проведення навчання, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці;
- забезпечення координації діяльності органів державної влади, установ, організацій, об'єднань громадян, що розв'язують проблеми охорони здоров'я, гігієни та безпеки праці, а також співробітництва і проведення консультацій між роботодавцями та працівниками (їх представниками), між усіма соціальними групами під час прийняття рішень з охорони праці на місцевому та державному рівнях;
- використання світового досвіду організації роботи щодо поліпшення умов і підвищення безпеки праці на основі міжнародного співробітництва.

–

4.2 Охорона праці при виконанні робіт на висоті

Роботи на висоті – роботи, що виконуються на висоті 1,3 м і більше від поверхні ґрунту, перекриття або робочого настилу, у тому числі з робочих платформ підйомників і механізмів, а також на відстані менше 2 м від неогороджених перепадів на висоті 1,3 м і більше. Основним засобом індивідуального захисту під час виконання таких робіт є запобіжний пояс.

До виконання робіт на висоті допускаються особи віком не молодше 18 років, які пройшли:

- професійний добір;
- медичний огляд;
- спеціальне навчання та перевірку знань з охорони праці;
- навчання та перевірку знань з пожежної безпеки (для осіб, які виконують вогневі роботи).

Працівники повинні один раз на 3 місяці проходити повторні інструктажі з питань охорони праці та один раз на рік – перевірку знань відповідних нормативних актів з охорони праці та пожежної безпеки. Кожен працівник під час виконання своїх трудових обов'язків повинен:

- виконувати тільки ту роботу, яка передбачена робочими інструкціями або доручена йому керівником;
- дотримуватися правил внутрішнього трудового розпорядку;
- дбати про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку і здоров'я оточуючих людей в процесі виконання будь-яких робіт;
- знати і виконувати вимоги правил пожежної безпеки, знати місця знаходження первинних засобів пожежогашіння та уміти ними користуватися;
- знати і виконувати вимоги нормативно-правових актів з охорони праці, вимоги санітарно-гігієнічних норм і правил, вміти надавати домедичну допомогу;
- користуватися передбаченими засобами колективного та індивідуального захисту.

Працівник безоплатно забезпечується спецодягом, спецвзуттям та засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) відповідно до діючих Типових галузевих норм чи норм, передбачених Колективним договором.

Для створення безпечних умов під час виконання робіт на висоті необхідно:

- забезпечити наявність, міцність і стійкість огорожень, риштувань, настилів, драбин тощо;
- забезпечити працівників необхідними засобами захисту та використовувати їх за призначенням;
- виконувати у повному обсязі організаційні та технічні заходи, передбачені нарядом;
- застосовувати технічно справні машини, механізми і пристрої;
- забезпечити необхідну освітленість на робочих місцях та безпечні підходи до них;
- вживати заходи щодо усунення або зменшення впливу шкідливих та/або небезпечних факторів;
- урахувати метеорологічні умови, а також стан здоров'я працівників, які виконують роботи на висоті.

Керівник робіт перед підйманням працівників на висотну споруду або їх спуском зобов'язаний провести огляд об'єкту і намітити схему підйому і спуску, а також перевірити стан елементів конструкцій, що використовуються для закріплення запобіжних засобів.

Необхідність використання відповідних запобіжних засобів визначається з урахуванням технічного стану споруд, де виконуються роботи. Запобіжні засоби необхідно використовувати таким чином, щоб у будь-який момент часу була виключена можливість неконтрольованого переміщення працівника.

Перед початком виконання робіт працівникам проводиться цільовий інструктаж, у якому роз'яснюються наступні питання:

- способи безпечного виконання робіт;
- порядок підходу до робочого місця та виходу з нього;
- стан робочого місця;

- порядок користування засобами страхування;
- порядок і місце установки вантажопідіймальних засобів;
- способи безпечного переходу з одного робочого місця на інше;
- методи установки або знімання елементів конструкції, будівлі тощо;
- забезпечення необхідними умовами праці на робочому місці (освітленість, температура, вологість повітря, шум, вібрація тощо);
- стан риштувань, робочих майданчиків, драбин, огорожень, опорних та страхувальних канатів тощо;
- необхідність застосування засобів індивідуального захисту (каска, запобіжних поясів тощо);
- порядок застосування верхолазного спорядження та страхувальних засобів під час виконання робіт у безопорному просторі. Обсяг і зміст цільового інструктажу визначаються залежно від видів робіт, що виконуються.

Підготовка робочих місць здійснюється працівниками, які мають право виконання робіт на висоті. При підготовці робочих місць необхідно виконати наступне:

- спорудження риштувань, помостів або інших пристосувань для безпечного виконання робіт на висоті;
- перевірку справності та наявності документів (записів), що підтверджують своєчасне проведення технічних оглядів, випробувань машин, механізмів, пристосувань і засобів захисту, що використовуються при роботі;
- створення необхідних умов праці (встановлення освітлювальних приладів, засобів захисту від впливу шкідливих і небезпечних виробничих факторів, заземлення металевих риштувань, наявність і міцність огорожень тощо);
- перевірки наявності та стану засобів індивідуального та колективного захисту;
- виконання інших заходів безпеки, що визначаються конкретними умовами роботи. Обсяг роботи та призначення осіб, які будуть підготровлювати робочі місця, визначає працівник, який має право видачі нарядів (розпоряджень).

Наряди і розпорядження на виконання підготовки робочих місць та на безпосереднє виконання робіт на висоті обов'язково реєструються у журналі обліку робіт, що виконуються за нарядами і розпорядженнями. Ведення журналу покладається на працівника, який видає наряди (розпорядження) або на іншого працівника, якому доручається ведення цього журналу.

Основними шкідливими та небезпечними виробничими факторами, які за певних обставин можуть призвести до травматизму чи професійних захворювань, є такі:

- підвищена напруга електричної мережі;
- підвищена або знижена температура повітря.

Працівник має право відмовитися від роботи, якщо умови її виконання створюють загрозу його здоров'ю або життю чи суперечать вимогам нормативних актів з охорони праці.

За порушення вимог цієї інструкції працівник несе адміністративну, дисциплінарну та карну відповідальність згідно діючого законодавства України.

4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Роботи на висоті супроводжуються певними ризиками, що можуть призвести до надзвичайних ситуацій. Важливо, щоб усі працівники були ознайомлені з потенційними небезпеками і знали чіткі дії, яких слід вжити у разі їх виникнення. До основних типів надзвичайних ситуацій можна віднести:

- загоряння обладнання або матеріалів. Пожежа може виникнути через несправність електрообладнання, коротке замикання, або через використання горючих матеріалів у небезпечних зонах. Пожежа створює серйозну загрозу для життя працівників, особливо при виконанні робіт на висоті, де відсутність доступу до необхідних засобів гасіння може призвести до тяжких наслідків;
- пошкодження ізоляції електрообладнання, виникнення напруги дотику та крокової напруги. Під час робіт з електрообладнанням на висоті можливі порушення ізоляції, що призводить до виникнення небезпечних

електричних явищ. Працівники, які знаходяться в зоні ризику, можуть бути уражені електричним струмом, що створює безпосередню загрозу їхньому життю;

- обвал будівельних конструкцій. Пошкодження чи обвал стін, перекриттів, риштувань або настилів може відбутися внаслідок порушень в конструкціях або неправильного їх використання;

- дія природних факторів. Погодні умови, такі як сильний вітер, дощ, снігопад або грози, можуть значно підвищити рівень небезпеки при виконанні робіт на висоті. В таких умовах ризик падіння або втрати контролю над робочими засобами значно зростає.

У разі виникнення надзвичайної ситуації необхідно швидко і чітко діяти відповідно до встановлених процедур для забезпечення безпеки працівників і мінімізації наслідків. Порядок дій:

- огороження небезпечної зони та забезпечення доступу тільки для уповноважених осіб. У разі виникнення небезпеки необхідно негайно організувати обгородження небезпечної зони, щоб запобігти доступу сторонніх осіб. Важливо зберегти обстановку на місці події для подальшого розслідування, якщо ситуація не загрожує життю та здоров'ю працівників;

- ліквідація пожежі. При загорянні обладнання чи матеріалів необхідно негайно застосовувати засоби пожежогасіння (вогнегасники, пожежні крани). Якщо власними силами ліквідувати пожежу не можливо, слід викликати пожежну команду;

- повідомлення керівництва. Після виявлення надзвичайної ситуації необхідно негайно повідомити керівника робіт, що дозволить організувати подальші дії та забезпечити належну координацію всіх учасників процесу.

У разі нещасного випадку на робочому місці необхідно діяти швидко та чітко, щоб мінімізувати наслідки для потерпілого:

- звільнення потерпілого від дії небезпечного фактора. Наприклад, при ураженні електричним струмом слід терміново відключити джерело електроживлення або скористатись ізольованими інструментами для відведення потерпілого від джерела струму.

- переміщення потерпілого в безпечне місце. Якщо це безпечно, потерпілого слід перенести на відстань від небезпечного об'єкта, щоб уникнути подальших травм.
- надання першої допомоги. Після оцінки стану потерпілого необхідно при необхідності надавати першу домедичну допомогу, зокрема зупиняти кровотечу або проводити реанімаційні заходи, якщо це необхідно. У тяжких випадках необхідно викликати екстрену медичну допомогу.
- виконання вказівок керівника робіт. Керівник робіт несе відповідальність за організацію ліквідації наслідків аварійної ситуації, тому працівники повинні безумовно дотримуватись його вказівок.

Висновки до розділу 4

1. Ознайомились з вимогами охорони праці при виконанні робіт на висоті, зокрема щодо використання засобів захисту, проведення інструктажів і регулярних перевірок знань для забезпечення безпеки працівників.
2. Ознайомились з вимогами безпеки в надзвичайних ситуаціях, зокрема щодо заходів реагування на аварії, а також правил надання першої медичної допомоги в разі нещасних випадків.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведено детальний аналіз району та ділянки будівництва з урахуванням кліматичних, інженерно-геологічних та гідрологічних умов, розроблено генеральний план.

2. Обґрунтовано конструктивні та опоряджувальні рішення щодо використання матеріалів, які відповідають стандартам якості та технічним характеристикам.

3. Визначено навантаження на фундамент, проведено розрахунки для фундаменту мілкового закладання та пальового фундаменту, вибрано пальовий фундамент, що підтверджено комп'ютерними розрахунками.

4. Проведено дослідження утеплювачів для фасадів, за результатами яких обрано екструдований пінополістирол як найбільш відповідний матеріал для утеплення будівлі.

5. Ознайомились з вимогами охорони праці при виконанні робіт на висоті та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Методичний посібник для виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія”// Ковальчук Я.О., Крамар Г.М., Мещерякова О.М., Тернопіль, 2020. – 56 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об’єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зі зміною №1 та №2. – Київ: Мінрегіобуд України, 2020. – 72 с.
3. ДСТУ-Н Б.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – Київ: Мінрегіобуд України, 2011. – 127 с.
4. ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України. – Київ: Мінрегіобуд України, 2014. – 118 с.
5. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій. – Київ: Мінрегіобуд України, 2019. – 185 с.
6. ДСТУ Б В.2.7-80:2008 Будівельні матеріали. Цегла та камені силікатні. Технічні умови. – Київ: Мінрегіобуд України, 2009. – 27 с.
7. ДСТУ Б В.2.6-66:2008 Конструкції будинків і споруд. Плити перекриттів залізобетонні для житлових і промислових будівель. Технічні умови. – Київ: Мінрегіобуд України, 2009. – 49 с.
8. Дослідження фундаментів будівель та споруд / І. М. Підгурський, М. О. Ткачук // Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 25 – 26 листопада 2020 року — Т. : ТНТУ, 2020 — С. 113.
9. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. – Київ: Мінрегіобуд України, 2018. – 42 с.
10. ДСТУ Б В.2.6-109:2010 Конструкції будинків і споруд. Плити залізобетонні стрічкових фундаментів. Технічні умови (ГОСТ 13580-85, MOD). – Київ: Мінрегіобуд України, 2011. – 52 с.

11. ДСТУ Б В.2.6-108:2010 Конструкції будинків і споруд. Блоки бетонні для стін підвалів. Технічні умови (ГОСТ 13579-78, MOD). – Київ: Мінрегіобуд України, 2011. – 27 с.
12. ДСТУ Б В.2.6-65:2008 Конструкції будинків і споруд. Палі залізобетонні. Технічні умови. – Київ: Мінрегіобуд України, 2009. – 74 с.
13. Використання теплоізоляційних матеріалів у будівництві / Д. І. Кіян, Г. М. Крамар // Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 25 – 26 листопада 2020 року — Т. : ТНТУ, 2020 — С. 77.
14. ДБН В.1.2-11:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Енергозбереження та енергоефективність. – Київ: Мінрегіобуд України, 2022. – 21 с.
15. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. – Київ: Мінрегіобуд України, 2023. – 63 с.
16. Методичні вказівки для написання розділу з Охорони праці в будівництві спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» - Тернопіль: ТНТУ, 2024. -15 с.
17. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). – Київ: Мінрегіобуд України, 2012. – 117 с.
18. Техноекоекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека». Навчальний посібник / В.С. Стручок, – Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2022. – 150 с.
19. Стручок В.С. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / В.С.Стручок. — Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. — 156 с.