

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра промислового, цивільного і міського будівництва

## **МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

**на тему:**

**«ПРОЕКТУВАННЯ 14-ТИ ПОВЕРХОВОЇ  
ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ НА СТРУКТУРНОМУ  
ГЕОМАСИВІ»**

**Магістрант:** гр. ПЩБ-24м, Головка В.О.

**Керівник:** професор, д.т.н. Тімченко Р.О.

**Рецензент:** доцент, к.т.н. Крішко Д.А.

Кривий Ріг – 2025 р.

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота представлена у вигляді графічної частини та пояснювальної записки:

- \_\_\_\_ аркушів креслення
- \_\_\_\_ сторінок текстового документу.

Тема наукового дослідження «Проектування 14-ти поверхової житлової будівлі на структурному геомасиві».

Об'єкт дослідження – штучна основа – структурний геомасив – масив слабкого ґрунту, вертикально армований жорсткими циліндричними елементами, що виконуються з використанням технології струменевої цементації ґрунту.

Предмет дослідження – розробка положень проектування штучної основи – структурний геомасив із заданими фізико-механічними характеристиками.

Мета роботи – визначення технічних параметрів струменевої цементації ґрунтів для створення штучно поліпшеної основи (структурного геомасиву), що дозволяє мінімізувати витрату матеріалів при забезпеченні необхідних деформацій і несучої здатності фундаментів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Виконати аналіз існуючих конструктивних рішень підвищення несучої здатності ґрунтів основи та методів їх розрахунку;
2. Провести дослідження міцності та деформаційних характеристик ґрунтоцементних елементів у ґрунтах;
3. Вирішити завдання щодо визначення розмірів області впливу діаметра, довжини та кроку ґрунтоцементного елемента на величину осідання міжелементного простору, використовуючи чисельне моделювання;
4. Провести чисельні дослідження з раціонального розподілу ґрунтоцементних елементів по площі фундаментної плити та визначення ефективного модуля деформації армованої основи;
5. Надати положення щодо створення структурного геомасиву, які дозволяють вибрати найбільш раціональну технологію армування ґрунту,

оптимальні характеристики ґрунтоцементних елементів та їх розміщення, з метою забезпечення допустимих деформацій.

У результаті досліджень було:

1. Метод армування ґрунту вертикальними жорсткими елементами, виконаними за технологією струменевої цементації ґрунту (jet-2) – структурний геомасив є ефективним способом отримання штучних основ з проєктованими (заданими) ефективними фізико-механічними характеристиками.

2. При моделюванні механічної поведінки системи «фундаментна плита – ґрунтова основа» основа, армована окремими елементами ГЦЕ, може бути замінена на середовище з ефективними характеристиками. Моделювання виконується чисельно, з використанням програмного комплексу «PLAXIS». Визначення ефективних фізико-механічних характеристик середовища, що замінює армовану основу, виконуються за оригінальним алгоритмом.

3. Для забезпечення роботи елементів ГЦЕ в єдиному масиві і мінімізації взаємовпливу один на одного, відстані між осями елементів в армованій основі (крок елементів ГЦЕ) не повинні перевищувати  $2.5D$  ( $\sim 3.0\text{м}$ ). Дана умова є необхідною для заміни розрахункової моделі основи, армованої окремими елементами ГЦЕ на середовище з ефективними характеристиками. Дане обмеження повністю узгоджується з умовою малості об'ємних часток вмісту елементів ГЦЕ в армованій основі при визначенні ефективних властивостей середовища.

4. Порівняння результатів чисельного моделювання роботи плитового фундаменту на армованій основі за схемою окремого елемента закріплення (метод ячейки) і за схемою структурного геомасиву показало, що максимальна розбіжність осідання, розрахована в програмі «PLAXIS» між двома методами, становить не більше 3%.

5. Застосування схеми структурний геомасив для моделювання роботи армованої основи, дозволяє отримати проєктовані (задані заздалегідь) ефективні механічні характеристики. Точність пропонованої моделі достатня для інженерного проєктування. Подальше ускладнення моделі призводить до

збільшення часу на підготовку вихідних даних для розрахунку (саме комп'ютерне моделювання), але не призводить до істотного підвищення точності розрахунків (5...9 %, що знаходиться в межах точності визначення вихідних даних).

Магістерська робота відноситься до галузі будівництва і призначена для використання при проектуванні інженерних заходів підготовки територій зі складними умовами.

## Зміст

<b>Вступ</b> .....	
<b>Розділ 1. Архітектурно-будівельний</b> .....	
1.1 Генеральний план .....	
1.2 Об'ємно - планувальне рішення.....	
1.3 Архітектурно - планувальні рішення .....	
1.3.1 Фундаменти .....	
1.3.2 Несучі елементи каркасу .....	
1.3.3 Зовнішні стіни .....	
1.3.4 Внутрішні стіни .....	
1.3.5 Перегородки .....	
1.3.6 Покрівля .....	
1.3.7 Сходи .....	
1.3.8 Підлога .....	
1.3.9 Вікна і двері .....	
1.4 Інженерне обладнання будівлі .....	
1.4.1 Холодне водопостачання .....	
1.4.2 Опалення і гаряче водопостачання .....	
1.4.3 Каналізація .....	
1.4.4 Вентиляція .....	
1.4.5 Ліфти .....	
1.4.6 Сміттєпровід .....	
1.5 Теплотехнічний розрахунок конструкцій .....	
1.5.1 Теплотехнічний розрахунок огороження стін .....	
<b>Розділ 2. Конструктивно-розрахунковий</b> .....	

- 2.1 Розрахунок монолітної плити перекриття .....
- 2.1.1 Збір навантажень.....
- 2.1.2 Результати розрахунку монолітної плити перекриття .....

### **Розділ 3. Основи та фундаменти**

- 3.1 Проектування окремого фундаменту .....
- 3.1.1 Вихідні дані для проектування окремого фундаменту ...
- 3.1.2 Визначення глибини закладання фундаментів .....
- 3.1.3 Визначення розмірів подошви фундаментів за  
розрахунковим опором ґрунту основи .....
- 3.1.4 Розрахунок осідання фундаменту.....
- 3.1.5 Визначення геометричних розмірів фундаменту.....
- 3.1.6 Розрахунок на продавлювання.....
- 3.1.7 Визначення площі перерізу арматури плитної частини  
фундаменту.....
- 3.1.8 Розрахунок перерізу підколонника.....

### **Розділ 4. Технологія та організація будівництва.....**

- 4.1. Технологічна карта на влаштування монолітного каркасу .....
- 4.1.1 Склад робіт, що увійшли до технологічної карти .....
- 4.1.2 Складування і запас матеріалів.....
- 4.1.3 Пристрій опалубки, армування стін та перекриттів .....
- 4.1.4 Бетонування стін і перекриттів .....
- 4.1.5 Контроль якості готових виробів .....
- 4.1.6 Техніка безпеки при виконанні бетонних робіт .....
- 4.1.7 Вибір монтажного крана за технологічними  
параметрами .....

4.1.8 Потреба в машинах, устаткуванні, інструментах і пристосуваннях .....	
4.1.9 Визначення обсягів робіт зі зведення багатоповерхової будівлі з монолітним залізобетонним каркасом .....	
4.2 Розробка календарного плану будівництва .....	
4.2.1 Розрахунок потреби в будівельних матеріалах .....	
4.2.2 Техніко-економічні показники календарного плану .....	
4.3 Розробка бюджету .....	
4.3.1 Визначення потреби в тимчасових будинках .....	
4.3.2 Розрахунок тимчасового енергопостачання .....	
4.3.3 Розрахунок тимчасового водопостачання.....	
4.3.4 Опис будівельного генерального плану .....	
4.3.5 Техніко - економічні показники .....	

## **Розділ 5. Безпека життєдіяльності та охорона праці.....**

5.1 Загальні відомості про об'єкт проектування .....	
5.2 Генплан і буд генплан .....	
5.2.1 Небезпечні зони на будівельному майданчику .....	
5.2.2 Транспортні шляхи .....	
5.2.3 Огородження будівельного майданчика .....	
5.2.4 Електропостачання, водопостачання та освітлення .....	
5.2.5 Безпека при монтажних роботах .....	
5.2.6 Складування матеріалів і конструкцій .....	
5.3 Блискавкозахист будівлі .....	
5.4 Протипожежні заходи .....	
5.5 Заходи з охорони праці при виконанні монтажних робіт .....	

<b>Розділ 6. Екологія</b> .....	
6.1 Опис місця провадження планованої діяльності .....	
6.2 Оцінка впливу на довкілля .....	
6.2.1 Вплив на атмосферне повітря .....	
6.2.2 Вплив на водне середовище .....	
6.2.3 Вплив на ґрунти та надра.....	
6.2.4 Світлове, теплове та радіаційне забруднення, вплив на клімат та мікроклімат.....	
6.2.5 Вплив шуму та вібрацій.....	
6.2.6 Поводження з відходами.....	
6.2.7 Вплив на соціальне середовище.....	
6.2.8 Вплив на навколишнє техногенне середовище.....	
6.3 Екологічні умови провадження планованої діяльності.....	
<b>Розділ 7. Економіка</b> .....	
7.1 Економічні розрахунки конструктивних рішень.....	
7.1.1 Економічне порівняння запропонованих конструктивних рішень .....	
7.1.2 Локальний кошторис на будівельні роботи № 1 – порівняння варіанту №1.....	
7.1.3 Договірна ціна № 1 порівняння варіанту №1.....	
7.1.4 Локальний кошторис на будівельні роботи № 2 – порівняння варіанту №2.....	
7.1.5 Договірна ціна № 2 порівняння варіанту №2.....	
7.2 Розрахунок варіантів конструктивного рішення за приведеними витратами.....	
7.3 Визначення економічного ефекту від впровадження	

раціональної конструкції.....

## **Розділ 8. Науково-дослідний .....**

8.1 Проблема наукового дослідження .....

8.2 Об'єкт та предмет наукового дослідження.....

8.3 Мета та задачі наукового дослідження.....

8.4 Методи досліджень.....

8.5 Наукова новизна одержаних результатів.....

8.6 Апробація результатів дослідження.....

8.7 Стан питання .....

8.7.1 Аналіз конструктивних рішень фундаментів для покращення будівельних властивостей ґрунтів .....

8.7.2 Дослідження взаємодії ґрунтоцементних елементів з ґрунтом .....

8.7.3 Визначення розмірів області впливу одного ґрунтоцементного елемента .....

8.7.4 Визначення області взаємовпливу двох суміжних ГЦЕ в структурному геомасиві .....

8.7.5 Розрахунок довжини і кроку ґрунтоцементних елементів штучно поліпшеної основи (метод ячейки за схемою окремих ГЦЕ).....

8.7.6 Модель ячейки за схемою «структурного геомасиву» як гомогенного середовища з ефективними характеристиками .....

8.7.7 Методика проектування оптимальних параметрів основи структурного геомасиву .....

8.8 Загальні висновки .....

Список використаних джерел.....

**Додатки**.....

Додаток 1.....

Додаток 2.....

Додаток 3.....

## Вступ

Розвиток інфраструктури міст нерозривно пов'язаний з будівництвом будівель складних форм, з великими навантаженнями на основи в різних геологічних умовах. Складні геологічні умови, що характеризуються підвищеними деформаційними властивостями ґрунтів, наявністю підземних ґрунтових вод, підвищеною сейсмічністю майданчика будівництва, а також щільністю міської забудови, вимагають при будівництві фундаментів застосування штучно поліпшених ґрунтових основ для підвищення їх несучої здатності.

Для поліпшення властивостей слабких і неоднорідних ґрунтів основи, особливо при будівництві будівель підвищеної поверховості, все частіше застосовується технологія струменевої цементації ґрунтів («jet-grouting»). Аналіз світового та вітчизняного досвіду проектування та будівництва на штучно поліпшених основах із застосуванням струменевої цементації показує її технологічні переваги при будівництві плитних фундаментів великої площі.

Використання основ з поліпшеними міцнісними та деформаційними властивостями дозволяє забезпечити осідання та крени фундаментів, що не перевищують нормативних.

На жаль, призначення технологічних параметрів струменевої цементації, як правило, здійснюється емпіричним шляхом, на основі раніше виконаних робіт на подібних об'єктах, внаслідок чого проектне рішення далеко не завжди виявляється оптимальним.

Штучна основа – армований ґрунт у вигляді структурного геомасиву і призначений для підвищення і вирівнювання міцнісних і деформаційних характеристик ґрунтів. Структурний геомасив представляє собою систему, що включає природний ґрунт, жорсткі ґрунтоцементні елементи із заздалегідь визначеним діаметром, кроком і довжиною, а також ущільнену розподільну подушку з щебеню між плитою і ґрунтоцементними елементами.

ґрунтоцементні елементи розташовуються в габаритах і з обов'язковим виходом за межі фундаментної плити, на відстань не менше ніж крок

ґрунтоцементних елементів.

Таку конструкцію вже не можна розглядати як плитно-пальовий фундамент.

Застосування структурного геомасиву повинно значно підвищити надійність і несучу здатність основ і фундаментів при мінімальній витраті матеріалів на їх створення, а в сейсмонебезпечних районах – забезпечити підвищену сейсмічну жорсткість основи.

Для вирішення цього завдання, а також для розширення діапазону застосовності струменевої цементації потрібно вміти керувати технологією влаштування армованих основ: створювати елементи з ґрунтоцементу із заданими властивостями і параметрами; розташовувати їх за певною схемою у вигляді структурного геомасиву з урахуванням стадійності будівництва. У деяких випадках влаштування структурного геомасиву дозволяє знизити сейсмічність майданчика будівництва за ґрунтовими умовами. При цьому об'єкт дослідження «фундамент – ґрунтовий масив» слід розглядати як складну систему, застосовуючи до неї системний підхід, що включає фізичне і математичне моделювання. Все це обумовлює актуальність теми роботи.

У архітектурно-будівельному розділі 1 запропоновано планувальне рішення 14-ти поверхову житлову будівлю, що представляє собою будівлю цікавого архітектурно-планувального рішення.

Проектуємий 14-ти поверховий житловий будинок має в плані форму еліпсу розмірами в крайніх вісях 20 x 30 м. 14-ти поверховий житловий будинок має консольно-виступаючу частину починаючи з дванадцятого поверху із навісними стінами.

Всі житлові кімнати освітлені природним світлом відповідно до вимог норматива, кімнати у квартирах мають окремі входи, висота приміщення – 3,0 м.

У конструктивно-розрахунковому розділі 2 проведено розрахунок розрахунок монолітної плити перекриття і представлено її армування, а також розрахунок колони.

У розділі 3 «Основи та фундаменти» представлено інженерно-геологічний

переріз ґрунтів, фізико-механічні характеристики ґрунту, виконано розрахунок основ по деформаціям та зроблено розрахунок окремо стоячих фундаментів під колони.

Наступним розділом роботи є розділ 4 «Технологія та організація будівництва», який включає розробку технологічної карти на влаштування монолітного перекриття, колон та балок та календарний графік виконання всіх видів робіт, проектування будівельного генерального плану на період зведення будівлі.

У розділі 5 «Безпека життєдіяльності та охорона праці» виконано розрахунок блискавкозахист будівлі та висвітлено перелік питань безпечної експлуатації будівель. Було висвітлено перелік питань охорони праці при будівництві.

У розділі 6 «Екологія» розглянуто заходи щодо зниження негативного впливу будівництва на навколишнє середовище.

У розділі 7 «Економіка» виконано економічне порівняння запропонованих конструктивних рішень фундаментів та розрахунок економічного ефекту.

У науково-дослідному розділі 8 проведено дослідження структурного геомасиву.

Окрім пояснювальної записки, у магістерській роботі також представлено креслення формату А-І, загальним обсягом 12 аркушів.

# РОЗДІЛ 1

## АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

Зм	Кіль	Прізвище	Підпис	Дата	КНУ.МР.192.25.342с.05 АР			
Керівник	Тімченко				Проектування 14-ти поверхової житлової будівлі на структурному геомасиві	Стадія	Аркуш	Аркушів
Консул.	Крішко					МР		
Магістр.	Головко					ПЦБ-24М		
Зав.каф	Валовой							

## 1.1. Генеральний план

Будівництво 14-ти поверхової житлової будівлі буде проводитись в м. Кривий Ріг, Покровському районі.

Архітектурно-планувальні рішення генерального плану розроблені у відповідності із призначенням будівлі, що проектується, з урахуванням соціальних, функціональних, санітарних, архітектурно-художніх протипожежних і економічних вимог.

Планувальні позначки будівлі, що проектується, визначені з урахуванням рельєфу місцевості і у зв'язку із інженерно-геодезичними відмітками.

Для забезпечення необхідних санітарно-гігієнічних умов на майданчику намічений комплекс заходів по благоустрою та озелененню території. На ділянках, вільних від забудови, передбачено влаштування газонів, вільно ростучих чагарників, квітники, листяні дерева рядової і групової посадки. Біля будинку розташований сквер і дитячий майданчик. Відводиться невеликий ділянок дороги для паркування автомобілів. Ділянка навколо будинку огорожена парканом із штучного каменю та кованого металу, паркан повторює овальну форму будинку.

Виїзд із території будинку здійснюється через два проїзди у протилежних напрямках. Навколо запроектованої будівлі розташовані вже існуючі будинки і споруди. Це житлові масиви, торговельний комплекс, школа, стадіон і дитячий садок. Наявність першонеобхідних об'єктів поруч із запроектованим будинком робить його розташування дуже вигідним.

Таблиця 1 – ТЕП генерального плану

№ пп	Найменування	Одиниці виміру	Значення
1	Площа ділянки	м <sup>2</sup>	40000
2	Площа забудови	м <sup>2</sup>	14000
3	Площа озеленення	м <sup>2</sup>	22000
4	Площа мощення	га	4000
5	Щільність забудови	%	35
6	Коефіцієнт озеленення	%	10
7	Коефіцієнт мощення	%	55

## 1.2. Об'ємно - планувальне рішення

Проектуєма будівля розашована на мікрорайоні «Східний 1».

14-ти поверхова житлова каркасна будівля, що проектується, відноситься до секційної об'ємно-планувальної схеми. В будівлях такого типу групи квартир розміщені по поверхово у поєднанні із вузлом вертикальних комунікацій (сходи, ліфти) і мають входи із сходових клітин або з ліфтових холів.

Будівля у плані представлена декількома геометричними формами, що змінюються з висотою. З першого по 10 поверхи будинок у плані має форму обрізаного з двох сторін еліпса. Закруглені частини будівлі виконані за допомогою фігурних балконів і лоджій. На 11 і 12 поверхах з лівого і правого боків є балкони, і у підсумку будинок на 12 поверсі у плані має вже довершену форму еліпса. Завдяки тому, що будинок каркасний, і в ньому запроектована мінімально оптимальна кількість внутрішніх стін і перегородок, квартири у ньому мають гнучке планування з можливістю постійної зміни внутрішнього вигляду кімнат. Кімнати у квартирах неправильних геометричних форм роблять будинок більш оригінальним і привабливим.

Таблиця 2 – ТЕП об'ємно-планувального рішення

Найменування	Одиниці виміру	Значення
Житлова площа	м <sup>2</sup>	3284,52
Підсобна площа	м <sup>2</sup>	2523,6
Загальна площа	м <sup>2</sup>	5808,12
Площа забудови	м <sup>2</sup>	659,1
Будівельний об'єм	м <sup>3</sup>	27676,32
Планувальний коефіцієнт К <sub>1</sub>		0,57
Об'ємний коефіцієнт К <sub>2</sub>		4,77

Габаритні розміри будівлі у плані – 30x20 м. Висота поверху – 3 м, висота приміщення – 2,8 м. Крок колон не постійний, чарунки розміром 2x6 м, 4x6 м, 6x6 м і 6x8 м. Відмітка верху будівлі дорівнює 45,4 м.

Кількісний і якісний склад запроектованих квартир:

1-кімнатних квартир – 10

2-кімнатних квартир – 10

3-кімнатних квартир – 21

5-кімнатних квартир – 2

Всього 44 квартири

Загальні площі квартир – від 52,85 м<sup>2</sup> до 317,77 м<sup>2</sup>

### **1.3. Архітектурно - планувальні рішення**

Конструктивна схема будинку – монолітний залізобетонний каркас із ядром жорсткості в зоні ліфтової шахти та сходової клітини. Сітка колон зі змінним кроком: 6x4 м, 6x6 м, 6x8 м. Зовнішні стіни не несучі, із пінобетонних блоків, з обпиранням на міжповерхове перекриття.

#### **1.3.1 Фундаменти**

У будівлі запроектовано стовбчасті монолітні залізобетонні фундаменти, із бетону класу C12/15, арматура класу A240, A400. Розміри підшви у плані 3,4 м х 3,4 м. Фундаменти жорстко з'єднані із колонами. Позначка низу фундаменту – 4,550. Висота фундаменту 2,3 м. Під фундаменту плиту виконується бетонна підготовка товщиною 100 мм із бетону класу C8/10 на шлакопортландцементі. У фундаменті передбачені випуски арматури для стиковки їх з монолітними колонами каркасу будівлі.

#### **1.3.2 Несучі елементи каркасу**

Конструкції монолітного каркасу виконані із шлаколужного бетону. Колони, перерізом 400x400 мм, і ядро жорсткості – із шлаколужного бетону класу C40/50. Перекриття ребристе, з плитами опертими по контуру; плита товщиною 200 мм і балки перерізом 400x400 мм запроектовані зі шлаколужного бетону класу C16/20.

### **1.3.3 Зовнішні стіни**

Стінове огороження багат шарове:

– зовнішній шар штукатурки, товщиною 20 мм з наступним фарбуванням у два кольори.

– пінобетонні блоки, товщиною 400 мм ( $\rho = 600 \text{ кг/м}^3$ )

– внутрішнє штукатурення поверхонь, товщина 20 мм.

### **1.3.4 Внутрішні стіни**

Внутрішні стіни виготовлені з пінобетонних блоків товщиною 400 мм.

Поверхню стін штукатурять з обох сторін ( $t = 5 \text{ мм}$ ).

### **1.3.5 Перегородки**

Перегородки використані двох типів:

– гіпсокартонні панелі по металевому каркасу ( $t = 120 \text{ мм}$ );

– гіпсокартонні (водостійкі) панелі по металевому каркасу – для їх застосування у зонах кухонь та сан. вузлів ( $t = 120 \text{ мм}$ ).

Поверхні обробляють фінішною шпаклівкою, товщина шару 2 мм.

### **1.3.6 Покрівля**

Плита покрівлі входить до складу монолітного каркасу, і виготовлена з того ж матеріалу, що й плита перекриття – шлаколужний залізобетон класу C16/20, товщина 200 мм.

### **1.3.7 Сходи**

Сходова клітина запланована як внутрішня, щоденної експлуатації, із монолітного залізобетону, класу C16/20. Уклін сходів 1:2. Сходова клітина також веде на 13 і 14 технічні поверхи, і має вихід на покрівлю по металевим сходам. Сходовий блок має штучне та природне освітлення через віконні пройми. Всі двері на сходовій клітині відкриваються в бік виходу із будівлі по вимогам пожежної безпеки.

### **1.3.8 Підлога**

Підлога у квартирах і приміщеннях загального користування задовольняє вимогам міцності, опору зносу, достатньої еластичності, безшумності, зручності прибирання. Покриття підлоги у квартирах прийнято із ламінату по бетонній основі; у санвузлах і в зонах кухонь – із керамічної плитки з гідроізоляцією. Підлога у приміщеннях загального користування виконана із мозаїчного бетону типу «тераццо» по бетонній основі.

### **1.3.9 Вікна і двері**

Мінімальна площа світлових проїм прийнята згідно світлотехнічного розрахунку. Всі житлові кімнати мають природне освітлення. В будинку є ділянки, де виконується скління від підлоги до стелі суцільним склопакетом. Вікна виготовлені із метало-пластикового профілю із потрійним склопакетом.

Для забезпечення швидкої евакуації всі двері відкриваються назовні по напрямку руху на вулицю, виходячи з умов евакуації людей із будівлі при пожежі. Парадні двері виготовлені з метало-пластикового профілю. Двері у квартири – металеві броньовані із відео дзвінком. Міжкімнатні двері – зі шпону дерев хвойних порід. Двері на балкони і тераси виготовляються у комплекті із віконним блоком із металопластику.

## **1.4 Інженерне обладнання будівлі**

### **1.4.1 Холодне водопостачання**

Холодне водопостачання запроектовано від внутрішньо квартального колектора водопостачання із одним вводом. Вода подається по внутрішньо домовому магістральному трубопроводу, що розміщений у підвальній частині будинку; трубопровід ізолюється і покривається фольгою. Навколо будинку виконується магістральний пожежно-господарський водопровід із колодязями, в яких встановлені пожежні гідранти. Для забезпечення безперебійного постачання водою на 14 технічному поверсі встановлено накопичувальний резервуар для води, і в разі відсутності води у внутрішньо квартальному

колекторі водопостачання, будинок буде рівномірно забезпечений водою на деякий час.

#### **1.4.2 Опалення і гаряче водопостачання**

Опалення і гаряче водопостачання у будинку повністю автономне. На 14 технічному поверсі у будинку запроектовано встановлення автономної газової котельні, яка буде забезпечувати мешканців будинку гарячою водою і опаленням в належному обсязі і у будь-який час. Приборами опалення слугують конвектори, кожен з яких обладнаний регулятором для коригування температури теплопостачання.

#### **1.4.3 Каналізація**

Каналізація виконується внутрішньо дворова із врізанням у колодязі внутрішньо квартальної каналізації. Із будинку виконується самостійний випуск госпфекальної і дощової каналізації.

#### **1.4.4 Вентиляція**

Кухні, ванні кімнати і санітарні вузли обладнані витяжною природною вентиляцією. Забруднене повітря видаляється через вентиляційні канали і витяжну шахту назовні. Потрапляння чистого повітря відбувається через кватирки і фрамуги.

#### **1.4.5 Ліфти**

У будинку запроектовано 2 ліфти: пасажирський – для повсякденного використання, і вантажний – для перевезення великогабаритних і важких предметів. Система управління ліфтів змішана збиральна, по приказу виклику при русі кабіни униз. Машинне відділення ліфта розміщене на технічному поверсі.

## **1.4.6 Сміттепровід**

Сміттепровід складається із жорсткого вертикального стовбуру із прийомними каналами. У верхній частині будівлі стовбур завершується вентиляційною трубою із дефлектором для провітрювання сміттекамери і через сміттеприймні клапани видалення повітря, що застоювалося, а також диму у разі пожежі. Внизу сміттепровід закінчується у сміттекамері бункером-накопичувачем. У сміттекамері передбачені холодне і гаряче водопостачання зі змішувачем для промивки сміттепроводу, обладнання і приміщення сміттекамери. Сміттекамера обладнана трапом зі зливом води у госпфекальну каналізацію.

## **1.5 Теплотехнічний розрахунок конструкцій**

### **1.5.1 Теплотехнічний розрахунок огороження стін**

Місце будівництва - місто Кривий Ріг

Визначаємо основні розрахункові параметри [5]:

Кліматичний район - III,

Зона вологості – суха,

Внутрішня температура повітря –  $t_B = +18^{\circ}\text{C}$ ;

Розрахункова зимова температура зовнішнього повітря –  $t_3 = -23^{\circ}\text{C}$ ;

Середня температура опалювального періоду –  $t_{оп.} = -1^{\circ}\text{C}$ ;

Тривалість опалювального періоду –  $z_{от.} = 185$  дн.;

Відносна вологість повітря усередині будинку -  $\phi_B = 55\%$ ,

Умови експлуатації - Б.

Стіна складається з наступних шарів (рис. 1.1), характеристики яких наведені в табл.1.4:

1. вапняно-піщана штукатурка (15 мм)
2. жорсткі мінераловатні плити (120 мм)
3. кладка з блоків „Ytong” (250 мм)
4. вапняно-піщана-штукатурка (15 мм)

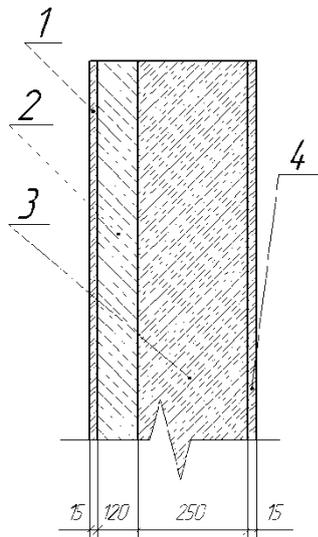


Рис. 1.1 Переріз стіни Розрахункові параметри

Таблиця 1.4

	Щільність $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\lambda$ , Вт/м*°C	S, Вт/м <sup>2</sup> *°C
1	1800	0,76	9,6
2	50	0,052	0,42
3	500	0,22	2,36
4	1800	0,76	9,6

Робимо теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни з блоків ніздрюватого бетону 250 мм. Як утеплювач, прийняті мінераловатні плити «PAROC».

Градусо - доба опалювального періоду (S) для м. Кривого Рогу визначаємо по формулі:

$$S = (t_g - t_{on}) * Z_{on}, \quad (1.1)$$

де  $t_g = +18C^0$  - розрахункова температура внутрішнього повітря, °C, прийнята відповідно до нормативу та нормам проектування відповідних будинків і споруджень;

$t_{on} = -1C^0$  середня температура опалювального періоду;

$Z_{on} = 185$  діб – тривалість, днів, періоду із середньою добовою температурою повітря нижче або рівної  $8^{\circ}C$ ;

$$S = (18+1)*185 = 3515 \text{ днів}$$

Нормативне значення термічного опору приймаємо за нормативом,  $R_{on}=2,8$   
( $m^2 \cdot ^\circ C$ )/Вт

Визначаємо термічний опір  $R_k$  ( $m \cdot ^\circ C$ )/Вт з послідовно розташованими однорідними шарами (4 шари), як суму термічних опорів окремих шарів:

$$R=R_1+R_2+ \dots +R_i, \quad (1.2)$$

де  $R_1, R_2, \dots, R_i$ — термічні опори окремих шарів.

Визначаємо термічні опори окремих шарів:

$$R_i= \delta/\lambda_i, \quad (1.3)$$

$$R_1= \delta_1/\lambda_1=0,015/0,76=0,019(m^2 \cdot ^\circ C) /Вт$$

$$R_2= \delta_2/\lambda_2=0,12/0,052=2,31(m^2 \cdot ^\circ C) /Вт$$

$$R_3= \delta_3/\lambda_3=0,25/0,22=1,13(m^2 \cdot ^\circ C) /Вт$$

$$R_4= \delta_4/\lambda_4=0,015/0,76=0,019(m^2 \cdot ^\circ C) /Вт$$

де  $\delta$  – товщина шару, м;

$\lambda$  – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару, Вт/м $^\circ$ C  
прийнятий за нормативом

Визначаємо  $R_k$

$$R_k=0,019+2,31+1,13+0,019=3,48(m^2 \cdot ^\circ C)/Вт$$

Визначаємо опір теплопередачі  $R_o$  за формулою:

$$R_o=1/\alpha_в+R_k+1/\alpha_н; \quad (1.4)$$

$$R_o=1/8,7+3,48+1/23=3,64( m^2 \cdot ^\circ C/Вт)$$

де:  $\alpha_в=8,7$  - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні конструкцій, що обгороджує, Вт/(м $^\circ$ C), прийнятий за нормативом.

$\alpha_н = 23$  - коефіцієнт тепловіддачі (для зимових умов) зовнішньої поверхні конструкції, що обгороджує, Вт/(м $^\circ$ C), прийнятий за нормативом

Порівнюємо значення нормативного опору  $R_{on}$  з розрахунковим -  $R_o$ :

$$R_{on} < R_o = 2,8 (m^2 \cdot ^\circ C/Вт) < 3,64 ( m^2 \cdot ^\circ C/Вт)$$

Умова виконується, тому визначену товщину стіни приймаємо до подальших розрахунків і креслень.

## РОЗДІЛ 2

# КОНСТРУКТИВНО-РОЗРАХУНКОВИЙ

Зм	Кіль	Прізвище	Підпис	Дата	КНУ.МР.192.25.342с.05 КЗ			
Керівник		Тімченко			Проектування 14-ти поверхової житлової будівлі на структурному геомасиві	Стадія	Аркуш	Аркушів
Консул.		Єрмоєнко				МР		
Магістр.		Головко				ПЦБ-24М		
Зав.каф		Валовой						

## 2.1 Розрахунок монолітної плити перекриття

Вихідні дані.

Розрахункові характеристики матеріалів:

Бетон С20/25, арматура з горячекатаної сталі класу А400.

Розрахункова схема плити - плита затиснена по трьох сторонах, четверта вільно обперта.

Ширина опорних зон  $b = 300\text{мм}$ , відстань між осями опорних зон  $a = 150\text{мм}$

Товщина плити  $h = 220\text{мм}$ .

Визначення розрахункових навантажень на  $1\text{м}^2$  плити перекриття зведені в табл. 2.1

### 2.1.1 Збір навантажень

Таблиця 2.1 – Розрахункові навантаження на  $1\text{м}^2$  плити перекриття

Вид навантаження		Експлуатаційне навантаження, $\text{кН/м}^2$	Коефіцієнт надійності по навантаженню	Граничне навантаження, $\text{кН/м}^2$
постійне	Лінолеум	5	1,2	6
	Цементно-піщана стяжка (0,05м)	90	1,3	117
	Звукоізоляція (0,025м)	70	1,2	84
	Вага плити	360	1,1	396
	Разом: $g$	$g_n=525$	-	$g=603$
Корисне: $V$		150	1,3	195
Усього: $q=g+V$		$q_n=675$	-	$q=798$

Опирання плити на стіни приймаємо 0,3м, другорядних балок -0,3м. попередньо задаємося розмірами перерізів балок:

- в прольотах 6,2м  $h = (1/12 \dots 1/20)l = 0,52 \dots 0,31\text{м}$ , приймаємо  $h = 500\text{мм}$ ;

$b = (0,4 \dots 0,5)h = 0,2 \dots 0,25\text{м}$ , приймаємо  $b = 250\text{мм}$ ;

- в прольотах 6,4м  $h = (1/12 \dots 1/20)l = 0,53 \dots 0,32\text{м}$ , приймаємо  $h = 500\text{мм}$ ;

$b = (0,4 \dots 0,5)h = 0,2 \dots 0,25\text{м}$ , приймаємо  $b = 250\text{мм}$ .

Товщину плити приймаємо 150мм.

Конструктивна схема перекриття показана на робочому кресленні.

### **2.1.2 Результати розрахунку монолітної плити перекриття**

Підраховуємо згинаючі моменти:

Кутова плита по схемі 1:

$$M_1 = 0,0321 \cdot 316,8 = 10,2 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M'_1 = 0,071 \cdot 316,8 = 22,5 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_2 = 0,0176 \cdot 316,8 = 5,6 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{11} = 0,039 \cdot 316,8 = 12,4 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Кутова плита по схемі 2:

$$M_1 = 0,0232 \cdot 316,8 = 7,4 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M'_1 = 0,0535 \cdot 316,8 = 17,0 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_2 = 0,015 \cdot 316,8 = 4,8 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{11} = 0,022 \cdot 316,8 = 7,0 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Кутова плита по схемі 3:

$$M_1 = 0,0272 \cdot 316,8 = 8,6 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M'_1 = 0,0577 \cdot 316,8 = 18,3 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_2 = 0,0171 \cdot 316,8 = 5,4 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{11} = 0,0423 \cdot 316,8 = 13,4 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Кутова плита по схемі 4:

$$M_1 = 0,0209 \cdot 316,8 = 6,6 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M'_1 = 0,0474 \cdot 316,8 = 15,0 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_2 = 0,0115 \cdot 316,8 = 3,6 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{11} = 0,029 \cdot 316,8 = 9,2 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

При розрахунку по пружній схемі нерозрізних плит опертих по контуру, розрахункові моменти на опорах  $M_1$  та  $M_{11}$  приймають рівними півсумі опорних моментів, які примикають зліва та справа до опори панелі, яка розглядається.

Підбор переріз арматури на 1м ширини плити при товщині  $h = 15$  см,

$$h_{01} = 15 - 1,5 = 13,5 \text{ см}, \quad h_{02} = 15 - 2,2 = 12,8 \text{ см}$$

В крайній плиті 1 – в прольоті

$$A_{s1} = \frac{\eta M_1 \gamma_\eta}{R_s \cdot 0,9 \cdot h_{01}} = 1020000 \cdot 0,95 / 360(100) \cdot 0,9 \cdot 13,5 = 2,22 \text{ см}^2,$$

приймаємо 11Ø5 Вр-I із  $A_s = 2,15 \text{ см}^2$ , та сітку С6 марки

$$\frac{5Bp-I-100}{5Bp-I-200} \cdot 6000 \cdot 6200$$

$$A_{s2} = \frac{\eta M_1 \gamma_\eta}{R_s \cdot 0,9 \cdot h_{01}} = 560000 \cdot 0,95 / 360(100) \cdot 0,9 \cdot 12,8 = 1,28 \text{ см}^2,$$

приймаємо 6Ø5 Вр-I із  $A_s = 1,17 \text{ см}^2$ , та сітку С5 марки

$$\frac{5Bp-I-150}{5Bp-I-200} \cdot 3100 \cdot 3300$$

$$\text{на опорі } A_{s1'} = \frac{\eta M_1 \gamma_\eta}{R_s \cdot 0,9 \cdot h_{01}} = 2250000 \cdot 0,95 / 355(100) \cdot 0,9 \cdot 13,5 = 5,0 \text{ см}^2,$$

приймаємо 10Ø8 А400 із  $A_s = 5,03 \text{ см}^2$ , та сітку С11 марки  $\frac{8A-III-200}{5Bp-I-200} \cdot 3200 \cdot 6100$

$$A_{s11'} = \frac{\eta M_1 \gamma_\eta}{R_s \cdot 0,9 \cdot h_{01}} = 1240000 \cdot 0,95 / 355(100) \cdot 0,9 \cdot 13,5 = 2,73 \text{ см}^2, \text{ приймаємо}$$

5Ø8 А400 із  $A_s = 2,51 \text{ см}^2$ , та сітку С12 марки  $\frac{8A-III-200}{5Bp-I-200} \cdot 3200 \cdot 4600$

В крайній плиті 2 – в прольоті

$$A_{s1} = \frac{\eta M_1 \gamma_\eta}{R_s \cdot 0,9 \cdot h_{01}} = 740000 \cdot 0,95 / 360(100) \cdot 0,9 \cdot 13,5 = 1,61 \text{ см}^2, \text{ приймаємо}$$

9Ø5 Вр-I із  $A_s = 1,77 \text{ см}^2$ , та сітку С4 марки  $\frac{5Bp-I-150}{5Bp-I-150} \cdot 6000 \cdot 6200$

$$A_{s2} = \frac{\eta M_1 \gamma_\eta}{R_s \cdot 0,9 \cdot h_{01}} = 480000 \cdot 0,95 / 360(100) \cdot 0,9 \cdot 12,8 = 1,1 \text{ см}^2, \text{ приймаємо 6Ø5}$$

Вр-I із  $A_s = 1,18 \text{ см}^2$ , та сітку С3 марки  $\frac{5Bp-I-150}{5Bp-I-150} \cdot 3100 \cdot 3300$

на опорі  $A_{s11'} = \frac{\eta M_1 \gamma_\eta}{R_s \cdot 0,9 \cdot h_{01}} = 700000 \cdot 0,95 / 355(100) \cdot 0,9 \cdot 13,5 = 2,54 \text{ см}^2$  ,

приймаємо 5Ø8 А400 із  $A_s = 2,51 \text{ см}^2$ , та сітку С10 марки  $\frac{8A - III - 200}{5Bp - I - 200} \cdot 3200 \cdot 4100$

В крайній плиті 3 – в прольоті

$A_{s1} = \frac{\eta M_1 \gamma_\eta}{R_s \cdot 0,9 \cdot h_{01}} = 860000 \cdot 0,95 / 360(100) \cdot 0,9 \cdot 13,5 = 1,87 \text{ см}^2$  , приймаємо

10Ø5 Вр-I із  $A_s = 1,96 \text{ см}^2$ , та сітку С7 марки  $\frac{5Bp - I - 100}{5Bp - I - 200} \cdot 4000 \cdot 4000$

$A_{s2} = \frac{\eta M_1 \gamma_\eta}{R_s \cdot 0,9 \cdot h_{01}} = 540000 \cdot 0,95 / 360(100) \cdot 0,9 \cdot 12,8 = 1,24 \text{ см}^2$  , приймаємо

6Ø5 Вр-I із  $A_s = 1,18 \text{ см}^2$ , та сітку С8 марки  $\frac{5Bp - I - 150}{5Bp - I - 200} \cdot 3100 \cdot 3300$

на опорі  $A_{s11'} = \frac{\eta M_1 \gamma_\eta}{R_s \cdot 0,9 \cdot h_{01}} = 1830000 \cdot 0,95 / 355(100) \cdot 0,9 \cdot 13,5 = 4,03 \text{ см}^2$  ,

приймаємо 8Ø8 А400 із  $A_s = 4,02 \text{ см}^2$ , та сітку С9 марки  $\frac{8A - III - 150}{5Bp - I - 200} \cdot 3200 \cdot 6000$

В середній плиті 4 – в прольоті

$A_{s1} = \frac{\eta M_1 \gamma_\eta}{R_s \cdot 0,9 \cdot h_{01}} = 660000 \cdot 0,8 / 360(100) \cdot 0,9 \cdot 13,5 = 1,21 \text{ см}^2$  , приймаємо 6Ø5

Вр-I із  $A_s = 1,18 \text{ см}^2$ , та сітку С2 марки  $\frac{5Bp - I - 150}{5Bp - I - 200} \cdot 6000 \cdot 6200$

$A_{s2} = \frac{\eta M_1 \gamma_\eta}{R_s \cdot 0,9 \cdot h_{01}} = 360000 \cdot 0,8 / 360(100) \cdot 0,9 \cdot 12,8 = 0,99 \text{ см}^2$  , приймаємо 5Ø5

Вр-I із  $A_s = 0,98 \text{ см}^2$ , та сітку С1 марки  $\frac{5Bp - I - 200}{5Bp - I - 200} \cdot 3100 \cdot 3300$

# РОЗДІЛ 3

## ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ

					<b>КНУ.МР.192.25.342с.05 ОФ</b>			
<b>Зм</b>	<b>Кіль</b>	<b>Прізвище</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>	<i>Проектування 14-ти поверхової житлової будівлі на структурному геомасиві</i>	<b>Стадія</b>	<b>Аркуш</b>	<b>Аркушів</b>
Керівник		Тімченко				МР		
Консул.		Тімченко				<b>ПЦБ-24М</b>		
Магістр.		Головко						
Зав.каф		Валовой						

### 3.1 Проектування окремого фундаменту

#### 3.1.1 Вихідні дані для проектування окремого фундаменту.

Район будівництва: м. Кривий Ріг.

Потужність рослинного шару ґрунту: 0,35 м.

Рівень підземних вод: 4 м.

Кількість поверхів: 2.

Переріз колони: 300 х 300 мм (рис 3.1).

Навантаження на фундамент під колону (з розрахунку конструкції колони):

$N=1250$  кН.

Фізико-механічні характеристики ґрунтів інженерно-геологічного перерізу представлено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Фізико-механічні характеристики ґрунтів

Найменування	Питома вага $\gamma_s$ кН/м <sup>3</sup>	Модуль деформації $E_o$ МПа	Питоме зчеплення $C_n$ кПа	Кут внутрішнього тертя $\varphi_n$ град	Розрахунковий опір $R_0$ кПа	Границя текучості $W_L$	Коефіцієнт пористості $e_0$
Суглинок лісовий бурувато-жовтий твердий	26,9	110	29	22	500	0,35	0,825
Суглинок лісовий жовтий текучо-пластичний	27,0	50	15	24	500	0,30	0,925
Суглинок лісовий бурий тугопластичний	27,2	80	36	25	500	0,35	0,809

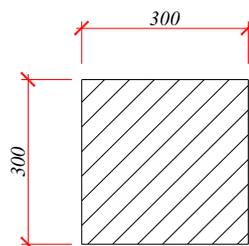


Рис. 3.1 – Переріз колони

### 3.1.2 Визначення глибини закладання фундаментів.

Приймаємо глибину закладення фундаменту рівною висоті фундаменту (рис. 3.2):

$$d=h_{\phi}=2,5 \text{ м.}$$

При цьому враховуємо такі фактори:

- інженерно-геологічні умови: мінімальна глибина закладення фундаменту на природних підвалинах така, щоб фундаментом були прорізани небудівельні ґрунти, фундамент має бути заглиблений у несучій шар не менш ніж на 0,3 м;
- гідрогеологічні умови будівельного майданчика;
- глибина сезонного промерзання у Кривому Розі 0,9 м.

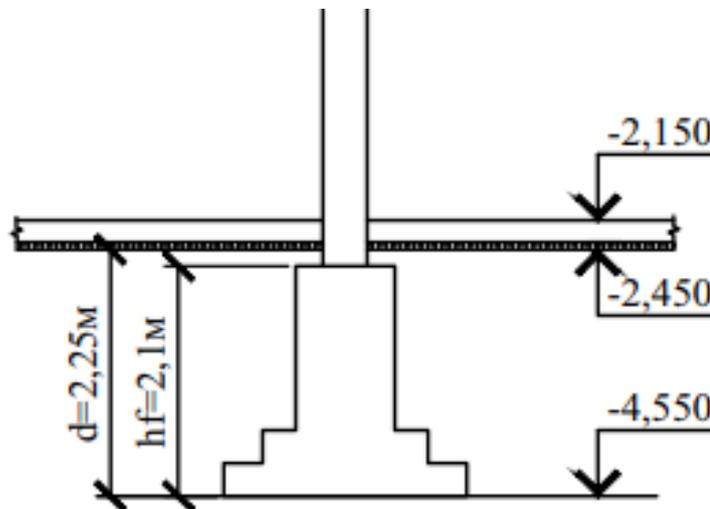


Рисунок 3.2 – Глибина закладення фундаменту

### 3.1.3 Визначення розмірів підшви фундаментів за розрахунковим опором ґрунту основи.

Розміри фундаменту в плані приймаємо, згідно до умови:  $l/b=1$ .

Площа підшви фундаменту:

$$A_{\phi} = \frac{N}{R_0 - \gamma_{\text{сер}} \cdot d};$$

$N$  - нормативне навантаження на колону, кН;

$R_0 = 500$  кПа - умовний розрахунковий тиск на основу (рис. 3.3);

$d$  - глибина закладення фундаменту, м;

$\gamma_{сер}$  - осереднена питома вага фундаменту і гранта на його уступах, умовно приймаємо  $\gamma_{сер} = 20 \text{ кН/м}^3$ .

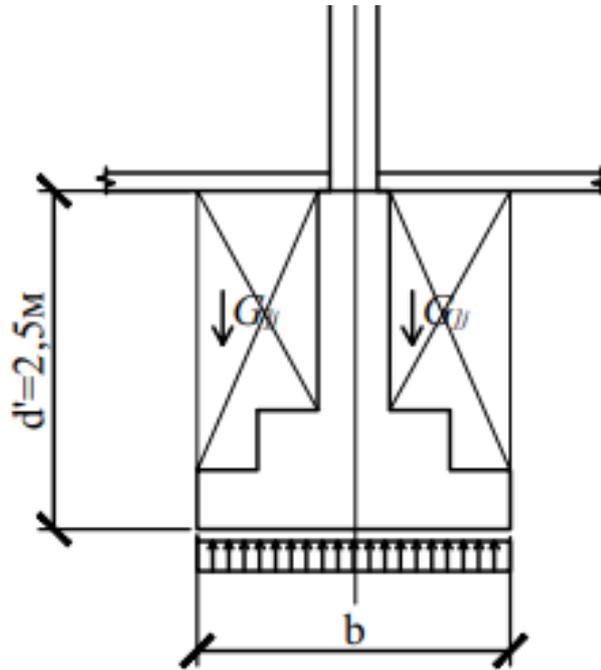


Рисунок 3.3 – Навантаження на фундамент

Тоді ширина фундаменту:

$$b_i = \sqrt{\frac{A_{\phi i}}{\eta}}; \eta = l/b$$

Уточнюємо розрахунковий опір ґрунту:

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} (M_{\gamma}k_z b \gamma_{II} + M_g d_1 \gamma_{II}^I + (M_g - 1)d_b \gamma_{II}^I + M_c C_{II});$$

$\gamma_{c1} = 1,25$ ;  $\gamma_{c2} = 1$  - коефіцієнти умов роботи (табл. 3 нормативу);

$k = 1,1$ ;

$k_z = 1$ , бо  $b < 10 \text{ м}$ ;

$b$  – ширина підосви фундаменту, м;

$\gamma_{II}$  - середнє розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, що залягають нижче підосви фундаменту,  $\text{кН/м}^3$ ;

$\gamma_{II}^I$  - середнє розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, що залягають вище підосви фундаменту,  $\text{кН/м}^3$ ;

$C_{II} = 15 \text{ кПа}$  - розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту, що

залягає під подошвою фундаменту;

$$d_1 = 2,5 \text{ м - глибина закладення;}$$

$$d_b = 3,1 \text{ м - глибина підпілля;}$$

$M_\gamma = 0.69; M_g = 3.65; M_c = 6.24$  - коефіцієнти, прийняті по табл. 4 нормативу

[6].

$$\gamma_{II} = \frac{\sum \gamma_{III} h_i}{\sum h_i};$$

$$\gamma_{II}' = \frac{18 \cdot 2.6 + 18 \cdot 1}{2.6 + 1} = 18 \text{ кН/м}^3;$$

$$\gamma_{II} = \gamma_3 = 18 \text{ кН/м}^3;$$

$$\gamma_{2sw} = 9,22 \text{ кН/м}^3.$$

У першому наближенні:

$$A_{\phi 1} = \frac{N}{R_0 - \gamma_{cep} \cdot d} = \frac{1250}{500 - 20 \cdot 3,6} = 2.92 \text{ м}^2;$$

$$b_1 = \sqrt{\frac{A_{\phi 1}}{\eta}} = \sqrt{\frac{2.92}{1}} = 1,71 \text{ м};$$

$$R = \frac{1,25 \cdot 1}{1,1} (0.69 \cdot 1.71 \cdot 18 + 3.65 \cdot 3,6 \cdot 18 + (3.65 - 1)3 \cdot 18 + 6.24 \cdot 15) = 494 \text{ кПа.}$$

Друге наближення:

$$A_{\phi 2} = \frac{N}{R_0 - \gamma_{cep} \cdot d} = \frac{1250}{494 - 20 \cdot 3,6} = 2.96 \text{ м}^2;$$

$$b_2 = \sqrt{\frac{A_{\phi 1}}{\eta}} = \sqrt{\frac{2.96}{1}} = 1,72 \text{ м.}$$

Різниця між  $b_1$  та  $b_2$  не перевищує 10 см, тому збільшуємо площу на 20 % і визначемо  $b_4$  :

$$A_{\phi 3} = A_{\phi 2} + \frac{A_{\phi 2} \cdot 20}{100} = 2.96 + \frac{2.96 \cdot 20}{100} = 3.552 \text{ м}^2$$

$$b_4 = \sqrt{\frac{A_{\phi 3}}{\eta}} = \sqrt{\frac{3.552}{1}} = 1,88 \text{ м.}$$

Приймаємо розміри фундаменту кратні 300 мм.

Приймаємо  $l = b = 2.1 \text{ м.}$

$$A_{\phi} = 2.1 \cdot 2.1 = 4.41 \text{ м}^2$$

Уточнене значення розрахункового опору:

Фактичний тиск під подошвою фундаменту:

$$\sigma_{\max}^{\min} = \frac{N + G_{\text{сп.}\phi}}{A} \pm \frac{M + Q \cdot d}{W} + q$$

$$R = \frac{1.25 \cdot 1}{1.1} (0.69 \cdot 2.1 \cdot 18 + 3.65 \cdot 3.6 \cdot 18 + (3.65 - 1)3 \cdot 18 + 6.24 \cdot 15) = 567 \text{ кПа.}$$

$$G_{\text{сп.}\phi} = d \cdot b \cdot b \cdot \gamma_{\text{сп}} = 3.6 \cdot 2.1 \cdot 2.1 \cdot 20 = 317.52 \text{ кН.};$$

$q = 20$  кПа – навантаження на пілогу;

$W$  – момент опору переізу подошви фундаменту відносно його поздовжньої осі,  $\text{м}^3$ ;

$$W = \frac{b \cdot l^2}{6} = \frac{2.1 \cdot 2.1^2}{6} = 1.54 \text{ м}^3.$$

Одержимо:

$$\sigma_{\max}^{\min} = \frac{1250 + 317.52}{4.41} = 355.4 \text{ кПа.}$$

При розрахунку повинні виконуватись наступні умови:

а)  $\sigma_{\max} \leq 1.2R$ ; б)  $\sigma_{\text{сп}} \leq R$ ; в)  $\sigma_{\min} > 0$ .

$$\sigma_{\text{сп}} = 355.4 \leq R = 567 \text{ кПа};$$

Умови виконуються, тобто розміри фундаменту визначені вірно.

$G_{\text{сп.}\phi}$  - розрахункове навантаження від фундаменту і ґрунту на його обрізах, кН.;

### 3.1.4 Розрахунок осідання фундаменту.

Визначення осідання основи методом пошарового підсумування.

1) Епюра напруг від власної ваги ґрунту:

$$\sigma_z g = \sum \gamma_i \cdot h_i;$$

$$\sigma_z g_0 = 0, \gamma_{\text{р.ш.}} = 15 \text{ кН/м}^3;$$

$$\sigma_z g_1 = \gamma_{\text{р.ш.}} \cdot h_{0-1} = 0.35 \cdot 15 = 5.25 \text{ кПа};$$

$$\sigma_z g_2 = \sigma_z g_1 + \gamma_{\text{ср1}} \cdot h_{1-2} = 5.25 + 18 \cdot 2.6 + 18 \cdot 1 = 70.05 \text{ кПа};$$

$$\sigma_z g_3 = 70,05 + 18 \cdot 0,4 = 77,25 \text{ кПа};$$

$$\sigma_z g_4 = 77,25 + 9,22 \cdot 0,84 = 85 \text{ кПа};$$

$$\sigma_z g_5 = 85 + 9,22 \cdot 0,84 = 92,74 \text{ кПа};$$

$$\sigma_z g_6 = 92,74 + 9,22 \cdot 0,84 = 100,5 \text{ кПа};$$

$$\sigma_z g_7 = 100,5 + 9,22 \cdot 0,84 = 108,2 \text{ кПа};$$

$$\sigma'_z g_0 = \sigma_z g_2 = 70,05 \text{ кПа}.$$

2) Середній тиск, що діє по підшві фундаменту:

$$P = \frac{N + b \cdot l \cdot d \cdot \gamma_{\text{сеп}}}{b \cdot l} = \frac{1250 + 2,1 \cdot 2,1 \cdot 3,6 \cdot 20}{4,41} = 355,4 \text{ кПа}.$$

3) Додатковий тиск на рівні підшви фундаменту (рис. 3.4):

$$P_0 = \sigma_z p_0 = P - \sigma_z g_0 = 355,4 - 70,05 = 285,35 \text{ кПа}.$$

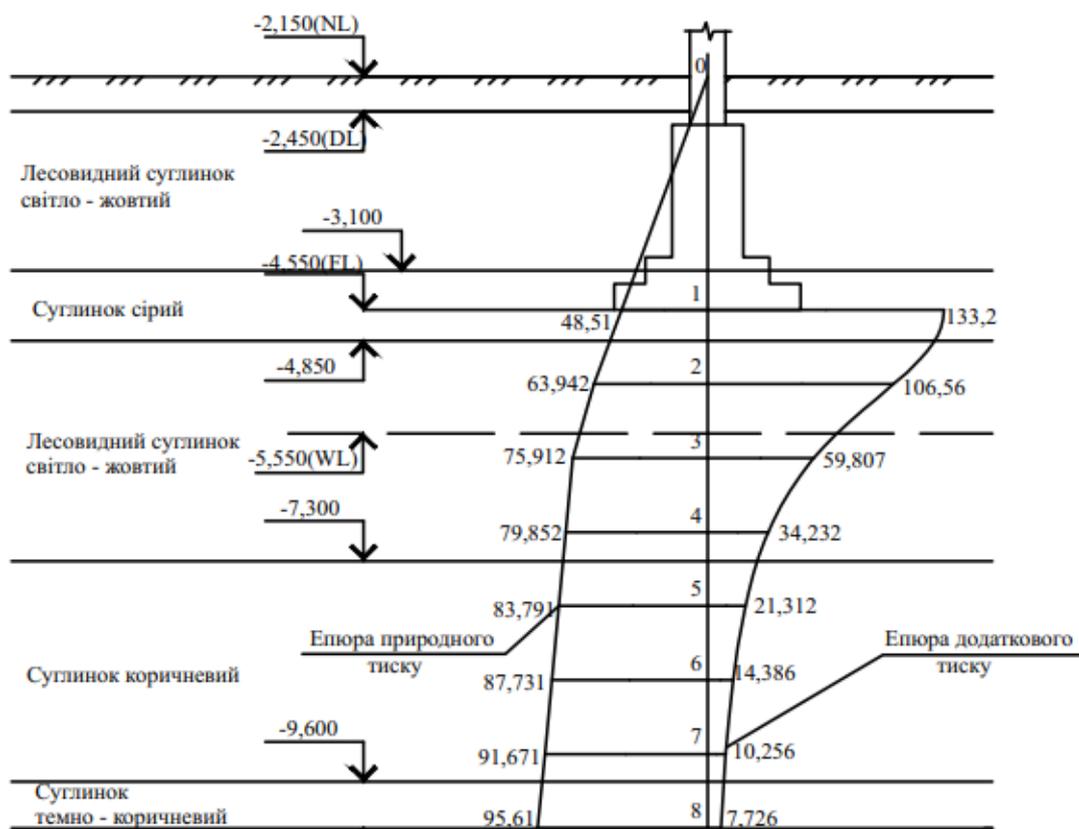


Рисунок 3.4 – Еюри природного і додаткового тисків

4) Розбиваємо товщу нижче підшви фундаменту на окремі шари товщиною:

$$h = 0,4b = 0,4 \cdot 2,1 = 0,84 \text{ м}.$$

5) Визначимо коефіцієнти розсіювання додаткових напружень по глибині в залежності від глибини  $z$  і співвідношення  $l/b$  та коефіцієнти  $\alpha$ , використовуючи інтерполяцію

$$\zeta = 2z/b$$

$$\zeta = 2z/b = 2 \cdot 0,4 / 2,1 = 0,38 \quad \alpha = 0,96;$$

$$\zeta = 2z/b = 2 \cdot 1,24 / 2,1 = 1,18 \quad \alpha = 0,606;$$

$$\zeta = 2z/b = 2 \cdot 2,08 / 2,1 = 1,98 \quad \alpha = 0,336;$$

$$\zeta = 2z/b = 2 \cdot 2,92 / 2,1 = 2,78 \quad \alpha = 0,201;$$

$$\zeta = 2z/b = 2 \cdot 3,76 / 2,1 = 3,58 \quad \alpha = 0,131;$$

$$\zeta = 2z/b = 2 \cdot 4,6 / 2,1 = 4,38 \quad \alpha = 0,091;$$

б) Величини додаткових вертикальних напружень:

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot \sigma_{zp_0};$$

$$\sigma_{zp_1} = 285,35 \text{ кПа};$$

$$\sigma_{zp_2} = 273,94 \text{ кПа};$$

$$\sigma_{zp_3} = 172,92 \text{ кПа};$$

$$\sigma_{zp_4} = 95,88 \text{ кПа};$$

$$\sigma_{zp_5} = 57,36 \text{ кПа};$$

$$\sigma_{zp_6} = 37,38 \text{ кПа};$$

$$\sigma_{zp_7} = 25,96 \text{ кПа}.$$

7) Нижня межа товщі, що стискується. На рівні цієї межі  $\sigma_{zp} = 0,2\sigma_g$ .

8) Загальне осідання основи

$$S = \beta \sum \frac{\sigma_{zp_i} \cdot h_i}{E_{0i}};$$

$\beta = 0,8$  - коефіцієнт, що враховує бічне розширення ґрунту і не залежить від виду ґрунту,

$\sigma_{zp_i}$  - середнє значення додаткового тиску в  $i$ -му елементарному шарі,

$h_i$  - товщина  $i$ -го шару.

$$\sigma_{zp} = \frac{285,35 + 273,94}{2} = 279,64 \text{ кПа} \quad E_0 = 11 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{zp} = \frac{273.94 + 172.92}{2} = 223.43 \text{ кПа} \quad E_0 = 11 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{zp} = \frac{172.92 + 95.88}{2} = 134.4 \text{ кПа} \quad E_0 = 5 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{zp} = \frac{95.88 + 57.36}{2} = 76.62 \text{ кПа} \quad E_0 = 5 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{zp} = \frac{57.36 + 37.38}{2} = 47.37 \text{ кПа} \quad E_0 = 5 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{zp} = \frac{37.38 + 25.96}{2} = 31.67 \text{ кПа} \quad E_0 = 5 \text{ МПа};$$

$$S = \beta \sum \frac{\sigma_{zp_i} \cdot h_i}{E_{0i}} = \frac{0,8 \cdot 0,84}{10^3} \left( \frac{279,64 + 223,43}{11} + \frac{134,4 + 76,62 + 47,37 + 31,67}{5} \right) \approx 3,2 \text{ см.}$$

$$\bar{S} = 3,2 < \bar{S}_u = 8 \text{ см.}$$

Значення осадки не перевищує нормативної деформації.

Розрахунок основ фундаменту під колону заносимо в табл. 3.2

Таблиця 3.2 – Розрахунок основ фундаменту під колону

№ точки	h, м	z, м	$\zeta$	$\alpha$	$\sigma_g$ , кПа	$\sigma_{zp}$ , кПа	$\sigma_{zp_{cp}}$ , кПа	E, кПа	S, м
1	0	0	0	1	70,05	285,35			
2	0,84	0,4	0,38	0,96	77,25	273,94			
3	0,84	1,24	1,18	0,606	85	172,92			
4	0,84	2,08	1,98	0,336	92,74	95,88			
5	0,84	2,92	2,78	0,201	100,5	57,36	279,64	11000	0,009
6	0,84	3,76	3,58	0,131	108,2	37,38	223,43	11000	0,00678
7	0,84	4,6	4,38	0,091	115,94	25,96	134,4	5000	0,00428
							76,62	5000	
							47,37	5000	
							31,67	5000	

$$\sum S_i = 3,2 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 3,2 \text{ см.}$$

### 3.1.5 Визначення геометричних розмірів фундаменту.

Розрахункові навантаження:

$$N_1 = N_n \cdot 1,1 = 1250 \cdot 1,1 = 1375 \text{ кН};$$

Преріз колони 300 x 300 мм.

Приймаємо для даного фундаменту бетон С12/15:

$R_b = 8,5$  МПа – розрахунковий опір бетону осьовому стисненню;

$R_{bt} = 0,75$  МПа - розрахунковий опір бетону осьовому розтягненню;

$\gamma_{b2} = 0,9$ ;  $\gamma_{b3} = 1$  - коефіцієнти умов роботи.

Дані для розрахунку знаходимо за нормативом „Бетонні та залізобетонні конструкції”.

Арматура класу А400:

$R_s = 365$  МПа - розрахунковий опір арматури розтягненню;

$E_s = 2 \cdot 10^5$  МПа – модуль пружності арматури.

Висота фундаменту  $h=2,5$  м.

Глибина занурення колони у стакан фундаменту в залежності від значення ексцентриситету:

$d_c = 0,75$  м.

Тоді глибина стакану:

$d_p = d_c + 50 = 750 + 50 = 800$  мм.

Товщина стінок стакану приймаємо:

$t = 150$  мм.

Розміри підколонника в плані

$l_{cf} = l_c + 2t + 2a = 300 + 300 + 2 \cdot 75 = 750$  мм.

$b_{cf} = b_c + 2t + 2a = 300 + 300 + 2 \cdot 75 = 750$  мм.

Приймаємо розміри, кратні 300 мм (ГОСТ 23478-79).

$l_{cf} = 600$  мм,  $b_{cf} = 900$  мм

Визначаємо товщину стінок стакану:

$t = (l_{cf} - l_c - 2a) / 2 = (900 - 300 - 150) / 2 = 225$  мм.

Товщина дна стакану:

$h_p = h - d_p = 3,6 - 0,8 = 2,8$  м.

Приймаємо одну ступінь фундаменту,  $C1=600$  мм,

$C_1 = 600$  мм  $< 2,5 \cdot h_{01} = 625$  мм.

Висота підколонника:

$$h_f = h - \sum h_{icm} = 3600 - 600 = 3000 \text{ мм.}$$

### 3.1.6 Розрахунок на продавлювання.

Розрахунок на продавлювання виконується з умови:

$$F \leq R_{bt} \cdot h_{01} \cdot b_{m1}.$$

$F$  - проламуючи сила, кН,

$R_{bt}$  - розрахунковий опір бетону осьовому розтягу, кПа,

$h_{01}$  - робоча висота перерізу піраміди прокламування, м,

$b_{m1}$  - середній розмір найбільш завантаженої грані піраміди прокламування

у межах робочої висоти.

Розрахунок виконуємо по схемі 1, оскільки виконується умова:

$$h_{cf} - d_p = 3000 - 800 = 2200 \geq 0,5(l_{cf} - l_c) = 0,5(900 - 300) = 300 \text{ мм.}$$

Так як друга сходинка жорстка, розраховуємо тільки нижню сходинку:

$$b_{m1} = b_1 + h_{01} = 900 + 250 = 1150 \text{ мм};$$

(так як  $b - b_1 = 2100 - 900 = 1200 \geq 2h_{01} = 2 \cdot 250 = 500$  мм).

$b_{m1}$  - середній розмір найбільш навантаженої грані піраміди прокламування

у межах робочої висоти перерізу.

Площа багатокутника abcd:

$$\begin{aligned} A_0 &= 0,5 \cdot b(l - l_1 - 2 \cdot h_{01}) - 0,25(b - b_1 - 2 \cdot h_{01})^2 = \\ &= 0,5 \cdot 2,1(2,1 - 0,9 - 2 \cdot 0,25) - 0,25(2,1 - 0,9 - 2 \cdot 0,25)^2 = 0,6125 \text{ м}^2 \end{aligned}$$

Сила, що продавлює:

$$F = A_0 \cdot P_{\max},$$

$A_0$  - частина площі основи фундаменту, обмежена нижньою основою грані піраміди прокламування, що розглядається та продовження у плані відповідних ребер.

$P_{\max}$  - максимальний краєвий тиск на ґрунт від розрахункового навантаження, прикладеного на рівні верхнього обрізу фундаменту (без

урахування ваги фундаменту і ґрунту на його уступах), кПа.

$$P_{\max} = \frac{N}{A} + \frac{M \cdot 6}{b^2}.$$

$$F = A_0 \cdot P_{\max} = 0,6125 \left( \frac{1375}{4,41} \right) = 190,98 \text{ кН}.$$

Перевіряємо нижню сходинку:

$$F = 190,98 \leq 750 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,25 \cdot 1,15 = 195 \text{ кН}.$$

Умова виконується.

### 3.1.7 Визначення площі перерізу арматури плитної частини фундаменту.

1) Згинаючий момент в і-му перерізі плитної частини:

$$M_i = \frac{C_i^2 \cdot b}{6} (2\sigma_{\max} + \sigma_i);$$

$C_i$  - відстань від краю фундаменту до розрахункового перерізу, м;

$\sigma_{\max}$  - максимальний краєвий тиск на ґрунт, кПа;

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{A} + \frac{\sum M}{W};$$

$\sigma_i$  - тиск на ґрунт у розрахунковому перерізі, кПа;

$$\sigma_i = \frac{N}{A} + \frac{K_i \sum M}{W};$$

$$K_i = 1 - \frac{2 \cdot C_i}{l}.$$

2) Коефіцієнт:

$$\alpha_0 = \frac{M_i}{R_b \cdot b_i \cdot h_{0i}^2};$$

$M_i$  - розрахунковий момент в перерізі, кНм;

$b_i$  - ширина стиснутої зони бетону у верхній частині перерізу, що розглядається, м;

$h_{0i}$  - робоча висота перерізу, м.

3) В залежності від  $\alpha_0$  знаходимо  $\nu$ .

4) Площа перерізу арматури,  $m^2$ :

$$A_{si} = \frac{M_i}{R_s \cdot \nu \cdot h_{0i}}$$

Переріз 1-1.

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{A} + \frac{\sum M}{W} = \frac{1375}{4.41} = 311.8 \text{ кПа.}$$

Тиск на ґрунт в перерізі:

$$\sigma_{1-1} = \frac{N}{A} + \frac{K_{1-1} \sum M}{W} = \frac{1375}{4.41} = 311.8 \text{ кПа,}$$

$$M_{1-1} = \frac{C_{1-1}^2 \cdot b}{6} (2\sigma_{\max} + \sigma_{1-1}) = \frac{0,6^2 \cdot 2,1}{6} (2 \cdot 311,8 + 311,8) = 117,86 \text{ кНм,}$$

$$\alpha_0 = \frac{M_{1-1}}{R_b \cdot b_{1-1} \cdot h_{01}^2} = \frac{117,86}{8500 \cdot 0,9 (0,25)^2} = 0,24, \quad \nu = 0,977,$$

$$A_{s1-1} = \frac{M_{1-1}}{R_s \cdot \nu \cdot h_{01}} = \frac{41,52}{365000 \cdot 0,977 \cdot 0,25} = 4,65 \text{ см}^2.$$

Приймаємо 10  $\varnothing$  14 мм з кроком 200мм (рис. 3.5),  $A_s = 15,39 \text{ см}^2$

Мінімальний відсоток армування  $\mu = 15,39/9000 = 0,00171 > 0,0008$ .

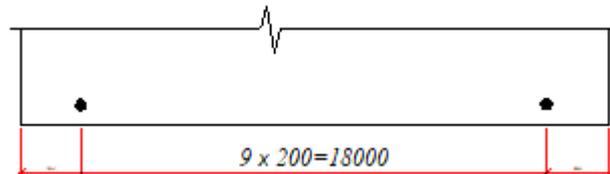


Рисунок 3.5 – Армування підшови

### 3.1.8 Розрахунок перерізу підколонника.

Площа перерізу арматури для перерізу 1-1

$$x = l_f - 2e_x,$$

$$e_x = \frac{M_x}{N} + e_a,$$

$$A_b = b_f \cdot x,$$

$M_x$  - згинаючий момент на рівні перерізу, що розглядається, кНм;

$N$  - поздовжня сила, кН;

$e_a$  - випадковий ексцентриситет, м;

$e_x$  - загальний ексцентриситет для перерізу, м;

$A_b$  - площа стиснутої зони, м<sup>2</sup>.

Позацентрово стиснутий переріз розглядають з урахуванням необхідних коефіцієнтів умов роботи  $\gamma_{b3}$  і  $\gamma_{b9}$ :

$$N \leq \alpha \gamma_{b3} \gamma_{b9} R_b A_b;$$

$\alpha = 1$  - для важкого бетону,

$$e_x = \frac{M + Q \cdot d}{N} + \frac{l_{cf}}{30} = \frac{0,9}{30} = 0,03 \text{ м};$$

$$x = l_{cf} - 2e_x = 0,9 - 2 \cdot 0,03 = 0,84 \text{ м};$$

$$A_b = 0,9 \cdot 0,84 = 0,756 \text{ м}^2$$

$$N = 1375 \leq 1 \cdot 0,85 \cdot 0,9 \cdot 8500 \cdot 0,756 = 4915,9 \text{ кН}.$$

Приймаємо армування підколонника конструктивно, виходячі з умови:

$$A_s = A'_s \geq 0,0002 l_{cf}^2 = 0,0002 \cdot 90^2 = 1,62 \text{ см}^2.$$

Приймаємо 3  $\emptyset$  12 мм А400,  $A_s = 3,39 \text{ см}^2$  Заглиблення колони в стакані фундаменту (рис. 3.6) приймаємо рівним більшому з розмірів:

$H_{ah} = 0,5 + 0,33 \cdot h_1 = 0,5 + 0,33 \cdot 0,3 = 0,599 \text{ м}$  чи  $H_{ah} = 1,5 \cdot b = 1,5 \cdot 0,3 = 0,45 \text{ м}$ , де  $h_1, b$  – довжина і ширина перерізу колони, м. Приймаємо  $H_{ah} = 0,6 \text{ м}$ .

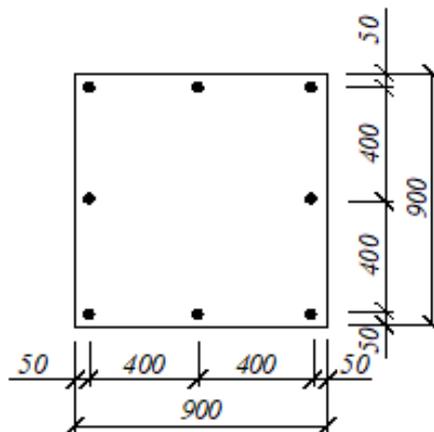


Рисунок 3.6 – Армування підколонника

## РОЗДІЛ 4

# ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

Зм	Кіль	Прізвище	Підпис	Дата	КНУ.МР.192.25.342с.05 ТО			
Керівник	Тімченко				Проектування 14-ти поверхової житлової будівлі на структурному геомасиві	Стадія	Аркуш	Аркушів
Консул.	Валовой					МР		
Магістр.	Головко					ПЦБ-24М		
Зав.каф	Валовой							

## **4.1. Технологічна карта на влаштування монолітного каркасу**

### **4.1.1 Склад робіт, що увійшли до технологічної карти**

До складу робіт, що розглядаються картою, входять наступні технологічні процеси:

- Схема бетонування вертикальних конструкцій
- Схема строповки бункера
- Схема встановлення крупно-щитової опалубки
- Схема влаштування монолітного каркасу

### **4.1.2 Складування і запас матеріалів**

Основні матеріали, що складуються на будівельному майданчику:

- опалубні щити
- пакети арматури

Ці матеріали завозяться на будівельний майданчик відповідно до заявки, як мінімум на дві захватки.

Розвантаження і складування проводиться в районі складального майданчика, що є спланованою і ущільненою ділянкою, що знаходиться в зоні роботи крана.

Арматура повинна зберігатися згідно нормативу, опалубні щити пакетами не більш 1,5м. Між пакетами мають бути проходи не менше 1м.

### **4.1.3 Пристрій опалубки, армування стін та перекриттів**

Установка і розбирання краном крупно-щитової дерево-металевої опалубки стін. Опалубка однієї сторони стіни встановлюються на всю висоту стіни і закріплюється підкошуваннями і гвинтовими струбцинами. Опалубка другої сторони стіни встановлюється після установки арматури стіни. При установці щитів другої сторони опалубки, встановлюються сутички, тимчасові розпірки і болтові стягування. Установка і розбирання опалубки проводиться з підмостів.

Установка опалубки перекриттів, розташованих на висоті до 5,5 м від нижче стоячого перекриття, проводиться без попереднього пристрою лісів.

Щити опалубки перекриттів укладають на стіни, після чого під них підводять інвентарні розсувні стійки, розсунені на необхідну довжину. Точна установка щитів опалубки досягається підвигвинченням домкратів під стійками. Опалубку перекриттів встановлюють з переносних драбин.

Армування стін проводиться спільно з монтажем опалубки стін. Арматура подається краном, в'яжеться в просторові каркаси.

Армування перекриттів проводиться після встановлення опалубки перекриттів. Арматура подається краном, в'яжеться в сітки, виставляється на бетонних прокладках, закріплюється і вивіряється.

Демонтаж опалубки починають після досягнення бетоном необхідної міцності. Оскільки швидкість тверднення бетону в основному залежить від температури зовнішнього повітря, той час, через який проводиться демонтаж опалубки, встановлюється: для плит прольотом до 3 м, 70% міцності від нормативної при температурі бетону 20°C досягається при 7 добах з дня бетонування.

При видаленні по-етажних стійок, що підтримують опалубку забетонованих перекриттів багатопверхових будівель, керуються наступними правилами:

- видаляти стійки опалубки перекриття, що знаходиться безпосередньо під бетонованим перекриттям, не допускається;
- стійку опалубки наступного перекриття, що пролягає нижче, можна видаляти лише частково, при цьому під всіма балками прольотом 4 м і більш залишають стійки безпеки, розташовані одна від одної на відстані не більше 5 м;
- стійки опалубки решти перекриттів, що пролягають нижче, можна видаляти повністю, якщо міцність цих перекриттів досягла проектної.

#### **4.1.4 Бетонування стін і перекриттів**

Для доставки бетонної суміші, використовуються автобетонозмішувачі СБ-92, місткістю барабана 5 м<sup>3</sup>. Бетонна суміш подається до місця бетонування за

допомогою баштового крана в баддях ємкістю 1,5 м<sup>3</sup>.

Стіни в розбірно-переставній опалубці бетонують без перерви, ділянками заввишки не більше 2 м. Ущільнюють бетонну суміш глибинними вібраторами.

При бетонуванні стін зверху, нижню частину опалубки спочатку заповнюють на висоту 10-20 см цементним розчином складу 1:2–1:3 щоб уникнути в цій частині стіни пористого бетону з скупченням крупного заповнювача.

#### 4.1.5 Контроль якості готових виробів

Допустимі відхилення в розмірах при встановленні монолітних з/б стін і перекриттів: відхилення від проектних параметрів по довжині і ширині щита + 5мм; зсув осей опалубки від проектного положення стін +5мм; відхилення у відстанях між окремими стрижнями: робочими +20мм, розподільними +20мм; відхилення у відстанях між ребрами арматури при армуванні в декілька рядів по висоті +20мм; відхилення в певних місцях в товщині захисного шару +10мм; відхилення від заданої рухливості бетонної суміші +10мм. Відхилення в розмірах стержнів арматури наведені у табл.4.1

Відхилення в розмірах стержнів арматури

Таблиця 4.1

	При діаметрі до 16 мм	При діаметрі від 18 до 40 мм	При діаметрі зверху 40 мм
По довжині виробу мм	±10	±10	±50
По ширині виробу мм	±5	±10	±20

#### 4.1.6 Техніка безпеки при виконанні бетонних робіт

При подачі, укладанні і догляді за бетоном, заготівці і установки арматури, а також установці і розбиранню опалубки необхідно передбачати заходи щодо попередження дії на працівників наступних небезпечних і шкідливих виробничих чинників, пов'язаних з характером роботи:

- розташування робочих місць поблизу перепаду по висоті 1.3м і більш;
- конструкції, що пересуваються, і вантажі;

- обвалення незакріплених конструкцій і вантажів;
- падіння вищерозміщених матеріалів і інструменту;
- перекидання машин, падіння їх частин;
- підвищена напруга в електричному ланцюзі, замикання якого може пройти через тіло людини.

За наявності небезпечних виробничих чинників безпека монтажних робіт має бути забезпечена на підставі виконання наступних рішень, що містяться в організаційно-технічній документації, по охороні праці:

- визначення марки крана, місця установки і небезпечних зон при його роботі;
- визначення засобів механізації для транспортування, подачі і укладання бетонної суміші;
- визначення несучої здатності і розробки проекту опалубки, а також послідовності її установки і порядку розбирання;
- забезпечення безпеки робочих місць на висоті;
- розробка заходів і засобів по догляду за бетоном в холодну і теплу пору року.

На захватці, де ведуться монтажні роботи, не допускається виконання інших робіт і знаходження сторонніх осіб.

При зведенні будівлі забороняється виконувати роботи, пов'язані із знаходженням людей в одній захватці, над якою проводиться переміщення, монтаж, установка і тимчасове закріплення елементів конструкцій.

Монтаж конструкцій кожного вище розміщеного поверху багатоповерхової будівлі слід проводити після закріплення всіх встановлених монтажних елементів за проектом і досягнення бетоном несучих конструкцій міцності, вказаної в ППР.

Монтаж сходових маршів і майданчиків будівлі повинен здійснюватися одночасно з монтажем конструкцій будівлі. На змонтованих сходових маршах слід негайно встановлювати огорожі.

Розміщення на опалубці устаткування і матеріалів не передбачених ППР, а

також знаходження людей, що безпосередньо не беруть участь у виробництві робіт на встановлених конструкціях опалубки, не допускається.

#### 4.1.7 Вибір монтажного крана за технологічними параметрами

Вибираємо кран для найбільш важкого елемента: 4,1т.

Вантажопідйомність крана:

$$Q = m_{\text{э}} + m_{\text{см}} + m_{\text{ос}}; \quad Q = 4,1 + 0,5 + 0,5 = 5,1\text{т}, \quad (4.1)$$

$m_{\text{э}}$  - маса найважчого елемента

$m_{\text{см}} = 0,5\text{т}$ , маса стропування  $m_{\text{ос}} = 0,5\text{т}$ , маса оснащення

Висота підйому гака.

$$H_{\text{кр}} = h_0 + h_{\text{з}} + h_{\text{эл}} + h_{\text{с}}; \quad H_{\text{кр}} = 42,00 + 1,5 + 0,3 + 2,0 = 45,80\text{м}, \quad (4.2)$$

$h_0$  - відстань від рівня стоянки крана до елемента на верхньому монтажному

горизонті;

$h_{\text{з}}$  - висота запасу 1,5м - 2,0м;

$h_{\text{эл}}$  - висота елемента, що монтується;

$h_{\text{с}}$  - висота стропування 0,3-4м

Виліт стріли

$$L_{\text{к}} = \frac{a}{2} + b + c = \frac{7}{2} + 2,5 + 8,95 = 14,95\text{м}, \quad (4.3)$$

$a$  – ширина колії, м;

$b$  – відстань від осі підкранової рейки до найближчого виступаючого елемента будинку;

$c$  – відстань від центра ваги елемента до виступаючої сторони будинку з боку будинку, м.

За отриманим даними підбираємо автомобільний кран КБ-100.3 з наступними характеристиками:

$$Q = 8\text{т}$$

$$H = 48\text{м}$$

База крана – 4,5м.

$L_{стр} = 25\text{м}$

Знайдемо довжину підкранової колії:

$$L_{пт} \geq L_{кр} + H_{кр} + 2(l_{морм} + l_{тун}) = 40,5 + 4,5 + 2(1,5 + 0,5) = 49\text{ м}, \quad (4.4)$$

Лпп- повинна бути кратною 12,5, отже приймаємо 50м.

#### 4.1.8 Потреба в машинах, устаткуванні, інструментах і пристосуваннях

Потреба в машинах, устаткуванні, інструментах і пристосуваннях

Таблиця 4.2

Машины, устаткування, інструменти, пристосування.	Тип	Марка	Кіл-ть	Технічна характеристика
Кран для монтажу елементів	Баштовий	КБ-100.3	2	Вантажопідйомність 8 т
Стропи	Чотирьогілкові	4СК-10/6000	1	Вантажопідйомність 6т
Вібратор	Поверхневий	ІВ-92	3	0.8 кВт
Теодоліт		Т-15	1	

Продовження таблиці 4.2

Нівелір		Н-10	1	
Рулетка сталевая		ГОСТ 7502-69	3	Довга 20м
Метр складаний		ГОСТ 7253-54	3	
Лопата розчин	ЛР	ГОСТ 3620-63	6	
Щітка сталевая			6	
Ломик сталевий		ЛМ-20	3	
Сходи вертикальні	ЛП		4	
Тимчасова огорожа		шифр 29800-02-01	40	

#### 4.1.9 Визначення обсягів робіт зі зведення багатоповерхової будівлі з монолітним залізобетонним каркасом

Розрахунок.

1. Бетонні роботи:

1.1. Обсяг стін 1-го поверху (300м):

$V_1 = 292 \times 0,3 \times 3 = 263,1 \text{ м}^3$  залізобетону на стіни першого поверху

1.2. Обсяг стін 12 поверхів:

$V_{12} = 263,1 \times 12 = 3157 \text{ м}^3$  залізобетону на 12 поверхів

1.4. Загальний обсяг залізобетону на стіни всієї будівлі:

$V_{\text{заг}} = 3157 + 175 = 3332 \text{ м}^3$  залізобетону

1.5. Обсяг монолітного залізобетонного перекриття 1-го поверху

$V_{1\text{п}} = (66,8 \times 17,85 \times 0,22) \times 0,75 = 196,7 \text{ м}^3$

1.6. Обсяг монолітного залізобетонного перекриття 12 поверхів

$V_{1\text{п}} = 196,7 \times 12 = 2360,9 \text{ м}^3$  на 12 поверхів

1.7. Загальний обсяг монолітного залізобетонного перекриття і покриття:

$V_{\text{заг.п}} = 2360,9 + 235 = 2596 \text{ м}^3$

2. Опалубні роботи:

2.1. Площа щитів опалубки для стін 1-го поверху (300мм):

$S_{1\text{к}} = (2 \times 300 \times 3,1) + (28 \times 0,3 \times 3,1) = 1886 \text{ м}^2$

2.2. Площа щитів опалубки для 12 поверхів:

$S_{12} = 1886 \times 12 = 22632 \text{ м}^2$

2.4. Загальна площа опалубки для стін будівлі:

$S_{\text{заг.оп}} = 22632 + 1278 = 23910 \text{ м}^2$

2.5. Площа щитів опалубки для монолітного перекриття 1-го поверху

$S_{1\text{п}} = 895 - (292 \times 0,3) = 807,3 \text{ м}^2$

2.6. Площа щитів опалубки для монолітного перекриття 12 поверхів

$S_{1\text{п}} = 807,3 \times 12 = 9688 \text{ м}^2$

2.7. Загальна площа опалубки для монолітного перекриття і покриття:

$S_{\text{заг.опл}} = 9688 + 807,3 = 10495,3 \text{ м}^2$

2.9. Сумарна площа опалубка для плит перекриття монолітного каркасу

складає:

$\Sigma_{\text{п}} = 2488,64 + 7490,88 = 9979,52 \text{ м}^2$

2.10. Кількість стійок з розрахунку 1 стійка на  $4 \text{ м}^2$  покриття складає:

$807,3 / 4 = 201 \text{ шт.}$

Приймаємо довжину стійок до 3 м. З розрахунку на 100 м стійок:

$$201 \times 3 / 100 = 6$$

### 3. Арматурні роботи:

3.1. Вага арматурних каркасів для стін першого поверху складає:

$$m_{1к} = (292 \times 0,222 \times 20) \times 3 = 3889,5 \text{ кг}$$

3.2. Загальна вага арматурних каркасів для стін 12 поверхів складає:

$$m_{\text{заг.1к}} = 3889,5 \times 12 = 46,7 \text{ т}$$

3.3. Вага арматурних каркасів для всіх стін будівлі складає:

$$m_{2-4к} = 46,7 \times 2,5 = 49,2 \text{ т}$$

3.4. Вага сіток для монолітного перекриття першого поверху складає:

$$m_{1п} = 895 \times 20 \times 0,222 = 3,98 \text{ т}$$

3.5. Вага сіток для монолітного перекриття 12 поверхів складає:

$$m_{12п} = 3,98 \times 12 = 47,76 \text{ т на один поверх}$$

3.6. Загальна вага сіток для монолітного перекриття і покриття:

$$m_{\text{заг.п}} = 47,76 + 3,98 = 51,74 \text{ т}$$

### 4. Догляд за бетоном:

4.1. Площа поверхонь, що вкривається рогожею:

$$S_{\text{рог.}} = 895 \times 13 = 11635 \text{ м}^2$$

4.2. Площа поверхонь, що поливають водою:

$$S_{\text{пол.}} = 11635 \times 12 = 139620 \text{ м}^2$$

12 – кількість поливів, разів.

5. За отриманими розрахунками складають відомість обсягів робіт, яка наведена у табл. 4.3

### Відомість обсягів робіт

Таблиця 4.3

№ П/П	Назва процесів (операцій)	Одиниця виміру	1-й поверх	Інші поверхи	Загальний обсяг робіт
1	2	3	4	5	6
1	Монтаж (демонтаж) опалубки колон	м <sup>2</sup>	1866	22044	23910
2	Монтаж (демонтаж) опалубки безбалкового перекриття	м <sup>2</sup>	807,3	9688	10495,3

3	Монтаж (демонтаж) металевих стійок довжиною до 4 м	100 м стійок	6	–	6
4	Встановлення краном арматурних сіток в горизонтальному положенні масою до 0,3 т	т	3,98	47,76	51,74
5	Встановлення краном арматурних каркасів в вертикальному положенні масою до 0,3 т	т	3,89	45,31	49,2
6	Бетонування монолітних стін	м <sup>3</sup>	263,1	3068,9	3332
7	Бетонування монолітного перекриття	м <sup>3</sup>	196,7	2399,3	2596
8	Укривання поверхонь рогожею	м <sup>2</sup>	895	10740	11635
9	Поливання поверхні водою	м <sup>2</sup>	895	138725	139620

Собівартість бетонних робіт:

$$C_o = 1,08 \cdot \sum C_{\text{маш.-год}} \cdot T + 1,5 \cdot \sum Z_n = 1,08 \cdot (2 \cdot 46,47 \cdot 138 \cdot 8) + 1,5 \cdot 788407,2 = 1293425 \text{ грн.}, \quad (4.5)$$

$$C_{\text{маш.-год}} = 45,75 - 6,86 + 31,60 \cdot 0,24 = 46,47 \text{ грн.}$$

Приведена собівартість:

$$C_{\text{пр.}} = \frac{C_o}{V} = \frac{788407,2}{17788} = 44,3 \text{ грн./ м}^3, \quad (4.6)$$

Приведена трудомісткість:

$$q_{\text{пр.}} = \frac{T_p}{V} = \frac{21983,1}{17788} = 1,23 \text{ люд.-год./ м}^3, \quad (4.7)$$

Калькуляція трудових витрат і заробітної платні при бетонуванні безбалкового перекриття наведена у табл. 4.4

Калькуляція трудових витрат і заробітної платні при бетонуванні безбалкового перекриття

Таблиця 4.4

Найменування процесу	Обґрунтування норм	Об'єм робіт		Трудомісткість, люд.-год.		Заробітна платня, грн.		Склад ланки	
		Один. виміру	Кількість	На одиницю	Всього	На одиницю	Всього	Професія, розряд	Кількість
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>На будівлю</b>									
<b>Опалубні роботи</b>									
Улаштування опалубки стін 300 мм	Е4-1-34, т. 3, п. 2а	м <sup>2</sup>	23910	0,25	5977,5	9,99	238860,9	тесляр 4 р. 2 р.	10 10

Улаштування опалубки безбалкового перекриття з готових щитів	Е4-1-34, т. 5, п. 3а	м <sup>2</sup>	10495,3	0,22	2308,9	9,99	104848	тесляр 4 р. 2 р.	10 10
Встановлення металевого риштування висотою до 3 м	Е4-1-33, п. 3	100 м ришт.	6	7,8	46,8	10,38	62,28	тесляр 4 р. 3 р.	1 2
Розбирання опалубки стін	Е4-1-34, т. 3, п. 2б	м <sup>2</sup>	23910	0,15	3586,5	9,54	228101,4	тесляр 3 р. 2 р.	10 10
Розбирання опалубки безбалкового перекриття	Е4-1-34, т. 5, п. 3б	м <sup>2</sup>	10495,3	0,09	944,6	9,37	98340,9	тесляр 3 р. 2 р.	2 4
Розбирання риштування, що підтримує опалубку	Е4-1-34, т. 7, прим.	100 м ришт.	6	1,9	11,4	9,54	57,24	тесляр 3 р. 2 р.	1 1
<b>Арматурні роботи</b>									
Встановлення і в'язання арматури стін	Е4-1-46, п. 4г	т	49,2	31,5	1549,8	10,64	523,5	арматурник 5 р. 2 р.	6 6
Встановлення сіток масою до 0,3 т краном в опалубку	Е4-1-44, т. 1, п. 1а	шт.	320	0,42	134,4	9,54	3052,8	арматурник 4 р. 2 р.	1 3
<b>Бетонні роботи</b>									
Приймання бетонної суміші із кузова самоскида у бункер з очисткою кузова	Е4-1-54, п. 19	100 м <sup>3</sup>	59,3	8,2	486,3	9,1	539,6	бетонувальник 2 р.	4

Продовження таблиці 4.4

Робота такелажників при подачі бетонної суміші до місця укладання	Е1-6, т. 2, п. 25	м <sup>3</sup>	5930	0,29	1719,7	9,1	53963	такелажник 2 р.	16
Укладання бетонної суміші в стіни	Е4-1-49, т. 2, п. 5	м <sup>3</sup>	3332	1,1	3665,2	9,9	32986,8	бетонувальник 4 р. 2 р.	10 12
Укладання бетонної суміші у плити безбалкового перекриття	Е4-1-49, т. 2, п. 15	м <sup>3</sup>	2596	0,57	1479,72	9,82	25492,7	бетонувальник 4 р. 2 р.	4 6
Покриття бетонної поверхні рогожею	Е4-1-54, п. 10	100м <sup>2</sup>	116,35	0,21	24,43	9,1	1058,8	бетонувальник 2 р.	20
Поливання бетонної поверхні водою за один раз	Е4-1-54, п. 9	100м <sup>2</sup>	116,35	0,14	16,2	9,1	1058,8	бетонувальник 2 р.	15
<b>Загалом на будівлю</b>					<b>21983,1</b>		<b>788407,2</b>		

## 4.2 Розробка календарного плану будівництва

Проект організації будівництва (ПОБ) входить до складу технічного чи технорабочого проекту; він розробляється з метою забезпечення своєчасного

запровадження в дію виробничих потужностей і об'єктів житло-цивільного призначення. Проект організації будівництва є основою для розподілу капітальних вкладень і обсягів будівельно-монтажних робіт з років і періодів будівництва, обґрунтування кошторисної вартості будівництва, проведення організаційно-технічної підготовки будівництва, що включає забезпечення його кадрами, матеріально-технічними ресурсами й устаткуванням, а також рішення питань чи розвитку організації матеріально-технічної бази будівництва.

Проект виконання робіт ПВР розробляється по робочих кресленнях і служить для визначення найбільш ефективних методів виконання будівельно-монтажних робіт, що сприяють зниженню їхньої собівартості і трудомісткості, скороченню тривалості будівництва об'єктів, підвищенню ступеня використання будівельних машин і устаткування, поліпшенню якості будівельно-монтажних робіт. Здійснення будівництва без проектів провадження робіт забороняється.

Проект виконання робіт розробляється генеральною підрядною будівельною чи організацією по її замовленню оргтехстроем чи проектним інститутом.

На окремі види загальбудівельних, монтажних і спеціальних будівельних робіт ПВР розробляється організацією, що виконує ці роботи.

Розробка проектів провадження робіт виробляється за рахунок накладних витрат у будівництві і з урахуванням плану організаційно-технічних заходів будівельно-монтажної організації, що діє системи оперативного планування, керування й обліку будівельного виробництва [23].

Як вихідний матеріал для розробки ПВР служать робочі креслення, зведений кошторис, проект організації будівництва, зведення про терміни і порядок постачання конструкцій і устаткування.

До складу проекту виконання робіт на зведення об'єкта включаються:

А) комплексний сітковий чи графік календарний план провадження робіт, що встановлює послідовність і терміни виконання будівельно-монтажних робіт з урахуванням природно-кліматичних умов району, інтенсифікації виробництва і максимально можливого сполучення різних будівельних, монтажних і

спеціальних робіт, а також збільшення змінності на тих роботах, від яких залежить термін введення об'єкта в експлуатацію. До календарного плану додаються графіки надходження на об'єкт будівельних конструкцій, деталей, напівфабрикатів, матеріалів з додатком комплектувальних відомостей і графіки потреби в будівельних машинах і робочих кадрах по об'єкті;

Б) Будівельний генеральний план об'єкта;

В) Технологічні карти;

Г) Документація по контролі й оцінці якості будівельно-монтажних робіт;

Д) Заходу щодо охорони праці;

Е) Вибір методу виконання робіт і ін.

Підрахунок об'ємів робіт для складання календарного графіку зведений до табл.4.5

## Відомість обсягів робіт

Таблиця 4.5

N п/п	Найменування робіт та комплекс робіт	Об'єм робіт	
		од. вим.	кільк.
1	2	3	4
1	Зрізання рослинного шару товщ. 15 см	100м <sup>3</sup>	3,62
2	Влаштування котловану	1000 м <sup>3</sup>	2,44
3	Розробка ґрунту вручну (підчистка)	100 м <sup>3</sup>	2,44
4	Забивка паль	м <sup>3</sup>	620
5	Влаштування монолітного ростверку	100м <sup>3</sup>	1,90
6	Ущільнення ґрунту під полом підвалу	1000м <sup>3</sup>	1,68
7	Влаштування плити підвалу	100м <sup>3</sup>	2,25
8	Влаштування монолітних стін підвалу	100м <sup>3</sup>	3,8
9	Гідроізоляція фундаменту -вертикальна -горизонтальна	100 м <sup>2</sup>	3 10,2
10	Зворотня засипка пазух котловану	1000 м <sup>3</sup>	0,233
11	Ущільнення ґрунту при зворотній засипці	1000м <sup>3</sup>	0,233
12	Монтаж косоурів	т	7,02
13	Монтаж сходиноквого маршу	шт	52
14	Монтаж сходиноквого огородження	м	148
15	Влаштування внутрішніх монолітних стін	100м <sup>3</sup>	33,3
16	Влаштування внутрішніх стін з „Ytong”	100м <sup>3</sup>	27,6
17	Влаштування зовнішніх стін з „Ytong”	100м <sup>3</sup>	33
18	Влаштування монолітних плит перекриття і покриття	100м <sup>3</sup>	25,96
19	Влаштування перемичок над віконними прорізами	шт	1440
20	Влаштування перемичок над двірними прорізами	шт	790
21	Влаштування пароізоляції в один шар	100м <sup>2</sup>	10,2
22	Утеплення покриття мінераловатними плитами	100м <sup>2</sup>	10,2
23	Влаштування цементно-пісчаної стяжки	100м <sup>2</sup>	10,2
24	Наклеювання тришарового рулонного килиму	100м <sup>2</sup>	10,2
25	Влаштування: - дверних блоків - віконних блоків	100м <sup>2</sup>	14,94 19,44
26	Покриття полу лінолеумом	100м <sup>2</sup>	120

Продовження таблиці 4.5

27	Утеплення фасадів мінераловатними плитами	100м <sup>2</sup>	82,6
28	Штукатурні роботи	100м <sup>2</sup>	253
29	Електротехнічні роботи	3%	1920
30	Сантехнічні роботи	3%	1920
31	Підготовка до здачі	3 дні	

#### 4.2.1 Розрахунок потреби в будівельних матеріалах

Для організації безперервного будівельного процесу на території будмайданчику виділені місця для складування. Потреба в будівельних матеріалах на будівництво об'єкта зведена в табл. 4.6

#### Підрахунок потреби в будівельних матеріалах

Таблиця 4.6

Найменування робіт	Матеріал	Витрата матеріалу		РЕСН
		На од. вим.	На обсяг робіт	
1	2	3	4	5
Розробка котловану	Щебень, м <sup>3</sup>	0,03	73,2	Е1-12-14
Занурення паль	Палі залізобетонні м <sup>3</sup>	1,02	632,4	Е5-3-6
	Цвяхи будівельні, т	0,00008	0,0006	
	Фарби масляні, т	0,00002	0,0002	
	Електроди діаметром 6мм	0,0007	0,005	
Устрій монолітних ростверків	-Бетон, м <sup>3</sup>	102	190	Е6-1-22
	-Арматура	6,6	7,27	
	-Щити з дощок товщиною 40 мм, м <sup>2</sup>	55	61,24	
	-Вапно будівельне негашене комкове, т	0,025	0,027	
	-Цвяхи будівельні, т	0,0034	0,021	
	-Рогожа, м <sup>2</sup>	88,2	136,9	
	-Пиломатеріали хвойних порід, м <sup>2</sup>	0,62	0,69	
	-Вода, м <sup>3</sup>	102	225	Е6-1-16
	-Бетон, м <sup>3</sup>	102	225	Е6-1-16
		Продовження таблиці 4.6		
	-Арматури	8,1	15,67	

Устрій плити підвалу	-Щити з дощок товщиною 40 мм, м <sup>2</sup> -Вапно будівельне негашене комкове, т -Цвяхи будівельні, т -Рогожа, м <sup>2</sup> -Пиломатеріали хвойних порід, м <sup>3</sup> -Вода, м <sup>3</sup>	3,6 0,01 0,002 30 0,04 0,73	6,96 0,019 0,004 58,01 0,077 1,412	
Устрій монолітних стін фундаментів	Бетон (клас по проекті), м <sup>3</sup> Арматури, т Щити з дощок товщиною 25 мм, м <sup>2</sup> Електроди, т Вода, м <sup>3</sup>	102 8,2 75 0,08 0,134	380 18,12 165,7 0,177 0,29	E6-13-5
Гідроізоляція фундаменту: – вертикальна; – горизонтальна	Мастика бітумна покрівельна, т. Дрантя, кг Р-н готовий клад. (марка по проекту) Матеріали гідроізоляційні, м <sup>2</sup>	0,24 0,016 2,5 220	0,012 0,009 0,13 11,66	E8-4-7 E8-4-3
Монтаж сходинок маршів	Конструкції металеві, шт Щабля з/б, м Р-н готовий клад.цем.,марка50,м <sup>3</sup>	100 100 0,25	104 230 0,575	E7-21-5
Установка сходового огороження	Цемент, т Поручні, м	0,15 102	0,003 2,01	E7-24-7
Устрій монолітних плит перекриття й покриття	Бетон (клас по проекті), м <sup>3</sup> Арматури, т Щити з дощок товщиною 25 мм, м <sup>2</sup>	102 6,63 52,6	2596 897,4 7120	E6-22-3
Устрій перегородок з ніздрюватих блоків	Блоки ніздрюваті, м <sup>3</sup> Р-н готовий клад. (марка по проект) Вода, м <sup>3</sup>	0,92 0,11 0,26	1020 552,5 1306	E6-16-5
Влаштування перемичок над дверними прорізами	Конструкції з ніздрюватого бетону, шт	100	790	E6-18-9

Продовження таблиці 4.6

Кладка зовнішніх стін із блоків ніздрюватого бетону	Блоки, м <sup>3</sup>	0,92	5040	E6-16-5
	Р-Р готовий скарб. (марка по проект)	0,11	158,8	
	Вода, м <sup>3</sup>	0,26	375,4	
Устрій перемичок над віконними прорізами	Конструкції ніздрюватого бетону, шт	100	1440	E6-18-9
Влаштування пароізоляції обклеювальної в один шар	Матеріал рулонний, м <sup>2</sup>	116	1020	E12-20-1
	Бітуми нафтові, т	0,289	2,79	
	Дрантя, кг	0,5	4,83	
	Бензин розчинник, т	0,095	0,91	
Утеплення покриття мінераловатними плитами	Плити або мати, м <sup>2</sup>	103	1020	E12-18-3
Влаштування цементно-піщаної стяжки товщиною 50 мм	Розчин готовий кладочний важкий цементний, м <sup>3</sup>	2,04	1972	E12-22-1
	Вода, м <sup>3</sup>	3,5	33,84	
Наклеювання тришарового рулонного килиму	Мастика, т	1,2	11,6	E12-21-1
	Матеріали рулон. покрівельні для верхніх шарів (марка по проект), м <sup>2</sup>	126	1020	
	Матеріали рулон. покрівельні для верхніх шарів (марка по проект), м <sup>2</sup>	250	2050	

Влаштування – дверних блоків – віконних блоків	Коробки дверні, м <sup>2</sup>	100	1494	E10-26-1
	Полотна для блоків дверних, м <sup>2</sup>	85	358,1	
	Лиштви, м	108	455	E10-18-1
	Блоки віконні, м <sup>2</sup>	100	1944	
	Склопакети двошарові з неполірован. скла товщ. 4 мм, м <sup>2</sup>	94	842,6	
Штукатурка	Р-н готовий оздоблювальний важкий вапняний 1:2,5, м <sup>3</sup>	1,58	542,3	E15-51-1
	Сітка тканина із квадратними осередками №05 без покриття, м <sup>2</sup>	5,28	1812	
	Р-н готовий оздоблювальний важкий вапняний 1:2,5, м <sup>3</sup>	1,71	116,0	
	Сітка тканина із квадратними осередками №05 без покриття, м <sup>2</sup>	5,28	358,4	
Шпаклівка	Шпаклівка масляно-клейова, т	0,029	2,09	E15-52-3
	Дрантя, кг	0,15	10,84	
	Шпаклівка масляно-клейова, т	0,032	1,54	
	Дрантя, кг	0,15	7,22	
Покриття підлоги лінолеумом	Лінолеум, м <sup>2</sup>	102	12000	E11-36-1
	Клей «Бустилат», т	0,05	1,16	
Утеплення фасадів нанести плитами	Вироби теплоізоляційні, м <sup>3</sup>	0,97	403,0	E12-18-3
	Болти анкерні оцинковані, кг	2	831,0	
Фарбування фасадів декоративними фарбами	Фарби водоемульс., т	0,038	15,79	E15-155-1

Зведена відомість потреб в основних матеріалах наведена у табл. 4.7

Зведена відомість потреб в основних матеріалах

Таблиця 4.7

Найменування матеріалу.	Один. виміру	Кількість
1	2	3
Бетон	м <sup>3</sup>	15463,66
Щебень	м <sup>3</sup>	73,2
Палі залізобетонні	м <sup>3</sup>	632,4
Арматури	т	936,57
Щити з дощок	м <sup>2</sup>	7372,57
Дрантя	кг	28,181
Вода	м <sup>3</sup>	1961,851
Клей «Бустилат»	т	1,16
Пиломатеріали	м <sup>3</sup>	0,768
Цвяхи	т	0,857
Матеріал гідроізоляційний рулонний	м <sup>2</sup>	4767,26
Конструкції металеві	шт	104
Щаблі залізобетонні	м	230
Цемент	т	0,003
Газосилікатні блоки	м <sup>3</sup>	6391,2
Поручні	м	2,01
Мати нанести фасадні	м <sup>3</sup>	403,07
Утеплювач покрівельний	м <sup>2</sup>	995,86
Віконні й дверні блоки	м <sup>2</sup>	1317,4
Лиштва	м	455,05
Плитки керамічні	м <sup>2</sup>	1268,4
Фарба водоемульсійна	т	18,53
Лінолеум	м <sup>2</sup>	12000
Рогожа	м <sup>2</sup>	11635
Розчин кладочний	м <sup>3</sup>	2721,18
Розчин оздоблювальний	м <sup>3</sup>	1447,03
Шпаклівка	т	3,63
Пісок	м <sup>3</sup>	5,29
Сітка тканина	м <sup>2</sup>	217,57
Електроди	т	0,177
Бітум і мастика	т	14,402

Картка-визначник календарного плану

Таблиця 4.8

N п/п	Найменування робіт та комплекс робіт	Об'єм робіт		Код роботи	Норма на од. вим		Трудомісткість на весь об'єм				Основні механізми		Виконавець		Число змін	Тривалість
		од. вим.	кільк.		люд-год	маш-год	люд-год		маш-год		найменування	кільк.	Бригада			
							норм	прийн	норм	прийн			проф.	кільк.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Зрізання рослинного шару товщ. 15 см	1000 м3	<b>0,362</b>	E1-24-2		<u>19,55</u>			<b>7,077</b>	<b>8</b>	Д-229А	1	Машиніст бр-1	1	1	1
2	Розробка ґрунту екскаватором з емк. ковш. 0.5 м3	1000 м3	<b>2,44</b>	E1-12-14	<u>19,55</u>	<u>42,5</u>	<b>47,702</b>		<b>103,7</b>	<b>96</b>	Е-652	2	Машиніст 5р-2	2	2	3
3	Розробка ґрунту вручну (підчистка)	100 м3	<b>2,44</b>	1-164-2	<u>261,8</u>		<b>638,792</b>	<b>624</b>					Землекоп 3р-6, 2р-7	13	2	3
4	Влаштування пальових фундаментів	м3	<b>620</b>	E5-3-6	<u>5,14</u>	<u>2,45</u>	<b>3186,8</b>	<b>3072</b>	<b>1519</b>		Дизель-молот	1	Бетонщик 4р-4, 3р-6, 2р-6	16	2	12
5	Влаштування монолітного ростверку	100 м3	<b>1,9</b>	E6-1-22	<u>522</u>	<u>71,89</u>	<b>991,8</b>	<b>960</b>	<b>136,59</b>				Бетонщик 4р-4, 3р-5, 2р-6	15	2	4
6	Ущільнення ґрунту під полом підвалу	1000 м3	<b>1,68</b>	E1-132-4		<u>16,76</u>			<b>28,157</b>	<b>24</b>	ДУ-50	1	Машиніст бр-3	3	1	1
7	Влаштування плити підвалу	100 м3	<b>2,25</b>	E6-1-16	<u>259,55</u>	<u>53,06</u>	<b>583,987</b>	<b>512</b>	<b>119,385</b>		КБ-100.3	1	Бетонщик 4р-8, 3р-12, 2р-12	16	2	2
8	Влаштування монолітних стін підвалу	100 м3	<b>3,8</b>	E6-13-5	<u>656,85</u>	<u>56,36</u>	<b>2496,03</b>	<b>2400</b>	<b>214,168</b>		КБ-100.3	1	Бетонщик 4р-4, 3р-5, 2р-6	15	2	10
9	Вертикальна гідроізоляція фундаменту	100 м2	<b>3,0</b>	E8-4-7	<u>33,5</u>	<u>1,11</u>	<b>100,5</b>	<b>96</b>	<b>3,33</b>				Ізолю-ник 4р-3, 3р-3	6	2	1
10	Горизонтальна гідроізоляція фундаменту	100 м2	<b>10,2</b>	E8-4-3	<u>31,76</u>	<u>3,24</u>	<b>323,952</b>	<b>320</b>	<b>33,048</b>				Ізолю-ник 4р-5, 3р-5	10	2	2
11	Зворотня засипка пазух котловану	1000 м3	<b>0,233</b>	E1-27-2		<u>13,7</u>			<b>3,192</b>	<b>4</b>	Д-229А	1	Машиніст бр-1	1	1	0,5

Продовження таблиці 4.8

12	Ущільнення ґрунту при зворотній засипці	1000 м3	<b>0,233</b>	E1-132-4		<u>16,76</u>			<b>3,905</b>	<b>4</b>	ДУ-50	1	Машиніст 6р-1	1	1	0,5
13	Монтаж косоурів	т	<b>7,02</b>	Кальк.	<u>8,6</u>		<b>60,372</b>	<b>64</b>			БК-100.3	1	Монтажник 4р-1, 3р-1	2	2	2
14	Монтаж сходинок маршу	шт	<b>52</b>	Кальк.	<u>10,8</u>		<b>561,6</b>	<b>480</b>			БК-100.3	1	Монтажник 4р-2, 3р-3	5	2	6
15	Монтаж сходинок огороження	м	<b>147,7</b>	Кальк	<u>4,4</u>		<b>649,79</b>	<b>640</b>			БК-100.3	1	Монтажник 3р-2, 2р-3	5	2	8
16	Влаштування внутрішніх монолітних стін	100 м3	<b>33,3</b>	E6-17-5	<b>1038,2</b>	<u>66,26</u>	<b>34572,1</b>	<b>34304</b>	<b>2206,5</b>		БК-100.3	2	Бетонщик 4р-8, 3р-12, 2р-12	32	2	67
17	Влаштування стін з „Ytong”	100 м3	<b>60,6</b>	E6-16-5	<u>751,1</u>	<u>41,57</u>	<b>45516,66</b>	<b>45056</b>	<b>2519</b>		БК-100.3	2	Бетонщик 4р-8, 3р-12, 2р-12	32	2	88
18	Влаштування монолітних плит перекриття	100 м3	<b>25,96</b>	E6-22-3	<b>833,75</b>	<u>48,76</u>	<b>21644,15</b>	<b>21504</b>	<b>1265,8</b>		БК-100.3	2	Бетонщик 4р-8, 3р-12, 2р-12	32	2	42
19	Влаштування перемичок	100 м3	<b>1,8</b>	E6-18-9	<b>1899,5</b>	<u>80,96</u>	<b>2750,54</b>	<b>2560</b>	<b>145,728</b>		БК-100.3	1	Бетонщик 4р-8, 3р-12, 2р-12	16	2	10
20	Влаштування пароізоляції в один шар	100 м2	<b>10,2</b>	E12-20-1	<u>24,49</u>	<u>0,35</u>	<b>249,798</b>	<b>240</b>	<b>3,57</b>				Покрівельник 3р - 5	5	2	3
21	Утеплення покриття мінераловатними плитами	100 м2	<b>10,2</b>	E12-18-3	<u>63,67</u>	<u>1,35</u>	<b>649,43</b>	<b>640</b>	<b>13,77</b>		БК-100.3	1	Покрівельник 3р - 5	5	2	8
22	Улаштування цементно-пісочної стяжки	100 м2	<b>10,2</b>	E12-22-1	<b>112,81</b>	<b>4,6</b>	<b>1150,56</b>	<b>1120</b>	<b>46,92</b>		БК-100.3	1	Покрівельник 3р - 5	5	2	14
23	Наклеювання тришарового рулонного килиму	100 м2	<b>10,2</b>	E12-2-1	<u>30,1</u>	<u>1,7</u>	<b>307,02</b>	<b>240</b>	<b>17,34</b>		БК-100.3	1	Покрівельник 3р - 5	5	2	3
24	Влаштування віконних блоків	100 м2	<b>19,44</b>	E10-18-1	<u>259,12</u>	<u>16,47</u>	<b>5037,29</b>	<b>4864</b>	<b>320,18</b>		БК-100.3	1	Бетонщик 4р-8, 3р-12, 2р-12	16	2	19
25	Влаштування дверних блоків	100 м2	<b>14,94</b>	E10-26-1	<u>142,04</u>	<u>22,01</u>	<b>2122,08</b>	<b>2048</b>	<b>328,83</b>		БК-100.3	1	Бетонщик 4р-8, 3р-12, 2р-12	16	2	8



#### 4.2.2 Техніко-економічні показники календарного плану

Коефіцієнт нерівномірності руху робітників визначається по формулі [20]:

$$K_n = \frac{N_c}{N_{\max}}, \quad (4.8)$$

$$K_n = \frac{36}{104} = 0,35$$

де  $N_c = \frac{\text{чел.}-\text{дн.}}{\text{дн.}} = \frac{7083}{197} = 35,9 \approx 36$  людина – середньо-спискове число

робітників;

$N_{\max} = 104$  людини - максимальне число робітників

Основні техніко-економічні показники наведені у табл.4.9

#### Техніко-економічні показники календарного плану

Таблиця 4.9

№ п/п	Найменування	Значення
1.	Будівельний об'єм	34900м <sup>3</sup>
2.	Загальна трудомісткість	7083 люд.-дн.
3.	Витрати праці машин	1012 маш.-зм.
4.	Тривалість робіт	197 днів
5.	Коефіцієнт нерівномірності руху працівників	0,35
6.	Працевитрати на 1 м <sup>3</sup>	0,2 люд. - дн./м <sup>3</sup>

#### 4.3 Розробка буд генплану

Будівельним генеральним планом називається загальний план будівельного майданчика, на якому нанесені як споруджувані об'єкти, так і всі тимчасові спорудження, необхідні для здійснення будівництва.

Проектування будівельного генерального плану містить у собі розробку наступних питань:

- вибір і розрахунок потреби в будинках, спорудженнях і установках виробничого призначення;
- розрахунок потреби в тимчасових будинках і спорудженнях;
- розрахунок потреби й проектування тимчасового електропостачання, водопостачання, тепlopостачання;
- проектування зв'язку й диспетчеризації;

- проектування внутрішньо-майданчикowego транспорту.

При розробці лад генпланів повинні бути враховані наступні принципи:

- раціональне використання будівельного майданчика;
- забезпечення організації й технології зведення будинків і споруджень;
- раціональне розміщення на будмайданчику виробничих установок, складського господарства, мереж і пристроїв тимчасового водо- і енергопостачання, доріг і тимчасових будинків і споруджень, необхідних для безперебійного обслуговування провадження робіт при зведенні об'єкта;
- дотримання вимог по техніці безпеки й протипожежних правил;
- дотримання санітарно - побутового обслуговування робітників на площадці.

#### **4.3.1 Визначення потреби в тимчасових будинках**

Відповідно до графічної частини проекту, максимальне число робітників у зміну становить  $N=104$  чоловік.

Загальна чисельність працюючих на будові дорівнює:

$$104 * 100 / 85 = 122 \text{ чол.}$$

Чисельність ІТП та службовців:  $122 - 104 = 18$  чол.

В першу зміну буде працювати робітників 70% :

$$104 * 70 / 100 = 73 \text{ чол.}$$

Розрахунок по визначенню потреби в тимчасових будинках наведений у табл. 4.10

## Визначення потреби в тимчасових будинках

Таблиця 4.10

Найменування тимчасових будинків	Розрах. чисельність робітників, чол	Нормат показ. М <sup>2</sup> /чол	Розрах. площа, м <sup>2</sup>	Тип приміщення
<i>Гардеробна</i>	104	0,5	52	Інвентарні вагончики
Приміщення для відпочинку та приймання їжі	73	0,25	27	Конт.
Контора	18	4,0	72,0	Інвентарні вагончики
Туалет	104	0,014	1,512	Конт.
Душова	104	0,43	46,44	Конт.
Інструментально – роздавальний пункт	-	-	10,5	Інвентарні вагончики
Будівельна майстерня	-	-	10,5	Інвентарні вагончики

### 4.3.2 Розрахунок тимчасового енергопостачання

Порядок проектування:

- 1.Роблять розрахунок електричних навантажень;
- 2.Вибір джерела електроенергії. Визначення кількості і потужностей трансформаторних підстанцій;
- 3.Виявлення об'єкта першої категорії потребує резервного електроживлення;
- 4.Розміщують на СГП трансформаторні підстанції, силові й освітлювальні мережі, інвентарні електротехнічні пристрої.

Вихідними даними для організації тимчасового енергопостачання є обсяги, строки виконання й структура будівельно-монтажних робіт, площі тимчасових будинків, споруджень і закритих складів, розміри будівельного майданчика, типи й потужності будівельних машин і б7н..

Проектування тимчасового електропостачання ведеться в наступному

порядку:

- визначають споживачів електроенергії, кількість необхідної електричної потужності в зміню по кожному споживачі й сумарну потрібні потужності електроустановок або трансформатора;
- підбирають відповідний тип трансформатора, установлюють його місце розташування на лад генплані й проектують тимчасову електромережу.

$$P_{mp} = \alpha \left( \frac{K_1 \sum P_c}{\cos \varphi_1} + \frac{K_2 \sum P_m}{\cos \varphi_2} + \frac{K_3 \sum P_{ov}}{\cos \varphi_3} + \frac{K_4 \sum P_{on}}{\cos \varphi_4} + \frac{K_5 \sum P_{sv}}{\cos \varphi_5} \right), \quad (4.9)$$

де:

$\alpha$  - коефіцієнт втрати потужності в мережі;

$P_c$  - потужності силових споживачів;

$P_m$  - потужності для технічних потреб;

$P_{ov}$  - споживана потужність для зварювальних трансформаторів;

$P_{sv}$  - споживані потужності освітлювальними приладами для внутрішнього висвітлення;

$P_{on}$  - споживані потужності для зовнішнього висвітлення;

$\cos \varphi_1 = 0,7$  - коефіцієнт потужності для моторів;

$\cos \varphi_2 = 0,8$  - коефіцієнт потужностей для технічних цілей;

$\cos \varphi_3 = 1$

$\cos \varphi_4 = 1$

$\cos \varphi_5 = 0,6$

$K$  - коефіцієнти одночасного споживання енергії:

$K_1 = 0,4; K_2 = 0,4; K_3 = 0,8; K_4 = 0,9; K_5 = 0,8;$

1. Сумарна потужність моторів для будівельних машин і механізмів ( $P_c$ ):

- баштовий кран БК 100.3М - 2штуки - 95кВт,
- фарбувальний агрегат - 1штука- 4 кВт,
- різні дрібні механізми й інструменти - 5,5 кВт

$$\sum P_c = 104,5 \text{ кВт}$$

2. Сумарна потужність зварювальних трансформаторів ( $P_{sv}$ ):

$$- \text{ТС-500} \quad P_c = 32 \cdot 2 = 64 \text{кВт}$$

3. Потужність для внутрішнього освітлення ((P<sub>св</sub>):

закриті склади

$$2 \text{Вт} / \text{м}^2 \cdot 40 \text{м}^2 = 80 \text{Вт} = 0,08 \text{кВт}$$

ремонтна майстерня

$$15 \cdot 25,23 = 378,45 \text{Вт} = 0,378 \text{кВт}$$

контори й службові приміщення

$$15 \cdot 48 = 0,72 \text{кВт}$$

$$\sum P_{ос} = 1,178 \text{кВт}$$

4. Потужність для зовнішнього освітлення ( $\Sigma P_{он}$ ):

головні проходи й проїзди

$$210 \cdot 5 = 1050 \text{Вт} = 1,05 \text{кВт}$$

другорядні проходи й проїзди

$$210 \cdot 2,5 = 525 \text{Вт} = 0,525 \text{кВт}$$

охоронне висвітлення

$$2 \cdot (70 + 30) \cdot 1,5 = 300 \text{Вт} = 0,3 \text{кВт}$$

відкриті склади

$$7 \cdot 50 \cdot 2 = 700 \text{Вт} = 0,7 \text{кВт}$$

висвітлення монтажу

$$760,3 \cdot 3 = 2281 \text{Вт} = 2,281 \text{кВт}$$

$$\sum P_{он} = 4,856 \text{кВт}$$

5. Потреби для електронагрівника потужністю  $P_T = 500 \text{кВ} \cdot \text{А}$

$$P_{mp} = 1,1 \left( \frac{0,4 \cdot 104,5}{0,7} + \frac{0,4 \cdot 500}{0,85} + \frac{0,8 \cdot 1,178}{1} + \frac{0,9 \cdot 4,856}{1} + \frac{0,8 \cdot 64}{0,6} \right) = 385,7 \text{кВ} \cdot \text{А}$$

Вибираємо трансформаторну підстанцію - СКТП-560 1шт.

$P = 560 \text{кВа}$ .

#### 4.3.3 Розрахунок тимчасового водопостачання

Тимчасове водопостачання на будівельному майданчику призначено для забезпечення виробничих, господарсько-побутових і протипожежних потреб. При проектуванні тимчасового водопостачання необхідно визначити потребу,

виробити джерело, намітити схему, розрахувати діаметр водопроводу, прив'язати трасу й спорудження на генплані. Варто гранично використовувати постійні джерела й мережі водопостачання.

Водогінну мережу необхідно розраховувати на період її найбільш напруженої роботи, тобто вона повинна забезпечувати споживачів водою в години максимального водозабору й під час гасіння пожежі. Зведені витрати води наведені в табл. 4.11

Водопостачання будівельного майданчика

Забезпечення 3 видів потреб

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{вр}} + Q_{\text{г}} + Q_{\text{пож}}, \quad (4.10)$$

де :

$Q_{\text{г}}$  – максимальна витрата на господ.-побутові потреби

$Q_{\text{вр}}$  – максимальна витрата води на виробничі потреби

$Q_{\text{пож}}$  – теж, на протипожежні потреби

Зведені витрати води

Таблиця 4.11

Споживачі	Один. виміру	Кількість у зміну	Питома витрата	$K_n$	t, год.
Компресор P = 10кВт/год	кВт / год	70	700	1,5	8
Мийка машин	Маш.	10	2000	1,5	8
Мийка тракторів	Маш.	2	200	1,5	8

$$Q_{\text{вр}} = K_{\text{пр}} \frac{\sum \varepsilon_n n_n k_r}{3600t} = 1,2 \frac{(700 + 2000 + 200)1,5}{3600 \cdot 8} = 0,18 \text{ л/с} \quad (4.11)$$

t – число годин, що враховуються, у зміну 8ч.

$K_y$  – коефіцієнт годинної нерівномірності

$n_n$  – число виробничих споживачів

$\varepsilon_n$  – питома витрата води на виробничі цілі

$$K_{\text{пр}} = 1,2 \div 1,3$$

$$Q_{\text{г}} = \frac{q_x n_p k_r}{3600t} + \frac{q_g n_g}{60t_1} = \frac{20 \cdot 40 \cdot 2,7}{3600 \cdot 8} + \frac{30 \cdot 0,8 \cdot 40}{60 \cdot 45} = 0,43 \text{ л/с}, \quad (4.12)$$

$q_r$  – питома витрата води на господарсько-побутові потреби одного працюючого (20-25л)

$q_g$  – питома витрата води на прийом душу одного працюючого (30-50л)

$n_p$  – число працюючих у максимально завантаженій зміні

$n_g$  – число користувачів душем (80%)

$k_r$  – коефіцієнт нерівномірності

$Q_{\text{пож}} = 20$  л/с

$Q_{\text{заг}} = 0,18 + 0,43 + 20 = 20,61$  л/с

Визначаємо діаметр труби

$$D = \sqrt{\frac{4000Q_{\text{общ}}}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4000 \cdot 20,61}{3,14 \cdot 1,5}} = 130 \text{ мм}, \quad (4.13)$$

Приймаємо  $D=150$ мм

$Q$  – розрахункова витрата води, л/с.

$V$  – швидкість руху води по трубах, м/с.

Для мереж тимчасового водопроводу значення швидкостей приймають більшими ніж для постійного водопроводу :  $V = 1,5$  м/с., що дозволяє приймати трубопроводи меншого діаметра.

Тимчасові водогінні мережі виконуються зі сталевих труб.

Витрати води на протипожежні потреби можуть бути прийняті в наступних кількостях :

при площі забудови до 50 га. - 20 л/с.

На кожні 20 га. + 5 л/с.

#### 4.3.4 Опис будівельного генерального плану

Розроблений будівельний генеральний план передбачає максимальне використання для потреб будівництва постійних доріг, водопровідних і електричних мереж. У ньому зазначені основні будівельні механізми і баштові крани БК100.3 за допомогою яких зводиться будинок. У графічній частині представлені робоча й небезпечна зони впливу кранів. У зоні дії кранів перебуває площадка прийому бетону й розчину. Площадки відкритого зберігання забезпечують складування нормативного запасу для безперебійного

провадження робіт. Закриті склади розташовані в безпосередній близькості з адміністративно- побутовими приміщеннями.

Тимчасові дороги влаштовуються шириною 3,5 м. Рух машин однобічний. Тимчасові дороги на будмайданчику закріплені навколо споруджуваного будинку. Прийняте розташування тимчасових доріг обумовлене тим, що при подальшому благоустрої території воно буде збігатися з розташуванням основних під'їздів до будинку.

Регулювання й безпека руху автотранспорту по території будівництва забезпечено пристроєм тимчасових доріг, установкою знаків обмеження швидкості руху, покажчиків руху по будівельному майданчику.

Для освітлення будівельного майданчика у вечірній і нічний час передбачена система тимчасового освітлення - щогли із прожекторами.

Подача електроенергії монтажним механізмам здійснюється по ізолюваних кабелях. Тимчасова трансформаторна підстанція здійснює подачу електроенергії шляхом приєднання її до діючої електромережі.

Побутові, тимчасові приміщення перебувають поза зоною дії крана поблизу входу на будмайданчик.

Внутрішньо-майданчикове тимчасове водопостачання здійснюється шляхом приєднання до діючої системи водопостачання. Тимчасовий водопровід розрахований на задоволення господарсько-побутових і виробничих потреб. Тимчасове водопостачання будмайданчику закріплене й на пожежній мережі передбачаються пожежні гідранти.

Вся територія будівельного майданчика захищається тимчасовим забором.

#### **4.3.5 Техніко - економічні показники**

1. Площа будмайданчику – 8200 м<sup>2</sup>
2. Площа тимчасових будинків – 178,3 м<sup>2</sup>
3. Площа відкритих складів – 170 м<sup>2</sup>
4. Площа доріг – 1310 м<sup>2</sup>
5. Площа закритих складів – 670 м<sup>2</sup>

6. Площа навісів – 800 м<sup>2</sup>
7. Коефіцієнт забудови – 0,22
8. Коефіцієнт використання площі – 0,26

## РОЗДІЛ 5

# БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ

					<b>КНУ.МР.192.25.342с.05 БЖД ОП</b>			
<b>Зм</b>	<b>Кіль</b>	<b>Прізвище</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>	<i>Проектування 14-ти поверхової житлової будівлі на структурному геомасиві</i>	<b>Стадія</b>	<b>Аркуш</b>	<b>Аркушів</b>
Керівник		Тімченко				МР		
Консул.		Шапозалов						
Магістр.		Головко						
Зав.каф		Валовой						
						<b>ПЦБ-24М</b>		

## **5.1 Загальні відомості про об'єкт проектування**

Житловий 14-ти поверховий будинок виконано каркасного типу. Будівля житлового будинку цегляна, відноситься до другого ступеня вогнестійкості.

Для забезпечення безпечних та комфортних умов життя мешканців в проекті передбачені поліпшені об'ємно-планувальні рішення. В будівлі запроектовані житлові та санітарно-побутові приміщення для мешканців.. В усіх приміщеннях передбачено природне та штучне освітлення. Будівля запроектована з опаленням. Для вентиляції передбачені вентиляційні короби та шахти. До будівлі підведені мережі питного та пожежного водопостачання, каналізація, електромережі виконані у відповідності до вимог електробезпеки. Біля будівлі встановлений контурний заземлювач, для заземлення електрооснащення та молніезахисту.

Оздоблення фасадів та приміщень виконане із застосуванням сучасних будівельних матеріалів.

Існуюче розміщення будівлі на ділянці зроблене з урахуванням забезпечення нормативних протипожежних розривів до найближчих будівель і споруд.

Трасування під'їздів і проїздів вирішене з урахуванням забезпечення безперешкодного під'їзду протипожежної техніки до будівлі і пожежних гідрантів відповідно до нормативних вимог.

## **5.2 Генплан і буд генплан**

Обґрунтування та аналіз особливостей запроектованого 14-ти поверхового будинку з точки зору виконання робіт підвищеної небезпеки:

### **5.2.1 Небезпечні зони на будівельному майданчику.**

При організації будівельного майданчика, розміщенні ділянок робіт, робочих місць, проїздів будівельних машин, транспортних засобів, проходів для людей (за ДБН А.3.2-2-2009) слід встановити небезпечні для людей зони, в межах яких постійно діють або потенційно можуть діяти небезпечні виробничі фактори.

До зон постійно діючих небезпечних виробничих факторів слід віднести:

- смуга шириною до 2 м по периметру від неогорожених перепадів по висоті на 1.3 м і більше;
- місця переміщення машин та устаткування або їх робочих органів та відкритих рухомих або обертових частин;
- місця, над якими відбувається переміщення вантажів вантажопідйомними кранами;
- місця, де рівні шуму, вібрації або забруднення повітря перевищують гігієнічні норми.

До зон потенційно діючих небезпечних виробничих факторів слід віднести:

- монтажні зони, ділянки території поблизу споруджуваного будинку чи споруди;
- поверхи (яруси) будівель і споруд в одній захватці, над якими відбувається монтаж (демонтаж) конструкцій або обладнання.

Зони постійно діючих небезпечних виробничих факторів, щоб уникнути доступу сторонніх осіб захищаються. Виробництво будівельно-монтажних робіт у цих зонах (за ДБН А.3.2-2-2009) не допускається.

Зони потенційно діючих небезпечних виробничих факторів виділяються сигнальними огорожами.

При виконанні будівельно-монтажних робіт у зазначених небезпечних зонах здійснюються організаційно-технічні заходи, які забезпечують безпеку працюючих.

Кордон небезпечної зони, в межах якої можливо виникнення постійно діючих небезпечних виробничих факторів:

- поблизу місць переміщення вантажів (від горизонтальної проекції траєкторії максимальних габаритів переміщуваного вантажу) - 15м.
- поблизу споруджуваного будинку чи споруди (від зовнішнього периметра) – 10м.

Межі небезпечної зони роботи баштових кранів (за ДБН А.3.2-2-2009) визначаються площею між підкрановими шляхами, збільшеної в кожен бік на  $(R + S_H)$ , тобто

– довжина  $L = l + 2(R + S_H)$ ,

– ширина  $B = b + 2(R + S_H)$ ,

де  $l$  – довжина підкранової колії, м;  $b$  – ширина колії, м;  $R$  – максимальний виліт гака, м;  $S_H$  – відліт вантажу при його падінні з висоти.

Для баштового крана КБ-5032 з висотою підйому вантажу 120 м, робочим вильотом 4-50 м, вантажопідйомністю 5,6-12,т:

$$L = 12.5 + 2(50 + 15) = 142,5\text{м};$$

$$B = 7.5 + 2(50 + 15) = 137.5\text{м}.$$

Межі монтажної зони, де виявляється потенційна дія небезпечних виробничих факторів, пов'язаних з падінням предметів, визначаються зовнішніми контурами об'єкта що будується, збільшеними на  $S_H$ : для запроектованої будівлі при розмірах будівельного майданчика 105 x 55м межа монтажної зони дорівнює 120 x 70 м. Межі небезпечної зони зменшені за рахунок установки на баштовому крані обмежувачів повороту башти.

Межі небезпечних зон поблизу рухомих частин і робочих органів визначаються відстанню в межах 5 м, якщо інші підвищені вимоги відсутні у паспорті та інструкції заводу-виготовлювача.

Межа небезпечної зони роботи вертикального підйомника охоплює простір можливого падіння вантажу, що піднімається. Небезпечну зону слід приймати для будинків висотою до 20 м – не менше 5 м від конструкції підйомника, а для будинків більшої висоти  $0,25 h$ , де  $h$  – висота будівлі, м.

У даному проекті межа небезпечної зони –  $0,25 \times 85 = 21,25$  м.

Межа небезпечної зони в місцях проходження тимчасових електричних мереж визначається простором, в межах якого робітник може торкнутися проводів монтуємими довгомірними деталями. Небезпечна зона в цьому випадку визначається максимальною довжиною деталі плюс 1 м.

## 5.2.2 Транспортні шляхи

Для під'їзних шляхів максимально використовуються наявні дороги і при об'єктні майданчики.

Проектом також передбачено що, до початку робіт на будівельному майданчику повинні бути споруджені під'їзні шляхи та внутрішньо майданчикові дороги, забезпечуючи вільний і безпечний доступ транспортних засобів до всіх споруджуваних об'єктів, складських приміщень, до адміністративних і санітарно-побутових приміщень, пункту харчування, медпункту.

Дороги влаштовуються з урахуванням мінімальних наближень до складів (0.6 - 1 м), підкрановим шляхам (6.5 - 12.8 м у залежності від вильоту гака крана), захисній огорожі буд майданчика (не менше 1.5 м), бровкам котлованів і траншей (поза їх небезпечних зон).

Ширина проїзної частини тимчасових доріг для даного проекту при двосмуговій організації руху - 6 м.

Радіус закруглень дорожнього полотна на поворотах в залежності від довжини транспортних засобів (для панелевозів - 12 м).

Дороги повинні бути оснащені дорожніми знаками безпеки, покажчиками місць розвантаження і навантаження; позначенням умовними знаками і написами місць в'їздів і виїздів. У в'їзді на будівельний майданчик повинна бути розміщена схема руху транспортних засобів.

Тимчасові дороги прийняті наступного типу: з твердим покриттям зі збірних інвентарних плит.

Швидкість руху транспортних засобів поблизу місць виконання робіт не повинна перевищувати на прямих ділянках - 10, на поворотах - 5 км / ч.

### **5.2.3 Огородження будівельного майданчика**

Територія будівельного майданчика повинна бути виділена на місцевості огорожами, так як об'єкт, що будується, розташований у межах міста:

– захисно-охоронними, призначеними для запобігання доступу сторонніх осіб на ділянці з небезпечними і шкідливими виробничими факторами та забезпечення збереження матеріальних цінностей;

- захисними, призначеними тільки для запобігання доступу сторонніх осіб на ділянці з небезпечними виробничими чинниками;
- сигнальними, призначеними для попередження про межі територій та ділянок з небезпечними і шкідливими виробничими чинниками.

За конструктивним виконанням огороження підрозділяються на панельні, панельно-стійкові і стійкові (рис. 5.1). Панелі огорож – прямокутні стандартної довжини 1,2, 1,6 і 2 м. Відстань між суміжними елементами огороження заповнення полотна панелей 80 ... 100 мм. Відстані між стійками сигнальних огорож не більше 6 м.

Використовуються збірно-розбірні огорожі з типовими елементами, з'єднаннями і деталями кріплень. Висота панелей для захисно-охоронних (з козирком і без козирка) огорожень території будівельних майданчиків – 2 м, для захисних (без козирка) огорожень території будівництва – 1,6 м, те ж з козирком - 2 м, для захисних огорожень ділянок виробництва робіт – 1,2 м.

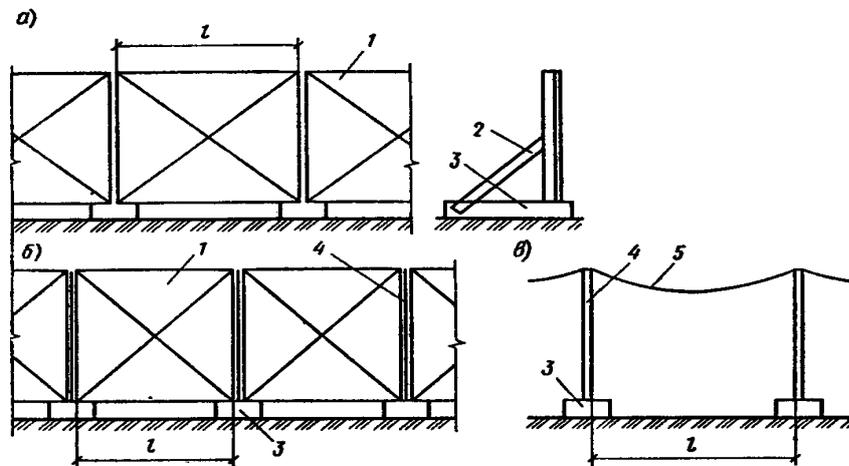


Рисунок 5.1 – Огородження будівельних майданчиків:

*a* – панельне; *б* – панельно-стійкові; *в* – стійкові;

1 – панель огороження; 2 – підкоси панелі; 3 – опора (лежінь);

4 – стійка; 5 – пеньковий або капроновий канат або дріт

Висота стійок сигнальних огорож 0,8 м. Тротуари загородження, розташовані на ділянках примикання будівельного майданчика до вулиць і проїздів, обладнуються поручнями, що встановлюються з боку руху транспорту.

#### 5.2.4 Електропостачання, водопостачання та освітлення.

Для пожежних потреб встановлюються 2 пожежних гідранта (як показано на будгенплані) з дотримань вимог пожежної безпеки: відстань між гідрантами не більше 100 м, відстань від дороги 2 м, відстань від будівлі 5 м.

В якості водопостачання на період будівництва використовується тимчасова лінія.

Визначаємо необхідну кількість води для протипожежних, технологічних та побутових потреб. Вона залежить від площі території будівельного майданчика.

Для даного об'єкту  $Q_{пож} = 10$  л/сек. (площа забудови до 10 Га).

Далі визначаємо  $Q_{обц} = Q_{пр} + Q_{хоз} + Q_{пож}$

$$Q_{пр} = \sum q_i * n * K_n / 8 * 3600$$

де  $q_i$  – питома витрата води на одиницю об'єму робіт або окремого споживача, літрів;  $n$  – обсяг робіт або кількість машин;  $K_n$  – коефіцієнт нерівномірності споживання води – 1,5 - 2,0.

$$\text{Поливання бетону } Q_{пр} = 450 * 118 * 1,5 / 8 * 2 * 3600 = 1,38 \text{ л / сек}$$

$$\text{Мийка автомашин } Q_{пр} = 400 * 10 * 1,5 / 8 * 2 * 3600 = 0,1 \text{ л / сек}$$

$$\text{Штукатурка } Q_{пр} = 8 * 102 * 1,5 / 8 * 2 * 3600 = 0,02 \text{ л / сек}$$

$$Q_{хоз.} = R * q_{хоз.} * K_n / 8 * 3600$$

де  $K_n$  – коефіцієнт нерівномірності споживання – 2,7;  $q_{хоз.}$  – витрата води на одного працюючого орієнтовно приймаємо в кількості 20-25л.; 36 л. – на прийом одного душа одним працівником.

$$Q_{хоз.} = 1968 * 36 * 2,7 / 8 * 3600 = 0,23 \text{ л / сек}$$

$Q_{пож.}$  – мінімальна витрата води для протипожежних цілей визначається з розрахунку одночасної дії двох струменів з гідрантів по 5л/сек на кожному струмінні, тобто 10 л / сек.

$$Q_{хоз.} = 1,38 + 0,1 + 0,02 + 0,23 = 1,73 \text{ л / сек}$$

Отже, остаточно приймаємо потребу у воді на виробничі та господарсько-побутові потреби  $Q_{заг} = 10$  л / сек

Для тимчасового водопостачання прокладаються азбоцементні труби. Так як тривалість будівництва досить велика, труби прокладаються нижче глибини промерзання. У системі водопостачання передбачається розміщення колодязів з пожежними гідрантами, що забезпечують можливість прокладки від них рукавів до місць загоряння на відстань до 100 м. Діаметр водопроводу визначається за формулою:

$$D = (4 * Q_{заг} / \pi * v)^{1/2} = (4 * 10/1000 * 3,1415926 * 1)^{1/2} = 0,112 \text{ м,}$$

де  $v = 1 \text{ м/сек}$  – при малій швидкості руху води.

Приймаємо діаметр трубопроводу 127 мм.

Для забезпечення будівельного майданчика електроенергією, влаштовується тимчасова лінія електропостачання. При улаштуванні лінії повинне дотримуватися правило – висота лінії над землею повинна бути не менше 6 м.

Для забезпечення видимості на будівельному майданчику при виконанні робіт у темний час доби передбачено прожекторне освітлення прожекторами: ПЗС-35, ПЗС-45 на щоглах, висота яких встановлюється з умови сліпучої дії. Місця розташування щогл вказані на буд генплані.

Кількість прожекторів визначено розрахунком залежно від площі захватки і висоти розташування.

Розрахунок проводимо за формулою:

$$n = P * E * S / P_{л},$$

де  $P$  – питома потужність прожектора;  $E$  – показник освітленості;  $S$  – освітлювана площа;  $P_{л}$  – потужність лампи.

$$S_{nl} = 17000 \text{ м}^2,$$

$$\text{Лампа ПЗС-35: } P = 0.3 \text{ В/м}^2$$

$$P_{л} = 1000 \text{ Вт}$$

$$E = 2$$

$$n = 0.3 * 2 * 1700/1000 = 12 \text{ шт}$$

За 2 лампи на опорі (6 опор)

Розміщення опор див. на буд генплані. Висота опори 25 метрів.

Освітлення будівельного майданчика має відповідати таким нормам (згідно з ДСТУ Б А.3.2-15:2011):

- загальне – 2 лкс;
- робоче – 50 лкс (для монтажних робіт);
- охоронне – 0,2 лкс;
- аварійне – 0,5 лкс.

### **5.2.5 Безпека при монтажних роботах**

До початку виконання монтажних робіт необхідно визначити порядок обміну умовними сигналами між особою, яка керує монтажем, та машиністом (мотористом) крана. Усі сигнали подаються лише однією особою ( бригадиром монтажної бригади, ланковим, такелажником-стропальником). Лише сигнал «Стоп» може подати будь-який робітник, який помітив небезпеку. Якщо конструкція, що монтується, знаходиться за межами поля зору машиніста крана, між ним та монтажниками повинен бути забезпечений надійний зв'язок. Якщо такої можливості немає, призначаються проміжні сигнальніки з числа стропальників (такелажників). В особливо відповідальних випадках (у разі піднімання конструкцій із застосуванням складного такелажу, методу повороту, під час насування великогабаритних і важких конструкцій; під час піднімання їх двома механізмами чи більше тощо) сигнали повинен подавати тільки керівник робіт.

Стропування елементів, що монтуються, необхідно виконувати у місцях, зазначених у робочих кресленнях, і забезпечувати їх піднімання і подавання до місця встановлення у положенні, близькому до проектного. ДБН А.3.2-2-2009 Забороняється піднімання елементів будівельних конструкцій, що не мають монтажних петель чи отворів, маркування і позначок, які забезпечують їх правильне стропування і монтаж. Під час монтажу з транспортних засобів елементи конструкцій забороняється проносити над кабіною водія.

Очищення елементів конструкцій, що підлягають монтажу, від бруду і льоду необхідно робити до їх піднімання.

Елементи, що підлягають монтажу, необхідно піднімати плавно, без ривків, розгойдування та обертання. Піднімання вантажу (примерзлого, частково засипаного ґрунтом, сміттям, з'єданого з елементами інших конструкцій тощо), який перевищує вантажопідйомність монтажного крана, заборонено. Піднімати конструкції необхідно в два етапи: спочатку на висоту 20 см – 30 см, потім, після перевірки надійності стропування та монтажних петель, здійснювати подальше піднімання.

Під час переміщення конструкцій чи обладнання відстань від них і до частин змонтованого обладнання, конструкцій, що виступають, повинна бути по горизонталі не менше ніж 1,0 м, а по вертикалі – не менше ніж 0,5 м.

Під час перерви у роботі залишати підняті елементи конструкцій і обладнання у піднятому стані заборонено.

Установлені в проектне положення елементи конструкцій чи обладнання повинні бути закріплені так, щоб забезпечувалася їх стійкість і геометрична незмінність. Розстропування елементів конструкцій і обладнання, які установлені у проектне положення, необхідно робити після постійного або тимчасового їх закріплення відповідно до проекту. Переміщувати встановлені елементи конструкцій чи обладнання після їх розстропування без використання монтажного оснащення, передбаченого проектом виконання робіт, не допускається.

До закінчення вивіряння і надійного закріплення встановлених елементів не допускається обпирання на них конструкцій, що розташовані вище, якщо це не передбачено проектом виконання робіт.

Стропувати вантаж, що перебуває у хиткому положенні, а також пересувати пристосування на піднятому вантажі заборонено.

Під час насування (переміщення) конструкцій і обладнання лебідками вантажопідйомність гальмових лебідок і поліспаств повинна дорівнювати вантажопідйомності тягових засобів, якщо інші вимоги не визначено проектом.

Забороняється виконання монтажних робіт на висоті у відкритих місцях за швидкості вітру 15 м/с і більше, під час ожеледі, грози, туману, що унеможлиблює видимість у межах фронту робіт. Роботи з переміщення і

установлення конструкцій, що мають велику парусність, необхідно зупиняти за швидкості вітру 10 м/с і більше.

Під час монтажу конструкцій із рулонних заготовок необхідно вживати заходів з унеможливлення самовільного згортання рулону.

Під час складання горизонтальних циліндричних ємностей, що складаються з окремих царг, необхідно застосовувати клинові прокладки та інші пристосування, що унеможливають мимовільне скочування царг.

Укрупнювальне складання таких, що підлягають монтажу, конструкцій і обладнання, необхідно виконувати у спеціально призначених для цього місцях.

Переміщення конструкцій чи обладнання кількома кранами (або піднімальними чи тяговими засобами) необхідно здійснювати згідно з проектом виконання робіт під безпосереднім керівництвом осіб, відповідальних за безпечне виконання робіт кранами.

### **5.2.6 Складування матеріалів і конструкцій**

Складування матеріалів, конструкцій і обладнання повинно забезпечувати безпеку ведення вантажно-розвантажувальних робіт, виключати мимовільне зміщення, осідання, осипання, розколювання, зминання і розкочування складованих матеріалів.

На будівельному майданчику для тимчасового зберігання матеріалів і конструкцій влаштовують відкриті, напівзакриті і закриті склади. Майданчики для складування повинні мати ухил в 2 ... 5° для відведення дощових і поверхневих вод. Підсипку щебенем або піском шаром 5 ... 10 см. У зоні дії вантажопідіймальних механізмів майданчики складування повинні виділятися захисним огорожуванням.

Відкриті при об'єктні склади влаштовують близько будівель та споруд, з розбивкою на зони дії монтажних кранів, вказівкою місць зберігання збірних елементів, приймання розчину і бетону, розміщення монтажної оснастки і засобів підмоцнення.

При складуванні збірних елементів і інших штучних виробів зручність і безпека робіт забезпечуються:

– укладанням деталей в штабелі з урахуванням їх стійкості і зручності видачі деталей. Підкладки у прокладки розташовують в одній вертикальній площині;

– формуванням штабелів з однорідних деталей з урахуванням їх допустимої висоти за умовою міцності і жорсткості;

– розміткою меж штабелів і проходів між ними з урахуванням мінімальної ширини проходу для робітників не менш 1 м;

– розміщенням у штабелів покажчиків зі схемами безпечного строкування і технічною характеристикою складованих виробів, а також із зазначенням марок виробів;

– розміщенням штабелів з більш важкими виробами ближче до крану, а з більш легкими – у глибині складу.

При складуванні у відвалах піску, гравію, щебеню та інших сипучих матеріалів безпека робіт забезпечується:

– формуванням відвалу з кутом природного укосу, який зберігається після кожного прийому та відпуску матеріалу;

– розміщенням відвалів з сипучими матеріалами у брівках котлованів і траншей на безпечній відстані, обґрунтованому розрахунком на стійкість навантаженого укосу виїмки.

При зберіганні небезпечних і шкідливих речовин і матеріалів, а також балонів зі стисненим і скрапленим газом безпека забезпечується:

– складуванням в окремих закритих, вентиляованих приміщеннях;

– розміщенням складів на території будівельного майданчика з урахуванням рози вітрів та ізоляцією їх від пунктів прийому їжі та водойм;

– роздільним зберіганням речовин, що входять в різні групи;

– необхідною вогнестійкістю складських приміщень;

– забезпеченням безпечних розривів між складськими приміщеннями та сусідніми будівлями і спорудами згідно з вказівками ДБН Б.2.2-12:2019;

– оснащенням ефективними засобами пожежогасіння.

### **5.3 Блискавкозахист будівлі.**

Для визначення категорії будівлі по захисту від блискавки (за ДСТУ EN 62305-2012) необхідно знати:

– тип будівлі: житлові і громадські будівлі, що піднімаються на 25 м і більше над середньою висотою навколишніх будинків в радіусі 400 м, а також окремо розташовані будинки висотою понад 30 м, віддалені від інших будівель на 400 м і більше;

– місце розташування (тип району за інтенсивністю грозової діяльності)

Інтенсивність грозової діяльності характеризується середнім числом грозових годин на рік  $n_{г}$ , або числом грозових днів на рік  $n_{д}$ .

При  $n_{д} = 30$  дн. тривалість грози вважають рівною 1,5 год, при  $n_{д} > 30$  дн. – 2 год.

Застосовують і більш узагальнений показник – середнє число ударів блискавки в рік ( $n$ ) на 1 км<sup>2</sup> поверхні землі, що залежить від інтенсивності грозової діяльності (табл. 5.2).

Таблиця 5.2 – Залежність середнього числа ударів блискавки в рік від інтенсивності грозової діяльності за рік

Інтенсивність грозової діяльності за рік, год	10... 20	20... 40	40... 60	60... 80	80... 100
Середнє число ударів блискавки в рік на 1 км <sup>2</sup>	1	3	6	9	12

Використовуючи значення  $n_{г}$ , визначають ймовірне число ударів блискавок в рік  $N$  в будівлю або споруду, що не має захисту від блискавки,

$$N = (S + 6h_x) * (L + 6h_x) * n * 10^{-6},$$

де  $S$  – ширина захищається будівлі або споруди, м;  $L$  – його довжина, м;  $h_x$  – найбільша висота будівлі або споруди, м.

$$N = (45 + 6 * 85,5) * (45 + 6 * 85,5) * 3 * 10^{-6} = 0,94$$

Запроектована будівля розташована в місцевості з середньою тривалістю гроз 20 годин на рік і більше;

– тип зони захисту при використанні стрижневих і тросових громовідводів: при  $0,1 < N \leq 2$  – зона Б.

Виходячи з вище вказаних відомостей, запроектована будівля належить до III категорії будівель.

Для запроектованої будівлі відповідно до ДСТУ EN 62305-2012 блискавко захист будівлі віднесений до III категорії. Для улаштування блискавко захисту на покрівлі будівлі під гідроізоляційним шаром прокладається блискавко приймальна сітка з круглої сталі Ø6 мм класу A240. Крок ячейки – не більше 12 x 12м. До сітки приєднуються радіо стійкі і опори загороджувальних ліхтарів. Всі виступаючі над покрівлею неметалічні елементи повинні бути обладнані додатковими блискавкоприймальниками, приєднаними до блискавкоприймальної сітки.

Струмовідводом слугує катанка Ø6 мм класу A240, прокладена в шахті ліфта цілим шматком з кріпленням до кронштейнів направляючих противаг ліфта. У технічному підпіллі катанка в 2-х місцях приєднується до арматур фундаменту, яка в даному проекті служить заземлювачем.

З'єднання системи блискавкозахисту виконуються зварюванням.

Роботи з захисту від блискавки виконуються будівельною організацією.

#### **5.4 Протипожежні заходи.**

– Нормативне обґрунтування:

Для проектного 14-ти поверхового житлового будинку за нормами ДБН В.2.2-15:2019 «Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення.» приймається I ступінь вогнестійкості (§ 1.11 табл.1 при кількості поверхів до 25). Згідно отриманого значення, визначаємо за нормами ДБН В.1.2-7:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека» межа вогнестійкості будівельних конструкцій проектного будівлі.

При I ступеня вогнестійкості будинку:

- Несучі елементи будівлі – не менше 120 хв.;
- Зовнішні стіни – не менше 30 хв.;
- Міжповерхові перекриття – не менше 60 хв.;
- Марші й сходові площадки – не менше 60 хв.

Межі вогнестійкості будівельних конструкцій визначають за стандартом РЕВ, де вказується, що крім вогневого випробування в ряді випадків межі вогнестійкості конструкцій можуть бути визначені і розрахунковим шляхом

Згідно з принципами розрахунку конструкцій будівель і споруд на вогнестійкість, розробленим А.І. Яковлевим, розрахунок проводиться за втратою несучої здатності і по прогріванню необігріваємих поверхонь конструкцій до неприпустимої температури. Момент часу впливу пожежі, після закінчення якого температура на поверхні конструкції, досягає неприпустимого рівня або несуча здатність знизиться до величини діючих на конструкцію робочих навантажень, або прогин конструкції досягне неприпустимого рівня, характеризує розрахункову вогнестійкість конструкції.

Розрахунок вогнестійкості конструкцій за прогріванню їх необігріваним поверхонь до неприпустимою температури полягає у вирішенні суто теплофізичної завдання – визначенні зміни температури поверхні конструкції,  $T(x = \delta, \tau)$  під часу впливу пожежі  $\tau$ . Межа вогнестійкості конструкції в цьому випадку визначається з умови: при  $T(x = \delta, \tau) = T_{кр}$ ,  $\tau = P_{ф}$ .

Розрахунок температури  $T_{x,y}$  арматурного стрижня в залізобетонних елементах, що обігріваються з усіх боків, виконують за формулою:

$$T_{x,y} = T_e - (T_e - T_y) * (T_e - T_x) / (T_e - T_n),$$

де  $T_x$  – температура, що обчислюється за формулою:

$$T_x = 1250 - (1250 - T_n) * \left[ \operatorname{erf} \frac{k + (x + k_1 d) / \sqrt{a_{np}}}{2\sqrt{\tau}} + \operatorname{erf} \frac{k + b_x - (x + k_1 d) / \sqrt{a_{np}}}{2\sqrt{\tau}} - 1 \right],$$

де  $b_x$  – розмір перерізу по осі  $OX$ , м.;  $x$  – відстань від найближчої обігрівається межі перетину до краю стержня по осі  $OX$ , м.

Визначаємо час нагріву до критичної температури арматури розтягнутої зони багатопротітної жорстко опертого перекриття в умовах вогневого впливу.

*Вихідні дані:*

– Матеріал плити – важкий бетон на вапняковому щебені,  $\rho_0 = 2330 \text{ кг/м}^3$ , вологість  $u_n = 1,4\%$ . Товщина захисного шару бетону до низу робочої арматури  $\delta = 0,015 \text{ м}$ .

– Теплофізичні характеристики бетону –  $\lambda_T = 1,2 - 0,00035T$ ,  $c_T = 0,71 + 0,00084T$ .

– Початкова температура плити  $T_n = 20$  °C. Режим теплового впливу при пожежі – стандартний.

– Арматура в розтягнутій зоні – стрижні  $\varnothing$  8A400; критична температура прогріву арматури  $T_{кр} = 500$  °C.

*Рішення:*

Визначаємо щільність сухого бетону:

$$\rho_0 = 100 * \rho_u / (100 + u_n) = 100 * 2330 / (100 + 1,5) = 2296 \text{ кг/м}^3.$$

Визначаємо розрахункові середні значення теплофізичних характеристик:

$$\lambda_T = 1,2 - 0,00035T = 1,2 - 0,00035 * 450 = 1,0425 \text{ Вт/(м*°C)};$$

$$c_T = 0,71 + 0,00084T = 0,71 + 0,00084 * 450 = 1,09 \text{ Дж/(кг*°C)};$$

$$a_{пр} = 3,6 * \lambda_{T,ср} / [(c_{T,ср} + 0,05 * u_n) * \rho_0] =$$

$$= 3,6 * 1,04 / [(1,09 + 0,05 * 1,5) * 2296] = 0,00140 \text{ м}^2/\text{год}.$$

Визначаємо значення коефіцієнтів  $k$  і  $k_1$  –  $k = 0,62$ ,  $k_1 = 0,5$ .

Визначаємо вихідне час нагріву до критичної температури арматури розтягнутої зони плити:

$$500 = 1250 - (1250 - 20) * \left[ \text{erf} \frac{0,62 + (0,015 + 0,5 * 0,014) / \sqrt{0,0014}}{2\sqrt{\tau}} \right],$$

$$\text{звідки } \text{erf} * (0,619 / \sqrt{\tau}) = 0,61; \sqrt{\tau} = 1,015, \tau = 1 \text{ годину}$$

Отримане час нагріву до критичної температури арматури розтягнутої зони плити  $\tau = 1$  година задовольняє пропонованим вимогам ДБН В.1.2-7:2021 щодо межі вогнестійкості будівельних конструкцій проектованої будівлі для міжповерхових перекриттів.

– Конструктивно - планувальні рішення.

У проектуємій будівлі передбачені конструктивні, об'ємно-планувальні та інженерно-технічні рішення, що забезпечують у разі пожежі:

– Можливість евакуації людей незалежно від їх віку та фізичного стану назовні на прилеглу до будинку територію (далі - назовні) до настання загрози їх життю і здоров'ю внаслідок впливу небезпечних факторів пожежі;

– Можливість порятунку людей;

– Можливість доступу особового складу пожежних підрозділів і подавання засобів пожежогасіння до осередку пожежі, а також проведення заходів з порятунку людей та матеріальних цінностей;

– Обмеження прямого і непрямого матеріального збитку, включаючи вміст будівлі і сам будинок, при економічно обгрунтованому співвідношенні величини збитків і витрат на протипожежні заходи, пожежну охорону та її технічне оснащення.

Для усієшної евакуації мешканців з палаючої будівлі передбачено:

– Незадимлювана сходи з входом в сходову клітку з поверху через зовнішню повітряну зону по відкритих переходах, при цьому забезпечується Незадимлюваність переходу через повітряну зону. Сходи влаштовується з підпором повітря до сходової клітки у разі пожежі;

– Вихід з техподполья відразу на прилеглу територію;

– Відкриття дверей загального користування передбачено по ходу евакуації;

– Показчики шляхів евакуації.

Для порятунку людей з палаючої будівлі передбачено:

– В квартирах передбачені відстійники на балконах з довжиною протипожежної перешкоди не менше 1,2 м, призначені для того, щоб люди змогли сховатися від вогню до моменту приходу допомоги;

– Можливість зняття людей з відкритих переходів в зоні сходово-ліфтового вузла.

Для доступу особового складу пожежних підрозділів і подавання засобів пожежогасіння до осередку пожежі передбачено:

– Пристрій двох внутрішніх сходів на всю висоту будівлі (звичайної і незадимлюваної);

– Відкриття дверей в квартири у вунррь приміщення;

– Зазор між сходовими маршами у плані - 100мм для протягання пожежних рукавів;

Для обмеження прямого і непрямого матеріального збитку передбачено:

- Поділ будівлі по висоті на 5 зон за допомогою протипожежних перешкод у сходових клітинах;
- Використання в якості матеріалів для ізготавлення несучих і огорожувальних конструкцій матеріали, які мають достатню вогнестійкість і пройшли сертифікацію в органах державної пожежної охорони відповідно до діючих норм;
- Забезпечення утримання будівлі та працездатності засобів її протипожежного захисту у відповідності до вимог проектної та технічної документації на них в експлуатації силами державної пожежної охорони;
- Забезпечення контролю за виконанням правил пожежної безпеки, затверджених в установленому порядку, в тому числі ППБ 01 силами державної пожежної охорони;
- Не допускати змін конструктивних, об'ємно-планувальних та інженерно-технічних рішень без проекту, розробленого відповідно до діючих норм і затвердженого в установленому порядку за допомогою контролю представниками генпроектувальника, замовника та органами державної пожежної охорони;
- При проведенні ремонтних робіт не допускати застосування конструкцій і матеріалів, що не відповідають вимогам діючих стандартів.

### **5.5 Заходи з охорони праці при виконанні монтажних робіт**

Монтаж будівельних конструкцій відноситься до робіт з підвищеною небезпекою. Робітники, які виконують монтажні роботи, повинні пройти медичний огляд, спеціальну підготовку, здати іспит і отримати посвідчення на право виконання робіт. Вантажопідіймальні машини та такелажні пристрої до початку роботи і в процесі експлуатації повинні проходити технічне опосвідчення відповідно до вимог Держтехнагляду.

Огляд вантажопідіймальних машин і механізмів проводять щомісяця. Траверси оглядають не рідше одного разу на 6 міс, кльоші - через 1 міс, стропи - кожні 10 днів. Зовнішній огляд сталевих канатів слід виробляти щодня, керуючись нормами вибракування зношених канатів. Такелажні пристосування

під час опосвідчення випробовують навантаженням, на 25% перевищує розрахункову вантажопідйомність. Дату випробувань і вантажопідйомність вказують на бирках, що прикріплюються до захватним пристосуванням. Крани слід установлювати відповідно до проекту виробництва робіт, при цьому необхідно забезпечити безпечні відстані кранів від ліній електропередачі, укосів котлованів, габаритів будівель і споруд.

Риштування і помости повинні мати огороження на рівні робочого місця висотою не менше 1 м. На монтажних роботах використовують типові інвентарні риштування і помости. Ліси й підйомні коліски повинні мати паспорти підприємства-виробника.

Монтаж конструкцій проводять відповідно до проекту виконання робіт. У ньому повинні бути передбачені основні заходи щодо виконання вимог безпеки. Стропування конструкцій виробляють стропами або спеціальними вантажозахоплювальними пристроями за схемами, передбаченим технологічною картою, з використанням напівавтоматичних пристроїв для расстроповки із землі. При вільному монтажі підняті елементи необхідно утримувати від розгойдування відтяжками. Конструкції, що не володіють достатньою жорсткістю, треба підсилювати відповідно до проекту. Розстропування монтованих елементів проводять тільки після надійного їх закріплення. До остаточного закріплення повинна бути забезпечена їх стійкість за допомогою тимчасових зв'язків, розчалок, кондукторів і т.п.

Заборонено суміщати монтажні роботи на одній захватці по вертикалі з іншими роботами в нижніх поверхах при висоті будівлі менше п'яти поверхів. Поєднувати ці роботи можна тільки у виняткових випадках.

Монтажники повинні знаходитися поза контуром встановлюваних конструкцій з боку, протилежного їх подачі. Складальні операції на висоті здійснюють зі спеціальних риштування або колісок. Монтажники-верхолази повинні мати спеціальний одяг, неслизьку взуття і запобіжні пояси. Для переходу від однієї конструкції до іншої повинні бути передбачені сходи, перехідні містки і трапи.

Майданчик, на якому проводять монтаж, є небезпечною зоною, і

перебувати на ній заборонено. Межу небезпечної зони визначають окружністю, окресленої радіусом, рівним вильоту гака стріли крана, плюс 7-10 м від контуру вантажу, що піднімається (на відстань 7 м може відлетіти вантаж при підйомі його на висоту до 20 м і на 10 м - при підйомі на висоту до 100 м).

Керувати підйомом конструкцій повинен тільки одна людина - бригадир монтажної бригади або ланковою. Команду "Стоп!" може подати кожен робітник, який помітив небезпеку.

Монтажні роботи заборонено проводити при вітрі силою 6 балів (10-12 м / с) і більше на висоті, у відкритих місцях, при ожеледиці, сильному снігопаді і дощі. При використанні баштових кранів останні повинні бути ретельно закріплені. Перед початком монтажних робіт систематично оглядають приємним канати і стропи. Канати, що мають обірвані дроту на один крок сукання в кількості більше 10% при хрестовій і 5% при однобокого сукання, повинні бути вилучені з ужитку. Всі захватні пристосування до початку використання відчувають і постачають бирками із зазначенням допустимої вантажопідйомності.

Результати випробувань реєструють у спеціальних журналах. Перед підйомом елементів монтажник зобов'язаний уважно оглянути стан монтажних петель, захватних пристосувань, правильність стропування. Чи не дозволяється відривати краном вантажі, примерзлі до землі, засипані ґрунтом, захаращені іншими елементами. При монтажі конструкцій підходити до них і починати установку в проектне положення можна тільки після того, як елемент опущений на відстань не більше 30 см від місця установки. Під час перерв у роботі забороняється залишати вантаж висячим на гаку крана.

Найбільш небезпечними є роботи на висоті. Верхолазними вважають роботи, які виконують на висоті більше 5 м від поверхні ґрунту або робочого настилу. Працюючі на висоті монтажники повинні користуватися касками, запобіжними поясами, нековзною взуттям. Карабіни запобіжних поясів пристібають до стійким елементам або спеціально натягнутим канатів. Всі монтажні роботи на висоті виконують з риштування, розрахованих на навантаження від людей, інструментів і допоміжних матеріалів.



# РОЗДІЛ 6

# ЕКОЛОГІЯ

Зм	Кіль	Прізвище	Підпис	Дата	КНУ.МР.192.25.342с.05 Е			
Керівник	Тімченко				Проектування 14-ти поверхової житлової будівлі на структурному геомасиві	Стадія	Аркуш	Аркушів
Консул.	Паливода					МР		
Магістр.	Головко					ПЦБ-24М		
Зав.каф	Валовой							

## **6.1 Опис місця провадження планованої діяльності**

Дана земельна ділянка відповідає містобудівній документації та знаходиться за межами санітарних зон промислових підприємств, охоронних зон ліній електропередач, очисних споруд та залізничної колій, прибережних захисних смуг водних об'єктів, та не відноситься до історико-культурних територій та об'єктів природно-заповідного фонду України Дніпропетровської області.

Земельна ділянка для будівництва вільна від забудови, тому роботи по демонтажу не передбачаються. Під час проведення підготовчих робіт передбачається: здійснення попереднього планування майданчика будівництва; огороження та організації тимчасових мереж; улаштування тимчасових доріг та майданчиків; організація тимчасового містечка будівельників, а в основний будівельний період – проведення земляних робіт, улаштування конструкцій нульового циклу будівель та споруд, монтаж будівельних конструкцій, загально-будівельні роботи, монтаж обладнання, спеціальні та пусконаладжувальні роботи.

Родючий шар ґрунту перед початком будівельних робіт знімається для збереження, після закінчення будівельних робіт повертається та використовується для благоустрою території.

Водопостачання і водовідведення комплексу централізоване.

Для відведення дощових вод з покрівель будівель та споруд передбачається влаштування системи зовнішніх водостоків. Максимально розрахунковий об'єм дощових та зливових вод становить 700 л/сек, що дозволяє приєднання дощової каналізації підприємства до проектної міської дощової каналізаційної мережі по вул. Пришвіна. Дощові води з території комплексу попередньо будуть проходити очищення на локальних очисних спорудах.

Гаряче водопостачання здійснюється від поквартирного котла. Для забезпечення поливального крану гарячою водою в приміщенні мусорокамери встановлюється електроводонагрівач «Thermex»  $V = 10$  л і встановленою потужністю  $N = 1.5$  кВт.

Нормативні рівні шуму в приміщеннях будинку забезпечені архітектурно-

планувальними рішеннями. Проектом передбачена установка вікон з подвійними склопакетами. Зовнішні двері укомплектовані дверними закривачами і ущільнювачами в притворах. У допоміжних приміщеннях будинку устаткування, що виділяє шум, відсутнє.

Вентиляція приміщень запроектована припливно-витяжна з механічним і природним спонуканням. Видалення повітря здійснюється через проєктовані вентканали.

Заходами по енергозбереженню передбачено утеплення зовнішніх конструкцій будинку мінплитами STROPROCK, що являються також звукоізоляційними.

Відповідно до даних інженерно-геологічних досліджень, виконаних ЗАТ "Проектбудвишукування" в березні-квітні 2019 р., геологічна будова ділянки представлена наступними елементами:

- насипні ґрунти: ґрунт, щебінь;
- піски кварцеві сірі пилуваті, в покрівлі жовто-бурі глинисті, неогенові, маловологі, середньої щільності, з уламками окварцованного вапняку (10 - 15 см).

В період досліджень розкритий один безнапірний водоносний горизонт, сталий рівень якого зафіксований на глибині 8,5 м (абс. відм. 63.58 м).

Амплітуда сезонних коливань складає 0,62 м. Вода – середовище, згідно ДСТУ Б В.2.6-145:2010, за змістом сульфатів неагресивна до бетону марок W4, W8 на портландцементе; неагресивна до бетонів марок W4, W6, W8 на портландцементе з вмістом в клінкері C3 S не більше 65%, C3A не більше 7%, C3A+C4 AF не більше 22%, неагресивна до бетонів марок W4, W6, W8 на сульфатостійких цементах за нормативом.

За змістом хлоридів неагресивна до залізобетонних конструкцій при постійному зануренні і середньоагресивна – при періодичному змочуванні. Природною підставою існуючих фундаментів служать ґрунти -піски кварцеві, сірі пилуваті, в покрівлі жовто-бурі глинисті маловологі, з уламками окварцованного вапняку (10 - 15 см), з глибини 8,5 м.

## **6.2 Оцінка впливу на довкілля**

Відповідно до змін у законодавстві, а також Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» встановлюються оновлені правові та організаційні засади оцінки впливу на довкілля, спрямованої на запобігання шкоді довкіллю, забезпечення екологічної безпеки, охорони довкілля, раціонального використання і відтворення природних ресурсів, у процесі прийняття рішень про провадження господарської діяльності, яка може мати значний вплив на довкілля, з урахуванням державних, громадських та приватних інтересів.

### **6.2.1 Вплив на атмосферне повітря**

У період виконання будівельних робіт, джерелами надходження забруднюючих речовин до атмосферного повітря можуть бути процеси зварювання, фарбування, складування сипучих матеріалів та здійснення підготовчих земляних робіт, влаштування нового дорожнього покриття, а також робота двигунів внутрішнього згорання будівельної техніки та автотранспорту.

В атмосферне повітря будуть надходити діоксид азоту, сажа, діоксид сірки, оксид вуглецю, бенз(а)пірен. вуглеводні, метан, свинець, тверді суспендовані частинки, вуглеводні насинені, фенол, етилен, етиловий спирт, ксилол, залізо та його сполуки, марганець та його сполуки, пил неорганічний. Дане забруднення має короткочасний і локальний характер та припиняється після довершення будівельних робіт.

Від неорганізованих джерел викидів (стоянок автомобілів та переміщення автотранспорту по території комплексу) в атмосферне повітря будуть надходити: оксид вуглецю, діоксид азоту, НМЛОС. метан, діоксид сірки, оксиди азоту, аміак та свинець.

На машинах і механізмах встановлюються каталітичні фільтри, сприяючі нейтралізації і очищенню відпрацьованих газів.

Розрахунок розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі на межі санітарно-захисної зони по усіх інгредієнтах не перевищує гранично допустимих концентрацій. При розміщені відкритих автостоянок, нормативні санітарні розриви відповідно до ДСП-173-2016 «Державні санітарні правила

планування та забудови, населених пунктів» дотримуються.

Розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі під час експлуатації обладнання з урахуванням вкладу існуючого стану атмосфери показав, що концентрації забруднюючих речовин, які будуть викидатися в атмосферне повітря, нижче гранично допустимих концентрацій і будуть мати опосередкований вплив на навколишнє середовище та здоров'я населення. тобто загальний кумулятивний вплив є допустимим.

### **6.2.2 Вплив на водне середовище**

Водопостачання і водовідведення забезпечується приєднанням до міських централізованих мереж.

Водопостачання на господарсько-побутові та питні потреби працівників. задіяних у будівництві даного об'єкту, здійснюватиметься за рахунок існуючої мережі водопроводу. Для господарсько-побутових потреб будівельників та робітників передбачено встановлення біотуалетів. Технічний огляд, очищення та промивання кузовів, бетоновозів та інших будівельних машин, а також заправка техніки відбуватиметься у спеціально призначених місцях за межами будівельного майданчика.

Планованою діяльністю передбачається комплекс організаційно-технічних заходів щодо запобігання забрудненню ґрунтів і підземних вод дощовими стоками з території будівництва за допомогою влаштування твердого покриття тротуарів і проїздів, що при прийнятих нахилах забезпечує нормальне стікання атмосферних вод, дощової каналізації з подальшим підключенням її до проектної міської дощової каналізації і попереднім очищенням зливових стоків на локальних очисних спорудах.

### **6.2.3 Вплив на ґрунти та надра**

Ділянка планованої діяльності не піддається шкідливій (руйнівній) дії небезпечних геологічних процесів. Категорія складності інженерно-геологічних умов ділянки друга. Несприятливі фізико-механічні властивості ґрунтів – просідаючі ґрунти. Рівень ґрунтових вод на глибині 2,7-6.9 метра, амплітуда

сезонних коливань рівня фунтових вод – 0,62 м

Вплив на ґрунти під час проведення будівельно-монтажних робіт носить тимчасовий характер і полягатиме у виконанні земляних робіт. Даний вплив буде у нормативних межах. Вплив на ґрунти поза межами ділянки будівництва відсутній. В процесі проведення будівельно-монтажних робіт можливе забруднення ґрунту в результаті проливу паливно-мастильних матеріалів від будівельних машин, а також відходами будівництва і сміттям.

Для запобігання забрудненню ґрунту і води необхідний пристрій механізованої і автоматизованої заправки механізмів і організація збору відпрацьованих масел, а при зміні сезону – відправка їх на регенерацію.

На пунктах технічного обслуговування машин встановлюються ємкості для збору відпрацьованих нафтопродуктів.

З метою захисту ґрунтів від забруднення, в процесі функціонування об'єкту, передбачено наступні заходи: вертикальне планування ділянки майданчика будівництва, з урахуванням існуючого рельєфу і вертикального планування прилеглих вулиць; розміщення контейнерів для відходів на спеціальних майданчиках з твердим непроникним покриттям; влаштування підходів і проїздів до будинків з твердого покриття, для запобігання попаданню в ґрунт і підземні води забруднюючих речовин.

При виконанні планувальних робіт ґрунтовий шар повинен заздалегідь зніматися і складуватися для подальшого використання. Допускається не знімати родючий шар: при товщині його менше 10 см, при розробці траншей шириною зверху 1 м і менш. Зняття і нанесення родючого шару слід проводити, коли ґрунт знаходиться в немерзлому стані. Не допускається не передбачена проектною документацією вирубка дерев і чагарника, засипка ґрунтом стовбурів і корневих шийок деревно-чагарникової рослинності.

#### **6.2.4 Світлове, теплове та радіаційне забруднення, вплив на клімат та мікроклімат**

Джерела потенційного світлового, теплового та радіаційного забруднення під час здійснення будівельних робіт та при експлуатації об'єкту відсутні,

заходи по захисту навколишнього середовища від зазначених чинників впливу не передбачаються.

Кліматичні умови не погіршують розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, змін мікроклімату також не очікується, оскільки під час експлуатації об'єкту значні виділення теплоти, інертних газів та вологи відсутні.

### **6.2.5 Вплив шуму та вібрацій**

Для пониження шуму на будівельному майданчику виключається одночасна робота декількох машин з високим рівнем шуму.

Джерелом шуму на будівельному майданчику є будівельна техніка: апарат електрозварювання СТЕ-22 – 60 дБА, кран пневмоколісний КС-5363 – 50 дБА, екскаватор ЕО-2621 – 70 дБА, бульдозер Т-180КС – 70 дБА, розпушувач ДП-18 з тягачем Т-180 – 70 дБА, ущільнювач Д-16В – 70 дБА, компресор пересувної ПКС-5 – 80 дБА, автогрейдер – 70 дБА. каток самохідний ДУ-50 – 60 дБА. автомобіль-самоскид ЗИЛ-130 – 60 дБА. Сумарний розрахунковий рівень звукової потужності від усіх джерел становить 80 дБА.

Рівень звуку в розрахунковій точці в південному напрямку на відстані 20 м на території житлової забудови становить 44,8 дБА.

Згідно з п. 5.4, ДСН 3.3.6.037-2019 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку», максимальний рівень шуму, що коливається у часі і переривається, не повинен перевищувати 110 дБА. Санітарні норми звукового тиску для застосованої техніки – виконуються.

Джерелами вібрації є машини і механізми, що побудовані на технологіях з ударними та вібраційними навантаженнями: знесення дорожнього полотна або кам'яних споруд. Менший рівень вібрації створюють компресори, відбійні молотки, гусенична техніка.

Під час будівельних робіт санітарні норми щодо допустимого вібраційного впливу для населення виконуються на межі будівельного майданчика.

Під час підготовчих і будівельних робіт використання будівельної

техніки з високим рівнем шуму, вібрації і морально застарілої техніки не передбачається.

Проведення будівельних робіт передбачено тільки в денний час. Швидкість руху будівельної техніки прийнято до 10 км/год. Ширина зони акустичного дискомфорту змінюється в межах 15-200 м. Дане забруднення матиме тимчасовий характер.

Основними джерелами шуму в процесі планованої діяльності є вентилятори припливно-витяжної вентиляції (не більше 60 дБ), насосне обладнання (60 дБ).

Сумарний рівень звукової потужності від усіх джерел – 74,4 дБА. Очікуваний сумарний рівень від усіх джерел шуму на межі житлової забудови та на межі розрахункової санітарно-захисної зони в контрольній точці у Південному напрямку на відстані 40 м не перевищує нормативного значення і становить 39,2 дБА.

Допустимий рівень звукового тиску на території житлової забудови становить 45 дБА. З урахуванням поправки +10 дБА на час доби, буде становити 55 дБА, що не перевищує санітарних норм та не завдає шкідливого впливу в районі найближчої житлової забудови.

### **6.2.6 Поводження з відходами**

При виконанні будівельних робіт передбачається утворення наступних видів відходів: матеріали обтиральні зіпсовані, відпрацьовані чи забруднені: брухт чорних металів; відходи, одержані у процесах зварювання металів; відходи лако-фарбувальних матеріалів (3 клас небезпеки), надлишковий ґрунт; відходи деревини кускові; відходи комунальні (міські) змішані, у тому числі сміття з урн (4 клас небезпеки).

Тимчасове зберігання кожного виду відходу планується здійснювати на спеціальній контейнерній площадці з твердим покриттям в спеціальних контейнерах на території житлової забудови, що забезпечить локалізацію розміщення відходів та виключить можливість розповсюдження в навколишньому середовищі шкідливих речовин. Вивіз відходів на утилізацію

або на полігон твердих побутових відходів здійснюватиметься згідно з укладеними договорами з спеціалізованими підприємствами.

За умови дотримання чинних вимог тимчасового зберігання відходів та подальшої їх утилізації або вивозу спеціалізованою організацією, значного негативного впливу на стан навколишнього природного середовища не очікується.

### **6.2.7 Вплив на соціальне середовище**

Здійснення планованої діяльності матиме позитивний вплив на соціальне середовище за рахунок організації нових робочих місць, покращення благоустрою та інфраструктури, додаткових надходжень до місцевого бюджету, розвитку економіки міста.

Оцінка ризику впливу планованої діяльності на здоров'я населення проводилась за розрахунками розвитку канцерогенного та неканцерогенного ефекту. Аналіз отриманих розрахунків показав, що ризики розвитку шкідливих ефектів від діяльності проєктованого об'єкту оцінюються як прийнятні.

### **6.2.8 Вплив на навколишнє техногенне середовище**

Об'єкти, що відносяться до культурно-історичної спадщини та пам'яток архітектури, їх охоронні зони і території, промислові та житлово-цивільні об'єкти на території майданчика будівництва відсутні.

Гарантією виключення виникнення аварій і можливого нанесення шкоди здоров'ю населення та порушення умов життєдіяльності є надійність об'єктів навколишнього техногенного середовища.

## **6.3 Екологічні умови провадження планованої діяльності**

Будівлі і споруди створюють великий вплив на оточуюче середовище. Їх поява викликає значні зміни в повітряному і водному середовищах, в стані ґрунтів ділянки будівництва. Міняється рослинний покрив – на зміну знищуваному природному приходять штучні посадки. Міняється режим випаровування вологи. Середня температура в районі забудови постійно вище,

ніж зовні неї.

Непродумані технології, організація і саме виробництво робіт визначають великі витрати енергії і матеріалів, високий ступінь забруднення навколишнього середовища. Процес будівництва є відносно нетривалим. Взаємодія будівлі або споруди з навколишнім середовищем, його характер і наслідки визначається в період тривалої експлуатації. Звідси витікає важливість цього періоду у визначенні економічності об'єкту, тобто яким чином відобразиться на стані навколишнього середовища не тільки поява, але і його тривале функціонування.

Екологічний підхід повинен характеризувати проектування, будівництво, і експлуатацію будівлі. При проектуванні, у свою чергу, він повинен бути витриманий при рішенні як об'ємно - планувальному, так і конструктивному; при виборі матеріалів для будівництва, при визначенні технології зведення і т.д.

Зусилля всіх керівних органів, як центральних, так і на місцях, повинні бути направлені на те, щоб дбайливе відношення до природи стало предметом постійної турботи колективів, керівників і фахівців всіх галузей господарства, нормою повсякденного життя людей.

Практичне здійснення задач з охорони довкілля може бути успішним тільки за умови об'єднання зусиль фахівців всіх галузей народного господарства, заснованих на чіткому розумінні екологічних проблем і знаннях, які були отримані в процесі навчання в школі і вищому навчальному закладі. Таким чином, слід говорити про необхідність вивчення і виявлення екологічних аспектів в будь-якій діяльності людини, у тому числі і про інженерну екологію, в рамках якої повинні розглядатися екологічні аспекти діяльності галузей промисловості і будівництва. Від фахівців – будівників залежить характер дії на оточуюче середовище цивільних і промислових будівель і їх комплексів - промислових об'єктів, міст і селищ. Інструкцією про склад, порядок розробки, узгодження проектно - кошторисної документації на будівництво підприємств, будівель і споруд (ДБН А.2.2-3-2014) вже передбачена розробка заходів по раціональному використуванню природних ресурсів. Природоохоронні вимоги введені і в ряд інших нормативних документів (ДБН В.1.1-25-2009, ДБН

А.3.1-5:2016 і ін.).

Комплекс прийнятих проектних рішень під час провадження планованої діяльності щодо запобігання можливих вибухів і пожеж, а також забезпечення адекватного на них реагування, дозволить звести до мінімуму ймовірність виникнення і тривалість аварій, а також складність їх наслідків, а також і урахуванням усієї інформації вважає допустимим провадження планованої діяльності з огляду на нижченаведене, а саме на те, то на підставі наведених оцінок ймовірних впливів на складові навколишнього природного середовища (атмосферне повітря, водне середовище та земельні ресурси, ґрунти, кліматичні фактори, рівні шумового, радіаційного, вібраційного та теплового забруднень) сукупний вплив планованої діяльності при штатному режимі експлуатації є екологічно допустимим.

Екологічні умови провадження планованої діяльності:

1. До заходів щодо охорони навколишнього природного середовища відносяться всі види діяльності людини, направлені на зниження або повне усунення негативної дії антропогенних чинників, збереження, вдосконалення і раціональне використання природних ресурсів:

- містобудівні заходи, направлені на екологічно раціональне розміщення підприємств, населених місць і транспортної сітки;
- архітектурно-будівельні заходи, що визначають вибір екологічних об'ємно - планувальних і конструктивних рішень;
- вибір екологічно чистих матеріалів при проектуванні і будівництві;
- застосування маловідходних і безвідходних технологічних процесів і виробництв при переробці будівельних матеріалів;
- будівництво і експлуатація очисних і знешкджуючих споруд і пристроїв;
- рекультивація земель;
- заходи по боротьбі з ерозією і забрудненням ґрунтів;
- заходи по охороні вод і надр і раціональному використуванню мінеральних ресурсів;
- заходи щодо охорони і відтворювання флори і фауни і т.д.

2. Для планованої діяльності встановлюються такі умови використання території та природних ресурсів під час виконання підготовчих і будівельних робіт та провадження планованої діяльності, а саме:

2.1. Під час виконання підготовчих і будівельних робіт забезпечити:

- влаштування тимчасового огороження будівельного майданчика;
- забезпечення встановлення дорожніх знаків на території об'єкту;
- облаштування тимчасових автодоріг для будівельної техніки, для зменшення пилоутворення в межах об'єкта будівництва;
- заборону здійснення будівельних робіт поза межами відведеної земельної ділянки;
- дотримання гранично допустимої висоти будівництва;
- здійснення тимчасового освітлення будівельного майданчика та ділянок робіт;
- встановлення лічильників води;
- встановлення мобільних санітарно-технічних споруд із герметичними ємностями для збору рідких відходів (біотуалети) з розрахунку на чисельність осіб, залучених до виконання робіт;
- виконання необхідних технічних рішень і заходів для раціонального використання, охорони та недопущення забруднення земель в місцях зберігання будматеріалів і обладнання, транспортних засобів;
- встановити контейнери для зберігання відходів;
- недопущення влаштування звалищ будівельного сміття, своєчасно вивозити його в спеціально відведені місця;
- недопущення змішування відходів, забезпечення повного їх збирання, належного зберігання та недопущення знищення відходів, для утилізації яких в Україні існує відповідна технологія; відходи по мірі накопичення збирати у тару, призначену для кожного класу відходів з дотриманням правил безпеки для подальшого перевезення на об'єкти утилізації, місця знешкодження або захоронення;
- вивезення та передачу відходів спеціалізованим підприємствам для подальшої їх утилізації, переробки, видалення або захоронення. Вивезення

відходів повинно здійснюватися в спеціально відведені місця в закритих контейнерах або спецтранспортом, що запобігає розпорошенню відходів під час транспортування;

- організацію регулярної перевірки технічного стану автотехніки (заборона на використання будівельної техніки із підтіканням паливо-мастильних матеріалів та перевищенням нормативно встановлених показників CO і CH у відпрацьованих газах);

- недопущення при роботі будівельних машин підвищених рівнів вібрації, використання захисних кожухів, ізоляційних покриттів;

- будівельні матеріали, що будуть використовуватись при проведенні будівельних робіт, повинні відповідати нормативним рівням радіаційних параметрів;

- обов'язкове проведення радіаційного контролю після будівництва нового об'єкта;

- недопущення забруднення нафтопродуктами ґрунтів на території забудови. У разі виявлення такого забруднення необхідно вжити заходів щодо його ліквідації;

- здійснення благоустрою території об'єкту планованої діяльності та прилеглої території після закінчення будівельних робіт.

2.2. Під час провадження планованої діяльності встановлюються такі екологічні умови:

- забезпечити виконання необхідних технічних рішень і заходів для раціонального використання, охорони та недопущення забруднення земель;

- забезпечити дотримання санітарно-захисної зони;

- здійснювати інструментально-лабораторний контроль параметрів викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел викидів;

- отримати дозвіл на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами викидів відповідно до чинного законодавства;

- суворо дотримуватися умов дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря;

– вживати заходів щодо запобігання перевищення нормативного рівня шуму та інших фізичних впливів, що створюються роботою технологічного обладнання та автомобільного транспорту на межі нормативної санітарно-захисної зони;

– під час провадження планованої діяльності рівень шуму на межі нормативної санітарно-захисної зони не повинен перевищувати нормативних значень;

– з метою попередження додаткового шумового навантаження забезпечити здійснення планованої діяльності у денний час;

– забезпечити дотримання нормативних вимог щодо вібрації;

– поводження з відходами здійснювати відповідно до вимог Закону України «Про відходи»;

– забезпечити збір та тимчасове зберігання відходів на спеціально обладнаних майданчиках, недопущення змішування відходів, а також своєчасне вивезення та передачу відходів спеціалізованим організаціям у сфері поводження з відходами, у тому числі з небезпечними;

– виконувати заплановані заходи з охорони та раціонального використання водних ресурсів;

– дотримуватись Правил користування системами централізованого комунального водопостачання та водовідведення в населених пунктах України, затверджених наказом Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 27.06.2008 № 190;

– скидання стічних вод до системи централізованого водовідведення здійснювати згідно з технічними умовами;

– заправку, мийку, технічне обслуговування, ремонт обладнання, техніки тощо (у разі необхідності) проводити у спеціально передбачених та організованих місцях;

– забезпечити збереження та належний догляд за зеленими насадженнями відповідно до ст.ст. 27, 28 Закону України «Про рослинний світ», ст. 28 Закону України «Про благоустрій населених пунктів». Наказу Міністерства

будівництва архітектури та житлово-комунального господарства України від 10.04.2006 № 105 «Про затвердження Правил утримання зелених насаджень у населених пунктах України», постанови Кабінету Міністрів України від 01.08.2006 №1045 «Про затвердження Порядку видалення дерев, кущів, газонів і квітників у населених пунктах»;

– дотримуватись вимог ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення»;

– виконувати вимоги пожежної безпеки, ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»;

– забезпечити здійснення додаткової оцінки впливу на довкілля у разі зміни планованої діяльності, яка підлягає оцінці впливу на довкілля відповідно до вимог постанови Кабінету Міністрів України від 13.12.2017 р. № 1010.

3. Для планованої діяльності встановлюються такі умови щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій та усунення їх наслідків. а саме:

– припинення будь-яких робіт при виникненні нештатних ситуацій (аварія, несправність тощо) до приведення технологічного процесу до нормальних умов;

– розробити та погодити в установленому порядку план організаційних заходів щодо локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій;

– дотримуватися вимог пожежної безпеки та охорони праці;

– розробити спеціальні заходи щодо охорони довкілля на випадок виникнення аварійних ситуацій техногенного та природного походження. вживати заходів з ліквідації причин та наслідків забруднення;

– передбачити ряд організаційно-технічних заходів з метою недопущення виникнення аварійних ситуацій, можливості забезпечення їх оперативної локалізації та ліквідації, забезпечення мінімізації можливого негативного впливу на довкілля.

4. Для планованої діяльності встановлюються такі умови щодо зменшення транскордонного впливу планованої діяльності, а саме:

– підстави для здійснення оцінки транскордонного впливу планованої

діяльності відсутні.

5. На суб'єкта господарювання покладається обов'язок із здійснення таких компенсаційних заходів:

- своєчасно і в повному обсязі сплачувати екологічний податок;
- сплачувати нараховані компенсаційні збитки при аварійних ситуаціях.

6. На суб'єкта господарювання покладається обов'язок із запобігання, уникнення, зменшення (пом'якшення), усунення, обмеження впливу планованої діяльності на довкілля, а саме:

– забезпечити дотримання допустимих нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин в атмосферному повітрі на межі санітарно-захисної зони відповідно до вимог Закону України «Про охорону атмосферного повітря»;

– забезпечити дотримання вимог Земельного кодексу України щодо забезпечення раціонального використання та охорони земель;

– вживати заходів щодо недопущення впродовж доби перевищень рівнів шуму, встановлених санітарними нормами;

– забезпечити проведення операцій із поводження з відходами різних класів небезпеки відповідно до вимог Закону України "Про відходи".

7. На суб'єкта господарювання покладається обов'язок із здійснення після проектного моніторингу, а саме:

– здійснювати моніторингові спостереження за викидами забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел один раз на рік;

– здійснювати інструментально-лабораторний контроль викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел один раз на рік;

– здійснювати моніторинг радіаційного фону на території планованої діяльності один раз на рік;

– здійснювати моніторинг шумового впливу на межі санітарно-захисної зони та найближчої житлової забудови один раз на рік.

– забезпечити обов'язковий облік відходів, відповідно до чинного законодавства України.

Результати моніторингу та інформацію щодо виконання умов висновку щорічно до 25 січня надавати до уповноваженого територіального органу у сфері охорони навколишнього природного середовища.

Якщо під час провадження даної господарської діяльності буде виявлено значний негативний вплив на життя і здоров'я населення чи довкілля та якщо такий вплив не був оцінений під час здійснення оцінки впливу на довкілля та/або істотно змінює результати оцінки впливу цієї діяльності на довкілля, рішення про провадження такої діяльності за рішенням суду підлягає скасуванню, а діяльність – припиненню.

8. На суб'єкта господарювання покладається обов'язок із здійснення додаткової оцінки впливу на довкілля на іншій стадії проектування, а саме:

– здійснення додаткової оцінки впливу не передбачається.

Висновок і оцінки впливу на довкілля є обов'язковим для виконання, Екологічні умови, передбачені у ньому висновку є обов'язковими. Висновок і оцінки впливу на довкілля втрачає силу через п'ять років у разі якщо не було прийнято рішення про провадження планованої діяльності. Оцінки впливу на довкілля, здійснено відповідно до статей 3, 6, 7, 9 і 14 Закону України «Про оцінку впливу на довкілля», щодо будівництва багатопверхового житлового будинку.

# РОЗДІЛ 7

## ЕКОНОМІКА

Зм	Кіль	Прізвище	Підпис	Дата	КНУ.МР.192.25.342с.05 ЕК			
Керівник	Тімченко				Проектування 14-ти поверхової житлової будівлі на структурному геомасиві	Стадія	Аркуш	Аркушів
Консул.	Кадол					МР		
Магістр.	Головко					ПЦБ-24М		
Зав.каф	Валовой							

## 7.1 Економічні розрахунки конструктивних рішень

### 7.1.1 Економічне порівняння запропонованих конструктивних рішень

Розрахуємо економічний ефект за приведеними витратами за весь нормативний термін служби фундаментних конструкцій дипломного проекту «Проектування 14-ти поверхової житлової будівлі на структурному геомасиві».

Інформація щодо варіантів влаштування фундаментних конструкції наведена в табл.1.

Таблиця 1 – Вихідні дані для визначення економічного ефекту

№з/п	Матеріал	Обсяг
1-й варіант фундамент монолітний стовпчастий окремо стоячий висотою 2.3м, кількість 25 шт.		
1	Бетон класу С12/15	202,75 м <sup>3</sup>
2	Арматура класу А-400	5068,75 кг
2-й варіант фундамент монолітний стрічковий висотою 2,3м.		
1	Бетон класу С12/15	230,2 м <sup>3</sup>
2	Арматура класу А-400	5755 кг

Визначення більш ефективного варіанту проведемо за допомогою програмного комплексу «Будівельні – технології Кошторис -8», та відповідно нормативної бази, затвердженої настановою Міністерства регіонального розвитку з визначення вартості будівництва (Наказ від 01.11.2021 р № 281 зі змінами №1 та №2).



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	На ОДИНИЦ Ю	ВСЬОГ О
1	КБ5-74-1	Улаштування буроін'єкційних паль 300х300 мм, довжина паль до 12 м	1м3 конструктивног о об'єму палі	183,5	9 876,59	5 569,10	1 812 354	23 583	1 021 930	1,7600	322,96
					128,52	1 302,94			239 089	13,9559	2 560,91
2	П171-1062	Заглушки металеві	шт	111,0	250,00		27 750				
3	П171-1060	Опалубка металева	т	0,1468	43 000,00		6 312				
4	КБ5-75-1	Установлення арматури окремими стрижнями в тіло бетону при улаштуванні буроін'єкційних паль	1т арматури	4,5	507,30	-	2 283	1 714	-	4,6000	20,70
					380,88	-			-	-	-
5	П171-1063	Арматурні стрижні	т	4,5	39 000,00		175 500				
6	КБ6-1-16	Улаштування залізобетонног о ростверку	100м3 бетону, бутобетону і залізобетону в ділі	1,535	338 025,11	8 992,83	518 869	28 300	13 804	249,4100	382,84
					18 436,39	2 923,64			4 488	32,7235	50,23
7	П160-17	Арматура	т	12,4335	39 000,00		484 907				

	<b>Разом прямих витрат по кошторису</b>		3 027 975	53 597	1 035 734	726,50
					<u>243 577</u>	<u>2 611,14</u>
	Разом прямі витрати	грн.	3 027 975			
	в тому числі:					
	вартість матеріалів, виробів і комплектів	грн.	1 938 644			
	вартість ЕММ	грн.	1 035 734			
	в т.ч. заробітна плата в ЕММ	грн.		243 577		
	заробітна плата робітників	грн.		53 597		
	всього заробітна плата	грн.		297 174		
	Загальновиробничі витрати	грн.	155 780			
	трудомісткість в загальновиробничих витратах	люд-г				400,51
	заробітна плата в загальновиробничих витратах	грн.		49 865		
	<b>Всього по кошторису</b>	грн.	3 183 755			
	Кошторисна трудомісткість	люд-г				3 738,15
	Кошторисна заробітна плата	грн.		347 039		

Склав

Головко В.О.

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

Кадол Л.В.

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

### 7.1.3 Договірна ціна № 1 порівняння варіанту №1

Додаток 30  
до Настанови (пункт 5.2)

Замовник: ПАТ "Дніпровськбуд"  
(назва організації)

Підрядник: ПАТ "Монтажбудінвест"  
(назва організації)

#### ДОГОВІРНА ЦІНА № 1

на будівництво Проектування 14-ти поверхової житлової будівлі на структурному геомасиві

(найменування об'єкта будівництва, черги, пускового комплексу, будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

що здійснюється в \_\_\_\_\_2025\_\_\_\_\_ році

Вид договірної ціни: "тверда"

Договір № 12/Л від 08.12.2024

Визначена згідно з Настановою, Наказ від 1.11.2021 №281

Складена в поточних цінах станом на 8 грудня 2024 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування	Найменування витрат	Вартість, тис.грн.		
			Всього	у тому числі:	
				будівельних робіт	інших витрат
1	2	3	4	5	6
1	Розрахунок №1-1	<b>Розділ I. Будівельні роботи</b>			
		Прямі витрати	3 027,975	3 027,975	
		у тому числі			
		Заробітна плата будівельників, монтажників	53,597	53,597	
		Вартість матеріальних ресурсів	1 938,644	1 938,644	
		Вартість експлуатації будівельних машин	1 035,734	1 035,734	
2	Розрахунок №1-2	Загальновиробничі витрати	155,780	155,780	
3		Всього прямі і загальновиробничі витрати	3 183,755	3 183,755	

4	Розрахунок №2 (Додаток 8, Настанова п.25)	Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення, передбачених даним проектом (робочим проектом)	30,246	30,246	
		<b>Разом</b>	3 214,001	3 214,001	
5	Розрахунок №3 (Додаток 8, Настанова п.26)	Кошти на виконання будівельних робіт у зимовий період	20,248	20,248	
6	Розрахунок №4 (Додаток 8, Настанова п.27)	Кошти на виконання будівельних робіт у літній період	8,678	8,678	
		<b>Разом</b>	3 242,927	3 242,927	
7	Розрахунок №5 (Додаток 8, Настанова )	Кошторисний прибуток (П) (18,11 грн./люд.-г.)	72,028	72,028	
8	Розрахунок №6 (Додаток 8, Настанова )	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ) (5,06 грн./люд.-г.)	20,125		20,125
		<b>Разом по розділу I</b>	3 335,080	3 314,955	20,125
9		Податок на додану вартість	667,016		667,016
		<b>Всього по розділу I</b>	4 002,096	3 314,955	687,141
10		у тому числі зворотні суми від розбирання тимчасових будівель і споруд, без ПДВ	4,537	4,537	
11		Податок на додану вартість	0,907		0,907
12		Всього зворотні суми від розбирання тимчасових будівель і споруд з ПДВ	5,444	4,537	0,907
		<b>Розділ II. Устаткування</b>			
13		Витрати з придбання та доставки устаткування, що монтується	-		
14		Витрати з придбання та доставки устаткування, що не монтується, меблів, інвентарю	-		
		<b>Разом по розділу II</b>	-		

15		Податок на додану вартість	-		
		<b>Всього по розділу II</b>	-		
		<b>Всього договірна ціна (р.I+р.II)</b>	4 002,096		

## 7.1.4 Локальний кошторис на будівельні роботи № 2 - порівняння варіанту №2

Додаток 1  
до Настанови (пункт 3.11)

Проектування 14-ти поверхової житлової будівлі на структурному геомасиві  
(найменування об'єкта будівництва)

### Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-002

на Варіант 2 - порівнянні паль  
(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

ОСНОВА:	Кошторисна вартість	4 183,927	тис. грн.
креслення(специфікації)№	Кошторисна трудомісткість	5,26908	тис. люд.-год
	Кошторисна заробітна плата	471,715	тис. грн.
	Середній розряд робіт	3,7	розряд

Складений в поточних цінах станом на 8 грудня 2025 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год. не зайнятих обслуговуванням машин
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	
										заробітної плати

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	На ОДИНИЦЮ	ВСЬОГО	
1	КБ5-3-4	Заглиблення дизель-молотом на гусеничному копрі залізобетонних паль довжиною до 7 м у ґрунті групи 2	1м3 паль	247,0	4 616,10	3 947,57	1 140 177	122 831	975 050	6,2600	1 546,22	
						497,29	530,17			130 952	5,3279	1 315,99
2	П171-118	Палі залізобетонні Зрубування голів	м3	254,41	4 300,00		1 093 963	51 395				
3	КБ5-113-1		1 паля	392,0	670,79	537,38	262 950		210 653	1,6900	662,48	
		залізобетонних паль площею поперечного перерізу до 0,1 м2			131,11	122,94			48 192	1,3904	545,04	
4	КБ6-1-16		Улаштування залізобетонного ростверку	100м3 бетону, бутобетону і залізобетону в ділі	2,25	338 025,11	8 992,83	760 556	41 482	20 234	249,4100	561,17
					18 436,39	2 923,64			6 578	32,7235	73,63	
5	П160-17	Арматура	т	18,225	39 000,00		710 775					
		<b>Разом прямих витрат по кошторису</b>						3 968 421	215 708	1 205 937		2 769,87
		<b>Разом прямі витрати</b>					грн.	3 968 421		<u>185 722</u>		<u>1 934,66</u>

	в тому числі:			
	вартість матеріалів, виробів і комплектів	грн.	2 546 776	
	вартість ЕММ	грн.	1 205 937	
	в т.ч. заробітна плата в ЕММ	грн.		185 722
	заробітна плата робітників	грн.		215 708
	всього заробітна плата	грн.		401 430
	Загальновиробничі витрати	грн.	215 506	
	трудоємність в загальновиробничих витратах	люд-г		564,55
	заробітна плата в загальновиробничих витратах	грн.		70 285
	<b>Всього по кошторису</b>	грн.	4 183 927	
	Кошторисна трудоємність	люд-г		5 269,08
	Кошторисна заробітна плата	грн.		471 715

Склав

Головко В.О.

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірів

Кадол Л.В.

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

## 7.1.5 Договірна ціна № 2 порівняння варіанту №2

Додаток 30  
до Настанови (пункт 5.2)

Замовник: ПАТ "Дніпровськбуд"  
(назва організації)

Підрядник: ПАТ "Монтажбудінвест"  
(назва організації)

### ДОГОВІРНА ЦІНА № 2

на будівництво Проектування 14-ти поверхової житлової будівлі на структурному геомасиві

(найменування об'єкта будівництва, черги, пускового комплексу, будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

що здійснюється в \_\_\_\_\_ 2025 \_\_\_\_\_ році

Вид договірної ціни: "тверда"

Договір № 12/Л від 08.12.2024

Визначена згідно з Настановою, Наказ від 1.11.2021 №281

Складена в поточних цінах станом на 8 грудня 2024 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування	Найменування витрат	Вартість, тис.грн.		
			Всього	у тому числі:	
				будівельних робіт	інших витрат
1	2	3	4	5	6
1	Розрахунок №1-1	<b>Розділ І. Будівельні роботи</b>			
		Прямі витрати	3 968,421	3 968,421	
		у тому числі			
		Заробітна плата будівельників, монтажників	215,708	215,708	
		Вартість матеріальних ресурсів	2 546,776	2 546,776	
		Вартість експлуатації будівельних машин	1 205,937	1 205,937	
2	Розрахунок №1-2	Загальновиробничі витрати	215,506	215,506	
3		Всього прямі і загальновиробничі витрати	4 183,927	4 183,927	

4	Розрахунок №2 (Додаток 8, Настанова п.25)	Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення, передбачених даним проектом (робочим проектом)	39,747	39,747	
		<b>Разом</b>	4 223,674	4 223,674	
5	Розрахунок №3 (Додаток 8, Настанова п.26)	Кошти на виконання будівельних робіт у зимовий період	26,609	26,609	
6	Розрахунок №4 (Додаток 8, Настанова п.27)	Кошти на виконання будівельних робіт у літній період	11,404	11,404	
		<b>Разом</b>	4 261,687	4 261,687	
7	Розрахунок №5 (Додаток 8, Настанова )	Кошторисний прибуток (П) (18,11 грн./люд.-г.)	101,527	101,527	
8	Розрахунок №6 (Додаток 8, Настанова )	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ) (5,06 грн./люд.-г.)	28,367		28,367
		<b>Разом по розділу I</b>	4 391,581	4 363,214	28,367
9		Податок на додану вартість	878,316		878,316
		<b>Всього по розділу I</b>	5 269,897	4 363,214	906,683
10		у тому числі зворотні суми від розбирання тимчасових будівель і споруд, без ПДВ	5,962	5,962	
11		Податок на додану вартість	1,192		1,192
12		Всього зворотні суми від розбирання тимчасових будівель і споруд з ПДВ	7,154	5,962	1,192
		<b>Розділ II. Устаткування</b>			
13		Витрати з придбання та доставки устаткування, що монтується	-		
14		Витрати з придбання та доставки устаткування, що не монтується, меблів, інвентарю	-		
		<b>Разом по розділу II</b>	-		

15		Податок на додану вартість	-		
		<b>Всього по розділу II</b>	-		
		<b>Всього договірна ціна (р.I+р.II)</b>	5 269,897		

## 7.2 Розрахунок варіантів конструктивного рішення за приведеними витратами

Витрати праці робітників-будівельників на встановлення окремих видів конструктивних елементів дають можливість розрахувати тривалість виконання будівельних робіт:

$$t = \sum_{i=1}^n \frac{T_{\text{осн}i}}{N_i \cdot n_i \cdot K_{\text{зм}}}, \text{ дні}$$

де  $T_{\text{осн}i}$  – витрати праці робітників-будівельників на встановлення окремих видів конструктивних елементів, людино-годин;

$N_i$  – прийнята кількість бригад для виконання робіт із встановлення  $i$ -того конструктивного елемента;

$n_i$  – середня кількість робітників-будівельників у бригаді за діючими нормативами, осіб;

$K_{\text{зм}}$  – кількість робочих змін на добу, прийнята при встановленні  $i$ -того конструктивного елемента.

$$t_1 = \frac{1180,65/8}{2 \cdot 5 \cdot 1} = 10,758 \text{ дня};$$

$$t_2 = \frac{1350,47/8}{2 \cdot 5 \cdot 1} = 16,881 \text{ дня}.$$

Визначаємо величину капітальних вкладень, необхідних будівельній організації для забезпечення виробництва ( $K$ ):

$$K = K_{\text{осн}} + K_{\text{об}}$$

де  $K_{\text{осн}}$  і  $K_{\text{об}}$  – капітальні вкладення відповідно в основні і оборотні фонди, грн.;

$$K_{\text{осн}} = \sum_{j=1}^g \frac{M_j \cdot t_j}{t_{\text{н}j}}$$

де  $M_j$  – інвентарно-розрахункова вартість машин  $j$ -ї групи;

(для монтажу використовуємо кран з інвентарно-розрахунковою вартістю 4000000 грн. ;

$t_j$  – тривалість роботи машин  $j$ -ї групи на об'єкті, машино-годин;

$t_{nj}$  – нормативна тривалість роботи машин  $j$ -ї групи протягом року, машино-годин:

$$K_{\text{осн1}} = \frac{4000 \times 10,758}{100} = 423,12 \text{ тис. грн.}; \quad K_{\text{осн2}} = \frac{4000 \times 16,881}{100} = 675,24 \text{ тис. грн.}$$

Визначаємо необхідні капітальні вкладення для забезпечення підрядника необхідної величини оборотних коштів:

$$K_{\text{об}} = \frac{(C + \text{ТБ} + \text{ДК}_3 + \text{ДК}_л + \text{КП} + \text{АВ})}{n_{\text{об}}}$$

де  $C$  – собівартість будівельно-монтажних робіт;

$n_{\text{об}}$  – кількість оборотів оборотних коштів (приймається в межах 3 – 4);

Витрати на тимчасові будівлі та споруди, додаткові витрати за роботу взимку, прибуток та адміністративні витрати формуємо на програмному комплексі «Будівельні – технології Кошторис - 8» за варіантами в договірних цінах.

Визначенні витрати на тимчасові будівлі та споруди, витрати за роботу зимою, прибуток та адміністративні витрати, тис. грн. наступні:

1-й варіант:

Витрати на тимчасові будівлі та споруди – 27,577 тис. грн.

Витрати на роботу взимку – 6,784 тис. грн.

Прибуток – 27,116 тис. грн.

Адміністративні витрати – 7,576 тис. грн.

2-й варіант:

Витрати на тимчасові будівлі та споруди – 30,278 тис. грн.

Витрати на роботу взимку – 7,448 тис. грн.

Прибуток – 29,189 тис. грн.

Адміністративні витрати – 7,758 тис. грн.

Визначаємо величину оборотних засобів за варіантами:

$$K_{o61} = \frac{(1103,063 + 27,577 + 6,784 + 27,116 + 7,576)}{4} = 1172,116/4 = 293,029 \text{ тис.}$$

грн.

$$K_{o62} = \frac{(1211,111 + 30,278 + 7,448 + 29,189 + 7,758)}{4} = 1285,784/4 = 321,446 \text{ тис.}$$

грн.

Загальна сума капітальних вкладень в основні виробничі фонди та оборотні кошти підрядника наступна:

$$K1 = 423,12 + 293,029 = 725,149 \text{ тис. грн.}$$

$$K2 = 675,24 + 321,446 = 996,686 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на експлуатацію конструктивних елементів включають суму річних амортизаційних відрахувань (А) і витрати на ремонт і утримання конструкцій (Вру):

$$V_e = A + B_{py}$$
$$A = \frac{(C + TБ + ДК_{зл} + КП + АВ)}{100} \cdot N_a$$

де  $N_a$  – річна норма амортизаційних відрахувань на будівлі і споруди (приймається 8 %):

$$A1 = \frac{1172,116}{100} \times 8 = 93,769 \text{ тис. грн.};$$

$$A2 = \frac{1285,784}{100} \times 8 = 102,863 \text{ тис. грн.}$$

Визначаємо загальну кошторисну трудомісткість будівельно-монтажних робіт ( $T_{заг}$ ):

$$T_{заг} = T_{пв} + T_{зв} + T_{зл} + T_{тб}$$

де  $T_{пв}$  – нормативно-розрахункова трудомісткість робіт, що передбачаються прямими витратами;

$T_{зв}$  — розрахункова кошторисна трудомісткість робіт, що передбачені загальновиробничими витратами:

$$T_{зв} = T_{тв} \cdot K_{тзв}$$

$T_{тб}$  — розрахункова трудомісткість робіт зі зведення і розбирання титульних тимчасових будівель і споруд;

$T_{з}$  і  $T_{л}$  — розрахункова додаткова трудомісткість будівельно-монтажних робіт при їх виконанні відповідно в зимовий та літній періоди.

За інвесторською документацією загальна трудомісткість становить:

1 варіанту - 0,49288 тис. люд. год.;

2-го варіанту - 0,51623 тис. люд. год.

Визначаємо необхідні витрати на ремонт та утримання конструкцій по кожній  $j$ -й групі конструкцій:

$$B_{py} = \frac{\sum_{j=1}^m (C + T_{бj} + B_{зл} + K_{пj} + A_{вj}) \cdot N_{нрj}}{100},$$

де  $N_{pyj}$  — річні норми витрат на ремонт та експлуатацію  $j$ -ї конструкції, які для конструкцій залізобетонних фундаментів дорівнюють 1,5%:

$$B_{py1} = \frac{1172,116}{100} \times 1,5 = 17,582 \text{ тис. грн.};$$

$$B_{py2} = \frac{1285,784}{100} \times 1,5 = 19,287 \text{ тис. грн.}$$

$$B_{e1} = 93,769 + 17,582 = 111,351 \text{ тис. грн.};$$

$$B_{e2} = 102,863 + 19,287 = 122,15 \text{ тис. грн.}$$

Питомі приведені витрати за варіантами конструктивних рішень за двома варіантами визначаємо за наступною формулою:

$$B_{пi} = (B_{пi} + E_{н} \cdot K_i) \cdot (\rho + E_{пп}) + B_{e_i},$$

де  $E_{нп}$  – норматив ефективності (норма прибутку) капітальних вкладень;  
 $\rho$  – коефіцієнт реновації, частка витрат в розрахунку на рік служби конструкції;  
 $E_{нп}$  – норматив приведення капітальних вкладень за фактором часу, ( $E_{н.п} = 0,1$ ).

Розраховуємо, враховуючи, що строк використання конструкцій за варіантами – 100 років та відповідно коефіцієнт реновації 0,0000072,

$$Вп1 = (1172,116 + 0,15 \times 725,149) (0,0000072 + 0,1) + 111,351 = 239,440 \text{ тис. грн.}$$

$$Вп2 = (1285,784 + 0,15 \times 996,686) (0,0000072 + 0,1) + 122,15 = 265,689 \text{ тис. грн.}$$

### 7.3 Визначення економічного ефекту від впровадження раціональної конструкції

Розраховуємо економічний ефекту від створення і використання більш ефективних стінових конструкцій за весь строк їх експлуатації:

$$E = \frac{B_2 - B_1}{\rho_2 + E_{нп}}$$

$$E = \frac{265,689 - 239,440}{0,0000072 + 0,1} = 262,471 \text{ тис. грн.}$$

Основні техніко - економічні показники за варіантами конструкцій наведемо в табл. 2.

Таблиця 2 - Основні техніко - економічні показники за варіантами конструкцій

№ п п	Найменування показників	Одиниця виміру	Рівень показника за варіантами	
			1	2
1	Тривалість виконання будівельних робіт	дів	10,758	16,881
2	Загальна кошторисна трудомісткість будівельних робіт	тис люд.-год.	1,43209	1,67752
3	Собівартість БМР	тис. грн.	1103,063	1211,111
4	Вартість основних виробничих фондів і оборотних коштів	тис. грн.	725,149	996,686
5	Річні приведені витрати	тис. грн.	239,440	265,689
6	Економічний ефект від використання прогресивної конструкції за весь строк її експлуатації	тис. грн.	262,471	

Економічний ефект від проектування першого варіанту за весь нормативний термін використання конструкції фундаменту дорівнює 262,471 тис. грн., та по всім показникам – тривалості виконання робіт, загальній кошторисній трудомісткості, собівартості, вартості основних виробничих фондів та оборотних коштів, річних приведених витрат застосування 1-го варіанту фундаментів більш економічно, ніж 2-го.

# РОЗДІЛ 8

## НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ

Зм	Кіль	Прізвище	Підпис	Дата	КНУ.МР.192.25.342с.05 НР			
Керівник	Тімченко				Проектування 14-ти поверхової житлової будівлі на структурному геомасиві	Стадія	Аркуш	Аркушів
Консул.	Тімченко					МР		
Магістр.	Головко					ПЦБ-24М		
Зав.каф	Валовой							

## 8.1 Проблема наукового дослідження

Розвиток інфраструктури міст нерозривно пов'язаний з будівництвом будівель складних форм, з великими навантаженнями на основи в різних геологічних умовах. Складні геологічні умови, що характеризуються підвищеними деформаційними властивостями ґрунтів, наявністю підземних ґрунтових вод, підвищеною сейсмічністю майданчика будівництва, а також щільністю міської забудови, вимагають при будівництві фундаментів застосування штучно поліпшених ґрунтових основ для підвищення їх несучої здатності.

Для поліпшення властивостей слабких і неоднорідних ґрунтів основи, особливо при будівництві будівель підвищеної поверховості, все частіше застосовується технологія струменевої цементації ґрунтів («jet-grouting»). Аналіз світового та вітчизняного досвіду проектування та будівництва на штучно поліпшених основах із застосуванням струменевої цементації показує її технологічні переваги при будівництві плитних фундаментів великої площі.

Використання основ з поліпшеними міцнісними та деформаційними властивостями дозволяє забезпечити осідання та крени фундаментів, що не перевищують нормативних.

На жаль, призначення технологічних параметрів струменевої цементації, як правило, здійснюється емпіричним шляхом, на основі раніше виконаних робіт на подібних об'єктах, внаслідок чого проектне рішення далеко не завжди виявляється оптимальним.

Штучна основа – армований ґрунт у вигляді структурного геомасиву і призначений для підвищення і вирівнювання міцнісних і деформаційних характеристик ґрунтів. Структурний геомасив представляє собою систему, що включає природний ґрунт, жорсткі ґрунтоцементні елементи із заздалегідь визначеним діаметром, кроком і довжиною, а також ущільнену розподільну подушку з щебеню між плитою і ґрунтоцементними елементами.

ґрунтоцементні елементи розташовуються в габаритах і з обов'язковим виходом за межі фундаментної плити, на відстань не менше ніж крок ґрунтоцементних елементів.

Таку конструкцію вже не можна розглядати як плитно-пальовий фундамент.

Застосування структурного геомасиву повинно значно підвищити надійність і несучу здатність основ і фундаментів при мінімальній витраті матеріалів на їх створення, а в сейсмонебезпечних районах – забезпечити підвищену сейсмічну жорсткість основи.

Для вирішення цього завдання, а також для розширення діапазону застосовності струменевої цементації потрібно вміти керувати технологією влаштування армованих основ: створювати елементи з ґрунтоцементу із заданими властивостями і параметрами; розташовувати їх за певною схемою у вигляді структурного геомасиву з урахуванням стабільності будівництва. У деяких випадках влаштування структурного геомасиву дозволяє знизити сейсмічність майданчика будівництва за ґрунтовими умовами. При цьому об'єкт дослідження «фундамент – ґрунтовий масив» слід розглядати як складну систему, застосовуючи до неї системний підхід, що включає фізичне і математичне моделювання. Все це обумовлює актуальність теми роботи.

## **8.2 Об'єкт та предмет наукового дослідження**

Об'єкт дослідження – штучна основа – структурний геомасив – масив слабого ґрунту, вертикально армований жорсткими циліндричними елементами, що виконуються з використанням технології струменевої цементації ґрунту.

Предмет дослідження – розробка положень проектування штучної основи – структурний геомасив із заданими фізико-механічними характеристиками.

## **8.3 Мета та задачі наукового дослідження**

Мета дослідження – визначення технічних параметрів струменевої цементації ґрунтів для створення штучно поліпшеної основи (структурного геомасиву), що дозволяє мінімізувати витрату матеріалів при забезпеченні необхідних деформацій і несучої здатності фундаментів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Виконати аналіз існуючих конструктивних рішень підвищення несучої здатності ґрунтів основи та методів їх розрахунку;
2. Провести дослідження міцності та деформаційних характеристик ґрунтоцементних елементів у ґрунтах;
3. Вирішити завдання щодо визначення розмірів області впливу діаметра, довжини та кроку ґрунтоцементного елемента на величину осідання міжелементного простору, використовуючи чисельне моделювання;
4. Провести чисельні дослідження з раціонального розподілу ґрунтоцементних елементів по площі фундаментної плити та визначення ефективного модуля деформації армованої основи;
5. Надати положення щодо створення структурного геомасиву, які дозволяють вибрати найбільш раціональну технологію армування ґрунту, оптимальні характеристики ґрунтоцементних елементів та їх розміщення, з метою забезпечення допустимих деформацій.

#### **8.4 Методи досліджень**

Теоретичні, аналітичні й чисельні методи, аналіз і зіставлення даних отриманих різними методами.

#### **8.5 Наукова новизна одержаних результатів**

– виявлено закономірності впливу технологічних параметрів струменевої цементації на міцнісні та деформативні властивості ґрунтоцементних елементів ґрунтів для підвищення несучої здатності основи та мінімізації при цьому витрати матеріалів;

– розглянуті підходи пошуку раціональних конструктивних рішень фундаментів на штучно поліпшених основах із слабких ґрунтів, які дозволяють знизити вартість будівництва;

– запропоновано технічні рішення армування ґрунтового масиву струменевою цементацією, що враховують стадійність будівництва та умови зниження сейсмічності майданчика за ґрунтовими умовами.

## **8.6 Апробація результатів дослідження**

Результати досліджень, представлені у магістерській роботі, доповідались автором у виступах на щорічних наукових конференціях.

Список наукових публікацій:

1. Тімченко Р.О., Крішко Д.А., Головка В.О., Нестеренко І.Є., Митрофанов А.С. Зміцнення основ і підсилення фундаментів реконструйованих будівель на слабких ґрунтах // *Новітні тенденції розвитку міського будівництва та господарства*: доповідь на всеукраїнській науково-технічній інтернет-конференції (23-25 квітня 2025 р.). Рівне. НУВГП, 2025.

2. Тімченко Р.О., Крішко Д.А., Головка В.О., Нестеренко І.Є., Митрофанов А.С. Технології зміцнення слабких ґрунтових основ // *Розвиток промисловості та суспільства*: матеріали міжнародної науково-технічної конференції (28-30 травня 2025 р.). Кривий Ріг. Видавничий центр «КНУ», 2025. С. 171.

3. Тімченко Р.О., Крішко Д.А., Головка В.О., Нестеренко І.Є., Митрофанов А.С. Способи посилення фундаментів // *Розвиток промисловості та суспільства*: матеріали міжнародної науково-технічної конференції (28-30 травня 2025 р.). Кривий Ріг. Видавничий центр «КНУ», 2025. С. 172.

4. Тімченко Р.О., Головка С.І., Крішко Д.А., Головка О.С., Самардак П.В., Головка В.О. Способи штучного закріплення ґрунтів методом високонапірного ін'єктування // *Експлуатація та реконструкція будівель і споруд*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (25-26 вересня 2025 р.). Одеса. ОДАБА, 2025. С. 72-73.

## **8.7 Стан питання**

### **8.7.1 Аналіз конструктивних рішень фундаментів для покращення будівельних властивостей ґрунтів**

Великий внесок у розробку методів поліпшення фізико-механічних властивостей ґрунтів і підвищення механічної безпеки ґрунтових основ зробили праці вчених: Абелева М.Ю, Апшиза Е.С., Бартоломея А.А, Виногорова В.В., Готмана Н.З, Готмана А.Л., Головка С.І., Далматова Б.І., Ільчова В.А.,

Коновалова П.А., Кузахметова Е.К., Мірсяпова І.Т., Нікіфорова Н.С., Полішука А.І., Сорочана Є.А., Скібіна Г.М., Тер-Мартиросяна З.Г., Тімченко Р.О., Улицького В.М., Шашкіна А.Г., Шаповал В.Г., Шейніна В.І., Шепітька Т.В., Шестакова В.Н., Усманова Р.А., М.Р. Moseley, S.Waraksin та ін.

Штучно поліпшені основи влаштовуються в тих випадках, коли природні основи виявляються недостатньо міцними або сильно стисливими і їх використання, як і застосування пальових фундаментів, є технічно і економічно недоцільним. При цьому використовуються як конструктивні методи поліпшення роботи ґрунтів основи, до яких відносяться: влаштування ґрунтових подушок, застосування шпунтової огорожі, створення бічних пригрузок, армування ґрунту та інші, так і методи поліпшення властивостей основ за допомогою їх посилення і закріплення.

Питаннями вивчення армування слабких ґрунтів займалися багато вчених, серед яких можна відзначити: М.Ю. Абелева, А.П. Аксьонова, В.Д. Казарновського, В.В. Лушнікова, Л.В. Нуждіна, І.Т. Мірсяпова, Л.М. Тимофєєву, Ф.Ф. Зехнієва, Ф. Шлоссера та ін.

Для виконання вертикального армування ґрунту перспективною є технологія струменевої цементації, що полягає в руйнуванні і перемішуванні ґрунту високотисковим струменем цементного розчину, яка дозволяє отримувати практично будь-якої форми і розмірів ґрунтоцементний масив, що володіє високими міцнісними і деформаційними характеристиками, більш ніж на порядок перевищують характеристики ґрунту. Застосування струменевої геотехнології в складних інженерно-геологічних умовах показало ефективність і перспективність цієї технології, як при новому будівництві, так і при реконструкції будівель, що виконуються в умовах тісної міської забудови.

Вітчизняний та міжнародний досвід проектування та влаштування підземних частин будівель і споруд із застосуванням технології струменевої цементації висвітлено в монографіях і статтях вчених та інженерів-практиків: В.А. Ільчева, А.Л. Готмана, Н.З. Готман, І.І. Бройда, С.Г. Богова, Х.А. Джантемірова, М.С. Засоріна, І.В. Колибіна, П.А. Коновалова, Д.С. Конюхова, А.Г. Малініна, Р.А. Мангушева, Н.С. Нікіфорової, А.І. Осокіна, В.П. Петрухіна,

Д.Є. Разводовського, О.А. Шулятьєва, А.В. Чернякова, П.Б. Юркевича, П.І. Ястребова, Padfield C.J., Mair R.J, Shweiger H.F, Simpson B., Powrie W. , Poulos H.G., Carter J.P., Small J.C., Т. Михальський, Ou Ch-U та ін.

Дослідження з технології глибинного ущільнення ґрунтів методом високонапірної ін'єкції залежать більшою мірою від економічних показників, що було відзначено в працях Бройда І. І., Горбунова-Посадова М. І., Жунусова Т.Ж., Мангушева Р. А., Поліщука А.І. та ін.

Тема забезпечення надійності та економічності фундаментів, а також дослідження спільної роботи фундаментів з навколишньою ґрунтовою основою висвітлені в наукових працях: Алексєєва В.М., Бартоломея А.А., Бахолдіна Б.В., Бекбасрова І.І., Біжанова К.С., Болдирєва Г.Г., Бикова В.І., Васильєва Б.Д., Гончарова Б.В., Готмана А.Л., Зіязова Я.Ш., Кашеварової Г.Г., Крутова В.І., Лапшина Ф.К., Марченко В.С., Офріхтера В.Г., Пономарьова А.Б., Рабіновича І.Г., Ситнікова М.А., Юшкова Б.С. та ін.

Струменева цементация ґрунтів («jet-grouting») є технологією, що дає можливість вирішувати безліч інженерних завдань міського будівництва. Суть методу полягає в розмиванні ґрунту високотисковим струменем твердіючого розчину з пробурених свердловин з метою перетворення фізико-механічних характеристик природного ґрунту. Область застосування технології «jet-grouting» включає: влаштування протифільтраційних конструкцій, пальових фундаментів, закріплення укосів, огороження котлованів та ін.

Перевагами технології струменевої цементации, в порівнянні з аналогами, є:

- відсутність динамічних навантажень, що дає можливість виконувати роботи поблизу будівель і споруд;

- висока швидкість виконання робіт за рахунок паралельного виконання ряду операцій (руйнування природного масиву ґрунту, винесення зруйнованого масиву на поверхню землі, перемішування поданого розчину з ґрунтовим масивом);

- влаштування ґрунтоцементних елементів на великих глибинах, при цьому обладнання може розташовуватися на будмайданчику на відстані від

місця безпосереднього виконання робіт;

- повна механізація робіт і контроль основних параметрів технології;
- забезпечення надійності та економічності фундаментів.

В останні роки будівництво на штучних ґрунтових основах дуже затребуване. Практично всі способи поліпшення будівельних властивостей ґрунтів мають індивідуальні недоліки.

У роботах Волкова Ф. Є., Гончарової Л. В., Соколовича В. Є. та ін. засоби закріплення ґрунтів хімічним впливом з метою створення додаткової структурної міцності не стійкі до дії агресивних середовищ, недовговічні та екологічно небезпечні.

Армування ґрунтів геотекстилем, готовими конструкціями або окремими елементами, досліджене в роботах Болдирєва Г. Г., Коновалова П. А. та ін., є досить трудомістким у зв'язку з горизонтальним розміщенням геотекстилю в ґрунтовому масиві.

Роботи, спрямовані на поліпшення властивостей ґрунту насиченням твердіючими складами, опубліковані: Бройдом І. І., Голубєвим К. В., Ібрагімовим М. Н., Мельником Г. В., Пономарьовим А. Б., Рузієвим А. Р. та ін. Ця технологія також має деякі недоліки – слабку просторову керованість бажаним ефектом.

Дослідження з технології глибинного ущільнення ґрунтів методом високонапірної ін'єкції залежать більшою мірою від економічних показників, що було відзначено в працях Бройда І. І., Горбунова-Посадова М. І., Жунусова Т.Ж. , Ланіса А. Л., Мангушева Р. А., Поліщука А.І. та ін.

При зведенні фундаментів на закріплених ґрунтах ефект посилення основи досягається шляхом витіснення частини ґрунту на поверхню і заміною її цементним розчином (технологія струменевої цементації ґрунтів), в результаті чого утворюються ґрунтоцементні елементи, які є конструктивними елементами будівлі, що споруджується. Такий підхід до закріплення ґрунтів має ряд різновидів.

Технологічний процес закріплення ґрунту за технологією струменевої цементації поділяють на два основні етапи:

- буріння свердловин буровим інструментом, в нижній частині якого розташований монітор з соплами (прямий хід, рис. 1 а);
- підйом бурових штанг з одночасною подачею розчину через сопла монітора під тиском 400-500 атм. (зворотний хід, рис. 1 б, в) і перемішуванням ґрунту.

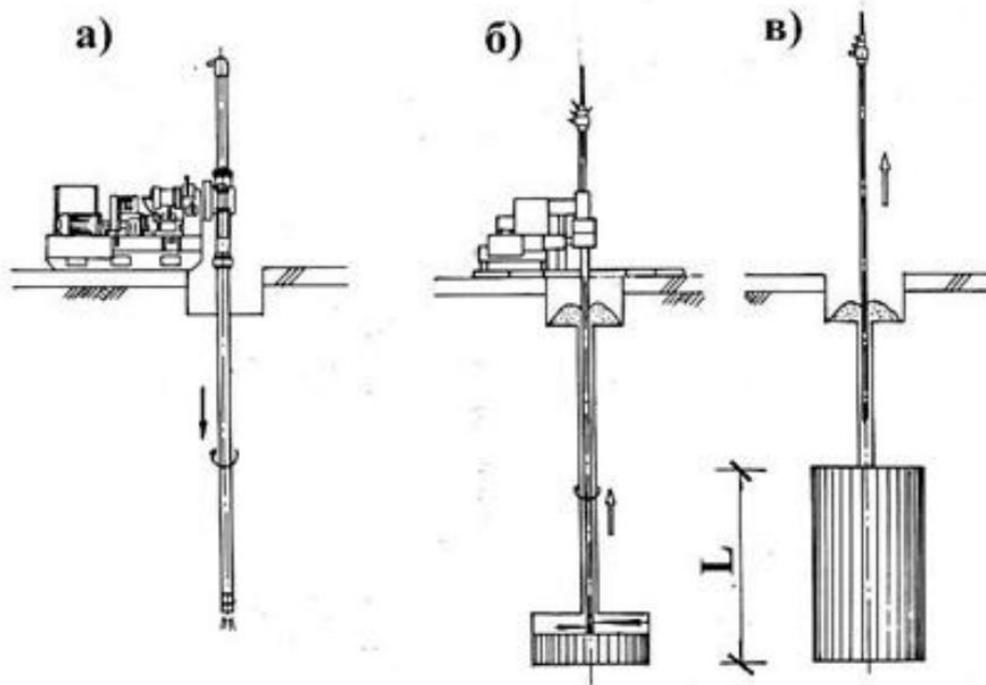


Рисунок 1. – Технологічна послідовність влаштування ґрунтоцементних елементів за двокомпонентною технологією jet-2: а) буріння свердловини; б, в) розмивання ґрунту розчином і створення ґрунтоцементного елемента під час підйому монітора з готової свердловини

При зворотному ході відбувається перемішування ґрунту з розчином і частковим (або повним) виносом розмитого ґрунту (пульпи) з пробуреної свердловини.

В результаті описаних операцій, навколо свердловини утворюється новий матеріал – ґрунтоцемент, що володіє високими міцнісними, деформаційними та протифільтраційними характеристиками.

На рис. 2 представлена схема подачі розчину через сопла монітора за двокомпонентною технологією струменевої цементації ґрунтів.

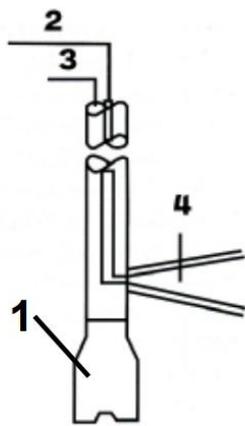


Рисунок 2. – Схема подачі розчину через сопла монітора

1 – монітор;  
 2 – цементний розчин;  
 3 – повітря;  
 4 – струмінь цементного розчину в ореолі стисненого повітря

Основними параметрами технології «jet-grouting» є:

- витрата цементу на 1 м<sup>3</sup> закріпленого ґрунту;
- водоцементне співвідношення;
- частота обертання монітора;
- швидкість підйому монітора;
- час підйому монітора;
- тиск нагнітання розчину;
- діаметр застосовуваних форсунок струменевого монітора.

Практичний досвід застосування струменевої цементації в пилувато-глинистих ґрунтах показує, що попередній розрахунок основних технологічних параметрів і їх врахування дозволяє знизити вартість робіт, тим самим забезпечити конкурентоспроможність з іншими інженерними способами вирішення аналогічних завдань. Підбір конкретної технології виконання робіт (одно-, дво-, трикомпонентна), а також використання різних пластифікаторів і добавок для поліпшення процесу струменевої цементації на етапі проектування дозволить прогнозувати кінцеві результати робіт (діаметр елементів, міцнісні властивості матеріалу ґрунтоцементу і деформативні властивості штучно поліпшеної основи).

Проектування протифільтраційних завіс виконують на підставі конкретного проекту конструкції, який включає основні несучі та фільтраційні характеристики ґрунтоцементу. На початковому етапі визначають схему виконання робіт:

- *Наскрізна схема.* Для отримання плоскої конструкції в ґрунті, крім

основної робочої свердловини, в яку занурюється монітор, бурять також другу (виливну) свердловину, яку розташовують на напрямку розмиву ґрунту, що задається відповідною орієнтацією розмиваючої насадки монітора і механічною фіксацією цього напрямку. При розмиві ґрунту за такою схемою відбувається так званий «пробій» між свердловинами. Цей «пробій» підтримують протягом усього часу розмиву плоскої прорізі. Пульпа розмитого ґрунту в цьому випадку виливається на поверхню через виливну свердловину (рис. 3).

– *Тупикова схема*. Механічно фіксують заданий напрямок розмиваючої насадки. У цьому випадку пульпа розмитого ґрунту виливається через ту ж свердловину, в якій переміщається монітор, по зазору між трубчастою конструкцією монітора і стінками свердловини. Як правило, в цьому випадку плоскі конструкції виконуються при двосторонньому розмиванні, тобто двома розмивними насадками (при трикомпонентній технології – з відповідними співвісними повітряними насадками), зазвичай спрямованими одна до одної під кутом  $180^\circ$  (рис. 4).

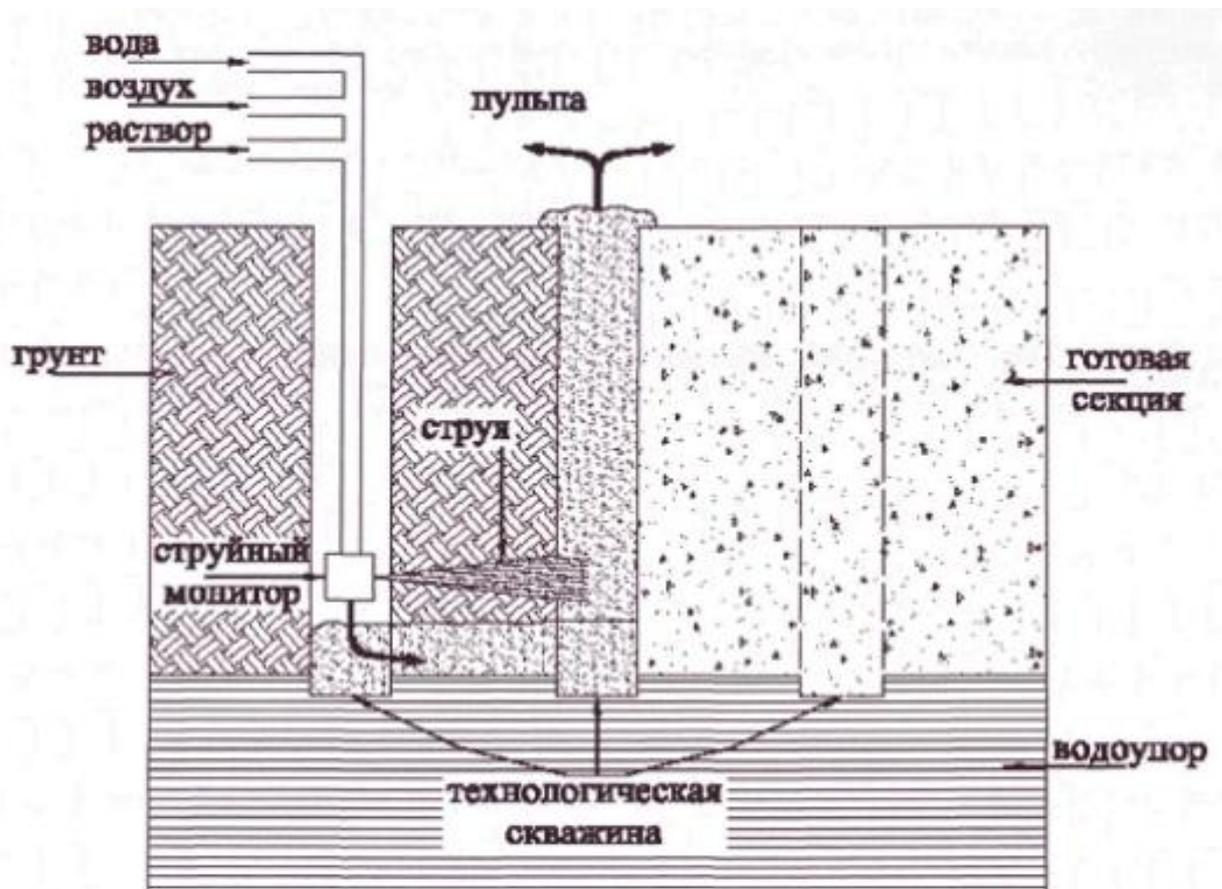


Рисунок 3. – Спорудження тонких протифільтраційних завіс за «наскрізною» схемою

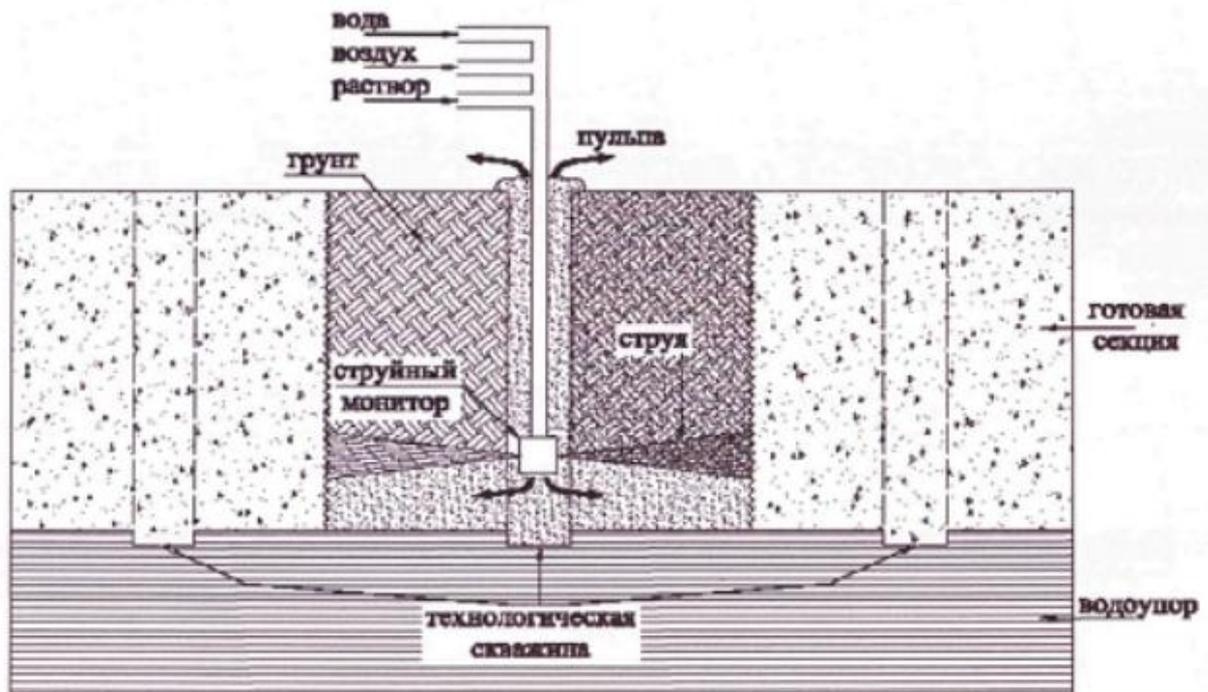


Рисунок 4. – Спорудження тонких протифільтраційних завіс за «наскрізною» схемою

- *Комбінована схема.* Наскрізнi секції чергуються з тупиковими;
- *Здвоєна схема.* Виконується у вигляді комірок здвоєної завіси.

Визначаються основні технологічні параметри струменевої цементації, що включають: швидкість підйому, час ін'єктування і швидкість обертання монітора; тиск нагнітання розчину, тиск нагнітання повітря; витрата цементу на  $1 \text{ м}^3$  закріпленого ґрунту.

### 8.7.2 Дослідження взаємодії ґрунтоцементних елементів з ґрунтом

Запропоновано схему пристрою покращеної основи – структурного геомасиву та технологію його пристрою. Описано установки його пристрою, викладено методику польових випробувань. Наведено результати лабораторних експериментів щодо міцності ґрунтоцементних елементів, результати штампових випробувань дослідного структурного геомасиву.

Технологія струминної цементації полягає у використанні енергії високонапірного струменя цементного розчину або води з повітряним потоком для руйнування та одночасного перемішування ґрунту цементним розчином. Після затвердіння суміші утворюється ґрунтоцемент – матеріал, що має певні

міцнісні та деформаційні характеристики.

За рахунок утворення жорстких включень із застиглого ущільнюючого розчину, масив ґрунту перетворюється на природно-техногенний композит з високими властивостями міцності та деформації – структурний геомасив.

Суть методу структурного геомасиву полягає у створенні в масиві ґрунту жорстких ґрунтоцементних елементів, розташованих у певній послідовності в плані та за глибиною. Ці елементи перебувають у тісному взаємодії з ґрунтом, але з пов'язані з фундаментом. ґрунтоцементних елементів мають більш високу міцність, ніж вихідний ґрунт, добре працюють на стиск і мають високе зчеплення та тертя з навколишнім ґрунтом. При цьому немає необхідності влаштування суцільного закріпленого масиву, подібно до суцільного об'єму, як в інших способах (силікатизація, смолізація та ін.).

Для створення надійної та ефективної конструкції покращеної основи процедура проектування пропонованого фундаменту вимагає спеціальної методики, яка дозволяла б враховувати розрахункові значення навантажень від надфундаментної частини споруди, визначати раціональне розташування елементів посилення з дотриманням умов максимальної рівномірності осадів та жорсткості фундаменту в цілому.

Для формування ґрунтоцементних елементів у ґрунті – структурного геомасиву – пропонується застосовувати існуюче обладнання струминної цементації ґрунтів з використанням двокомпонентної технології jet-2. Використання струминної цементації ґрунтів у порівнянні з іншими технологіями пристрою покращеної основи дозволяє позбутися дії динамічних навантажень на ґрунт, що виникають при влаштуванні забивних паль, що особливо важливо при будівництві в умовах тісної міської забудови.

Було виявлено зв'язок між міцністю ґрунтоцементу ( $\sigma_{cm}$ ) і обсягом закачаного цементу для двох типів ґрунтів (глина і суглинок) з показником плинності  $IL = 0,0$  і  $0,1$  відповідно. Зв'язок полягає в тому, що зі збільшенням закачаного цементу збільшується міцність ґрунтоцементу. Діаграма залежності представлена на рис. 5.

Знайдено експериментальну залежність між ( $\sigma_{cm}$ ) і ( $E_{ГЦЕ}$ ), аналогічну для

пилувато-глинистих ґрунтів. Діаграма залежності між ( $\sigma_{cm}$ ) і ( $E_{ГЦЕ}$ ) для ґрунтів з показником плинності ( $IL$ ) = 0,0 і 0,1 наведена на рис. 6.

Для стандартних технологічних параметрів цементації встановлено закономірності впливу показника текучості глинистих ґрунтів ( $IL$ ) на міцнісні характеристики ґрунтоцементу.

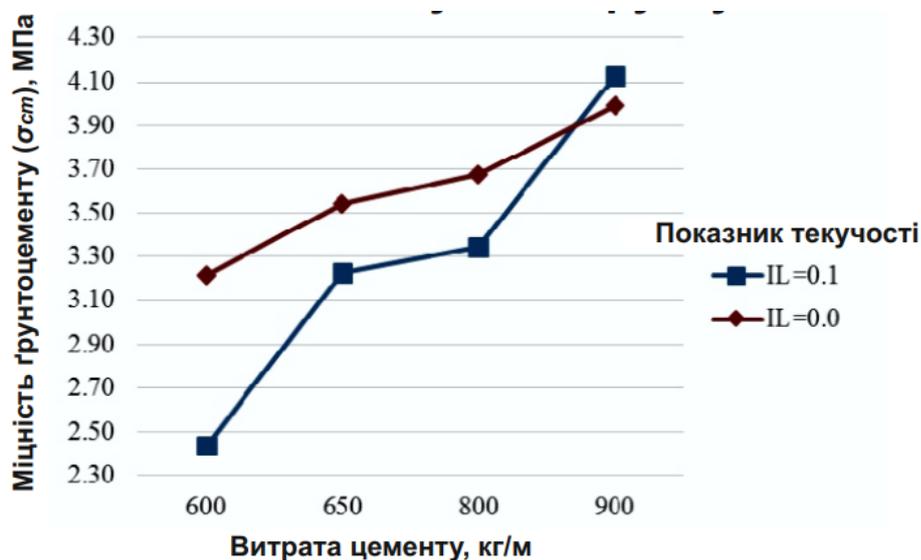


Рисунок 5. – Діаграма залежності між ( $\sigma_{cm}$ ) і витратою цементу, залежно від показника текучості ґрунту.

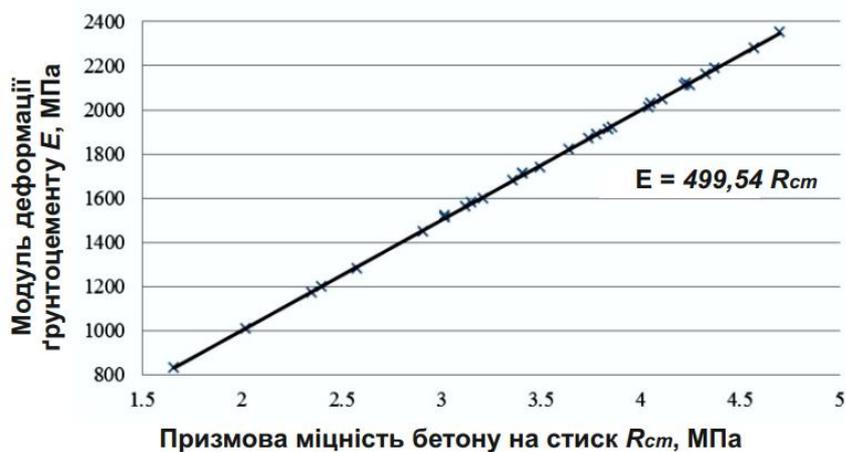


Рисунок 6. – Діаграма залежності між ( $\sigma_{cm}$ ) і ( $E_{ГЦЕ}$ ).

Закономірність полягає в тому, що зі збільшенням показника плинності ( $IL$ ) пилувато-глинистих ґрунтів змінюється їх консистенція і, як наслідок, знижується міцність ґрунтоцементу. Діаграма залежності між ( $\sigma_{cm}$ ) і ( $IL$ ) наведена на рис. 7.

Структурний геомасив – це спрощення розрахункової моделі поля

окремих ґрунтоцементних елементів з міжелементним ґрунтовим масивом шляхом заміни гомогенним, ізотропним аналогом з ефективними характеристиками.

Розроблювана розрахункова модель структурного геомасиву спрямовано використання на стадіях проектування у завданнях механічного поведінки систем «фундамент-ґрунтова основа», т.к. це значно знижує час під час розгляду величезної кількості варіантів фундаментних конструкцій.



Рисунок 7. – Діаграма залежності між ( $\sigma_{cm}$ ) і (IL).

Очевидно, найбільш доцільною стратегією є виконання ретельного аналізу деяких типових моделей лише на рівні складності, доступному сучасній обчислювальній техніці, і зіставлення результатів такого розрахунку зі спрощеним.

Важливе значення при цьому має визначення сфери застосування моделі структурного геомасиву. для цього в даному розділі проведено дослідження взаємовпливу ґрунтоцементних елементів з урахуванням нелінійної поведінки ґрунту, та вирішено завдання з оцінки впливу розмірів та розташування ґрунтоцементних елементів у структурному геомасиві на точність рішення.

Модель зміцнювального ґрунту (Hardening-Soil model) є вдосконаленою моделлю, призначеною для моделювання поведінки різних типів ґрунтів, як слабких, так і міцних.

На відміну від пружної ідеально пластичної моделі Мора-Кулона, поверхня плинності моделі пластичного ґрунту, що зміцнюється, не зафіксована в просторі головних напруг, а може розширюватися завдяки

пластичному деформуванню (рис. 8). Розглядають два основних типи зміцнення: при зсуві та при стисканні.

Зміцнення при зсуві застосовується для моделювання незворотних деформацій, що виникли внаслідок первинного девіаторного навантаження; зміцнення при стиску - для моделювання незворотних пластичних деформацій, обумовлених первинним стиском при одометричному або ізотропному навантаженні. Ця модель містить обидва типи зміцнення.

При первинному девіаторному навантаженні жорсткість ґрунту зменшується з одночасним розвитком незворотних пластичних деформацій. В особливому випадку випробувань ґрунту на всебічне стиснення при можливості дренажу, залежність, що спостерігається між осьовою деформацією і девіаторною напругою, може бути чітко апроксимована за допомогою гіперболи. Така залежність вперше була сформульована Конднером (Kondner) і пізніше застосована у гіперболічній моделі (Duncan & Chang). Однак модель ґрунту, що зміцнюється, безумовно, перевершує по точності гіперболічну модель. По-перше, це відбувається через застосування теорії пластичності, а не теорії пружності; по-друге, за рахунок обліку дилатансії ґрунту і, по-третє, за рахунок введення зрозумілої «шапки» плинності.

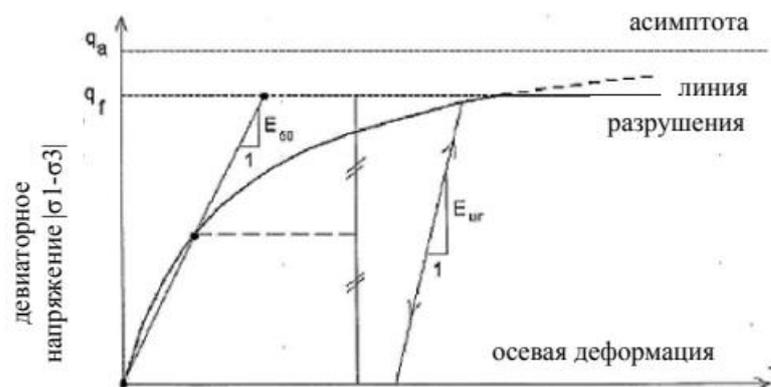


Рисунок 8. – Гіперболічна залежність між напругами та деформаціями при первинному навантаженні у стандартному випробуванні ґрунту на тривісне стискування при можливості дренажу

Основними характеристиками моделі є:

- Жорсткість, яка залежить від напруги згідно з статичним законом
- Пластичне деформування, спричинене первинним навантаженням

- Пластичне деформування, спричинене первинним стиском
- Пружне розвантаження/повторне навантаження
- Руйнування за моделлю Мора-Кулона

Основною особливістю моделі ґрунту, що зміцнюється (Hardening-Soil model) є залежність жорсткості ґрунту від напруг.

Дана модель дає фактично гіперболічну криву залежності деформацій від напруги для траєкторії первинного навантаження і траєкторії «розвантаження – повторне навантаження». Для опису пластичних зсувних та об'ємних деформацій дві функції плинності для девіаторного та ізотропного навантажень показані, відповідно, на рис. 9.



Рисунок 9. – Гіперболічне відношення між напругою та поверхнею плинності моделі Hardening-Soil

Метод армування ґрунту вертикальними жорсткими елементами, виконаними за технологією струминної цементації ґрунту (jet-2) – структурний геомасив є ефективним способом отримання штучних основ із проєктованими (заданими) ефективними фізико-механічними характеристиками.

### 8.7.3 Визначення розмірів області впливу одного ґрунтоцементного елемента

Розглядалася область ґрунту з розмірами  $L \times L$  у плані, що багаторазово перевищують розміри діаметра ГЦЕ з умови практичної відсутності впливу граничних умов на елемент (рис. 10).

Розміри області ґрунтової основи по висоті ( $H_c$ ) визначалися відповідно

до принципів формування моделі пружного лінійнодеформованого шару.

ГЦЕ вважався однорідним ізотропним лінійно пружним тілом. Механічні властивості ґрунту описувалися модифікованою пружнопластичною моделлю Кулона-Мора - «Hardening-Soil» (пружнопластична модель із зміцненням ґрунту), описаною вище.

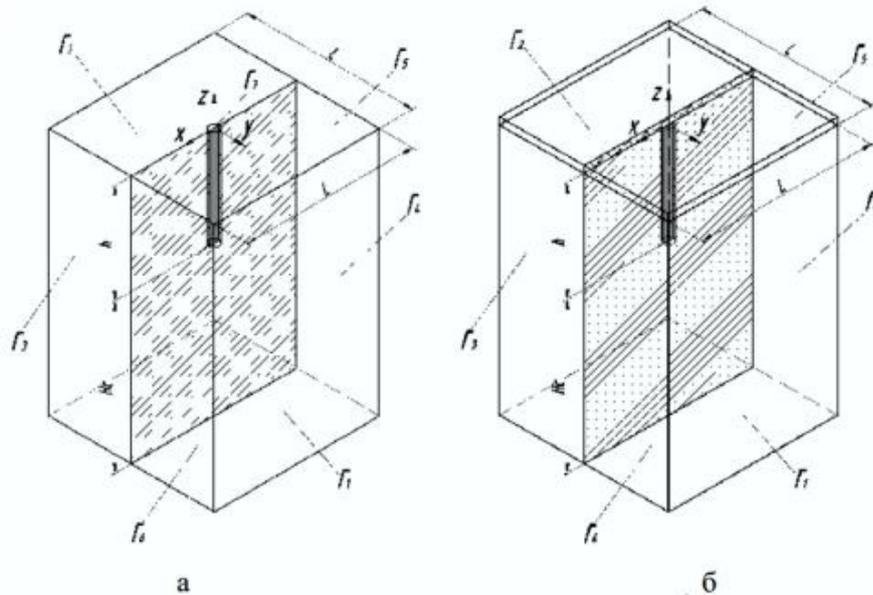


Рисунок 10. – Область простору розміром  $L \times L$  для дослідження поведінки одного ГЦЕ елемента в ґрунтовому масиві: а – навантаження прикладалося безпосередньо на елемент, б – навантаження на область передавалося через ущільнену розподільну подушку з щебеню

Контакт між ГЦЕ і ґрунтовим масивом вважався повним, оскільки елементи утворюються в ґрунті за рахунок перемішування цементного розчину і природного ґрунту. Розглядалися 2 варіанти навантаження: 1 – повне навантаження прикладалося безпосередньо на ГЦЕ, 2 – навантаження на область передавалося через ущільнену розподільну подушку з щебеню.

Крайова задача вирішувалася методом кінцевих елементів (МКЕ) в розрахунковій програмі PLAXIS 3D. ГЦЕ і ґрунт моделювалися об'ємними кінцевими елементами.

Ґрунтове підґрунтя було представлено наступними константами (ПЕ1):

- секущий модуль жорсткості при консолідованому-дренованому випробуванні при тривісному стисненні ( $E_{50}^{ref} = 11$  МПа);

- дотичний модуль жорсткості при випробуваннях в одометрі ( $E_{oed}^{ref} = 7,7$  МПа);
- жорсткість при розвантаженні/повторному навантаженні ( $E_{ur}^{ref} = 44$  МПа);
- показник ступеня залежності жорсткості від напружень ( $m = 1,0$ );
- питоме зчеплення ( $c = 19$ кПа);
- кут тертя ( $\varphi = 11$ );
- кут дилатансії ( $\psi = 0$ );

Характеристики тіла стовбура ГЦЕ: модуль пружності матеріалу по всій довжині ( $E_{ref} = 200$ МПа), коефіцієнт Пуассона ( $\nu = 0.35$ ), радіус елемента ( $R = 0.6$ м). Для ілюстрації на рис. 11 і 12 показано розподіл дотичних напружень для двох варіантів навантаження.

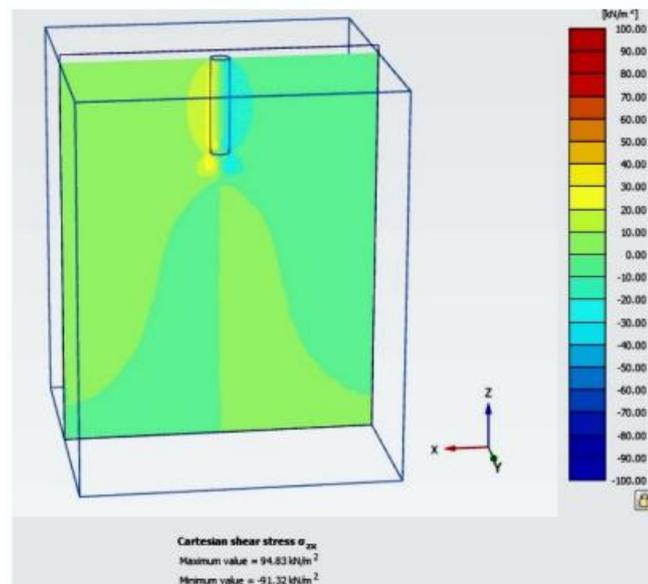


Рисунок 11. – Розподіл дотичних напружень у площині XOZ. (Навантаження прикладалося безпосередньо на ГЦЕ)

Зниження частки дотичних напружень до 0,1 від початкових значень (на межі контакту з поверхнею елемента) не залежить від довжини елемента, але залежить від діаметра ГЦЕ. Як показали розрахунки, це відбувається на відстані до  $1,2D$  при першому варіанті завантаження і до  $2,0D$  при другому варіанті завантаження.

На рис. 13 наведена залежність частки дотичних напружень у ґрунтовому

масиві від відстані до грані ГЦЕ, при двох значеннях довжини елемента діаметром 1,2 м.

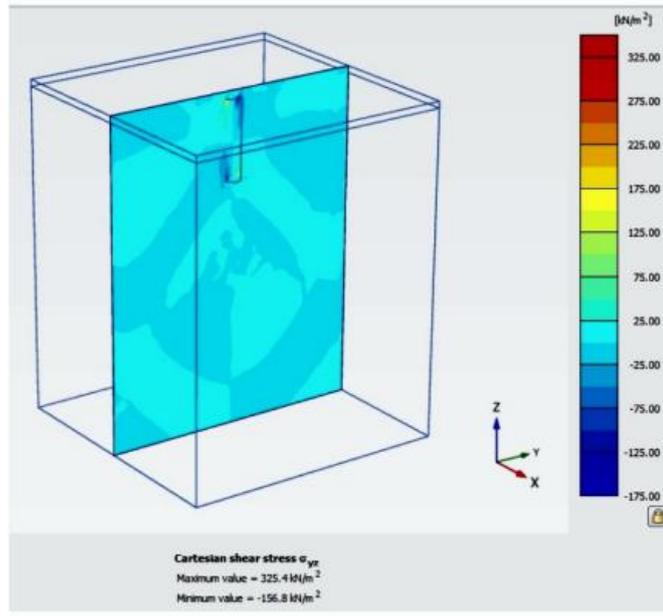


Рисунок 12. – Розподіл дотичних напружень у площині ХОУ. (Навантаження передавалося через ущільнену розподільну подушку з щебеню)

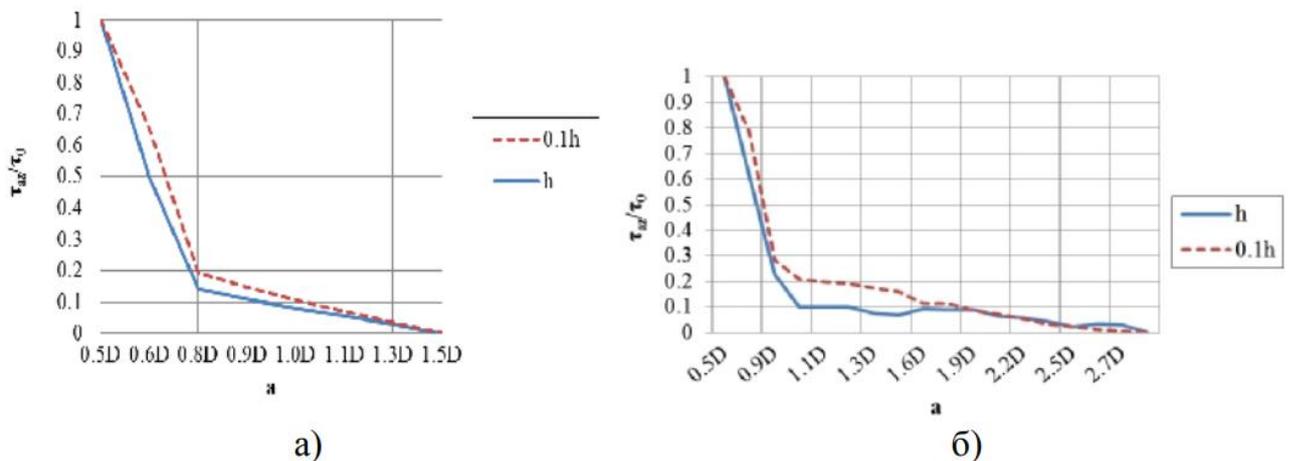


Рисунок 13. – Залежність частки дотичних напружень у ґрунтовому масиві від відстані до межі ГЦЕ ( $a$  - відстань, кратна діаметру ГЦЕ,  $h$  - довжина ГЦЕ)

Результати розрахунку показали, що при врахуванні ущільненої розподільної подушки з щебеню, дотичні напруження в області впливу розподіляються більш рівномірно.

### 8.7.4 Визначення області взаємовпливу двох суміжних ГЦЕ в структурному геомасиві

Метод структурного геомасиву доцільно застосовувати для поліпшення властивостей неоднорідної ґрунтової основи, складеної переважно слабкими пилувато-глинистими ґрунтами (модуль загальних деформацій до 10МПа), до глибини товщини, що стискається.

Отримувана основа, армована ґрунтоцементними елементами, є композитною (структурною) системою, що складається з гнучкої матриці (ґрунту) і жорстких армуючих елементів. Оптимальна відстань армуючих елементів в осях складає 1,5 ... 2,5 діаметра (D) елемента. При такій схемі, велика частина зовнішнього навантаження, що приходить, сприймається ґрунтовою матрицею і за допомогою її перерозподіляється на армуючі елементи і на підстилаючі шари ґрунту.

Схема (фрагмент) поперечного перерізу армованої основи - структурного геомасиву показано на рис. 14.

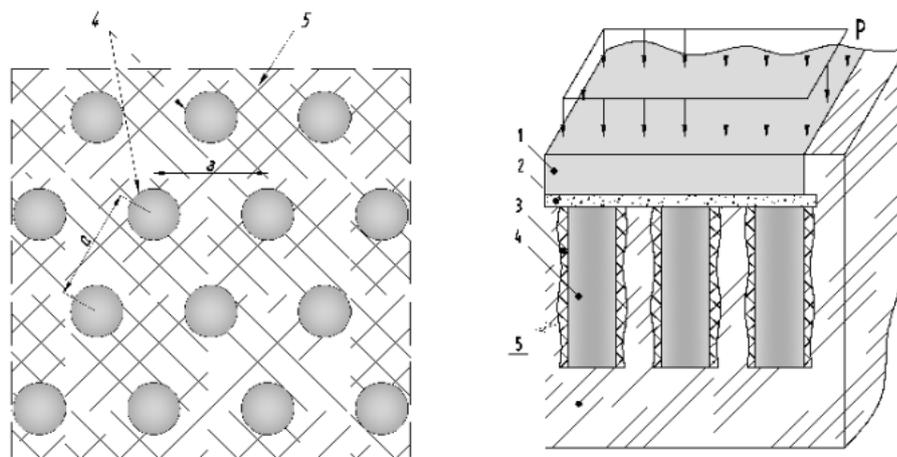


Рисунок 14. – Схема та фрагмент поперечного перерізу структурного геомасиву: 1 – плита; 2 – розподільна щебенева подушка; 3 – зона ущільнення ґрунту; 4 – армуючий (ґрунтоцементний) елемент; 5 – природний ґрунт; а – крок ґрунтоцементних елементів; Р – зовнішнє навантаження на фундамент.

Для дослідження взаємовпливу двох суміжних ґрунтоцементних елементів у структурному геомасиві також розглядалася область простору, що багаторазово перевищує розміри діаметра ГЦЕ, з умови практичної відсутності впливу граничних умов на елементи (рис. 15).

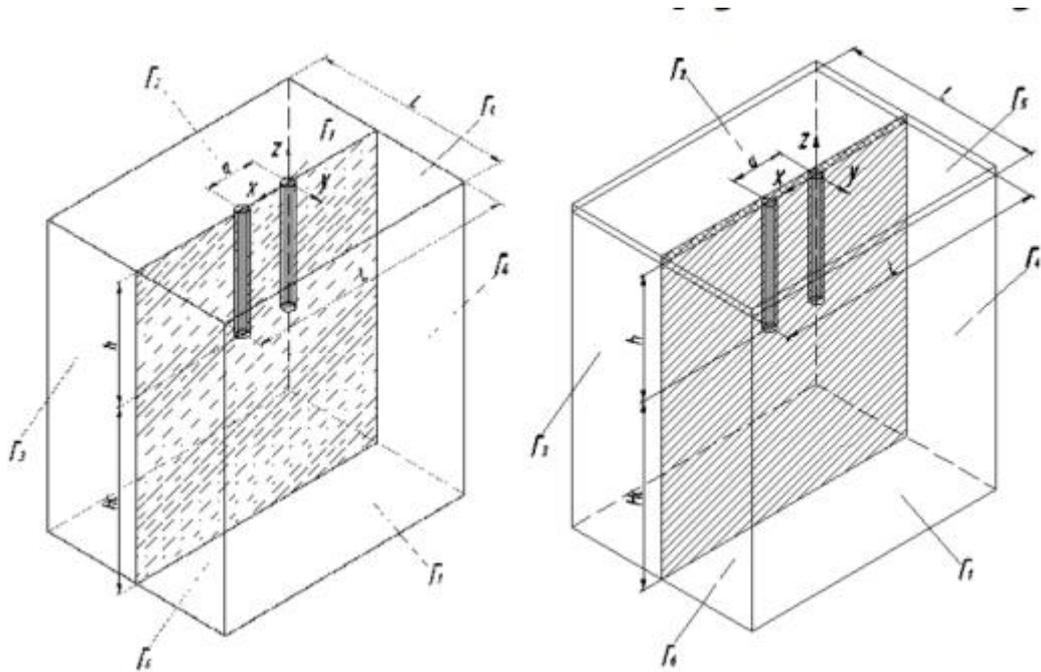


Рисунок 15. – Область простору для дослідження поведінки суміжних елементів ГЦЕ в ґрунтовому масиві

Оцінка взаємовпливу ГЦЕ також проводилася за дотичними напруженнями. При цьому використовувалися рекомендації за результатами випробувань, а саме: 1) якщо напруження в ґрунті  $> 0,5\tau_0$  – елементи взаємодіють один з одним (модель 1); при напруженнях  $< 0,2 \tau_0$  – кожен ГЦЕ працює незалежно (модель 3). Відповідно в проміжку – перехідна модель 2. Тут  $\tau_0$  – напруження в площині XOZ в ґрунтовому масиві поблизу бічної поверхні елемента ГЦЕ. Результати розрахунків наведені на рис. 16.

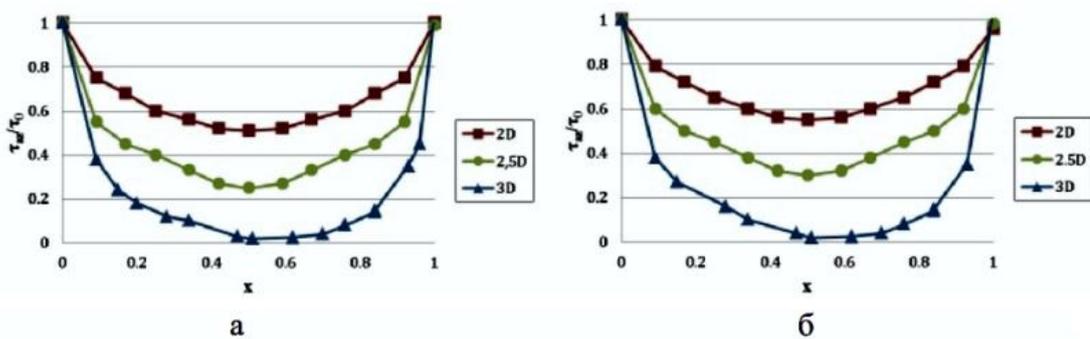


Рисунок 16. – Залежність частки дотичних напружень у ґрунтовому масиві від відстані до бічної поверхні ГЦЕ (x – наведена відстань між елементами, кратна 2D, 2,5D і 3D елемента відповідно): а – навантаження прикладалося безпосередньо на елементи, б – навантаження на область передавалося через ущільнену розподільну подушку з щебеню

Результати розрахунків показали, що зона впливу елементів ГЦЕ в сторони від осей елементів ГЦЕ поширюється на величину до  $2,0D$ . При подальшому видаленні до  $3,0D$ , величини дотичних напружень знижуються, що відповідно заважає взаємовпливу елементів ГЦЕ і армовану основу вже не можна вважати структурним геомасивом. При відстані від  $2,0D$  до  $2,5D$  армована основа розглядається як перехідна модель, і її ще можна розглядати як структурний геомасив.

### 8.7.5 Розрахунок довжини і кроку ґрунтоцементних елементів штучно поліпшеної основи (метод ячейки за схемою окремих ГЦЕ)

При проектуванні структурного геомасива важливо правильно задати довжини і крок розташування ГЦЕ в пружнопластичному півпросторі. З цією метою було вирішено задачу оптимізації (чисельний ітераційний розрахунок – підбір). В якості цільової функції прийнято проектну осадку, а керовані параметри – довжину ГЦЕ ( $L$ ) і крок ( $a$ ).

При проведенні обчислювальних експериментів для визначення осідання розглядалася осесиметрична кінцево-елементна модель (рис. 17) у вигляді ячейки.

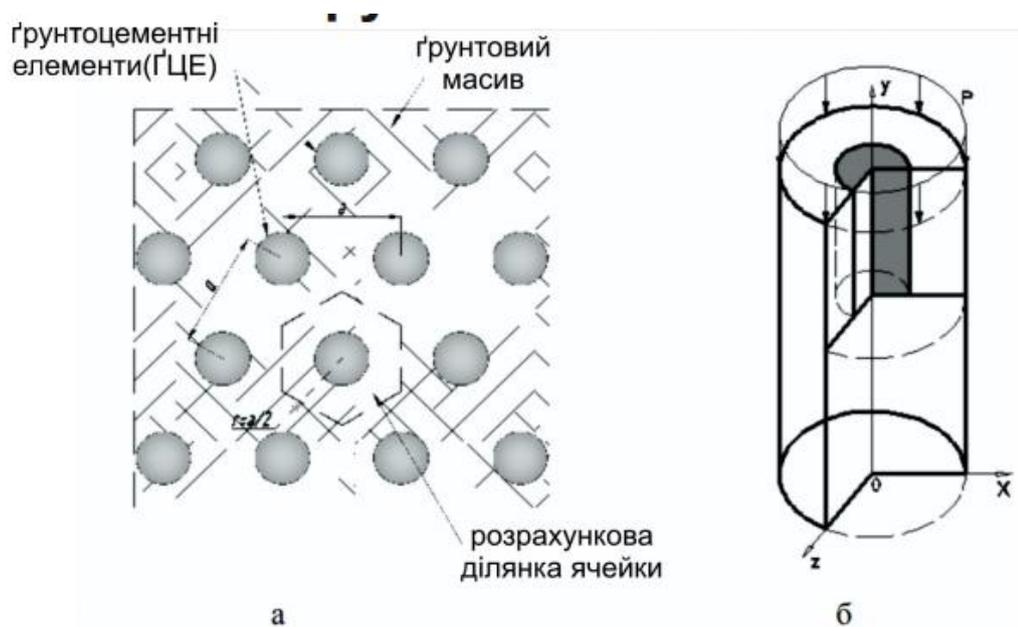


Рисунок 17. – Розрахункова схема основних конструктивних елементів: а – ділянка поля з ґрунтоцементного елемента (ГЦЕ), б – розрахункова ділянка ячейки

Горизонтальний розмір розрахункової області призначався рівним половині кроку ГЦЕ і міг змінюватися в процесі прикладання навантаження. На бічних межах розрахункової області були заборонені горизонтальні переміщення, на нижній грані були заборонені горизонтальні і вертикальні переміщення. Розрахунок основи зазвичай проводять без урахування бічного тиску на масив ґрунту, але з урахуванням деформацій формозміни (девіатора деформацій).

Зусилля навантаження зміцненої основи приймалося максимальним експлуатаційним навантаженням під плитою, рівним 200 кПа, і передавалося безпосередньо на ущільнену розподільну подушку з щебеню товщиною 300 мм.

При призначенні проектних параметрів враховувалися наступні умови: при зміні кроку розташування ГЦЕ необхідно змінювати і їх довжину до тих пір, поки величина осідання міжелементного простору не буде дорівнювати допустимому осіданню плити будівлі; крок ГЦЕ не повинен перевищувати  $2,5D$  елемента; напруження в ГЦЕ не повинні перевищувати міцності самого елемента; розрахунковий опір ґрунту під ГЦЕ повинен бути більшим, ніж тиск під елементом.

Обчислювальні експерименти проводилися в програмному комплексі «PLAXIS 2D» в плоскій постановці. Розрахункова схема моделі і залежність розподілу осідання від довжини ГЦЕ (для кроку ( $a$ )  $2,5D$  і довжини ( $L$ ) 6м) наведені на рис.18. Результат показаний для осідання фундаменту – 8см.

За отриманими результатами значень деформацій (осідання) в міжелементному просторі ґрунту для всіх розрахованих кроків і довжин ГЦЕ побудована діаграма залежності «осідання – довжина – крок ГЦЕ» (рис. 19).

Для перевірки можливості застосування теорії розрахунку за методом комірки і для аналізу механічної поведінки фундаменту на поліпшеній основі, армованій окремими ГЦЕ, ми вирішили ту ж задачу в тривимірній постановці в програмі «PLAXIS 3D».

У розглянутій задачі були прийняті наступні параметри:

Розрахункова область – 60х60м, розмір області армування – 20х20м, крок ( $a$ ) розташування елементів –  $2,5D$  (3м), довжина ГЦЕ – 6м. Ґрунтове підґрунття,

товщина розподільної щебеневої подушки, тиск на підґрунтя, модуль деформації та діаметр ГЦЕ прийняті з розрахунку вище.

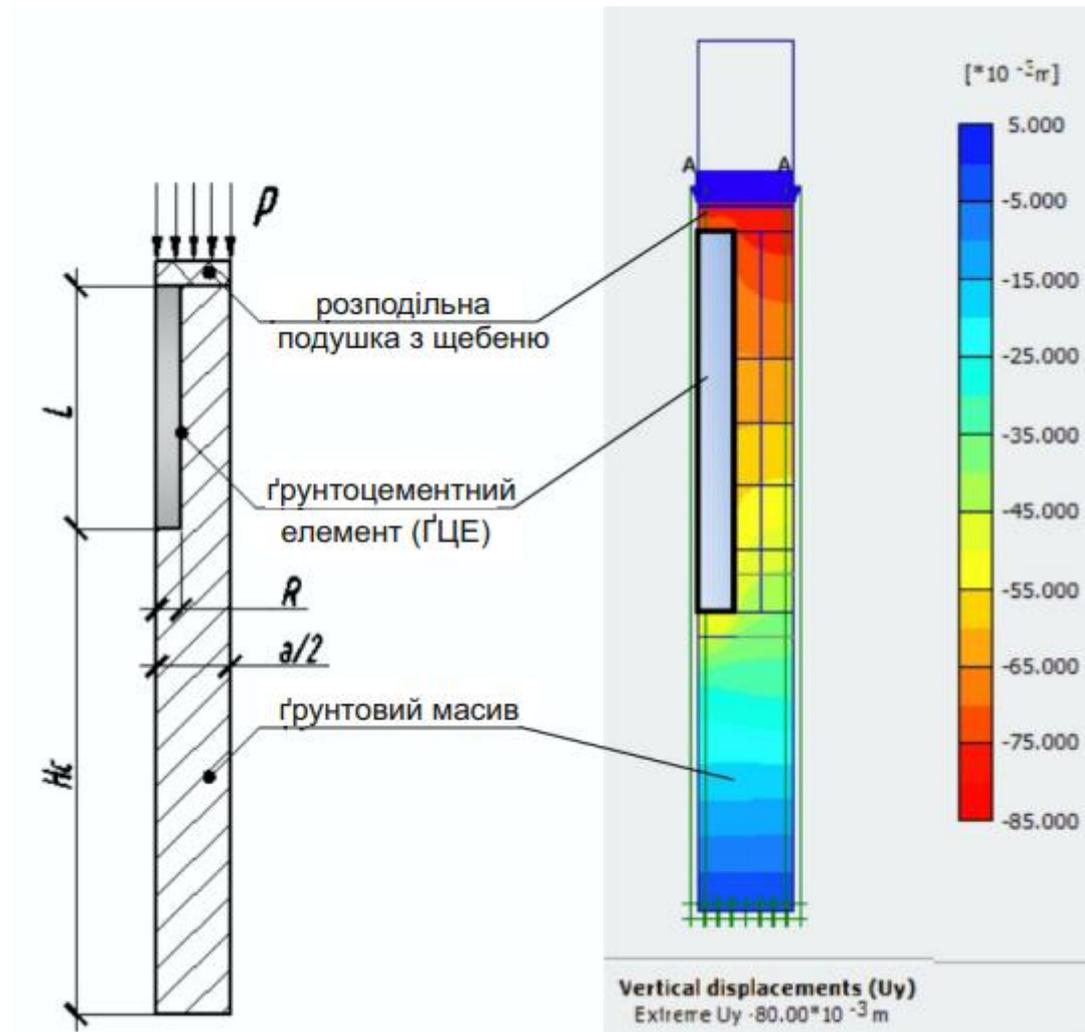


Рисунок 18. – Розрахункова схема моделі ячейки за схемою з окремих ГЦЕ та картина розподілу вертикальних деформацій

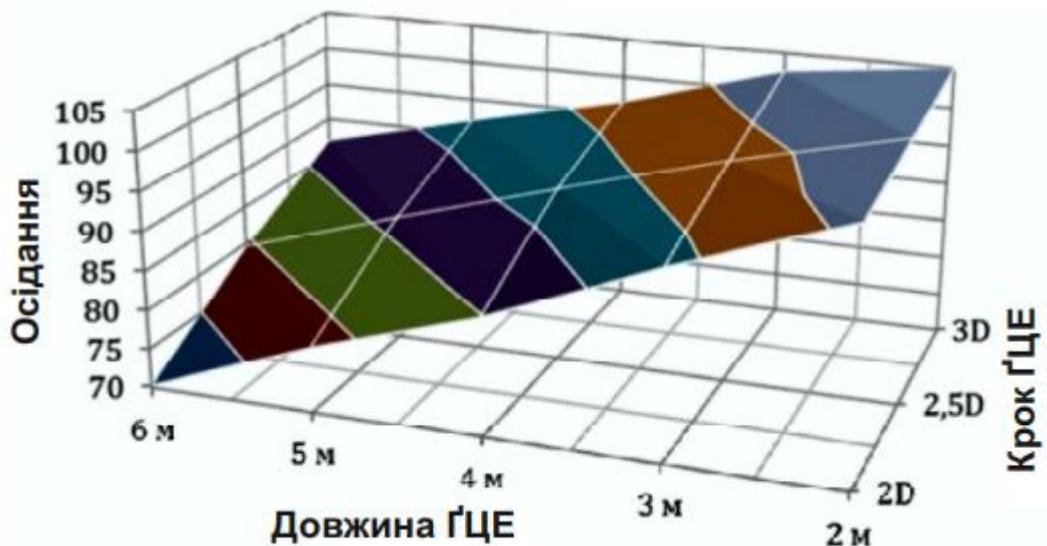


Рисунок 19. – Діаграма залежності «осідання – довжина – крок ГЦЕ»

В результаті розрахунку визначалися максимальні вертикальні переміщення при застосуванні діючих навантажень.

На малюнку 20 наведено картину розподілу вертикальних осідань ґрунтової основи. Представлені результати розрахунків показують, що розглянута армована основа деформується рівномірно так само, як і в плоскій постановці. Максимальні значення осідань становлять 79,52 мм.

Чисельні значення переміщень (осідань) основи в плоскій і тривимірній постановці наведені в табл. 1.

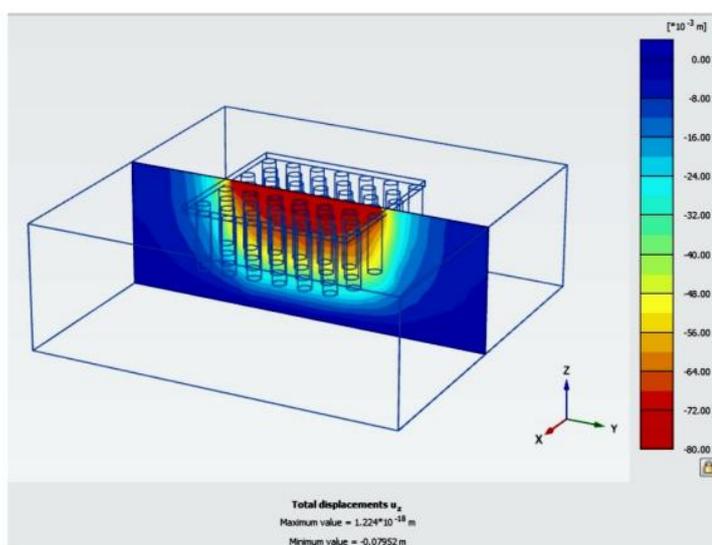


Рисунок 20. – Вертикальні осідання ґрунтової основи

Таблиця 1 – Розрахункові значення осадки, отримані за схемою з окремих ГЦЕ

Крок ГЦЕ		Значення осідань від глибини армування (мм)				
		2м	3м	4м	5м	6м
в плоскій постановці	2,0D (2,4м)	101.25	93.57	84.87	<b>78.18</b>	70.22
	2,5D (3,0м)	103.22	98.22	92.31	86.07	<b>80.00</b>
	3,0D (3,6м)	105.63	102.66	96.65	91.88	86.88
в тривимірній постановці	2,5D (3,0м)	-	-	-	-	<b>79.52</b>

Розрахунки в програмі «PLAXIS» у двох постановках дають хорошу збіжність. Зокрема, максимальна розбіжність становить не більше 1%.

### 8.7.6 Модель ячейки за схемою «структурного геомасиву» як гомогенного середовища з ефективними характеристиками

Система «плитний фундамент - ґрунтова основа» з урахуванням заміни поля з окремими ґрунтоцементними елементами на структурний геомасив, що складається з наступних компонентів:

- фундаментна плита постійної товщини в розглянутій зоні;
- ущільнена розподільна подушка з щебеню;
- ізотропна лінійно пружна ґрунтова основа, що замінює поле окремих ГЦЕ - середовище з ефективними характеристиками, однорідне в плані і по висоті (рис. 21). У кожному конкретному випадку конструктивного рішення в системі можуть варіюватися ефективні фізико-механічні характеристики середовища, що замінює поле ГЦЕ; пружнопластична ґрунтова основа.

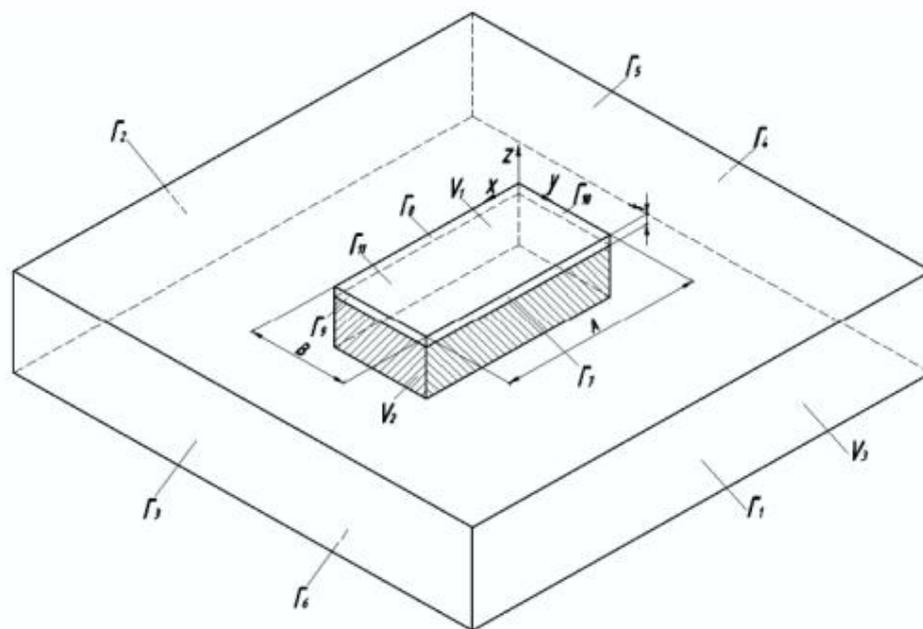


Рисунок 21. – Просторова система «плитний фундамент – ґрунтова основа» (Поле з ГЦЕ замінено структурним геомасивом)

При проведенні обчислювальних експериментів були відомі наступні вихідні дані: геометричні розміри фундаментної плити (ширина –  $B$ , м; довжина –  $A$ , м; товщина –  $t$ , м); тиск під подошвою плити (або навантаження від конструкцій будівлі на плиту); фізико-механічні характеристики ґрунтової основи; гранично допустимі осідання фундаменту.

Модель системи «плитний фундамент - ґрунтова основа» в даному випадку повинна також із заданою точністю дозволяти визначати вертикальні переміщення у всіх точках фундаментної плити для аналізу її механічної поведінки. Результати вирішення задач механічної поведінки системи «плитний фундамент - ґрунтова основа» з середовищем з ефективними характеристиками повинні із заданою точністю відповідати результатам рішень при розгляді основи з окремих ґрунтоцементних елементів і міжелементного ґрунту.

При статичному розрахунку системи «плитний фундамент - ґрунтова основа» враховувалися наступні умови:

1) розміри області ґрунтової основи в плані приймаються з умови відсутності впливу на плитний фундамент граничних умов на межах області;

2) розміри області ґрунтової основи по висоті визначаються відповідно до принципів формування моделі пружної деформованої шару обмеженої товщини;

3) геометричні розміри середовища з ефективними характеристиками, як в плані, так і по висоті відповідають габаритним розмірам заміщеного поля ГЦЕ і не виходять за плановий контур фундаментної плити;

4) граничними умовами контактного типу між компонентами системи «плитний фундамент - ґрунтова основа» нехтуємо.

З урахуванням сформульованих умов потрібно визначити вертикальні осідання у всіх точках фундаментної плити і порівняти з рішеннями задачі за методом ячейки.

Обчислювальні експерименти проводилися в програмному комплексі «PLAXIS 2D» в плоскій постановці. Розрахункова схема моделі та залежність розподілу осідання від потужності армування основи ГЦЕ (для кроку (а)  $2,5D$  і довжини ( $L$ ) 6м) наведені на рис. 22. Результат показаний для осідання фундаменту – 8см.

За отриманими результатами значень осідання структурного геомасиву, для всіх розрахованих ефективних модулів деформації середовища і потужності армування, побудовано діаграму залежності «осідання – потужність – модуль деформації армованої основи (крок ГЦЕ)» (рис. 23).

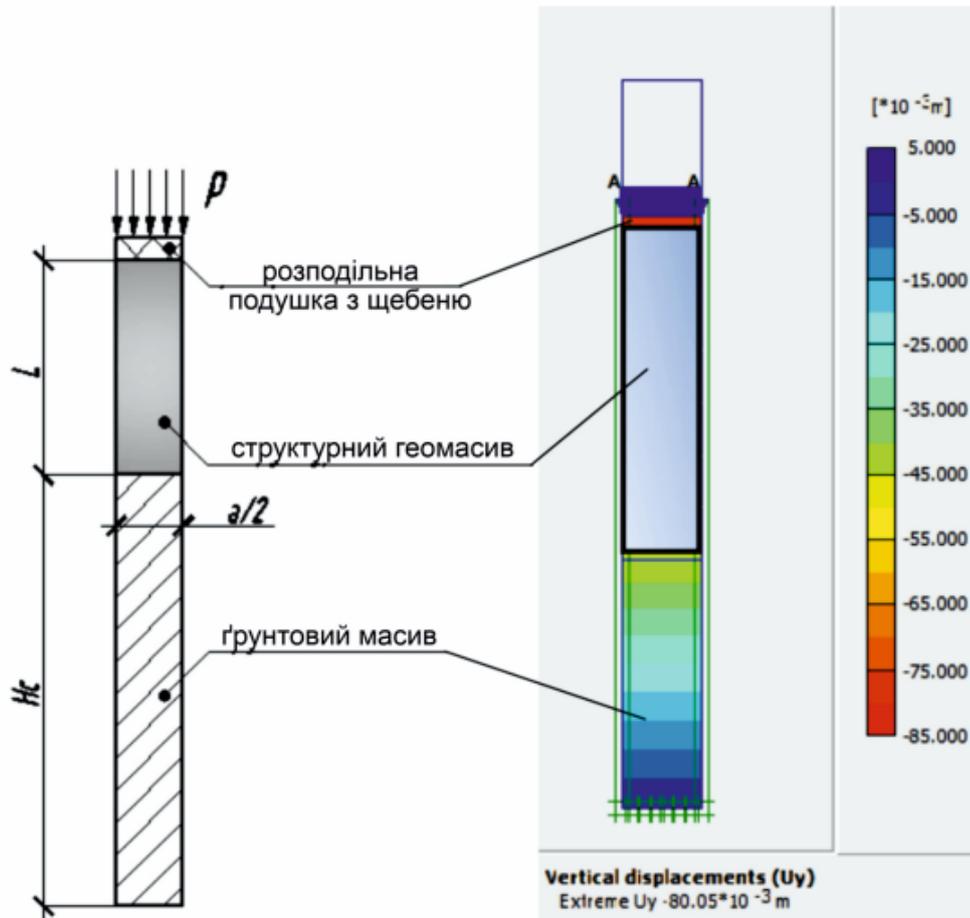


Рисунок 22. – Розрахункова схема моделі ячейки за схемою структурного геомасиву та картина розподілу вертикальних переміщень

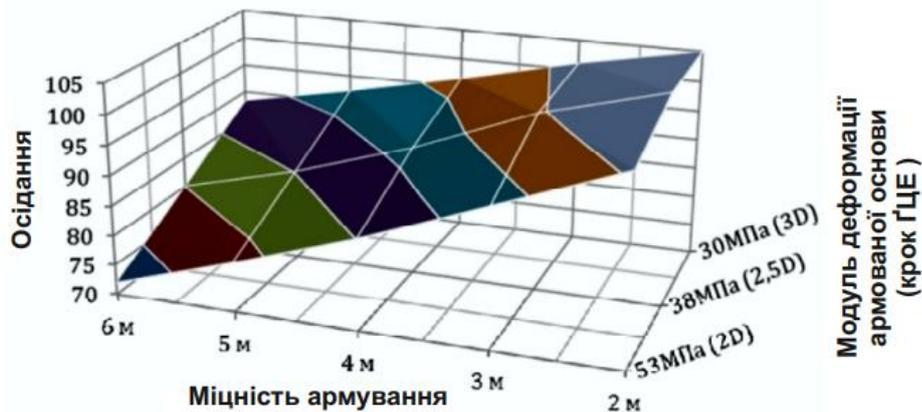


Рисунок 23. – Діаграма залежності «осідання – потужність – модуль деформації армованої основи (крок ГЦЕ)»

Для перевірки можливості застосування теорії розрахунку за даним методом і для аналізу механічної поведінки фундаменту на поліпшеній основі, з ефективними характеристиками середовища, ми вирішили ту ж задачу в тривимірній постановці в програмі «PLAXIS 3D».

У розглянутій задачі були прийняті наступні параметри: модуль деформації основи – 38МПа (для кроку ГЦЕ – 2,5D (3м)), потужність армування – 6м. Решта параметрів були описані раніше.

В результаті розрахунку визначалися максимальні вертикальні переміщення при прикладенні діючих навантажень.

На рис. 24 наведено картину розподілу вертикальних переміщень ґрунтової основи. Представлені результати розрахунків показують, що розглянута армована основа деформується рівномірно так само, як і в плоскій постановці, наведеній вище. Максимальні значення осідання становлять 78,14 мм.

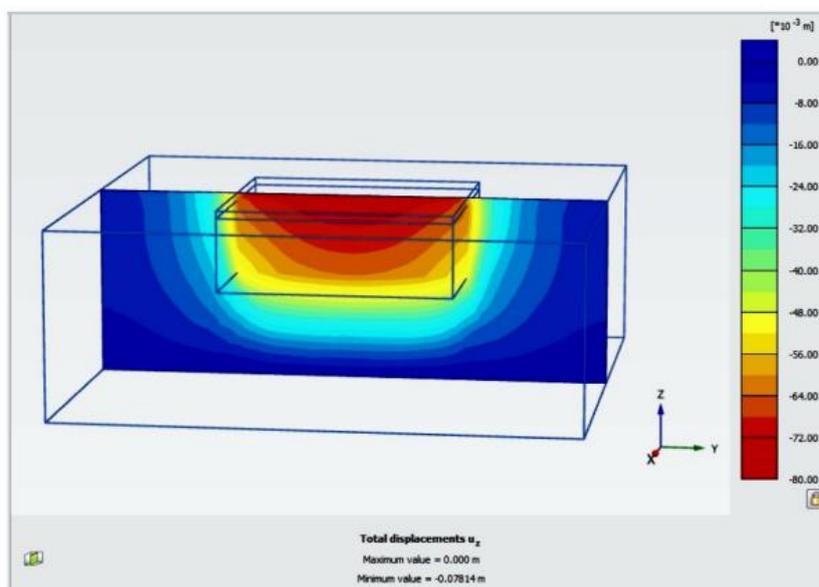


Рисунок 24. – Вертикальні осідання ґрунтової основи

Чисельні значення переміщень (осідання) основи в плоскій і тривимірній постановці наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Розрахункові значення осідань за схемою структурного геомасиву

Крок ГЦЕ		Значення осідань від глибини армування (мм)				
		2м	3м	4м	5м	6м
в плоскій постановці	2,0D (2,4м)	100.71	92.89	85.05	<b>78.24</b>	71.98
	2,5D (3,0м)	106.55	99.66	91.56	85.10	<b>80.05</b>
	3,0D (3,6м)	106.98	101.13	96.46	92.23	88.36
в тривимірній постановці	2,5D (3,0м)	-	-	-	-	<b>78.14</b>

Результати розрахунку за двома схемами в програмі «PLAXIS» дають хорошу збіжність. Зокрема, максимальна розбіжність становить 3%.

### 8.7.7 Методика проектування оптимальних параметрів основи структурного геомасиву

Під оптимальними параметрами проектування мається на увазі мінімум обсягу цементу, використаного на армування основи.

Вихідні дані:

- 1 – розміри плити (A x B);
- 2 – тиск під подошвою плити (або навантаження від конструкцій будівлі на плиту);
- 3 – характеристики ґрунту ( $E_0, c, \varphi, \rho$ );
- 4 – гранично допустимі осідання фундаменту.

Алгоритм розрахунку:

1. Задаємо крок розстановки ГЦЕ (a) в межах  $i \in (1,0D - 2,5D)$ .
2. Визначаємо ефективний модуль деформацій для цих параметрів за формулою:

$$E_{\text{стм}}^{\text{экв}} = c E_{\text{ГЦЕ}} + (1 - c) E_{\text{ГР}},$$

де  $E_{\text{ГЦЕ}}$  – модуль пружності матеріалу ГЦЕ,

$E_{\text{ГР}}$  – модуль деформації ґрунту,

c – коефіцієнт, рівний відношенню площі ГЦЕ до площі займаної комірки ґрунту

3. Визначаємо довжини ГЦЕ ( $L_i$ ), використовуючи метод комірки за схемою структурного геомасиву з ефективними характеристиками з умови не перевищення гранично допустимих осідань і міцності підстилаючого ґрунту.

4. Визначаємо загальну кількість ГЦЕ ( $N_i$ ) в габаритах плити за формулою до найближчого більшого цілого значення:

$$N_i = \frac{2,1 \cdot A \cdot B}{a^2 \cdot \sqrt{3}}$$

5. Визначаємо сумарні погонні довжини армування основи за формулою:  
 $L_{\text{Рi}} = N_i L_i$  і вибираємо мінімальну з них. Цей варіант буде найбільш

оптимальним за обсягом закачаного цементу.

6. Далі, залежно від розмірів конкретної плити, може знадобитися коригування розміщення ГЦЕ та їх кількості.

7. Визначення напружено-деформованого стану системи «плитний фундамент – ґрунтова основа» в об'ємній постановці методом чисельного моделювання з урахуванням посиленої основи.

## **8.8 Загальні висновки**

1. Метод армування ґрунту вертикальними жорсткими елементами, виконаними за технологією струменевої цементації ґрунту (jet-2) – структурний геомасив є ефективним способом отримання штучних основ з проєктованими (заданими) ефективними фізико-механічними характеристиками.

2. При моделюванні механічної поведінки системи «фундаментна плита – ґрунтова основа» основа, армована окремими елементами ГЦЕ, може бути замінена на середовище з ефективними характеристиками. Моделювання виконується чисельно, з використанням програмного комплексу «PLAXIS». Визначення ефективних фізико-механічних характеристик середовища, що замінює армовану основу, виконуються за оригінальним алгоритмом.

3. Для забезпечення роботи елементів ГЦЕ в єдиному масиві і мінімізації взаємовпливу один на одного, відстані між осями елементів в армованій основі (крок елементів ГЦЕ) не повинні перевищувати  $2.5D$  ( $\sim 3.0\text{м}$ ). Дана умова є необхідною для заміни розрахункової моделі основи, армованої окремими елементами ГЦЕ на середовище з ефективними характеристиками. Дане обмеження повністю узгоджується з умовою малості об'ємних часток вмісту елементів ГЦЕ в армованій основі при визначенні ефективних властивостей середовища.

4. Порівняння результатів чисельного моделювання роботи плитового фундаменту на армованій основі за схемою окремого елемента закріплення (метод ячейки) і за схемою структурного геомасиву показало, що максимальна розбіжність осідання, розрахована в програмі «PLAXIS» між двома методами, становить не більше 3%.

5. Застосування схеми структурний геомасив для моделювання роботи армованої основи, дозволяє отримати проєктовані (задані заздалегідь) ефективні механічні характеристики. Точність пропонованої моделі достатня для інженерного проєктування. Подальше ускладнення моделі призводить до збільшення часу на підготовку вихідних даних для розрахунку (саме комп'ютерне моделювання), але не призводить до істотного підвищення точності розрахунків (5...9 %, що знаходиться в межах точності визначення вихідних даних).

### Список використаних джерел:

1. Планування і забудова територій: ДБН Б.2.2-12:2019. Київ: Мінрегіонбуд України, 2019. 183 с.
2. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва: ДБН А.2.2-3-2014. Київ: Мінрегіонбуд України, 2014. 36 с.
3. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. 127 с.
4. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства, 2017. 37 с.
5. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування: ДБН В.2.6-33:2018. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства, 2018. 37 с.
6. Будівельні матеріали. Матеріали нерудні для щелебневих і гравійних основ та покриттів автомобільних доріг Загальні технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-30:2013. Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. 66 с.
7. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги: ДСТУ Б В.2.6-34:2008. Київ: Мінрегіонбуд України 2009, 20 с.
8. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови: ДСТУ Б В.2.6-36:2008. Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. 35 с.
9. Будівельні матеріали. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-119:2011. Київ: Мінрегіонбуд України, 2012. 59 с.
10. Будівельні матеріали. Плити бетонні тротуарні. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-238:2010. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. 27 с.
11. Будівельні матеріали. Камені бетонні і залізобетонні бортові (ГОСТ 6665-91, MOD): ДСТУ Б В.2.7-237: 2010. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. 55

с.

12. Будівельні матеріали. Цегла та камені силікатні. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-80:2008. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 27 с.

13. Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови (EN 771-1:2003, NEQ): ДСТУ Б В.2.7-61:2008 Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 33 с.

14. Будівельні матеріали. Вироби бетонні стінові дрібноштучні. Технічні умови (EN 771-3:2003, NEQ): ДСТУ Б В.2.7-7:2008. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 52 с.

15. Блоки віконні та дверні полівінілхлоридні. Загальні технічні умови: ДСТУ Б В.2.6-15:2011. Київ: Мінрегіонбуд України, 2012. 42 с.

16. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2-15-2005. Київ: Державний комітет України з будівництва та архітектури, 2005. 76 с.

17. Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В.2.5-67:2013. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства, 2013. 147 с.

18. Блоки дверні металеві протиударні вхідні в квартири. Загальні технічні умови: ДСТУ Б В.2.6-11:2011. Київ Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2012. 23 с.

19. Інженерне обладнання споруд, зовнішніх мереж. Труби чавунні каналізаційні і фасонні частини до них Технічні умови (ГОСТ 6942-98): ДСТУ Б.В.2.5-25:2005. Київ: Мінрегіонбуд України, 2005. 26 с.

20. Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем (СНиП 3.05.01-85, MOD): ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства, 2013. 29 с.

21. Газопостачання. Інженерне обладнання будинків і споруд: ДБН В.2.5-20-2018. Київ: Мінрегіонбуд України, 2019. 113 с.

22. Зображення умовні графічні електрообладнання та проводок на планах: ДСТУ Б А.2.4-19:2008. Київ: Мінрегіонбуд України, 2019. 15 с.

23. Навантаження і впливи. Норми проектування: ДБН В.1.2-2:2006. Київ:

Мінбуд України, 2006. 60 с.

24. Метали. Метод випробування на розтяг металів і сплавів за низьких та криогенних температур: ДСТУ 7305:2013. Київ: Мінекономрозвитку України, 2014. 14 с.

25. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення: ДБН В.2.5-23:2010. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 169 с.

26. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення: ДБН В.2.5-23:2010. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 109 с.

27. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок (ДНАОП 0.00-1.32-01): НПАОП 40.1-1.32-01. Київ: Держнаглядохоронпраці, 2001. 78 с.

28. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд: ДСТУ Б В.2.5-38:2008. Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. 72 с.

29. Пожежна безпека об'єктів будівництва Загальні вимоги: ДБН В.1.1-7:2016. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017. 39 с.

30. Майданчики і сходи для будівельно-монтажних робіт: ДСТУ Б В.2.8-44:2011. Київ: Мінрегіонбуд України, 2012. 16 с.

31. Внутрішній водопровід та каналізація: ДБН В.2.5-64:2012. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. 113 с.

32. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2-15:2019. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. 42 с.

33. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва: ДБН В.1.1.7-2002. Київ: Держбуд України, 2003. 87 с.

34. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення: ДБН А.3.2-2-2009. Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2012, 14 с.

35. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення: ДБН В.2.1-10:2018. Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. 36 с.

36. Настанова щодо проведення земляних робіт та улаштування основ і фундаментів: ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013. Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. 88 с.
37. Охорона праці і промислова безпека в будівництві: ДБН А.3.2-2-2009. Київ: Мінрегіонбуд України, 2012. 94 с.
38. Економіка підприємства: Підручник/ За заг.ред С.Ф.Покропивного. – Вид.2-ге, перероб. та доп. – К.: КНЕУ, 2001. – 528с.,іл.
39. Економічний аналіз: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. За ред. проф. Ф.Ф. Бутинця. – Житомир: ПП “Рута”, 2003. – 680 с.
40. ДБН В.2.3-15:2007. Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів. – введ. 2007-08-01. – К.: Мінрегіонбуд України, 2007. – 36 с.
41. Екологія та автомобільний транспорт. Навчальний посібник / [Юрій Гутаревич, Дмитро Зеркалов, Анатолій Говорун та ін.] – К.: Арістей, 2008. – 291 с.
42. Бересневич П. В. Екологія гірничого виробництва / Бересневич П. В, Вілкул Ю. Г., Голишев А. М. – Кривий Ріг: Мінерал, 1998. – 152 с.
43. Оситнянко А. П. Планування розвитку міста: Монографія / А. П. Оситнянко. – К.: КНУБА, 2005. - 385 с.
44. Ключниченко Є. Є. Соціально-економічні основи планування та забудови міст / Є. Є. Ключниченко. – К.: Укрархбудінформ, 1999. – 348 с.
45. Ключниченко Є. Є. Формування житлового середовища: Навчальний посібник / Є. Є. Ключниченко. – К.: КНУБА, 2006. – 164 с.
46. Ціноутворення у будівництві: збірник офіційних документів та роз’яснень. – К.: Інпроект, 2012. – №11,128с.
47. Стельмах О.В. Містобудівні принципи і методи формування системи паркування легкових індивідуальних автомобілів в крупних та найкрупніших містах України: автореф. дис. на здобуття наук, ступеня канд. техн. наук : спец. 05.23.20 „Містобудування та територіальне планування” / О. В. Стельмах. – Київ, 2004. – 16, [1] с.
48. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів: ДБН В.2.3-15:2007.

Київ: Мінрегіонбуд України, 2007. 40 с.

49. П.І. Кривошеєв. “Науково-технічні проблеми координації дій щодо захисту будівель, споруд і територій зі складними інженерно-геологічними умовами”. // Будівництво України. – 2001. – № 6. – С. 16-19.

50. ДБН А.3.1-5-96. Управління, організація і технологія. Організація будівельного виробництва / Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 1996. – 66 с.

51. Городецкий О.С. Деякі питання проектування фундаментних конструкцій висотних будинків. // Будівництво України. – 2004. – № 2. – С. 39-43.

52. R.V.I. Brinkgreve. P.A. Vermeer. PLAXIS B.V. Version 7. – Rotterdam, Brookfield, 1998. – 70 p.

53. Шилов Е.Й., Гойко А.Ф. Економіка будівництва. Інвестиції та їх регулювання. Визначення ефективності інвестиційних проектів. – К.: КНУБА, 2003. – 84 с.

# Додатки

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

*Міжнародна науково-технічна конференція*

Матеріали конференції

**РОЗВИТОК ПРОМИСЛОВОСТІ  
ТА СУСПІЛЬСТВА**



**Кривий Ріг - 2025**

Р.О. ТИМЧЕНКО, д-р техн. наук, проф., Д.А. КРІШКО, канд. техн. наук, доц.,  
В.О. ГОЛОВКО, І.Є. НЕСТЕРЕНКО, А.С. МИТРОФАНОВ, магістранти  
Криворізький національний університет

### ТЕХНОЛОГІЇ ЗМІЦНЕННЯ СЛАБКИХ ҐРУНТОВИХ ОСНОВ

Технологія струменевої цементації ґрунтів є методом зміцнення слабких ґрунтових основ для зведення будівельних об'єктів. Цю технологію розроблено на початку ХХ століття, і подальша її історія розвитку містить у собі такі етапи: початкові дослідження (одним із перших етапів було застосування бетону для заповнення порожнеч у ґрунті); удосконалення технології (одним із методів укріплення ґрунтів став метод струменевої цементації, розвиток якого зумовлений впровадженням нових технологій та матеріалів); застосування в різних галузях (має широку сферу застосування в будівельній сфері); сучасні можливості струменевої цементації ґрунтів (розвивається, впроваджуючи нові технології та обладнання).

Струменева цементація ґрунтів – це метод, що зумовлює зміцнення та ущільнення ґрунту за допомогою високонапірного струменя цементного розчину, за рахунок розмивання цементу і ґрунту. У результаті утворюється єдина ґрунтоцементна маса, яка володіє заздалегідь заданими поліпшеними характеристиками міцності та деформаційними характеристиками.

Метод охоплює такі етапи: підготовку території для проведення робіт; буріння свердловин на проектну глибину; підготовку обладнання для струменевої цементації; подачу цементного розчину, який заповнює порожнечі й утворює ґрунтоцемент; очищення території та завершення робіт. Основний комплект технологічного обладнання, необхідний для здійснення струменевої цементації ґрунтів, складається з бурової установки, цементувального насоса, автоматизованої міксерної установки, силосів для зберігання цементу. Бурові установки призначені для утворення вертикальних і похилих свердловин. Головною вимогою є оснащеність автоматизованого підйому колони з прийнятною швидкістю. Застосування цементувального насоса забезпечує високу продуктивність і тиск, необхідні для руйнування і перемішування ґрунту. Міксерні установки забезпечують рівномірне перемішування цементу з водою для отримання ґрунтоцементу високої якості.

Залежно від інженерно-геологічних умов застосовується однокомпонентна, двокомпонентна або трикомпонентна технологія.

Під час застосування однокомпонентної технології під струменем цементного розчину з напором 400-600 атм. відбувається руйнування ґрунту з подальшим його перемішуванням із розчином, внаслідок чого утворюється ґрунтоцементна колона діаметром 0,6-1 м.

Двокомпонентна технологія струменевої цементації є розривом, перемішуванням і закріпленням елементів під дією стисненого повітря, для чого застосовуються подвійні концентричні порожнисті штанги – для цементного розчину і для стисненого повітря. У результаті утворюється ґрунтоцементна колона діаметром 1,0-2,0 м.

Трьохкомпонентна технологія відрізняється від попередніх тим, що спочатку розмивається ґрунт, під дією повітряного струменя утворюються порожнини, які заповнюються цементним розчином, у результаті виходять колони з чистого цементного розчину. На виході утворюється ґрунтоцементна колона діаметром до 2,5 м.

Найбільшої ефективності набуває метод влаштування ґрунтоцементних колон великого діаметру, за якого знижуються обсяги бурових робіт, вартість і терміни будівельно-монтажних робіт. Сучасні можливості дають змогу впроваджувати ІТ-технології в різні аспекти струменевої цементації ґрунтів. Скоротити час і витрати, підвищити ефективність цементації дає змогу використання комп'ютерного моделювання та симуляції, що передбачають поведінку ґрунту. Ці завдання може виконати програмний комплекс Plaxis 3D. Технологію може бути застосовано не тільки для зміцнення основ і фундаментів, а й в інших цілях. Замість цементної суміші для зв'язку з більш високими показниками міцності, довговічності та екологічної стійкості, можуть бути використані композитні матеріали або полімери. Автоматизація системи контролю та управління можуть збільшити точність і надійність процесу. Спільне використання з іншими технологіями сприяє створенню комплексних рішень для зміцнення та стійкості ґрунтів.

Доповідь присвячено обґрунтуванню використання технології струменевої цементації ґрунтів в будівельній сфері.

### СПОСОБИ ПОСИЛЕННЯ ФУНДАМЕНТІВ

Довговічність житлових будинків, їх відповідність призначенню багато в чому визначаються станом основ і фундаментів. Система «основа – фундамент» є найскладнішою в моделюванні та передбаченні її функціонування в процесі зведення і особливо експлуатації будівель і споруд. Фундаменти в експлуатаційних умовах постійно зазнають одночасного і дуже важко врахованого впливу багатьох чинників, з яких найзначнішими є зміна властивостей основи, природні явища і впливи, пов'язані з діяльністю людини. Порушення нормальної роботи основ і фундаментів трапляються доволі часто, і хоча, зазвичай, не відбувається повного руйнування будівель і споруд, але спостерігаються різного роду деформації, перекоси, тріщини, які без усунення причин їхньої появи і невиконання вчасно ремонтних робіт можуть призвести до найсерйозніших наслідків, аж до аварій. Вибір способу посилення основ і фундаментів, організація і технологія робіт з посилення багато в чому залежить від причин, що викликають необхідність посилення. Основними причинами посилення основ і фундаментів є збільшення навантаження на ґрунти основ і фундаментів, а також деформації та пошкодження ґрунтів основ і конструкцій фундаментів. Нерівномірне осідання будівлі вважається головним і найістотнішим дефектом фундаменту, який зустрічається дуже часто. Він проявляється в тому, що стіни і основні елементи будівлі покриваються тріщинами, і що призводить до подальшого викривлення всієї конструкції будівлі. До таких наслідків призводять певні причини: помилки у визначенні оптимальної глибини закладення фундаменту; підвищення рівня ґрунтових вод; нерівномірний вплив навантажень; підвищення навантажень на фундамент за рахунок прибудови додаткових габаритних конструкцій (наприклад, поверху або житлової мансарди); неправильна оцінка щільності ґрунту на ділянці, де зведено будівлю; використання неякісних або неміцних матеріалів.

Вибір способів ремонту і посилення стрічкових і стовпчастих фундаментів мілкого закладення залежить від причин, що зумовлюють необхідність посилення, особливостей конструктивного рішення фундаментів, чинних навантажень, а також від інженерно-геологічних умов і ступеня обмеженості робочого майданчика. Від прийнятого способу посилення або ремонту істотно залежить організація і технологія виконання робіт.

Розглянемо деякі способи посилення фундаментів.

Посилення і відновлення кладки фундаментів цементациєю. Спосіб застосовується коли кладка ослаблена по всій товщі, а збільшення навантаження на фундамент немає. Цементация проводиться шляхом нагнітання в порожнечі фундаменту через ін'єкційні труби цементного розчину консистенції 1:1 до 1:2 і більше під тиском 0,2 ... 1,0 МПа через один або кілька ін'єкторів заповнюється простір діаметром 0,6 ... 1,2 м.

Ремонт і посилення фундаментів на основі полімерів. Спосіб заснований на використанні полімербетонів, полімерних розчинів і мастик для закладення тріщин у тілі фундаментів та ін'єкціонування їх усередину. Для закладення тріщин завширшки 2 мм і більше і раковин глибиною менше 50 мм використовують полімеррозчини і полімермастики. Якщо руйнування більш значні і є оголення арматури, відновлення виконують полімербетоном і полімермастиками.

Посилення залізобетонних фундаментів обоймами. Обойми, що влаштовуються без поглиблення фундаменту, можуть виконуватися як без збільшення площі підшви, так і з її розширенням. За матеріалом вони можуть бути бетонними і залізобетонними. Обойми зі збільшенням площі підшви фундаменту влаштовують у фундаментах мілкого закладення, виконаних із різних кладок, бетону або залізобетону. Виготовлення обойми можливе як на всю висоту фундаменту, так і на частину висоти.

Посилення фундаментів палями. Палі застосовують для передачі навантаження від фундаментів на міцніші шари ґрунту в тих випадках, коли основа має високу деформативність і спостерігаються підземні води, що ускладнюють процес розширення або заглиблення фундаментів. Посилення проводять двома прийомами: пересадкою фундаменту на виносні палі або підведенням паль під підшву фундаменту.

Доповідь присвячено використанню різних способів посилення фундаментів.

Міністерство освіти і науки України  
Одеська державна академія будівництва та архітектури  
Одеська міська рада  
University North (Хорватія)  
Slovak University of Technology in Bratislava (Словаччина)  
ДП Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій  
Академія будівництва України



## ***ЗБІРКА ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

**VI міжнародної науково-практичної  
конференції**

***ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕКОНСТРУКЦІЯ  
БУДІВЕЛЬ І СПОРУД***

**25-26 вересня 2025 р.**

**м. Одеса**

## **СПОСОБИ ШТУЧНОГО ЗАКРІПЛЕННЯ ҐРУНТІВ МЕТОДОМ ВИСОКОНАПІРНОГО ІН'ЄКТУВАННЯ**

**Тімченко Р.О., д.т.н., проф., Крішко Д.А., к.т.н., доц.,**

**Головко В.О., маг., Самардак П.В., маг.,**

*Криворізький національний університет*

**Головко С.І., д.т.н., проф., Головко О.С., к.т.н., доц.,**

*Придніпровська державна академія будівництва та архітектури*

Для підвищення несучої здатності та зниження деформацій ґрунтових основ існує безліч способів штучного закріплення ґрунтів. Метод високонапірного ін'єктування рухомого цементно-піщаного розчину успішно застосовується для вирішення багатьох геотехнічних завдань: посилення ґрунтової основи та фундаментів аварійних і реконструйованих будівель; вирівнювання нерівномірних деформацій і кренів будівель і споруд; посилення пальових фундаментів; зміни напружено-деформованого стану ґрунтової основи будівель і споруд в процесі будівництва або реконструкції; виготовлення ін'єкційних, буроін'єкційних і напірноабивних паль; стабілізації лесових просідних ґрунтів; посилення та відновлення земляного полотна залізниць та автомобільних доріг; інженерної підготовки під нове будівництво (створення геомасивів та геокомпозитних основ); зниження коливань фундаментів під машини з динамічними навантаженнями.

До переваг методу високонапірного ін'єктування належать: технічна простота, можливість використання обладнання та доступних матеріалів; низька собівартість при відносно високій ефективності; можливість проведення робіт у широкому діапазоні ґрунтових умов; використання малогабаритного обладнання, можливість проведення робіт в обмеженому просторі; можливість ведення робіт без виселення мешканців, зупинки виробництва або руху транспорту; відсутність негативних динамічних впливів при проведенні робіт; можливість оперативної зміни проектного рішення і параметрів виконання робіт; екологічна чистота методу. Однак істотним недоліком високонапірного ін'єктування є невизначеність кількості, напрямку і розмірів тріщин, що виникають в результаті порушення суцільності ґрунтового масиву при тиску нагнітання, що перевищує структурну міцність ґрунту.

У будівельній практиці часто застосовується «манжетна

технологія». Ін'єктування ведеться через металеві перфоровані труби з отворами, розташованими по висоті з певним кроком. Зовні отвори перекриваються гумовими манжетами, що виконують роль зворотного клапана. Простір між ґрунтом і трубою заповнюється розчином, при твердінні якого утворюється обойма товщиною 3...5 см, що не дозволяє ін'єкційному розчину поширюватися вздовж ін'єктора вгору. Ін'єктор з подвійним тампоном (пакером) занурюється до проектного горизонту – рівня відповідних отворів. Тиск нагнітання розриває манжету і обойму, ін'єкційний розчин впроваджується в ґрунт, при цьому пакер перешкоджає руху розчину всередині ін'єктора.

Також пропонують конструкцію ін'єктора у вигляді двостороннього усіченого конуса, стикованого великими основами з безперервними гвинтовими лопатями, буровим наконечником і випускними отворами. Лопать у верхній частині конуса має зворотний напрямок намотування відносно нижньої. При проходці свердловини розпушений буровим наконечником ґрунт переміщається по гвинтовій лопаті вгору і створює в середній частині ґрунтову пробку, що перешкоджає поширенню ін'єкційного розчину і обмежує зону ін'єктування.

Посилення ґрунтової основи фундаментів високотисковою ін'єкцією пропонується проводити в два етапи. На першому етапі виконується ін'єкція ґрунту по контуру зони, що підсилюється, з метою створення непроникного екрану, що перешкоджає поширенню розчину за його межі. На другому етапі нагнітання проводиться всередину раніше окресленої зони. Пропонується обмежувати зону, що підсилюється, шляхом ін'єктування цементно-піщаного розчину у вертикальну щілинну порожнину, утворену сталевією струною, натягнутою між окреслюючими ін'єкторами при їх зануренні. Утворена за допомогою натягнутої сталевієї струни вертикальна порожнина забезпечує створення суцільної стінки, що обмежує поширення розчину.

Виконують також ін'єктування під фундаменти існуючих будівель у такій послідовності: буріння технологічної свердловини з установкою в неї кондуктора; заповнення її цементним розчином з подальшим розбурюванням затверділого цементного каменю і бурінням її до проектної глибини; утворення під фундаментом горизонтальної порожнини високошвидкісним струменем цементного розчину; установка манжетного ін'єктора і заповнення порожнини цементно-піщаним розчином під тиском.

Доповідь присвячена дослідженням штучного закріплення ґрунтів методом високонапірного ін'єктування.

Національний університет  
водного господарства  
та природокористування



# СЕРТИФІКАТ

учасника V-ої Всеукраїнської науково-технічної Інтернет-конференції  
«Новітні тенденції розвитку міського будівництва та господарства»

виданий

**Валерії Головки**

магістранці Криворізького національного університету

Голова оргкомітету інтернет-конференції,  
ректор НУВГП

Віктор МОШИНСЬКИЙ

23-25 квітня 2025 р., м. Рівне

