

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

## МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«ПІДВИЩЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ЕКСПЛУАТОВАНИХ  
ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ»

Виконав: студент 2 курсу, групи Б -22м  
спеціальності

192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Терлецький В. С.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент

(вчений ступінь, посада)

Попович М. М.

(прізвище та ініціали)

« 7 » 06 2024 р.

Опонент: к.т.н., проф. каф. ІСБ

(вчений ступінь, посада)

Моц І. В.

(прізвище та ініціали)

« 13 » 06 2024 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри БМГА

(підпис)

В. В. Швець

(прізвище та ініціали)

« \_\_\_\_\_ » 2024 року

Вінницький національний технічний університет

( повне найменування вищого навчального закладу )

Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії

Кафедра Будівництва, міського господарства та архітектури

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)

Галузь знань 19 Архітектура та будівництво

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

Освітньо-професійна програма Промислове та цивільне будівництво

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри БМГА

Швець В.В.

“ ” 2024 року

## **ЗАВДАННЯ**

### **НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА**

Терлецькому Віталію Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Підвищення несучої здатності експлуатованих пильових фундаментів

керівник роботи Попович М.М., к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “20”03.2024 року №68

2. Строк подання магістрантом роботи 31.05.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Типові технічні рішення підсилення основ фундаментів. Результати власних попередніх досліджень, результати огляду літературних джерел.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ (актуальність та новизна наукових досліджень, об'єкт, предмет, мета і задачі, практична значимість, методи досліджень, апробація).

1. Огляд літературних джерел, методи підвищення несучої здатності фундаментів, зокрема пильових. Вітчизняний та зарубіжний досвід.

2. Методика і результати модельних досліджень несучої здатності стрічкових пильових фундаментів.

3. Пропозиції по підвищенню несучої здатності пильових фундаментів

4. Технічна частина (розробка конструктивного рішення фундаментів на прикладі об'єкту проєктування та розробка технологічної карти з використанням результатів досліджень)

5. Розробка заходів з охорони праці та цивільного захисту



6. Економічна частина (визначення економічного ефекту від впровадження результатів наукової розробки на прикладі технічного об'єкту).

Висновки

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

1. Науково-дослідний розділ – 10 - 15 арк. (плакати, що ілюструють результати науково-дослідної роботи)

3. Архітектурно-будівельні рішення – 2 арк. (фасади, плани, розрізи, генплан, робочі креслення)

3. Технологічна карта – 1 арк. (схема виконання робіт; календарний графік виконання робіт; графік руху робочих кадрів по об'єкту; машини, механізми, інструменти та обладнання; техніка безпеки при виконанні робіт; вказівки до виконання робіт)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
Науковий розділ	Попович М.М., доц.	29.01 <i>ММ</i>	15.03 <i>ММ</i>
Технічна частина	Попович М.М., доц.	15.03 <i>ММ</i>	12.04 <i>ММ</i>
Охорона праці та ЦЗ	Кобилянська І.М., доц.	<i>ІМ</i>	<i>ІМ</i>
Економічна частина	Лялюк О.Г., доц.	<i>ОГ</i>	<i>ОГ</i>

7. Дата видачі завдання 29.01.2024 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Складання вступу до МКР	01.02-06.02.24	<i>вик</i>
2	Науково-дослідна частина (три розділи)	07.02-15.03.24	<i>вик</i>
3	Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту	18.03-29.03.24	<i>вик</i>
4	Конструктивні рішення технічного об'єкту (технологія або організація будівельного виробництва)	30.03-12.04.24	<i>вик</i>
5	Подання роботи на перевірку на плагіат	15.04-19.04.24	<i>вик</i>
6	Охорона праці та цивільний захист	16.04-21.04.24	<i>вик</i>
7	Економічна частина	22.04-30.04.24	<i>вик</i>
8	Оформлення МКР	01.05-12.05.24	<i>вик</i>
9	Подання МКР на кафедру для перевірки	13.05-17.05.24	<i>вик</i>
10	Попередній захист	23.05-24.05.24	<i>вик</i>
11	Опонування	27.05-03.06.24	<i>вик</i>

Студент

*ММ*  
(підпис)

Терлецький В. С.  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

*ММ*  
(підпис)

Попович М. М.  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

УДК 624.15

Терлецький В. С. Підвищення несучої здатності експлуатованих палихвих фундаментів. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – будівництво та цивільна інженерія, освітня програма – промислове та цивільне будівництво. Вінниця: ВНТУ, 2024. 101 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 37 назв; рис.: 26; табл. 17.

В магістерській кваліфікаційній роботі досліджена сумісна робота ростверку і палі у складі палихвого фундаменту із забивних палі з посиленою основою під подошвою ростверка у порівнянні з роботою аналогічного фундаменту із забивних палі на прикладі піщаних ґрунтів. Встановлено, що підвищення несучої здатності палі і ростверку у складі палихвого фундаменту залежить від способу їх влаштування.

В даній роботі виконано аналітичний огляд сучасного стану варіантів підвищення несучої здатності палихвих фундаментів, проведено лабораторні дослідження. На основі проведених досліджень запропоновано нову технологію та нові конструктивні рішення для підвищення несучої здатності експлуатованих палихвих фундаментів.

В технічній частині роботи представлено архітектурно-будівельні рішення багатопверхового житлового будинку безкаркасної конструкції з цегляними стінами та розроблена технологічна карта на підсилення палихвих фундаментів. Розглянуті питання охорони праці та цивільного захисту. Виконано економічний розділ.

Магістерська кваліфікаційна робота містить 19 аркушів графічної частини.

Ключові слова: паля, ростверк, несуча здатність, палихві фундаменти, основа, ґрунт, свердловина, підсилення, щебінь.



## ABSTRACT

Terletsky V. S. Increasing the bearing capacity of exploited pile foundations. Master's qualification thesis on specialty 192 - construction and civil engineering, educational program - industrial and civil construction. Vinnytsia: VNTU, 2024. 101 p.

In Ukrainian speech Bibliography: 37 titles; Fig.: 26; table 17

In the master's qualification work, the combined operation of the grid and piles as part of the pile foundation made of driven piles with a reinforced base under the sole of the grid was investigated in comparison with the operation of a similar foundation made of driven piles on the example of sandy soils. It has been established that the increase in the load-bearing capacity of piles and grids as part of the pile foundation depends on the method of their arrangement.

In this work, an analytical review of the current state of options for increasing the load-bearing capacity of pile foundations was performed, and laboratory studies were conducted. On the basis of the conducted research, a new technology and new constructive solutions are proposed for increasing the load-bearing capacity of operated pile foundations.

The technical part of the work presents the architectural and construction solutions of a multi-story residential building of frameless construction with brick walls and developed a technological map for strengthening pile foundations. Considered issues of labor protection and civil protection. The economic section is completed.

The master's qualification work contains 19 sheets of the graphic part.

Key words: pile, grid, bearing capacity, pile foundations, foundation, soil, well, reinforcement, crushed stone.

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ПІДСИЛЕННЯ ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ	11
1.1 Способи зміцнення ґрунтів, фундаментів, будівель і споруд	11
1.2. Аналіз сучасних методів влаштування пальових фундаментів	20
1.3 Застосування щебених елементів при зміцненні основи існуючих фундаментів	23
1.4 Методика розрахунку підсиленої основи з щебеними елементами в умовах реконструкції існуючих фундаментів	29
Висновок	29
2 МЕТОДИКА І РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ	31
2.1 Конструкції дослідних модельних зразків	31
2.2 Проведення випробувань	33
2.3 Визначення оптимального розташування щебених елементів від краю опори фундаменту	35
Висновок	38
3 ПРОПОЗИЦІЇ ПО ПІДВИЩЕННЮ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ	39
3.1 Спосіб 1 підвищення несучої здатності пальового фундаменту	39
Висновок	42
4 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	43
4.1 Архітектурно-будівельна частина	43
4.1.1 Об'ємно-планувальне рішення	43
4.1.2 Архітектурно-конструктивне рішення	44
4.1.3 Будівельна фізика	45
4.1.4 Інженерні мережі	47
4.1.5 Опалення і вентиляція	51
4.2 Технологічна карта на підсилення пальових фундаментів	53
4.2.1 Загальні положення	54
4.2.2 Область використання.	55

4.2.3. Технологія та організація виготовлення буронабивних паль підсилення	56
4.2.4 Технологічна схема влаштування буронабивних паль з розширеною основою з втрамбованого щебеню	57
4.2.5. Вимоги до якості та приймання робіт	59
4.2.6 Графік виконання робіт при підсиленні пальового фундаменту	61
Висновок	61
5 ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	62
5.1. Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта	63
5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць при підвищенні несучої здатності пальових фундаментів.	63
5.1.2 Електробезпека приміщення	66
5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії	68
5.2.1 Мікроклімат	68
5.2.2 Склад повітря робочої зони	68
5.2.3 Виробниче освітлення	69
5.2.4 Виробничий шум	70
5.2.5 Виробничі вібрації	70
5.2.6 Психофізіологічні фактори	72
5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях	73
Висновок	81
6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	82
Висновок	96
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	97
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	98
Додаток А. Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	102
Додаток Б. Графічна частина	103



## ВСТУП

**Актуальність роботи.** Підсилення фундаменту – це процес, необхідний для забезпечення безпеки та довговічності будівлі чи споруди. Існує кілька основних причин, за яких може знадобитися посилення фундаменту.

Ослаблення ґрунту. З часом або під впливом зовнішніх факторів (наприклад, через затоплення, тривалі опади або танення снігу) ґрунт під фундаментом може послабитися, що призведе до його деформації або осідання.

Пошкодження фундаменту. Тріщини, сколи та інші пошкодження фундаменту можуть бути спричинені різними причинами, включаючи вік будівлі, неякісні будівельні матеріали чи помилки під час будівництва. У таких випадках необхідно підсилити фундамент, щоб запобігти подальшій руйнації.

Збільшення навантаження на фундамент. Якщо планується надбудова чи реконструкція будівлі, що призведе до збільшення навантаження на фундамент, його необхідно підсилити для забезпечення безпеки та стабільності споруди.

Зміна умов експлуатації. Зміна призначення будівлі може вимагати підсилення фундаменту, якщо нове використання передбачає інші умови навантаження чи вібрації.

Будівництво нових об'єктів поблизу експлуатованих будівель може призвести до зміни ґрунтових вод або додаткових навантажень на ґрунт, що вимагатиме підсилення існуючих фундаментів для запобігання їх деформації.

Підсилення вимагають як фундаменти мілкового закладання, так і пальові фундаменти. Насамперед, необхідно уточнити, які з елементів пальового фундаменту необхідно підсилити: самі палі, ростверк, весь фундамент або ґрунт навколо паль. Існують способи підсилення експлуатованих пальових фундаментів влаштуванням додаткових паль, розширення ростверку, закріплення ґрунтів основи пальового фундаменту.

Кожен із способів використовують на основі обстеження і аналізу стану експлуатованого фундаменту та причин необхідності підсилення.

Майже завжди існує можливість вибору раціонального рішення, але воно

далеко не завжди очевидно, що і поставило питання про подальші дослідження, приведені в даній роботі.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконана у Вінницькому національному технічному університеті на кафедрі будівництва, міського господарства та архітектури відповідно до кафедральної науково-дослідної теми №60К6 «Удосконалення методів розрахунку і технологій автоматизованого проектування та влаштування елементів системи будівля-фундамент-основа з врахуванням інформаційних технологій супроводу об'єктів будівництва».

**Мета і задачі дослідження.** У дисертаційній роботі було поставлено завдання дослідження зміни деформаційних властивостей ґрунтової основи експлуатованих пальових фундаментів після підсилення щебеневидами елементами з розробкою рекомендацій щодо методики проектування.

**Задачі дослідження:**

- проаналізувати наявні дослідження про особливості підсилення пальових фундаментів, виконати їх оцінку, визначити напрямки подальших досліджень;
- виконати аналіз існуючих методів підсилення ґрунтової основи пальових фундаментів;
- дослідження впливу щебеневих елементів на зміну характеристик ґрунтів фундаменту та розвиток ущільненої зони, що утворюється при ущільненні щебеню в стінки свердловини;
- розробити спосіб підсилення експлуатованих пальових фундаментів щебеневидами елементами, сформованими в проміжку між палями.

**Об'єкт дослідження** – експлуатований паловий фундамент та щебеневі елементи, виготовлені в пробурених свердловинах, що використовуються при зміцненні фундаменту існуючих фундаментів.

**Предмет дослідження** - вплив щебеневих елементів на НДС ґрунтової маси, у тому числі вплив основних геометричних параметрів щебеневих елементів на здатність сприймати додаткове навантаження при рівному допустимому осіданні.

**Методологія дослідження.** Теоретичну і методологічну основу дослід-

дження склали наукові праці вітчизняних і зарубіжних авторів в області фундаментобудування, оцінки та вибору оптимальних технологічних рішень при підсиленні експлуатованих пального фундаментів та власні лабораторні дослідження. Лабораторні дослідження були виконані з дотриманням умов простої подібності.

**Наукова новизна результатів** роботи полягає в наступному:

- виявлено закономірності збільшення модуля деформації ґрунтів основи експлуатованого пального фундаменту після зміцнення щебеневими елементами та зміни додаткового навантаження при різних допустимих осіданнях реконструйованої будівлі;

- експериментально визначено характер розвитку ущільненої зони, утвореної трамбування щебеню в стінки свердловини, а також вплив щебневих елементів на зміну властивостей ґрунтів фундаменту;

- розроблено метод підсилення ґрунтової основи пального фундаментів щебеневими елементами, сформованими в поміжку між палями.

**Практична цінність роботи:** практичне значення одержаних результатів дослідження полягає у оцінці впливу використання щебневих елементів для підсилення ґрунтової основи експлуатованих пального фундаментів; методологія проектування, що дозволяє обґрунтовано реалізовувати проектні рішення по посиленню пального фундаменту реконструйованих будівель; що дає можливість прогнозувати додаткове осідання при збільшенні навантаження на фундамент.

**Особистий внесок здобувача** полягає у постановці мети та завдань роботи; у розробці та експериментальному обґрунтуванні методу посилення; виконанні, обробці та аналізі результатів лабораторних експериментів; у розробці методу підсилення ґрунтової основи пального фундаментів щебеневими елементами, сформованими в поміжку між палями.

**Апробація результатів.** Результати магістерської кваліфікаційної роботи апробовано на 53 Всеукраїнській науково-технічній конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (ВНТКП ВНТУ) з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області, 2024 р.

**Публікації:** Основні положення дисертації опубліковані в матеріалах



ЛІІ Всеукраїнської науково-технічної конференції факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії (2024), Секція промислового та цивільного будівництва: Терлецький В.С., Попович М.М. «Підсилення експлуатованих пального фундаментів». Електронний режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2024/paper/view/20521> Дата звернення: 21.05. 2024.

Подано заявку на патент на корисну модель «Спосіб підсилення пального фундаменту» в ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО «УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ» (УКРПАТЕНТ).

**Структура та обсяг роботи.** Магістерська кваліфікаційна робота складається зі вступу, шести розділів, висновків, двох додатків та списку використаних джерел. Робота представлена на 101 сторінках, містить 26 рисунків та 17 таблиць. Список використаних джерел налічує 37 назв творів вітчизняних та зарубіжних авторів.

## 1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ПІДСИЛЕННЯ ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ

### 1.1 Способи зміцнення ґрунтів, фундаментів, будівель і споруд

Реконструкція будівлі - це один із різновидів капітального будівництва, пов'язаний із зміною основних техніко-економічних показників для покращення умов проживання, збільшення обсягу послуг, якості обслуговування.

Реконструкція будівель та споруд провадиться при додаванні на конструкції додаткових навантажень, не передбачених проектом. Також проведення реконструкції потрібно у разі втрати несучої здатності споруди, що може вплинути на архітектурний образ будівлі, призвести до руйнування конструкцій.

При цьому виникає додатковий вплив на фундамент і, як наслідок, з'являються тріщини на фасаді будівлі, в цоколі і т.д. Щоб уникнути цих дефектів, слід також проводити підсилення фундаментів під якою мається на увазі збільшення несучої здатності ділянки фундаменту, а також зменшення тиску на площу основи споруди.

Завданням реконструкції є вирівнювання нерівномірних осад до нормативних меж, запобігання можливості виникнення великих зусиль у надземних конструкціях будівлі.

На першому етапі виконання робіт необхідно виконати обстеження існуючого фундаменту, навіщо розробляються спеціальні шурфи. Далі визначаються фізико-хімічні, розрахункові характеристики ґрунтів під подошвою фундаменту. Певні властивості ґрунту подаються у звіті про обстеження, який допоможе обґрунтувати прийняті під час реконструкції рішення, а також вибрати найефективніший спосіб підсилення існуючого фундаменту.

Вибір способу підсилення пальового фундаменту залежатиме від того, яка частина фундаменту буде посилена: стовбур палі, ростверк, або основа під паллями.

Спосіб підсилення вибирають залежно від характеру пошкоджень і причин, що його викликали.

Найбільш ефективними вважаються методи, за яких максимально використовуються вже існуючі конструкції [1].

Підсилення ростверку.

Одними з найпоширеніших дефектів ростверку є корозія бетону і вивітрювання поверхні. Для усунення таких пошкоджень застосовується метод торкретування.

Торкретування – спосіб бетонування поверхні пульверизацією за допомогою стисненого повітря. Перед початком робіт з торкретування необхідно добре очистити поверхню ростверку піскоструминним апаратом, продутим стисненим повітрям і промити водою під тиском.

Торкретування слід проводити на металеву сітку. Сітку (розмір осередків 5-10 см, діаметр дроту - 5 мм) перев'язують до анкерів, занурених у ростверк на 15-25 см за допомогою в'язального дроту (рис.1.1). Торкрет-бетон наносять під тиском 0,4-0,6 МПа в 2-3 шари завтовшки 20-40 мм смугами за допомогою торкрет-машини. Торкрет-машина - це установка, що складається з бетон-шприца та компресора. Кожен наступний шар бетону наноситься після схоплювання попереднього.



Рис. 1.1 – Торкретування підсилювальної поверхні

У разі необхідності усунути тріщини в бетоні ростверку використовується метод нагнітання розчину. У ростверку перфоратором буряться похилі або вертикальні шпури (відстань між сусідніми отворами 0,8-1,5 м). Шпури розташову-



ються між стрижнями арматури. Загальна кількість залежатиме від ступеня руйнування ростверку.

Далі шпури промиваються через ін'єкційні трубки та заповнюються розчином із ставленням цементу до води по масі від 1/10 до 1/1.

Підсилення стовбура палі.

Підсилення стовбура палі є найбільш доступним методом, коли пальовий фундамент влаштований з високим ростверком. За наявності тріщин, а також при частковому руйнуванні ствола доречно робити підсилення залізобетонними обоймами (рис. 1.2).

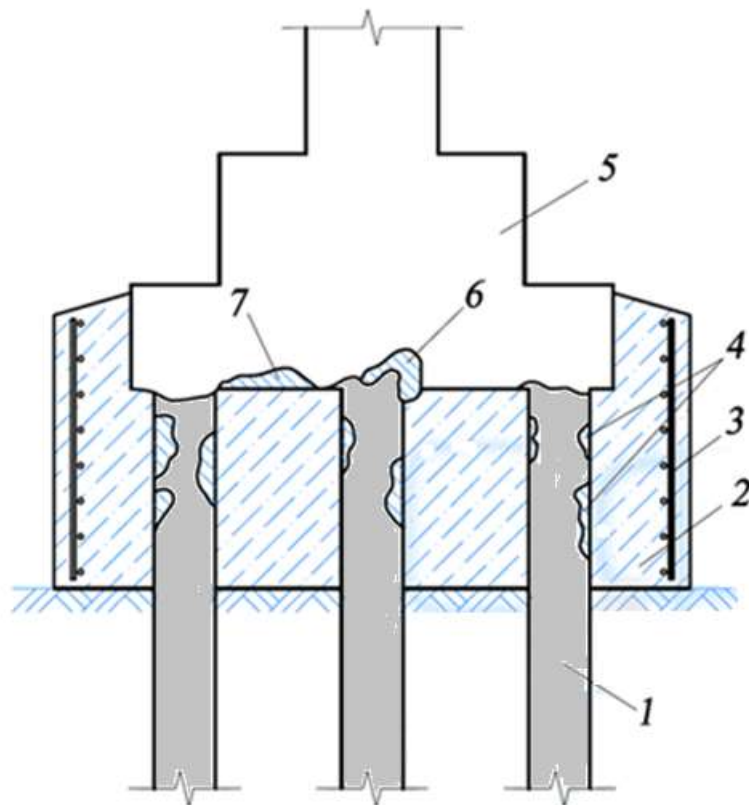


Рис. 1.2 – Схема підсилення верхніх кінців залізобетонних паль

1 - палі; 2 - бетон; 3 - арматурна сітка; 4 - вколи, раковини та тріщини в бетоні паль; 5 - ростверк; 6 - оголовки паль, забруднені ґрунтом, у сполученнях з ростверком; 7 - пошкодження бетону в нижній частині ростверку з оголенням арматури

При виготовленні обойми слід застосовувати бетонну суміш рухомої консистенції із укладанням її під деяким натиском. Бетонування виконують горизон-

нтальними шарами із ретельним ущільненням для забезпечення гарного примикання до поверхні існуючого ростверку. При неможливості розробки котловану для оголення палі та ростверку слід застосовувати шпунтову огорожу або огорожу, що влаштовується методом "стіна в ґрунті". Влаштовується така обойма на частини палі, що знаходиться над ґрунтом, а також на частини в ґрунті на відстані не менше 1 м.

Існує також метод підсилення за допомогою влаштування буронабивних палей впритул до стволів. Поряд з поверхнею палі впритул пробурюються свердловини (50-80 мм), в які нагнітається цементний розчин. Таким чином, утворюється сорочка, яка запобігає подальшому руйнуванню стовбура палі. На першому етапі буряться 1 -2 свердловини поруч із стовбуром палі. Далі проводиться армування та бетонування. За такого методу посилюється кожна друга паля [1].

Підсилення основи між палями.

Методи закріплення та підсилення ґрунтів застосовуються втрапою ними несучої здатності. Існують такі методи зміцнення ґрунту: 1. Ін'єкування; 2. Випал.

Перший спосіб підсилення проводиться нагнітанням розчину в ґрунт за допомогою спеціальних ін'єкторів, які є трубами з перфорованою нижньою частиною. Труби занурюються у ґрунт за допомогою пневмомолоту на відстань 6-8 м, а витягуються домкратами. Для підсилення використовуються різні види розчинів в залежності від виду ґрунту, наприклад, на основі силікату натрію. Такий розчин призначений для піщаних ґрунтів.

Другий спосіб підсилення - метод випалу, при якому в заздалегідь пробурених свердловинах спалюється паливна суміш. Через нагнітання стисненого повітря в свердловинах підтримується високий тиск, що призводить до утворення пласта високотвердої породи.

Для цієї мети свердловини для нагнітання розчину або випалу бурять з таким розрахунком, щоб можна було зміцнити всю товщу ґрунтів між палями та під ними - до міцніших ґрунтів. При малих розмірах ростверків такі свердловини рекомендується влаштовувати похилими і бурити поза ростверком. При великих розмірах пальового фундаменту свердловини доводиться бурити крізь ростверк,

що пов'язано з відомими труднощами. У зв'язку з цим методи зміцнення основ під час підсилення пальових фундаментів застосовуються порівняно рідко. Їх частіше використовують для підсилення не кущів паль, а однопальових фундаментів.

Підсилення методом передачі частини навантажень на додаткові палі можливе з використанням металевих або залізобетонних вдавлювальних паль (рис. 1.3).

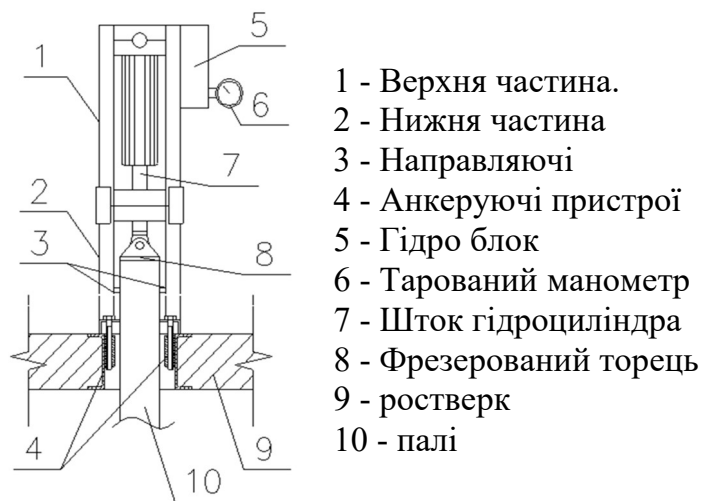


Рис. 1.3 - Установка для вдавлювання паль

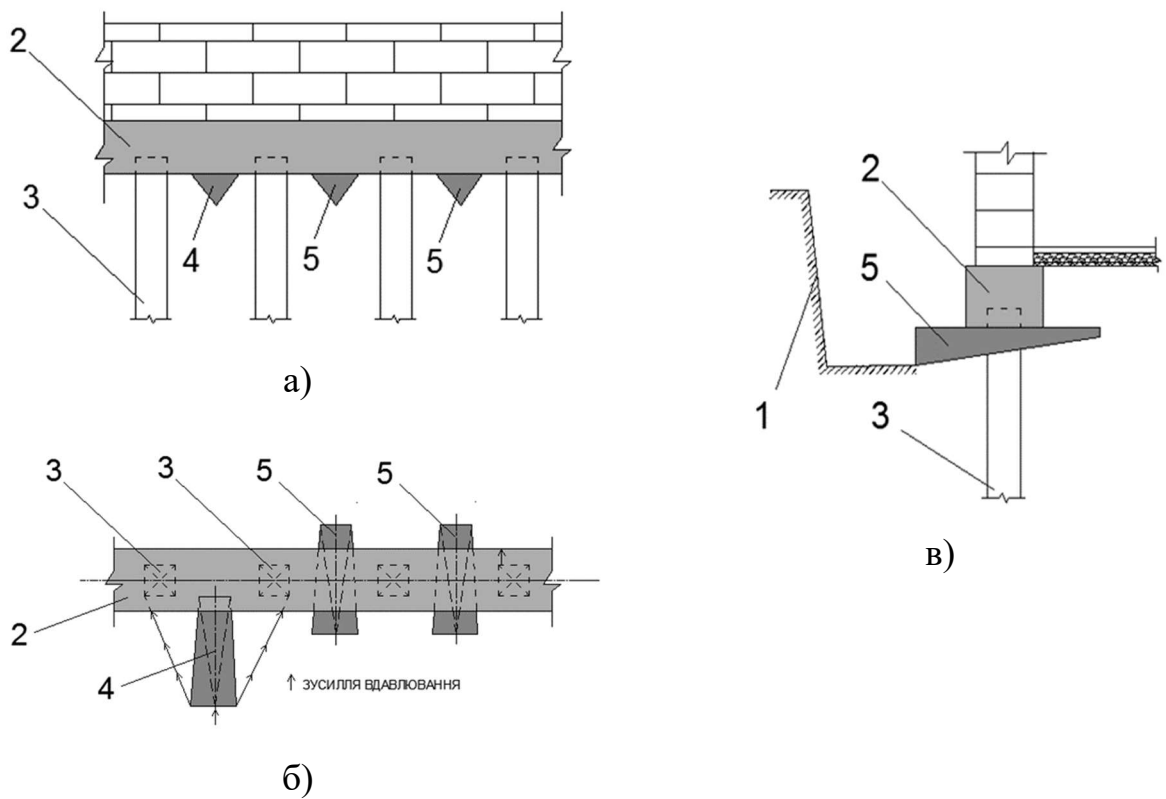
Дослідженням [6] був охоплений процес вдавлювання трубобетонних паль за допомогою установки УВД-1. Внаслідок виконання технологічних операцій процес вдавлювання переривався на 15-20 хв., при цьому паля розвантажувалася. Вдавлювання секції довжиною 45 см тривало від 4 до 7 хв весь процес вдавлювання палі складався з 25-30 циклів. Під час виконання робіт було зауважено, що після чергової технологічної перерви, викликаной розбирання і монтажем устаткування, зусилля вдавлювання різко зросло, порівняно з зусиллям, яке прикладалося при вдавлюванні попередньої секції. Після такого різкого зростання, зусилля через певний час падало і паля переміщувалася стабільно.

Підсилення пальового фундаменту за рахунок розширення підшоши ростверку і ущільнення ґрунту під підшовою ростверку в проміжку між палями [9].

На рисунку 1.4 зображено траншею 1, ростверк 2, палі 3, робочий орган у вигляді клину 4, горизонтальні виробки 5.



Спосіб здійснюється наступним чином. Розробляють траншею з зовнішнього боку фундаменту нижче підшви ростверку на ширину не меншу довжині робочого органу у вигляді клину, опускають робочий орган у вигляді клину на дно траншеї, вдавлюють робочий орган у вигляді клину в проміжок між палями, використовуючи їх як анкера. При цьому утворюють горизонтальні виробки. Після чого вкладають арматуру та заповнюють їх бетоном. Можливе заповнення горизонтальних виробок готовими залізобетонними виробами, виконаними по формі робочого органу у вигляді клину.



а) підсилений стрічковий пильовий фундамент; б) план з розміщенням в ній робочого обладнання; в) поперечний переріз підсиленого стрічкового пильового фундаменту

Рис. 1.4 - Спосіб підсилення стрічкового пильового фундаменту

Перевагами такого способу є необхідність тільки одностороннього доступу до фундаменту.

Робочий орган у виді клину, який виконано несиметричним відносно вертикалі, проведеної через вістря клину при вдавлюванні під підшву ростверку

додатково ущільнює ґрунт основи і збільшує розміри площі ростверку збільшуючи несучу здатність пального фундаменту, що дозволяє підвищити ефективність його використання.

Вдавлювання робочого органу у вигляді клину виключає динамічні впливи на ґрунти основи та будівлю в цілому, а використання паль фундаменту для упору при вдавлюванні спрощує механізм влаштування, що дозволяє зменшити витрати на підсилення стрічкових палих фундаментів.

Підсилення фундаментів пально-каркасною конструкцією (рис. 1.5).

Спосіб підсилення пально-каркасною конструкцією передбачає пробивання отворів в армованих фундаментах і прокладку через них арматурних ригелів. Пально-каркасна конструкція включається в експлуатацію за рахунок попереднього стиснення (наприклад, домкратами).

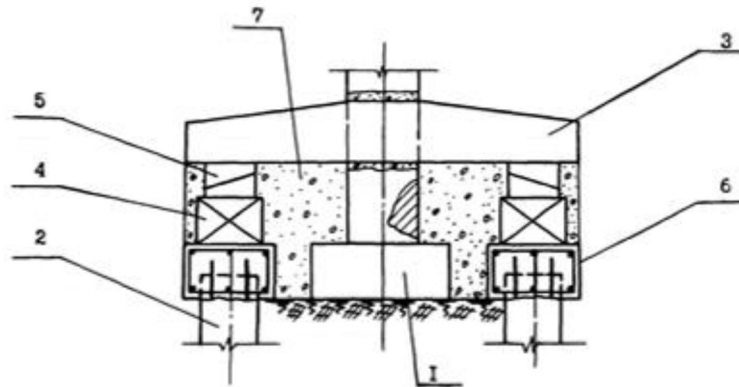


Рис. 1.5 - Підсилення фундаменту пально-каркасною конструкцією: 1 – підсилений фундамент; 2 – збірна залізобетонна палля; 3 – ригель; 4 – підкладка; 5 – сталеві клини; 6 – монолітна в'язка паль; 7 – бетонна заливка

Істотними недоліками такого методу підсилення є:

- практична неможливість проходки збірних залізобетонних паль зсередини існуючої будівлі;
- коли конструкція підсилення буде введена в експлуатацію, відбудеться осідання підсилених паль, що спричинить за собою утворення щілин між конструкціями і порушення спільної експлуатації.

Відомий спосіб підсилення фундаменту при реконструкції, пов'язаної із збільшенням навантажень, що діють на будівлю, включає створення штольні під

підшою фундаменту існуючої будівлі та задавлювання з штолен домкратами багатосекційних паль «Мега» під підшою фундаменту з упором існуючу плиту фундаменту, бетонування порожнини палі та формування оголовка палі (рис. 1.6). Запропонований спосіб підсилення фундаменту при реконструкції, пов'язаної із збільшенням навантажень, що діють на будівлю, включає створення штольні під підшою фундаменту існуючої будівлі та задавлювання з штолен домкратами багатосекційних паль під підшою фундаменту з упором існуючу плиту фундаменту, бетонування порожнини палі та формування оголовка палі.

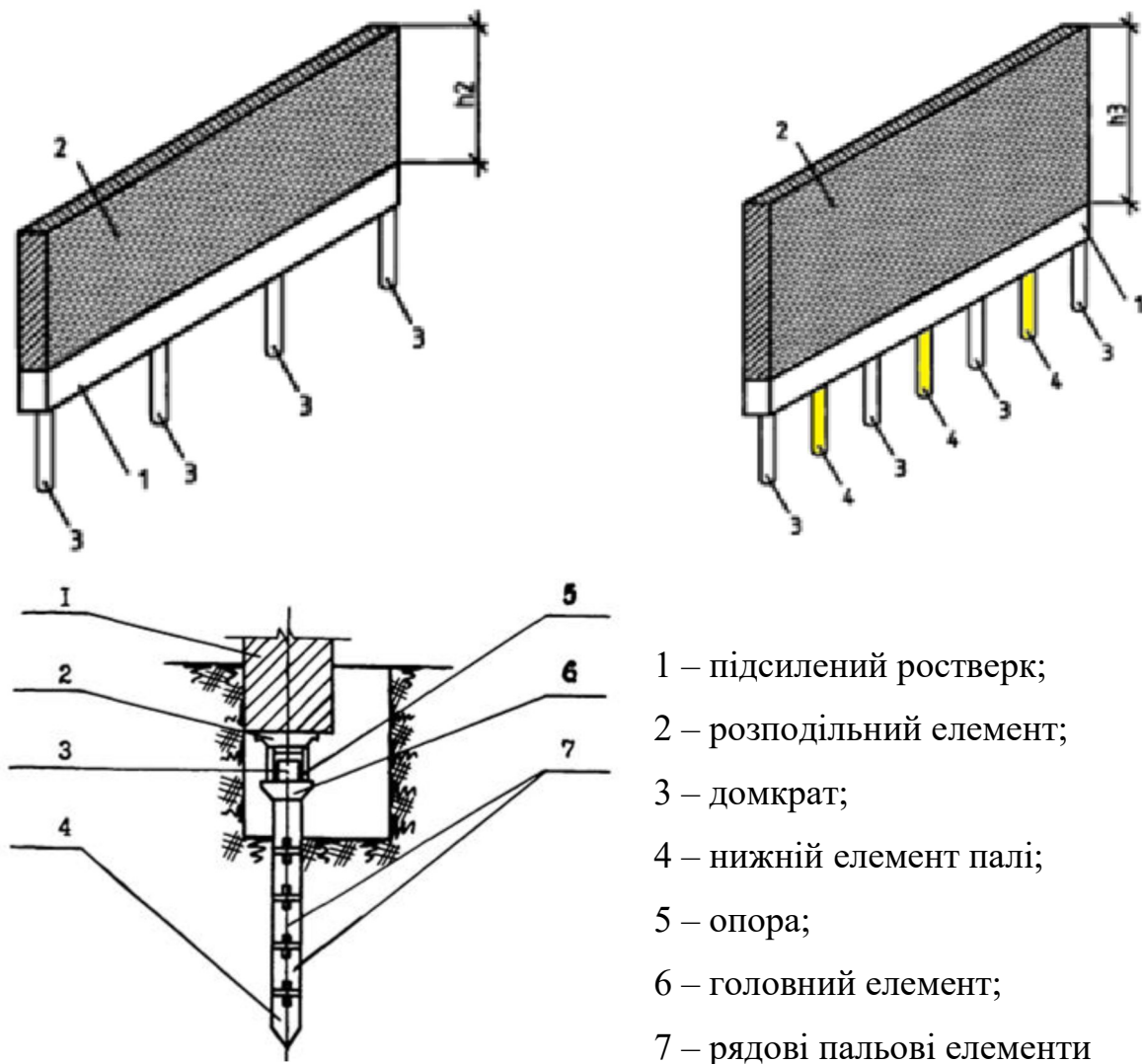


Рис. 1.6 - Підсилення ростверку задавлюванням паль «Мега»

Палі підсилення багатосекційні, секції послідовно з'єднуються в міру їх піддомкращування на довжину, при якій забезпечується необхідний граничний

опір або досягається контрольне значення фактичного руйнування палі. Упорним елементом домкрата є підніжжя існуючого фундаменту, спеціальна упорна поздовжня залізобетонна балка або інвентарний упорний пристрій. В якості варіації даної технології існує спосіб армування, який полягає в облаштуванні монолітної залізобетонної плити, закріпленої в тілі армованого фундаменту. Для включення в роботу в плиті влаштовуються отвори, через які забиваються секційні палі, які після занурення об'єднуються з плитою.

Основними перевагами технологій вдавнення є:

- можливість визначати несучу здатність палі і прогнозувати деформацію фундаментів;
- ущільнення ґрунту фундаменту при зануренні палі;
- відсутність динамічного впливу на ґрунт.

Найбільш істотними недоліками таких методів є:

- висока вартість робіт; обмеження щодо виконання робіт на окремих категоріях ґрунтів;
- невизначеність величини сили, що передається на палю до того, як вона буде включена в спільну експлуатацію з конструкцією.

Так як для армування вдавнення використовується громіздка система гідравлічних домкратів, виникає необхідність в отриманні прискореного загасання осідання армованих палі, для чого сила стиснення притиснутих палі домкратами на останньому етапі повинна бути в 1,5-2 рази вище розрахункового навантаження. З огляду на короткочасний характер такого навантажувального випадку, пружні переміщення послаблюються. В ході подальшої експлуатації може статися додаткове осідання палі за рахунок пластичної роботи ґрунту в фундаменті, що призведе до утворення зазорів між підсилювальними елементами і фундаментом і позапроектних робіт конструкції підсилення.

Дуже часто при реконструкції будівель використовується метод зміцнення фундаментів буронабивними нагнітальними палями. Перевагами даної технології є:

- відмова від ручних земляних робіт;

- використання малогабаритного обладнання при виконанні робіт, що важливо в умовах обмеженого простору.

Недоліки технології армування буронабивними ін'єкційними пальями - низька несуча здатність паль; необхідність підвищеного армування при влаштуванні в слабких ґрунтах; складність облаштування надійного сполучення між арматурною палею і існуючим фундаментом.

Таким чином, відомі способи зміцнення фундаментів будівель і споруд можна об'єднати, в залежності від реалізованого підходу, в 2 групи:

1 група – передбачає зміну характеристик і властивостей ґрунтів основи фундаментів;

2 група - спрямована на зміну структури фундаменту.

Виходячи з перерахованого вище можна зробити такі висновки:

1. При проведенні реконструкції пальових фундаментів спочатку необхідно провести повне обстеження фундаменту та визначити властивості ґрунтів.

2. Важливо правильно вибрати метод посилення пальового фундаменту, який залежатиме від дефектів, що з'явилися, і їх причин.

3. Також важливо те, що обраний спосіб повинен відповідати не тільки технологічним і параметрам міцності, але і економічним, щоб уникнути зайвих грошових витрат

## 1.2. Аналіз сучасних методів влаштування пальових фундаментів

Останнім часом пальові фундаменти все частіше використовуються при будівництві будівель. Вивченню розрахунків, проектування, будівництва та благоустрою пальових фундаментів присвячені праці вітчизняних та зарубіжних вчених.

Найбільшого поширення набули фундаменти з використанням двох основних типів паль:

1. Збірні залізобетонні палі та палі-оболонки. Ці палі занурюються в основному шляхом забивання або вібраційного занурення. За формою поперечного

перерізу палі можуть бути квадратними (найчастіше використовуються), прямокутними, Т-подібними, двотавровими і пустотілими. У будівельній практиці використовуються як палі з ненапруженою арматурою, так і попередньо напружені палі.

Існуючі технології дозволяють виготовляти палі перетином від 30×30 см до 45×45 см.

Основними перевагами збірних залізобетонних паль є:

- довговічність стовбура палі, так як арматура в палях надійно захищена бетоном і практично не схильна до корозії;
- при заводському виробництві та обстеженні відсоток бракованих паль значно нижчий.

Недоліки залізобетонних паль:

- відносно велика вага, що вимагає застосування важкої кранової техніки і потужних занурювальних апаратів;
- недостатнє використання перетину палі з точки зору міцності матеріалу ствола, тобто умова забезпечення міцності палі на ґрунті буде визначальним при розрахунках для першої групи граничних станів, що призводить до завищеної витрати матеріалів;
- труднощі при зануренні в певні категорії ґрунтів.

2. Бурунабивні залізобетонні палі. Використовуються палі суцільного перерізу, пустотілі круглого перерізу, бурунабивні палі з ущільненою пятою. Для збільшення несучої здатності бурунабивні палі можуть виготовлятися з діаметром розширення до 5 м [13]. Перевагами цього виду паль є:

- можливість виготовлення довгих паль без стиків;
- висока несуча здатність паль;
- відсутність динамічних впливів під час буріння;
- необхідність армування палі тільки для експлуатаційних навантажень.

У той же час бурунабивні палі мають ряд недоліків:

- необхідність ретельного контролю при влаштуванні бурових паль, так як значно зростає ймовірність дефектів свердловин;



- використання складного дорогого бурового обладнання;
- необхідність забезпечення безпеки стінок свердловини під час буріння.

Проектування фундаментів здійснюється за II групами граничних станів. За першою групою (забезпечення міцності і стійкості основи і фундаменту) несуча здатність паль розраховується за матеріалом, по ґрунту, за дією вертикальних і горизонтальних навантажень, стійкість фундаменту за дією пучинистих сил.

Розрахунок за другою групою граничних станів передбачає визначення деформацій фундаментів (осідання, крени, відносна різниця осідань) і порівняння їх з гранично допустимими значеннями. Ростверки пальового фундаменту (за винятком плитних ростверків комбінованих пальово-плитних фундаментів) розраховуються по міцності як залізобетонні елементи. При визначенні несучої здатності паль враховують сили опору під нижніми кінцями паль, а також бічні сили опору ґрунту. Робота ростверку на ґрунті не враховується при розрахунку фундаментів, за винятком пальово-плитних фундаментів.

Після просідання «голови» паль об'єднуються монолітними залізобетонними ростверками. Розрізняють фундаменти з високим і низьким ростверком.

Як правило, для зведення фундаментів будівель використовують фундаменти з низькими ростверками, тобто з подошвою, що спирається на ґрунт. Глибина таких ростверків визначається з умови забезпечення стійкості фундаментів до дії сил морозного здимання, а також з конструктивних вимог (наявність підвалів, технологічних процесів і т.д.). Будівництво фундаментів з низьким ростверком включає в себе:

- спорудження ям в ґрунті з підготовкою основи;
- бетонування ростверку з опорою подошви на ґрунт фундаменту;
- зворотна засипка порожнин фундаменту.

Закопування ростверку в землю має свої переваги і недоліки. До переваг можна віднести: можливість експлуатації цокольного поверху без втрати простору; Краща продуктивність фундаменту по горизонтальних навантаженнях за рахунок виникнення опору ґрунту по бічній поверхні ростверку. Недоліками конструктивного рішення фундаменту з низьким ростверком є: підвищена витрата

матеріалів для облаштування ростверків; великий обсяг земляних робіт; необхідність додаткової гідроізоляції бетонних ростверків.

Основним недоліком пальових фундаментів є відсутність врахування роботи низького ростверку на ґрунті, що пояснюється: відсутністю нормативно-правової бази і практики проектування пальових кущових і стрічкових фундаментів з ростверками, що працюють на ґрунті; наявність слабких глинистих ґрунтів у верхніх частинах геологічних розрізів, що мінімізує ефект від включення ростверку в роботу фундаменту, та інші причини.

В результаті розгляду існуючих способів закладки пальових фундаментів було встановлено наступне:

- забивні палі в основному використовуються в будівельній практиці;
- при розрахунку пальових фундаментів нехтують роллю ростверку в роботі фундаменту на ґрунті.

### 1.3 Застосування щебених елементів при зміцненні основи існуючих фундаментів

У зарубіжній літературі при зміцненні ґрунтів основ чаще всього зустрічається термін - Stone Column чи Vibroflotation (рис. 7) і використовуються як в дорожньому [14], так і в промисловому і цивільному будівництві [15].

Перше застосування методу Stone Column датується 1830-ми роками Франція. Цю підготовку фундаменту військові інженери використовували при будівництві важких артилерійських баз. Використання Stone Column призвела до значного поліпшення стійкості фундаментів [14].

У 1930-х роках S. Steuerман и W.L.Degen, співробітники компанії Keller в Німеччина, винайшли метод Vibroflotation, за допомогою простої вібраційної машини. Перший польовий експеримент з використанням цієї технології вібраційного ущільнення був представлений в 1937 році шляхом армування сипучого піску під будівлею в Берліні. Глибина занурення склала 7,5 м (в 1994 році глибина занурення досягне більше 70 м) і результатом стало збільшення щільності на 45-80% [16].

На рис. 1.7 показано етапи закріплення ґрунтів основи: 1- облаштування свердловини за допомогою віброролотка; 2- заповнення свердловини щебенем; 3- трамбування щебеню зі зняттям ущільнювального пристрою; 4 - формування локального розширення; 5- готовий щебеневий елемент

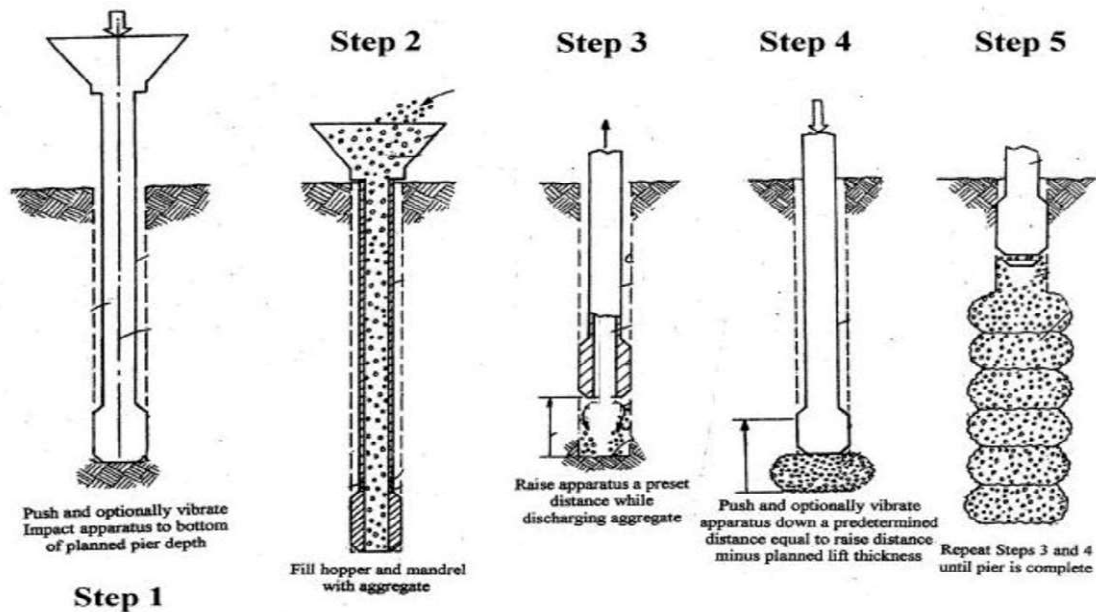


Рис. 1.7 - Метод віброфлотації

З 1960-х років ця технологія активно використовується такими компаніями, як Menard, Bauer та ін.

З метою стандартизації та нормування проектування та виробництва елементів з щебеню у 2005 році був створений Європейський нормативний документ DIN EN 14731-2005. Execution of special geotechnical works – Ground treatment by deep vibration [16].

Огляд вітчизняного і зарубіжного досвіду зміцнення фундаменту пробуреними свердловинами з метою нового будівництва показав, що дана технологія добре вивчена і активно використовується вже майже 100 років. Однак в умовах реконструкції споруди в умовах щільної міської забудови від нього мало користі через використання габаритної техніки і великого динамічного впливу в процесі робіт.

Останнім часом для зміцнення фундаментів застосовують реверсивні пневматичні пуансони (Абраменков Є.А., Григоращенко В.А. та ін.).

Конструкція пневматичного перфоратора являє собою ударний механізм, розташований в корпусі, який приводиться в рух стисненим повітрям від компресора. Ударно-спусковий механізм оснащений реверсивним пристроєм.

Одним з найбільш економічно вигідних способів роботи в умовах обмеженого підвалу, що не володіє істотними динамічними ефектами (В.А. Іллічев і Л.Р. Ставніцер), є нетоксичний і трудомісткий процес.

Технологія виробництва заснована на виготовленні похилих або вертикальних свердловин-лідерів, за рахунок пробивання ґрунту пневматичним перфоратором з подальшим зворотним вилученням (рис. 1.8.А). На наступному етапі колодязь заповнюється щебенем або гравієм з подальшим трамбуванням пневматичним перфоратором стінок свердловини (рис. 1.8.Б). [1].

Операцію, описану на другому кроці, можна повторювати до тих пір, поки не буде отримано розрахунковий діаметр розширення щебеню (рис. 1.8.Б). Після завершення формування стовбура свердловини встановлюється труба-інжектор і цементується щебенекий елемент. [1]

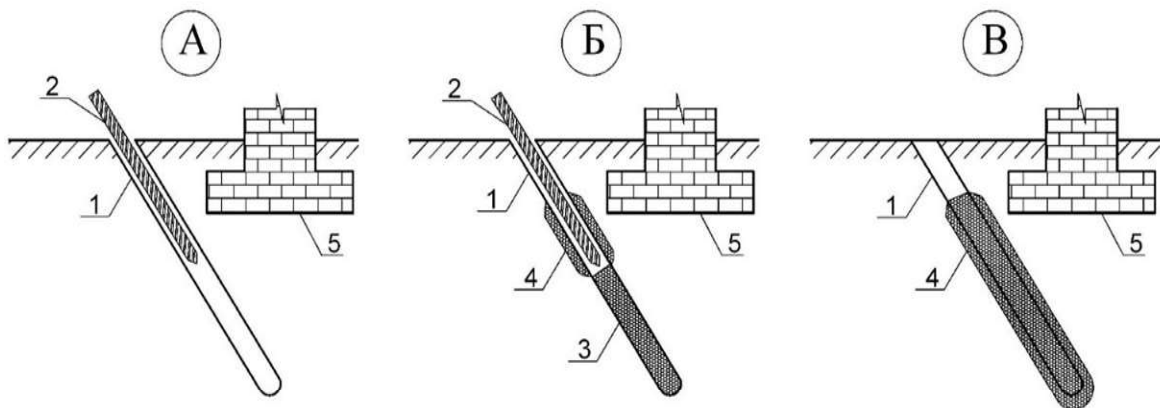


Рис. 1.8 - Технологія виготовлення щебенеких елементів

1- свердловина; 2- пневмопробійник; 3-щебінь; 4- зона щебеневого розширення; 5- існуючий фундамент

Якщо в основі є піщані ґрунти, щоб уникнути зворотної засипки, монтаж щебенеких елементів проводять за допомогою встановленої поверх пневмопуансона обсадної труби з втраченим черевиком, (рис. 1.9).

У 1997 році були розроблені рекомендації, в яких узагальнено наявний на той час досвід зміцнення фундаментних основ. Згідно з цими рекомендаціями,

щебеневі палі розглядаються як елементи ущільнення ґрунту в основі фундаментів.

Ці рекомендації не містять необхідних положень щодо геометричних параметри підсилення, таких як: крок елементів в плані, відступ від краю підстави фундаменту, кут нахилу, а також глибина і довжина щебеневого елемента.



Рис. 1.9 – Виконання робіт з щебених елементів з обсадної трубою

Однією з різновидів щебених елементів є штамповані щебеневі мікропалі (С.І. Алексєєв і Р.В. Мірошніченко).

Спосіб зміцнення ґрунтів штампованими мікропалями полягає в трамбуванні щебеню або жорсткого бетону за допомогою реверсивного пневматичного перфоратора в основу існуючих фундаментів. Ця методика здатна поліпшити основи фундаментів з пісків (від пилоподібних до середньої крупності), водонасичених. Штамповані мікропалі мають довжину до 2,5 м, а використання спеціального навісного обладнання дозволяє збільшити довжину.

Штамповані мікропалі діаметром до 250 мм і довжиною до 2,5 м виготовляються шляхом багаторазового трамбування сухої бетонної суміші в свердловині,

пробитої пневматичним перфоратором. Після завершення проходки свердловини порожнину, що утворилася, заповнюється бетонним розчином і, в залежності від конструктивних рішень, може використовуватися арматурний каркас.

Застосування малогабаритних пневматичних пуансонів в зарубіжній практиці зустрічається рідко. Типовим прикладом використання колон з щебеню є підсилення ґрунтів фундаменту існуючої 5-поверхової будівлі в місті Адапазари, Туреччина (рис. 1.10).

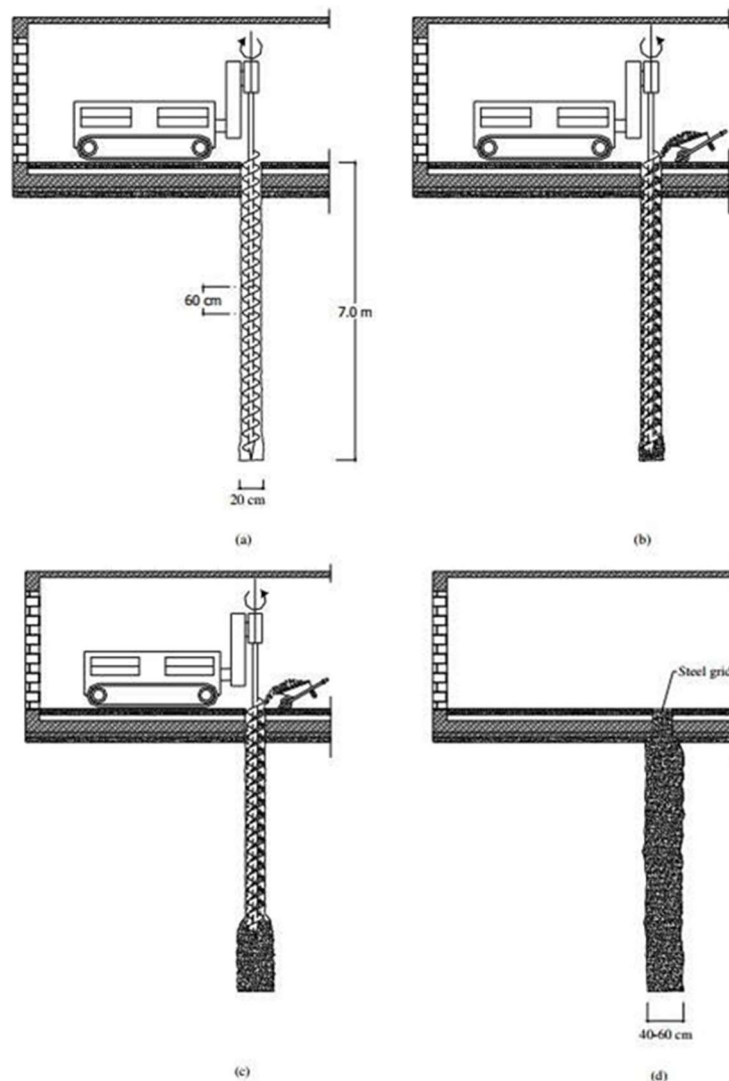


Рис. 1.10 – Послідовність влаштування щебеневої колони

(а) - буріння стовбура свердловини через основу існуючого фундаменту пошкодженої будівлі; б) - зворотна засипка щебеню в свердловину; в) - занурення щебеню в стінки свердловини; г) - формування стовбура щебеневої свердловини



Проектом передбачено влаштування 39 свердловин, довжиною 7 м (рис. 1.11). Було пробурено від 1 080 м<sup>3</sup> до 1 404 м<sup>3</sup>, що дозволило створити зону розширення щебеню діаметром 43-57 см, збільшивши початковий діаметр свердловини в 2-3 рази. Модуль деформації збільшився з 20 МПа до 30 МПа.

Технології армування існуючих фундаментів щебеними елементами відкривають великі перспективи для зміцнення ґрунтів під фундаменти на природних основах.

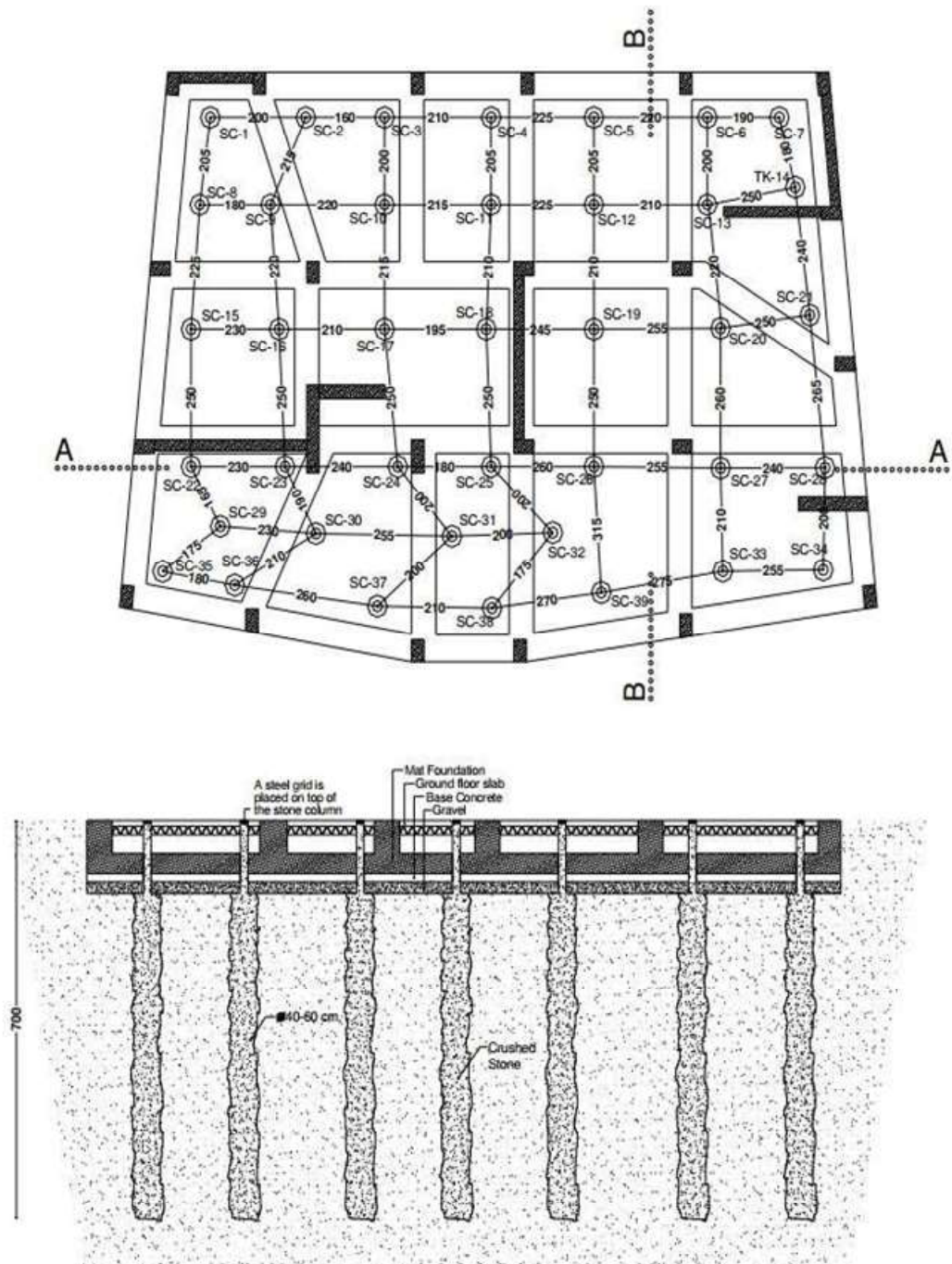


Рис. 1.11 - План підсилення і перетин (А-А) для щебенивих колон

#### 1.4 Методика розрахунку підсиленої основи з щебенивими елементами в умовах реконструкції існуючих фундаментів

У 1997 році були розроблені рекомендації по проектуванню і розрахунку щебенивих паль.

Вплив армування щебенивими елементами оцінювали за таблицею 1.1 залежно від початкових ґрунтових умов та об'єму агрегатного заповнювача. У той же час в цих рекомендаціях відсутні необхідні геометричні параметри арматури, такі як: відстань між елементами в плані, відступ від краю опори фундаменту, кут нахилу, а також глибина і довжина щебенивих елементів.

Таблиця 1.1 - Вибір об'єму інертних матеріалів

Щільність сухого ґрунту після за- твердіння фунда- менту, т/м <sup>3</sup>	Питома витрата (м <sup>3</sup> ) заповнювачів на 1 м <sup>3</sup> об'єму стисливої товщі основи при значеннях коефіцієнта пористості ґрунту до ущільнення				
	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
1,5	0,02	0,05	0,08	0,10	0,12
1,6	0,06	0,09	0,12	0,14	0,16
1,7	0,10	0,13	0,15	0,18	0,20
1,8	0,14	0,17	0,19	0,22	0,24

Дане рішення може використовуватися тільки для попередньої оцінки обсягу робіт і має істотні обмеження в сфері застосування.

#### Висновок

1. У результаті аналізу експериментальних і теоретичних досліджень встановлено причини необхідності підсилення пальових фундаментів будівель. Однією з основних причин є недостатня несуча здатність пальового фундаменту на ґрунті.

2. Існуючі способи підсилення спрямовані на зміну стану ґрунтів основи фундаменту або зміну конструкції фундаменту. Традиційні способи підсилення призначені в першу чергу для зміцнення фундаментів на натуральних основах.

Реалізація існуючих методів зміцнення пальових фундаментів утруднена, а в деяких ґрунтових умовах неможлива. Відповідно, необхідно розробити вдосконалений спосіб зміцнення пальових фундаментів, що дозволяє збільшити несучу здатність фундаменту реконструйованих (відновлених) будівель.

3. Найбільшого поширення набули пальові фундаменти будівель із застосуванням забивних залізобетонних паль. Несуча здатність ростверків на ґрунті залишається неврахованою при проектуванні.

4. В ході огляду сучасних методів зміцнення фундаментної основи була виявлена необхідність використання економічно ефективних методів, що дозволяють проводити роботи в умовах обмеженого простору підвальних приміщень, які не мають значних динамічних впливів, не токсичні і не трудомісткі в процесі влаштування.

5. Застосування методу посилення основи існуючих фундаментів щебеневими елементами обмежене через відсутність достатніх експериментальних даних. При проектуванні активно використовується запозичення як основних геометричних параметрів, так і підхід до методики розрахунку підсиленої основи.

## 2 МЕТОДИКА І РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ

### 2.1 Конструкції дослідних модельних зразків

При виконанні моделювання використовувався металевий лоток з геометричними розмірами  $1800 \times 1200 \times 1000$  мм (рисунок 2.1), наповнений ґрунтом.

Обладнання для модельного експерименту включало: експериментальну установку, ручну трамбівку, набір ріжучих кілець, будівельний рівень.

Для передачі навантаження, при виконанні експерименту, в якості упорної системи використовується металева рама з виконана із прокатних профілів, що може забезпечити передачу навантаження на модель величиною до 50 кН.



Рис. 2.1 – Лоток з ущільненим піском, що імітує ґрунтову основу

Для моделювання натурних паль використано дерев'яні моделі з поперечним перерізом  $20 \times 20$  мм, довжиною 20 см і 40 см (рис. 2.2).



Рис. 2.2 – Моделі паль та ростверка

Навантаження на ростверк передається через металеву модель фундаменту (рис.2.4) з допомогою гідравлічного домкрату вантажопідемністю 50кН і контролюється зразковим динамометром стиску. ....



Рис. 2.3 – Конструкція силового механізму

Для підсилення ґрунтової основи під ростверком використовували уламкові гірські породи загостреної - щебінь (рис.2.5).

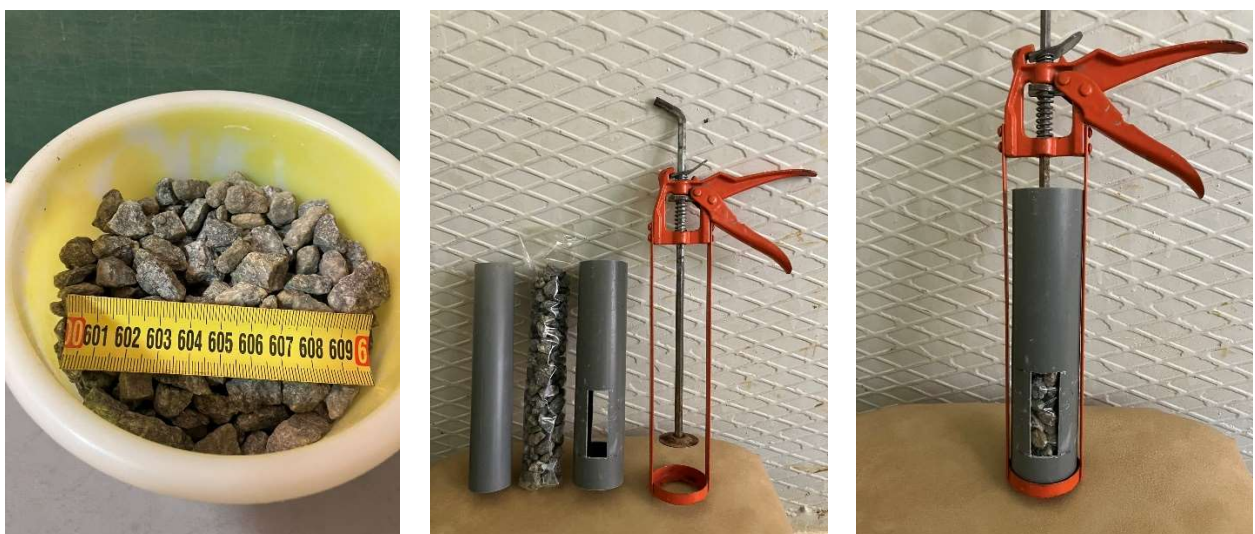


Рис. 2.4 – Матеріали та пристрої для підсилення ґрунтової основи



За ґрунтову основу модельованого експериментального масиву прийнято пісок середньої крупності. Пошаровим засипанням піску у лоток створювалась ґрунтова основа потрібної вологості, з ущільненням кожного шару до заданої щільності. У кожному шарі ґрунту товщиною 20 см, методом ріжучого кільця, виконувався контроль щільності у трьох точках.

## 2.2 Проведення випробувань

Випробування проводилися в спеціально сконструйованому прямокутному ґрунтовому лотку з використанням опорної рами, двох рам для кріплення прогиномірів, моделі механізму для ущільнення ґрунту, силового динамометра на 3 тс, гідравлічного домкрату. Стадії випробувань фіксувалися методом фотофіксації.

Обрані співвідношення площ ґрунтового лотка і дослідного зразка дозволили моделювати умови, що незначно відрізняються від природних умов роботи фундаментів.

В експериментальних дослідженнях виконано серію дослідів, для порівняння ефекту підсилення.

На першому етапі випробувано паливий фундамент, з високим ростверком, що складається з чотирьох палей (рис.2.5б), палі забиті з допомогою гравітаційного молота з кроком  $4d$  (рис. 2.5а) і проведено випробування паливого фундаменту.



Рис. 2.5 – Перший етап випробування



Горизонтальність влаштування контролювали з допомогою будівельного рівня, що забезпечувало передачу вертикального навантаження без ексцентриситету.

Процес випробування з високим і низьким ростверком показано на рис. 2.6.



Рис. 2.6 – Процес випробування пальового фундаменту

Другий етап випробувань проводили з використанням інєктування в проміжки між палями під підшову ростверку жорсткого матеріалу з уламкових гірських порід загостреної форми бокової поверхні для визначення технологічності влаштування та об'єму зони деформації. Для цього попередньо влаштовували похилу свердловину під підшовою ростверку в проміжку між палями (рис. 2.7).



Рис. 2.7 – Армування ґрунтової основи жорстким матеріалом

Після проведення процесу навантаження пальового фундаменту з основою підсиленою щебневим елементом, проводили розвантаження фундаменту, демонтаж та розкопку ґрунту для контролю розширення (рис. 2.8).

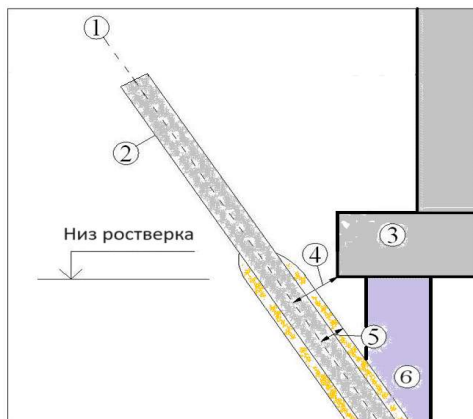


Рис. 2.8 – Контроль підсиленої ґрунтової основи

При використанні жорсткого матеріалу для армування ґрунту під подошвою ростверку в проміжку між палями, проходить ущільнення ґрунту, що дозволяє збільшити тертя по боковій поверхні верхніх кінців паль та одразу передати навантаження від ростверку на ґрунт основи, не чекаючи осідання паль. Це покращує роботу пальового фундаменту і зменшить осідання.

### 2.3 Визначення оптимального розташування щебневих елементів від краю опори фундаменту

Визначення оптимального відступу елементів щебеню від краю подошви ростверку (рис. 2.9).



1 - вісь щебневих елементів, 2 – обсадна труба, 3 - існуючий ростверк, 4 - відступ від краю основи ростверка до осі щебеневого елемента, 5 - радіус розширення щебеню, 6 - паля

Рис. 2.9 – Збільшений поперечний переріз зміцнення щебневими елементами:

Розглянемо чотири конструктивні схеми (без зміцнення щебеновими елементами; з відстанню від осі свердловини до краю опори фундаменту, рівним одному діаметру щебенового елемента, полуторному і двом діаметрам щебенового елемента).

Результати розрахунку представлені в таблиці (2.1-2.2) і на рисунку (2.10).

Таблиця 2.1 - Тиск (кН/м<sup>2</sup>) при осадці 20 мм без підсилення і в залежності від відступу елементів підсилення

№	Без підсилення	При відступі $S_y = 2D_{щп}$	При відступі $S_y = 1,5D_{щп}$	При відступі $S_y = 1D_{щп}$
1	100	120	125	135
2	130	155	165	175
3	140	160	170	180
4	170	200	210	230
5	180	210	220	245
6	200	225	235	275
7	215	250	260	290
8	250	290	305	325
9	285	330	340	365

Навантаження на фундамент з обмеженим осіданням в 20 мм для різних ґрунтових умов буде змінюватися в інтервалі:

- до підсилення від 100 кН/м<sup>2</sup> до 285 кН/м<sup>2</sup>;
- при відступі  $S_y = 2D_{щп}$  від 120 кН/м<sup>2</sup> до 330 кН/м<sup>2</sup>;
- при відступі  $S_y = 1,5D_{щп}$  від 125 кН/м<sup>2</sup> до 340 кН/м<sup>2</sup>;
- при відступі  $S_y = 1D_{щп}$  від 135 кН/м<sup>2</sup> до 365 кН/м<sup>2</sup>.

Навантаження на фундамент збільшується при відступі від краю основи фундаменту:

- $S_x = 2D_{щп}$  на 13% - 22% при середньому значенні 17%;
- $S_x = 1,5D_{щп}$  на 18% - 28% при середньому значенні 22%;



$-S_x = 1D_{цп}$  на 28% до 38%, при середньому показнику 33%.

Таблиця 2.2 - Відсоток збільшення навантаження щодо неармованої основи, %

№	Без підсилення	При відступі $S_x = 2D_{цп}$	При відступі $S_x = 1,5D_{цп}$	При відступі $S_x = 1D_{цп}$
1	-	20	25	35
2	-	19	27	35
3	-	14	21	29
4	-	18	24	35
5	-	17	22	36
6	-	13	18	38
7	-	16	21	35
8	-	16	22	30
9	-	16	20	28

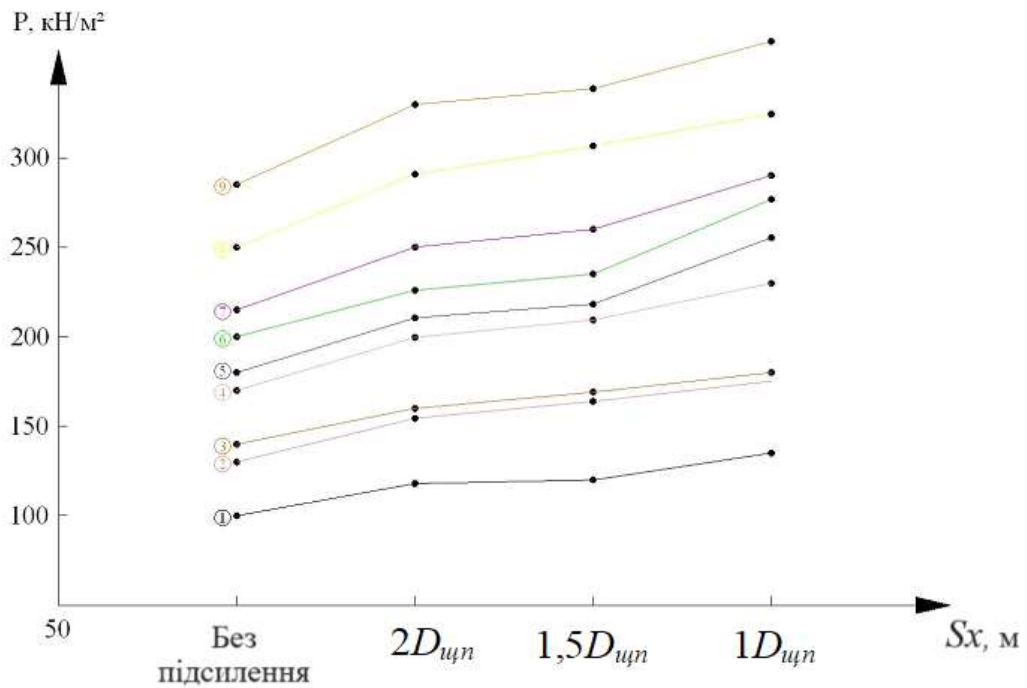


Рис. 2.10 – Графік залежності тиску при осіданні 20 мм і вдавнення щелебених елементів від армованого фундаменту

Використання відступу щебених елементів від краю підшви ростверку  $S_x = 1,5D_{щп}$  ефективніше, ніж при відступі  $S_x = 2D_{щп}$  на 5%, але менше ефективно, ніж з відступом  $S_x = 1D_{щп}$  на 11%.

Зі зменшенням відступу щебених елементів від краю опори фундаменту збільшується тиск на підсилювану основу.

### Висновок

1. Встановлено форму твердих ін'єкційних тіл, отриманих ін'єкцією розчину в ґрунтовий масив на підставі результатів лабораторних експериментів.

2. Будь-які схеми посилення моделі пальового фундаменту використанням жорстких включень позитивно впливають на величину осідань.

3. В результаті залучення в роботу навколишнього ґрунту і включення в роботу підшви ростверку підвищується несуча здатність пальового фундаменту за рахунок збільшення радіальних напружень, які призводять до збільшення сил тертя ґрунту по боковій поверхні стовбура паль.

4. Найбільший вплив на результат надає схема посилення ін'єктуванням, що змінює роботу елементів пальового фундаменту з ґрунтовим масивом.

## **З ПРОПОЗИЦІЇ ПО ПІДВИЩЕННЮ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ**

### **3.1 Спосіб підвищення несучої здатності пальового фундаменту**

Відомий спосіб і пристрій для збільшення зусилля, необхідного для переміщення палі в осьовому напрямку, при якому занурюють палі в ґрунт з наступним їх розсуванням і влаштуванням ростверку, причому розсування паль здійснюють одночасно з утворенням котловану під ростверк шляхом взаємодії суміжних паль (патент US10309075B2, м. кл. E02D 27/16, опубл. 04.06.2019).

Недоліком такого способу є неможливість повороту паль при розсуванні через велику жорсткість паль порівняно з ґрунтом, відсутність ущільнення ґрунту на протилежній силевій дії стороні палі, відсутня можливість використання способу для експлуатованих фундаментів.

Відомий спосіб підсилення пальового фундаменту за допомогою бурових паль (патент CN111456021A, м. кл. E02D 17/04, опубл. 28.07.2020), який включає розкопку ґрунту навколо експлуатованого фундаменту, влаштування свердловин по контуру фундаменту, подачу бетону в свердловини, влаштування нового ростверку з'єднавши його з ростверком експлуатованого фундаменту, зворотна засипка ґрунту.

Недоліком такого способу є виконання бурових паль по контуру експлуатованого фундаменту, що в багатьох випадках виконати не можливо.

Найбільш близькими є спосіб підсилення стрічкового пальового фундаменту (патент UA №154440, м. кл. E02D 27/12, опубл. 15.11.2023), що включає розробку траншеї з зовнішнього боку фундаменту, створення виробок під фундаментом впритул до подошви ростверку в проміжку між палями, закладку у виробки арматури та закачування цементного розчину.



Недоліком відомого способу є те, що при ущільненні ґрунту під подошвою ростверку в проміжку між палями, встановлення арматури і заливка розчином проходить покращення роботи ростверку, а не паль, що зменшує ефективність підвищення несучої здатності.

В основу досліджень поставлена задача створення способу підвищення несучої здатності пальового фундаменту, в якому за рахунок нових операцій та їх послідовності досягається збільшення сил тертя і опору на контакті ґрунту з елементами фундаменту.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб підсилення пальового фундаменту включає розробку траншеї з зовнішнього боку фундаменту, створення виробок під фундаментом впритул до подошви ростверку в проміжку між палями, закладку у виробки арматури та закачування цементного розчину, причому виробки влаштовують у вигляді свердловин, які виконують похилими, з розташуванням нижнього кінця за межами стисненої зони фундаменту, встановлюють в свердловину ін'єкційну трубу з упорним знімним наконечником, заповнюють свердловину крупним заповнювачем, ущільнюють заповнювач із заглибленням в стінки свердловини, подають розчин через ін'єкційну трубу, від'єднують знімний наконечник та проводять роздільне бетонування крупного заповнювача.

Спосіб пояснюється фігурами, де на рис. 3.1 показано вид пальового фундаменту в процесі підсилення та розріз А-А.

Палі 9 заглиблені в ґрунт основи, об'єднані ростверком 1, розташовані в ґрунті основи, траншея 2, розташована з зовнішнього боку ростверку 1, похила свердловина 3, виконана впритул до подошви ростверку 1 з розташуванням нижнього кінця 4 за межами стисненої зони фундаменту 5, в якій розташована ін'єкційна труба 6 із знімним наконечником 7 та крупний заповнювач 8. Спосіб підсилення пальового фундаменту полягає в наступному. Виконують розробку траншеї 2 з зовнішнього боку ростверку 1, влаштовують виробки у вигляді похилих свердловин 3, в проміжку між палями 9, з розташуванням нижнього кінця

4 похилих свердловин 3 за межами стисненої зони 5 фундаменту, встановлюють в похилу свердловину 3 ін'єкційну трубу 6 з упорним знімним наконечником 7, заповнюють похилу свердловину 3 крупним заповнювачем 8, ущільнюють крупний заповнювач 8 із заглибленням в стінки свердловини 3, подають розчин через ін'єкційну трубу 6, від'єднують знімний наконечник 7 та проводять роздільне бетонування крупного заповнювача 8, подаючи під тиском розчин через ін'єкційну трубу 6.

В результаті влаштування свердловин 3, заповнення їх крупним заповнювачем 8 з ущільненням та роздільним бетонуванням проходить залучення в роботу ґрунту за межами стисненої зони фундаменту 5, що формує умови взаємодії паль 9 з елементами посилення та навколишнім масивом.

Підвищується несуча здатність пального фундаменту за рахунок збільшення опору ґрунту та сил тертя ґрунту по боковій поверхні стовбура паль 9.

Використання запропонованого способу дозволяє підвищити несучу здатність пального фундаменту, ефективність та надійність використання.

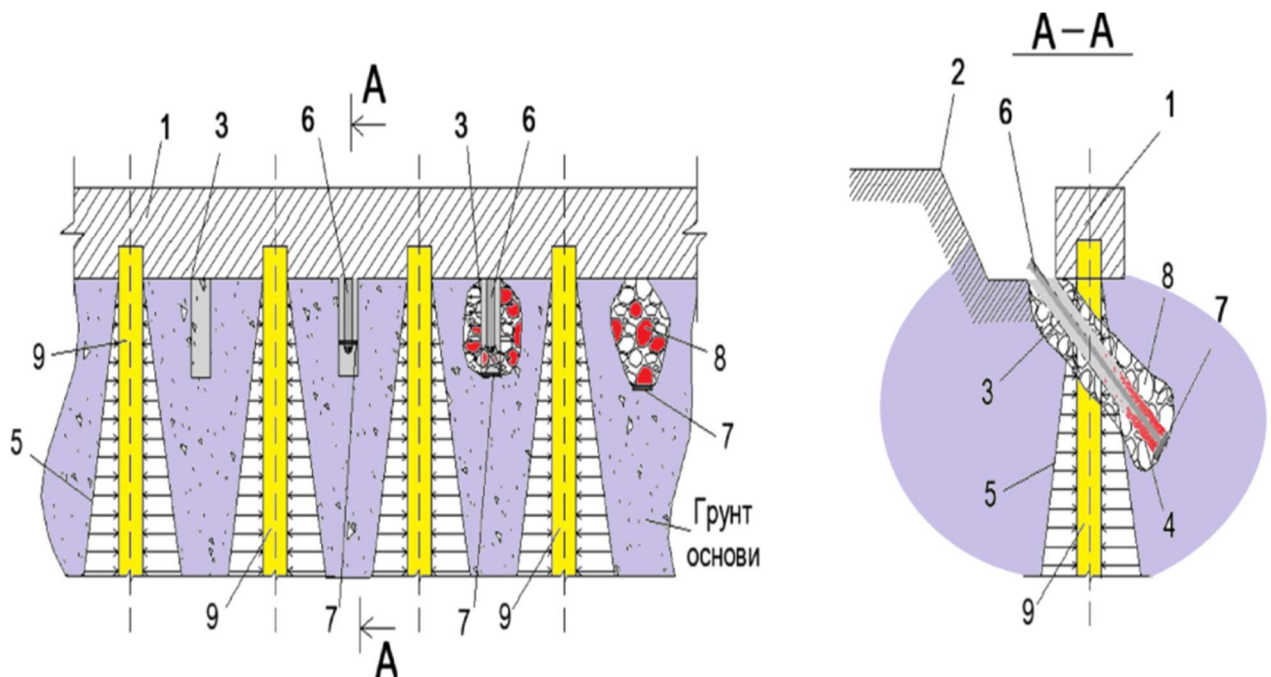


Рисунок 3.1 - Зведення пального фундаменту в процесі роботи в ґрунті ін'єктора

## Висновок

1. На базі лабораторії кафедри БМГА ВНТУ із застосуванням лабораторних установок та виготовленого обладнання були проведені випробування технологічних і конструктивних рішень підсилення пальових фундаментів. Моделювання експерименту проводилося з максимальним наближенням до реальних умов, з використанням реальних ґрунтів та моделей.

2. При дослідженні конструкції та технологій було проведено серію досліджень. Показано, що при використанні щебневих елементів проходить додаткове ущільнення ґрунтів і забезпечується більш ефективна робота пальового фундаменту.

3. Запропоновано новий спосіб підсилення пальового фундаменту. Подано заявку на корисну модель.

## 4 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

### 4.1 Архітектурно-будівельна частина

#### 4.1.1 Об'ємно-планувальне рішення

Будівля трьохпроменевої композиції і має форму пелюсток, які розміщені по відношенню один до одного під кутом 120 градусів. Кожна пелюстка будівлі має ширину 18.000 метрів, довжину 11.500 метрів.

У будівлі розміщуються:

однокімнатних квартир – одна на поверх, всього 13 квартир в будинку, загальна площа 61,2 м<sup>2</sup>, із них житлова – 22 м<sup>2</sup>.

В квартирі знаходяться:

- балкон – площа 4,8 м<sup>2</sup>;
- два санвузла (один сумісний, інший без ванної), площа яких 3,15 м<sup>2</sup> і 3,35 м<sup>2</sup>;
- чотири вбудованих шафи;
- кухня 8,6 м<sup>2</sup>;
- дві прихожі, площею 7,7 м<sup>2</sup> і 6,47 м<sup>2</sup>.

Двохкімнатних квартир по дві на поверсі, 26 квартир в будинку, із загальною площею 79,4м<sup>2</sup>і житловою площею - 36 м<sup>2</sup>. У квартирі знаходяться:

- два балкони, площею по 4,8 м<sup>2</sup> кожен;
- два санвузла;
- кухня – 8,6 м<sup>2</sup>;
- п'ять вбудованих шафи;
- дві прихожі.

Трьохкімнатних квартир – три на поверсі, 36 квартир в будинку, загальна площа 100,5 м<sup>2</sup>, із них житлова – 49 м<sup>2</sup>. У квартирі знаходяться:

- два балкони, площею по 4,8 м<sup>2</sup> кожен;
- два санвузла;
- кухня – 8,6 м<sup>2</sup>;
- чотири вбудованих шафи;

- дві прихожі.

Будинок облаштовано трьома ліфтами: один пасажирський, два грузових. Площа майданчика входу у квартири – 42, 3 м<sup>2</sup>. На майданчику знаходяться дві шафи ПК. Сходові клітини які не задимляються, має вихід на балкон.

Деякі простінки, по технічним вимогам виконуються із цегляної кладки із різним армуванням ( в залежності від поверху), товщина перестінків – 510 мм.

Усі вхідні двері в квартири підсилені (металеві). Специфікацію прорізів дверей і елементів їх заповнення див. лист №2.

Двері ліфтових холів і сходів, які не задимляються облаштовані пружинами. Над всіма прорізами дверей закладають по дві гільзи діаметром 30 мм. Усі вікна першого поверху облаштовані решітками.

#### 4.1.2 Архітектурно-конструктивне рішення

Перекрыття будівлі виконані із збірного залізобетону (круглопустотні плити перекрыття, покриття товщиною 220 мм). По плитам перекрыття робляться підлоги, в складі (зверху в низ):

- цементно-пісчана стяжка М200 – 40 мм;
- один шар толю марки ТГ350;
- керамзитовий гравій – 40 мм;

Покриття:

- пригрузовий шар із щебеня фракції 5-25 – 40 мм;
- роздільний шар із руберойда підкладного марки РПП-300,;
- водоізоляційний шар – 1 шар армогідробутила АК1 ТУ 21-27-96-82 на підкладці із пергаміну ПП-300
- підстиляючий шар – вирівнювання піском по основі із цементно-пісчаної стяжки М100 – 45 мм;
- керамзитовий гравій;
- шар руберойда підкладного із посипкою марки РПП-3005, на гарячій бітумній мастиці марки МБК-Г-55;
- вирівнююча стяжка із цементно-пісчаного розчину марки 50 – 15 мм;

- з/б плита покриття – 220 мм.

Внутрішня обробка будинку:

Для забезпечення необхідного  $R=4,0$  по температурі всередині будівлі по зовнішнім стінах встановлюють утеплювач типу плит пінополістерольних марок ПСБС-25, що забезпечує заданий температурний режим будівлі (див. теплотехнічний розрахунок); далі штукатурка і обклеювання стін шпалерами. В санвузлах облицювання керамічною плиткою. Підлога- линолеум.

Вентиляція не примусова через витяжки, які знаходяться в стінах, прилеглих до кухонь, санвузлів.

До будівлі підводяться мережі комунікацій, водопроводу, телефону, висковольтна лінія. Мережа водопроводу в будівлі проводиться з верхньою розводкою. Необхідна температура теплоносія і тепломережі (за рахунок утеплення) – 60-80°C.

#### 4.1.3 Будівельна фізика

Треба визначити відповідність законструйованої конструкції стіни теплотехнічним вимогам і при необхідності її скоригувати (тобто утеплити).

##### 1. Вихідні дані.

Таблиця 4.1. Параметри клімату району будівництва

Температура зовнішнього повітря, °C			Зона вологості	Температурна зона
Найбільш холодної доби, із забезпеченням	Найбільш холодних п'яти діб, із забезпеченням			
0,98	0,92		Нормальної вологості	1
$t_{1}^{0,98} = -29$	$t_{1}^{0,92} = -26$	$t_{5}^{0,92} = -22$		

Таблиця 4.2. Параметри мікроклімату приміщення.

Температура внутрішнього повітря $t_v$ , °C	Вологість внутрішнього повітря $\varphi_v$ , %
18	55

Таблиця 4.3. Теплотехнічні показники матеріалів стіни.

№	Найменування матеріалу	Щільність $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	Товщина $\delta$ , м	Коефіцієнти	
				Теплопровідності $\lambda$ , Вт/(м · °С)	Теплозасвоєння $s$ , Вт/(м <sup>2</sup> · °С)
	Штукатурка вапняно-піщана поліпшена	1600	0,02	0,81	9,76
	Утеплювач – пінополістерол ПСБ-с М 25	150	0,1	0,06	0,99
	Керамзитобетон на керамзитовому розчині піску	1600	0,51	0,79	10,77
	Штукатурка вапняно-піщана поліпшена	1600	0,02	0,81	9,76

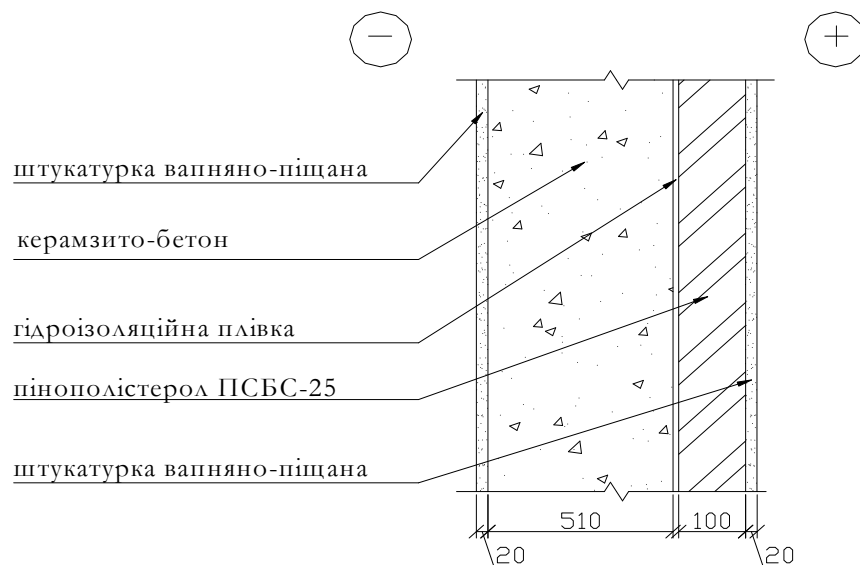


Рис. 4.1. Конструкція стіни

Визначення нормативного опору теплопередачі стіни

Таблиця 4.4. Теплотехнічні показники стіни

№	Теплотехнічний показник, що визначається	Позначення	Розмірність	Значення
1	Нормативний опір теплопередачі стіни при температурі внутрішнього повітря 18 <sup>0</sup> С	$R_{\Sigma}^H$	м <sup>2</sup> · °С/Вт	4,0



Розрахунок опору теплопередачі стіни.

Стіна належить до огорожуючої конструкції з послідовно розташованими однорідними шарами. Розрахунок зводимо до таблиці 4.5.

Таблиця 4.5. Теплотехнічні показники стіни

№п/п	Теплотехнічний показник, що визначається	Позначення	Розмірність	Розрахунок
1	Коефіцієнт теплосприйняття внутрішньої поверхні	$\alpha_v$	Вт/(м <sup>2</sup> · °С)	8,7
2	Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні	$\alpha_z$	Вт/(м <sup>2</sup> · °С)	23
3	Опір теплосприйняттю внутрішньої поверхні	$R_v$	м <sup>2</sup> · °С/Вт	$\frac{1}{8,7} = 0,1150$
4	Опір тепловіддачі зовнішньої поверхні	$R_z$	м <sup>2</sup> · °С/Вт	$\frac{1}{23} = 0,0435$
5	Термічний опір шару 1	$R_1$	м <sup>2</sup> · °С/Вт	$\frac{0,02}{0,81} = 0,0247$
6	Термічний опір шару 2	$R_2$	м <sup>2</sup> · °С/Вт	$\frac{0,1}{0,06} = 1,667$
7	Термічний опір шару 3	$R_3$	м <sup>2</sup> · °С/Вт	0,51/0,79=0,646
8	Термічний опір шару 4	$R_4$	м <sup>2</sup> · °С/Вт	0,02/0,81=0,0247
9	Термічний опір стіни	$R_k$	м <sup>2</sup> · °С/Вт	0,0247+1,667+0,646+0,0247=4,362
10	Опір теплопередачі стіни	$R_{\Sigma}$	м <sup>2</sup> · °С/Вт	0,115+0,0435+2,36=4,52

Аналіз та коригування конструктивного рішення стіни.

Так як розрахунковий опір теплопередачі стіни більший за нормативний опір ( $R = 4,52 > R^H = 4,0$ ), то коригування рішення стіни непотрібне, бо законструйоване раніше виявилось вірним.

#### 4.1.4 Інженерні мережі

##### Водопостачання

##### а) Холодне водопостачання

Прийнята об'єднана господарсько-питна і протипожежна система внутрішнього водопроводу з водонапірним баком. В запроектованому житловому будинку всі стояки прокладаються схованими в нішах, а відгалуження до санітарних приладів житлових кімнат прокладається відкрито. На стояках і відгалуженнях передбачається влаштування запірної арматури.

Всі магістральні трубопроводи прокладаються відкрито під стелею підвального приміщення і ізолюється мінерально-ватними виробами. Неізольовані трубопроводи малюються олійною фарбою в 2 рази.

В проєктований житловий будинок влаштовують два вводи водопроводу, які монтуються з чавунних напірних труб Ø100мм. Мережа магістралі внутрішнього водопроводу виконується кільцевою.

Водопровід монтується зі сталевих труб.

Для регулювання нерівномірності водоспоживання і подачі води насосами проєктується влаштування водонапірного баку, розташованого в приміщенні бакової, яка знаходиться на технічному поверсі. Регулюючий об'єм баку складає  $10 \text{ м}^3$ .

#### б) Гаряче водопостачання

Забезпечення житлового будинку гарячою водою здійснюється від запроектованої окремо-розташованої бойлерної.

Схема гарячого водопостачання приймається з нижньою розводкою магістралі і примусовою циркуляцією. Магістралі гарячої води розташовані спільно з магістралями холодної води.

На циркуляційних стояках в ванних кімнатах влаштовують пристрої для сушіння білизни.

Стояки гарячої води прокладаються сховано. На розподільчих і циркулюючих стояках і відгалуженнях передбачається влаштування запірної арматури.

Всі магістральні трубопроводи ізолюються мінерально-ватними виробами, а неізольовані труби фарбуються олійною фарбою в два рази. Гарячий водопровід монтується зі сталевих водопровідних труб.

Визначення розрахункових витрат води.

Прийнята система водопостачання повинна забезпечувати подання води в кількості відповідаючій кількості споживачів. Число споживачів в житловому будинку становить 618 чоловік. Визначаємо секундний розхід води за формулою:

$$q_{\text{сее}}^{\text{с}} = S q_0^{\text{с}} \alpha = 50.4 \cdot 1.3 = 2.6 \text{ л/сек}$$

$q_0$  - секундна витрата води,

$\alpha$  - коефіцієнт=1.3

Розрахункові витрати на внутрішнє пожежогасіння згідно складає  $5 \text{ л/сек}$ .

Сумарна витрата води складає  $7.6 \text{ л/сек}$ .

Найбільш економічною швидкістю руху води вважають швидкість від  $1 \text{ м/сек}$  до  $2 \text{ м/сек}$ . Приймаємо швидкість руху води в трубі рівною  $1.2 \text{ м/сек}$ .

Для поливання території з зовнішньої сторони будинку в 6-ти місцях передбачені поливні крани  $\text{Ø}15\text{мм}$ .

Пожежні крани встановлені в гуртожитку на висоті 1.35м. На дверцятах яких написано червоним кольором ПК і номер крана.

### Водовідведення

Запроектований житловий будинок обладнаний внутрішньою господарсько-побутовою каналізацією з відводом стічних вод самопливно в дворову загальносплавну каналізацію. Мережа каналізації монтується з чавунних каналізаційних труб. і фасонних частин.

Внутрішня господарсько-побутова каналізація складається із санітарних приладів, які є приймачами стічних вод, відведених ліній, стояків, витяжних труб.

Відвідні лінії служать для відведення стічної води від приймачів до стояків. Відвідні труби в основному приєднуються косими трійниками або хрестовиками під кутом  $45^\circ$  і  $60^\circ$ . Стояки каналізації служать для стічних вод від відведених ліній. Стояки прокладаються скрито в штрабах, разом з стояками гарячої і холодної води. В місцях приєднання випусків до зовнішньої мережі влаштовуються

колодязі для догляду за випуском. Найбільша довжина за випуском від стояка до осі колодязя приймається  $\varnothing 50$  мм-8м і при  $\varnothing 100$  мм-12м. Мінімальна глибина закладання випусків визначається глибиною промерзання ґрунту, температурою стічних вод і умовами запобігання від механічних пошкоджень не менше 0.7 м від верху труби.

#### *Внутрішнє водовідведення дощових вод*

Система внутрішнього водовідведення призначена для організованого збору води і її відведення.

Система внутрішніх водостоків складається з:

- приймачів атмосферних, які збирають воду з поверхні покрівлі до водостічних воронок  $\beta_p - 10$  ;
- відвідних труб, які збирають воду від збірних воронок і направляють в стояки;
- водозбірних стояків;
- мережі водоводів, які являють собою систему водозбірних колекторів, збираючих воду від стояків і направляють її в сторону випусків.
- спеціальних пристроїв на мережі внутрішніх водостоків у вигляді ревізій, які потрібні для профілактичних оглядів і прочистки.

Визначаємо кількість водостічних воронок  $n = \frac{S}{900} = \frac{1800}{900} = 2.06$ ,

де S- площа даху будинку  $S = 1850 \text{ м}^2$

Приймаємо  $n = 2$   $A = \frac{1850}{2} = 925 \text{ м}^2$

Розрахункову витрату води визначаємо за формулою

$$Q = \frac{Aq_{20}}{1000} = \frac{925 \cdot 100}{1000} = 9.25 \text{ л/сек}$$

A- водозбірна площа -  $925 \text{ м}^2$

$q_{20}$  - інтенсивність дощу в  $\frac{\text{л}}{\text{сек}}$  з 1 га тривалістю 20 хв при інтенсивності рівної 1-му року  $q_{20} = 100 \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{га}}$

Приймаємо труби чавунні діаметром 100 мм, прокладені по сходовим кліткам.

#### 4.1.5 Опалення і вентиляція

##### Теплопостачання житлового будинку

Відповідно до технічних умов джерелом теплопостачання житлового будинку є існуюча теплотраса від ТЕЦ-1 м. Луцька. Вона призначена для постачання тепловою інерцією, системи опалення, вентиляції і гарячого постачання гуртожитку. Постачання тепла від джерела теплопостачання до об'єкту здійснюється тепловою мережею. Трубопроводи теплової мережі виконуються із сталевих електрозварних труб.

Спосіб прокладання теплової мережі прокладання в непрохідних каналах.

На вводі трубопроводів підземної прокладки передбачаються пристрої, які попереджають проникнення газу в будинок.

##### Система опалення житлового будинку

Оскільки в житловому будинку необхідно передбачити в холодний період року підтримання необхідних температур внутрішнього повітря виникає потреба в поданні тепла системами опалення.

Види і характер теплоносія:

- теплова мережа-перегріта вода з параметрами 150-70°C
- система опалення – вода з параметрами 95-70°C

Для приєднання системи опалення до теплової мережі передбачається влаштування в житловому будинку на відмітці -3.000 індивідуального теплового пункту, обладнаного приладами контролю та регулювання.

Тип системи опалення.

Для одноповерхової частини будинку-однотрубна тупикова, з нижньою розводкою в підвалі, з вертикальними стояками.

До теплових стояків систему опалення слід приєднувати через елеватор, розташований в теплопункті.

Для опалення приміщень використовують нагрівальні прилади – чавунні секційні радіатори М-140-АО.

Стоянки та підводки до нагрівальних приладів виконуються із сталевих водогазопровідних труб.

Нагрівальні прилади розміщують під віконними заповнювачами.

#### Система вентиляції житлового будинку

В приміщеннях житлового будинку проектом передбачається загальнообмінна витяжна вентиляція природного походження.

Ввід повітря з приміщень з надлишковим виділенням тепла і вологи здійснюється за допомогою вертикальних, внутрішніх, цегляних каналів з витяжками жалюзаяційними решітками типу P150 та P200.

Внутрішні канали розміром 140x140мм та 140x270мм розташовуються у поздовжніх та поперечних стінах.

При цьому, згідно з нормами, витяжна вентиляція житлових кімнат, квартир у кількості  $3 \text{ м}^3 / \text{год}$  на  $1 \text{ м}^2$  житлової площі передбачається за допомогою витяжних каналів кухонь та санітарних вузлів.

Приплив свіжого повітря також здійснюється за допомогою кватирок у вікнах.

#### 4.1.6 Техніко-економічні показники

Будівля має висоту (max) 52800 метрів, включає в себе 14 поверхів, з них:

1. На позначці -2.800-0.000 підвальне приміщення під всім п'ятном будівлі.
2. На позначці 0.000-2.800 - приміщення відведені під магазин "Промтовари".
3. На позначці 2.800 – 39.200 – поверхи під житлові приміщення (план типового поверху див. Арх. Лист 2).
4. На позначці 39.200-51.800 – горище, машинний зал

Висота житлових приміщень будинку – 2.8 м.

Загальна площа житлових приміщень будинку складає 6779,5 м<sup>2</sup>, із них житлова площа – 3133 м<sup>2</sup>.

Площа забудови – 800 м<sup>2</sup>.

Будівельний об'єм будинку – 31360 м<sup>3</sup>.

Архітектурно-будівельний розділ розроблений із врахуванням діючих будівельних норм в обсязі, достатньому для послідуєчих розрахунків конструкцій, складання кошторисної документації і проектування технології і організації виробництва будівельно-монтажних робіт.

Графічна частина проекту включає два формати А1, на яких зображено фасад, розріз по сходовому маршу і плани типового і першого поверхів будівлі.

#### 4.2 Технологічна карта на підсилення палиових фундаментів

На сьогоднішній день актуальною проблемою реконструкції будівель є посилення фундаменту. Фундаменти будівель під час експлуатації втрачають несучу здатність через різні дефекти, такі як утворення тріщин, часткове руйнування конструкцій, намокання та ін.

Втрата міцності відбувається через природні або техногенні фактори, наприклад: впливу ґрунтових вод, нерівномірної осідання основ,. Неприпустимі пошкодження конструкцій фундаменту призводять до зниження несучої здатності, що, у свою чергу, може призвести до виникнення небезпечних аварійних ситуаційю

Існує безліч різних способів посилення фундаменту будівель. Останнім часом набули популярності посилення фундаментів ін'єкційними методами. Вони мають низку переваг у порівнянні з іншими технологіями, що використовуються при реконструкції існуючих будівель та споруд, наприклад:

- посилення фундаментів відбувається без зміни зовнішнього вигляду фасадів та конструктивних особливостей будівлі;
- можливість збільшення корисного об'єму будівлі за рахунок влаштування під ним додаткових підвальних приміщень чи надбудови додаткових поверхів;
- можливість виконання робіт з посилення фундаментів із підвалів будівель;
- проведення посилення фундаментів будівель практично в будь-яких геологічних умовах;

- мінімальні терміни виготовлення та висока надійність ін'єкційних методів;
- висока економічна ефективність за рахунок низької матеріало- та енергоємності, мінімальних обсягів земляних робіт та високої механізації.

Технологічна карта складена на процес улаштування буронабивних паль у водонасичених (обводнених) ґрунтах для будівель та споруд цивільного та промислового призначення, у тому числі при їх реконструкції. Карта містить варіант влаштування буронабивних паль вітчизняними машинами та механізмами.

#### 4.2.1 Загальні положення

Влаштування пальових фундаментів з буронабивних паль, у тому числі при реконструкції існуючих будівель, пов'язаної з їх надбудовою, прибудовою нових частин, у складних ґрунтових умовах із застосуванням традиційних конструкцій та технологій на базі громіздкого обладнання виявляється практично неприйнятним через високу щільність міської забудови. Найбільш обмеженість виконання робіт. Буроін'єкційні палі та набивні палі, що виконуються за електроімпульсною технологією, а також з використанням пневмопробійників та розкочувачів, особливо при невеликих обсягах робіт, виявляються економічно недоцільними.

Передбачувана технологія улаштування буронабивних паль з розширеною основою із щебеню. Інженерно-геологічні умови майданчика характеризуються заляганням зверху - вниз насипних ґрунтів (ІГЕ-1), суглинків та глин пластичної та м'якопластичної конструкції (ІГЕ-2), крупнозернистих пісків (ІГЕ-3), середніх та дрібних пилюватих пісків середньої щільності (ІГЕ-4) з товщиною шару відповідно до 3,2, 3,8, 2,0, 6,0 м, а нижче з глибини 14 - 15 м залягають мергелі та крейда (ІГЕ-5).

Підземні води розташовуються глибині 1,8 - 2,5 м, тобто. у шарі насипних ґрунтів.

З урахуванням конструктивних особливостей існуючого завдання, надбудови, діючих навантажень у даному випадку були прийняті пальові фундаменти



з буронабивних паль з розширеною основою з опорою на шар великих пісків (ІГЕ-3), що залягають на глибині 6,8 - 7,0 м.

Влаштування пальових фундаментів здійснювалося за допомогою бурової установки типу ПБУ вітчизняного виробництва, яка забезпечила проходження свердловин на глибину до 7,0 - 7,5 м діаметром 325 мм. Установка забезпечена буровою коронкою, шнеком, ударною штангою-трамбуванням із загостреним під кутом 90° наконечником діаметром 275 мм та загальною масою 250 кг.

На початковому етапі робіт було виконано дослідні роботи з відпрацювання технології втрамбування щебеню в нижню частину свердловини з урахуванням можливого впливу динамічних впливів при трамбуванні на сусідні будівлі.. При використанні запропонованої технології не виникають динамічні впливи, а для повного втрамбування однієї порції щебеню до стану відмови» потрібно лише створити статичний тиск навантаження, використовуючи пневматичний чи гідравлічний домкрат..

Усі роботи при влаштуванні пальових фундаментів здійснюють відповідно до вимог чинних нормативних документів.

#### 4.2.2 Область використання.

- Технологічна карта складена на процес улаштування буронабивних паль у водонасичених ґрунтах для будівель та споруд, у тому числі при їх реконструкції в умовах щільної міської забудови.

- Як об'єкт-представник при розробці карти прийнятий пальовий фундамент з буронабивних паль з розширеною основою з втрабованого щебеню, довжиною 6 м і діаметром 325 мм.

- Роботи виконуються у літній період.

- При прив'язці технологічної карти до конкретного об'єкта та умов будівництва визначають обсяги робіт, калькуляцію витрат праці та графік виконання робіт.

### 4.2.3. Технологія та організація виготовлення буронабивних паль підсилення

Підготовчі роботи.

Підготовчі роботи включають:

- уточнення розташування інженерних комунікацій у межах розташування паль (пального поля);
- видалення асфальтових, бетонних та ін міцних (твердих) покриттів;
- уточнення розташування зовнішніх граней існуючих фундаментів будівель (рис. 4.2) (в умовах щільної забудови та реконструкції);
- розбивку осей паль.

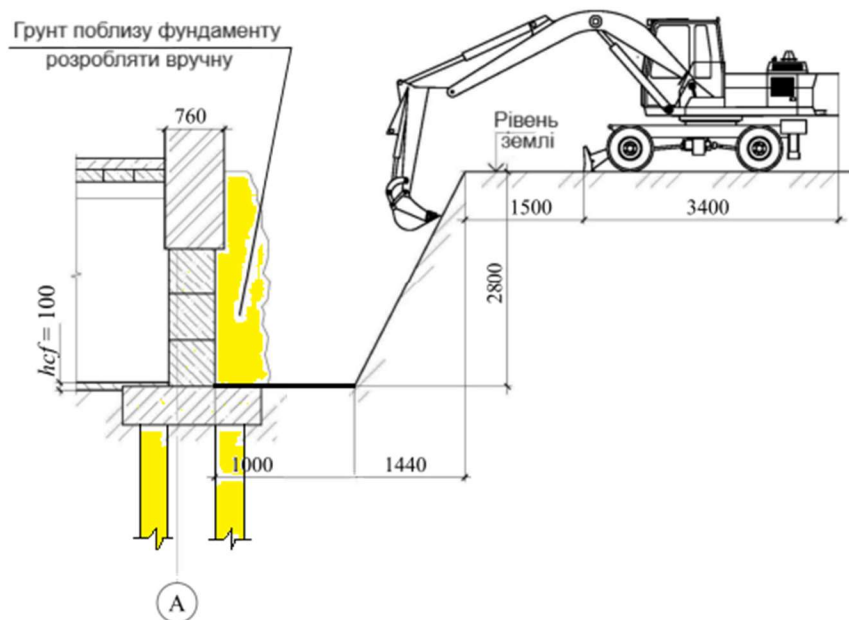


Рис. 4.2 – Варіант відкопки існуючого фундаменту

Розбивка осей паль виконується з точністю  $\pm 10$  мм із закріпленням їх на прилеглих стінах будівлі фарбою, що змивається, і на асфальтобетонному покритті за допомогою штирів або фарбою, що не змивається.

У процесі виконання робіт ведеться «Журнал виготовлення буронабивних паль із розширеною основою із щебеню» (додаток, форма 1).

На початковому етапі рекомендується виконати дослідні роботи з відпрацювання технології втрамбування щебеню в нижню частину свердловини та необхідної кількості ударів трамбування, часу для втрамбування

щебеню, загального зниження та «відмови» та ін. параметрів, у т.ч. оптимальної висоти скидання трамбування з урахуванням можливих динамічних впливів.

Усі роботи виконуються з урахуванням вимог. нормативних документів з техніки безпеки у будівництві.

#### 4.2.4 Технологічна схема влаштування буронабивних паль з розширеною основою з втрамбованого щебеню

Технологія влаштування паль включає наступні основні операції (рис. 4.3):

а) встановлення бурового верстата на вісь свердловини з наступним бурінням свердловини (1) в межах асфальтобетонного покриття бурової коронки, а нижче шнеком діаметром 100 мм до несучого шару (ПЕ-3) та заглибленням у нього не більше ніж на 10 - 15 см. При цьому верхній асфальтобетонний шар виконує роль кондуктора.



Рис. 4.3 – Буріння свердловин для безпідвальних будівель

Буріння свердловин і влаштування буронабивних паль проводять, як правило, через одну з повернень на пропущені свердловини після закінчення схоплювання бетонної суміші у виконаних палях, але не раніше ніж через 24 години або набору міцності бетоном не менше 25% від проектної;

Основні дані щодо буріння свердловин заносять у відповідні графи «Журналу виготовлення буронабивних паль з розширеною основою із щебеню» (додаток, форма 1).

б) установка (рис. 4.3) в свердловину (1) обсадної труби (2) діаметром 100 мм довжиною 5 м з частковим задавлюванням її в несучий шар ґрунту (ІГЕ-3) з наступним відкачуванням води зі свердловини насосом типу «Гном» і частковим зачищенням вибою желонкою, після чого в свердловину відсипається порція щебеню (3) на висоту 35 – 40 см об'ємом 0,015 – 0,025 м<sup>3</sup>;

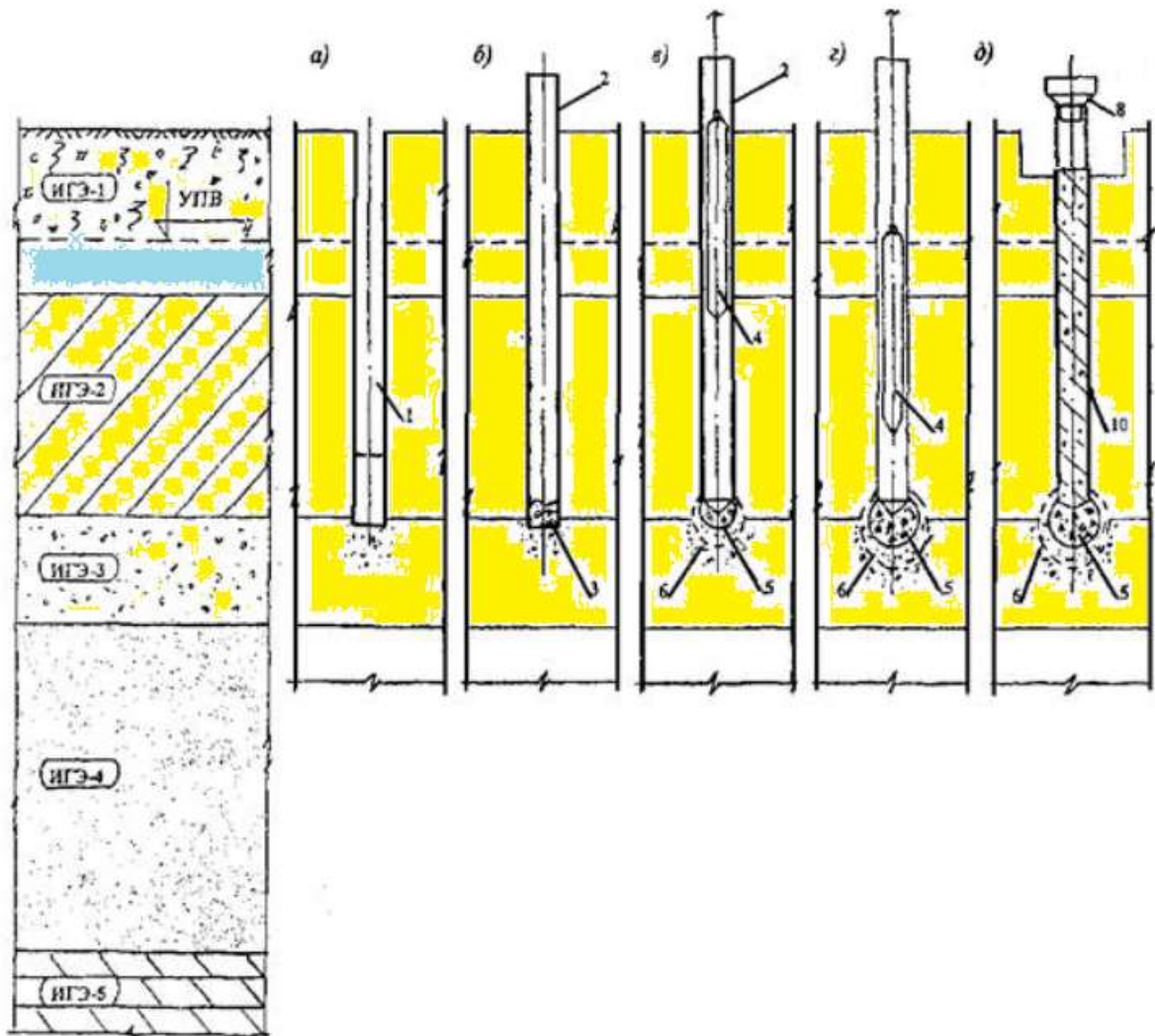


Рис. 4.4 – Технологічна схема влаштування паль

в) підйом обсадної труби (2) на висоту 20 - 35 см і вдавлення механізмом (4) щебеню в забій свердловини до рівня початкової глибини свердловини, в результаті чого в нижній частині свердловини з'являються зона-розширення (5) і ущільнена зона (6);

г) пошарове відсіпання при піднятому трамбуванні щебеню та втрамбування його в стінки свердловини (1) трамбуванням (4) до стану «відмови». Обсяг кожної порції щебеню, що відсипається, становить 0,010 - 0,015 м<sup>3</sup>, тобто.

на висоту 30-35 см. Для створення розширення (5) використовується щебінь крупністю 20-40 мм і міцністю не менше 30 МПа. В результаті втрамбування 3 - 4 порцій спочатку щебеню, а потім сухої бетонної суміші в нижній частині свердловини створюється розширена основа (5) палі діаметром до 0,45 м і висотою до 0,50 м, а також ущільнена зона (6).

У процесі відсипання та втрамбування щебеню заміряються, обчислюються та заносяться до «Журналу...» основні параметри, зазначені у відповідних графах.

У тому випадку, якщо 1-а порція щебеню повністю втрамбована в ґрунт, необхідно приступити до втрамбування 2-ї порції щебеню до стану «відмови».

Після вилучення обсадної труби (2), у т.ч. з вібрацією, утворюється буронабивна щебенева палля (10) з подальшим нагнітанням бетонної суміші під тиском (роздільне бетонування).

Залежно від конкретних ґрунтових умов та оснастки бетонування ствола палі може здійснюватися після вилучення обсадної труби або з одночасним її вилученням.

Не допускаються перерви укладання бетонної суміші в свердловину на час не більше 0,5 години.

Верхня опорна частина палі у разі відривки котловану до позначки низу підготовки під ростверк бетонується у спеціальному оголовку.

Бетон готується на місці в малогабаритному бетонозмішувачі.

#### 4.2.5. Вимоги до якості та приймання робіт

1. У процесі виготовлення буронабивних палей із розширеною основою представниками замовника, технічного та авторського нагляду здійснюється постійний, поетапний контроль за:

а) планово-висотною прив'язкою осей окремих палей та їх фактичним становищем у плані;

б) нахилом пробурених свердловин, їх глибиною, величиною заглиблення в несучий шар;

в) технологією та основними параметрами втрамбування щебеню на дно свердловини;

г) технологією бетонування ствола паль;

д) правильністю та своєчасністю заповнення «Журналу виготовлення буронабивних паль з розширеною основою із щебеню» ( форма 1).

2. Контроль якості виконаних робіт здійснюється відповідно до вимог «Посібники з виробництва та приймання робіт при облаштуванні основ та фундаментів» а також проекту пальових фундаментів.

3. Приймання-здавання готових буронабивних паль виконується комісією у складі замовника, генпідрядника, виконавця робіт, авторського нагляду у два етапи:

1 етап - приймання-здавання свердловин після влаштування уширених підстав;

2 етап - приймання-здавання готових паль.

4. Приймання виконаних буронабивних паль проводиться на підставі наступних матеріалів:

а) проекту пальових фундаментів;

б) проекту виконання робіт (ППР) з влаштування буронабивних паль з розширеною основою;

в) виконавчої схеми розташування паль;

г) актів на приховані роботи за п. 3.3;

д) журналу виготовлення буронабивних паль з розширеною основою із щебеню;

е) актів приймання матеріалів (бетон, арматура, щебінь).

5. Приймання буронабивних паль оформляється актами:

а) огляди та приймання пробурених свердловин та арматурних каркасів для буронабивних паль;

б) приймання пальового поля з буронабивних паль для бетонування рост-верків.

У цих актах зазначаються всі виявлені відступи від проекту, передбачені способи та строки їх усунення, дається загальна оцінка якості виконаних робіт.

#### 4.6 Графік виконання робіт при підсиленні пальового фундаменту

Код	Найменування операції	Тривалість, хв	Час, хвилини															
			5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
1	Переміщення установки до місця буріння	5	—															
2	Буріння свердловини	20		—	—	—	—											
3	Установка обсадної труби	3						—										
4	Відкачка води	5						—	—									
5	Відсіпка і втрамбовування щебеню	25								—	—	—	—					
6	Бетонування ствола палі	10												—	—			
7	Вилучення обсадної труби	3															—	
8	Формування оголовка палі	6																—
Тривалість влаштування однієї палі в середньому 75 – 80 хвилин ( в зміну 6 шт) при складі бригади: Буровий майстер -1, буровий робітник – 1, бетонщик - 2																		

#### Висновок

В технічному розділі розглянуто 14-ти поверховий житловий будинок з монолітним каркасом в місті Луцьк, який отримав надлишкові деформації в процесі експлуатації і потребує підсилення пальових фундаментів.

Розглянуто архітектурно-будівельні рішення і розроблено технологічну карту на підсилення пальових фундаментів з використанням запропонованої автором технології.



## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У магістерській кваліфікаційній роботі досліджується підвищення несучої здатності експлуатованих пальових фундаментів. Всі виробничі процеси, починаючи від отримання замовлення та організації виробництва, вимагають виваженої, цілеспрямованої і системної розробки технологічних процесів на виробництві.

Очевидно, що для ефективної діяльності підприємства необхідні цілеспрямоване визначення повноважень і системна організація охорони праці. При цьому досить часто недооцінюється значення виконання вимог охорони праці і навколишнього середовища під час організації будівельно-монтажних робіт. Тому важливо розглянути питання охорони праці, які передбачають заходи щодо їхнього виявлення, розроблення заходів по їх зниженню, по промисловій безпеці, по пожежній безпеці, а також по створенню безпечних та не шкідливих умов праці робітників [22].

На будівельно-монтажний персонал, який здійснює підсилення фундаментів з паль, відповідно до Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці ...» [21], розглядаються потенціальні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, здатні при-вести до травм або ушкодження здоров'я працівників і нанести збитки навколишньому середовищу, зокрема в процесі будівництва об'єктів, діють такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори - фізичні:

- мікроклімат: температура, вологість, швидкість руху повітря, теплове випромінювання;
- неіонізуючі електромагнітні поля і випромінювання: електростатичні поля, постійні магнітні поля (в т.ч. геомагнітне), електричні і магнітні поля промислової частоти (50 Гц), електромагнітні випромінювання радіочастотного діапазону, електромагнітні випромінювання оптичного діапазону (у т.ч. лазерне та ультрафіолетове);
- іонізуючі випромінювання;
- виробничий шум, ультразвук, інфразвук;

- вібрація (локальна, загальна);
  - освітлення - природне (відсутність або недостатність), штучне (недостатня освітленість, пряма і відбита сліпуча блискість, пульсація освітленості).;
- психофізіологічні :
- фізичні перевантаження (динамічні);
  - нервово-психічні перевантаження (перенапруга аналізаторів, розумові перенапруги, монотонність праці).

## 5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта

5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць при підсилення пальових фундаментів з ущільненням основи під ростверком.

За наявності зазначених небезпечних та шкідливих виробничих факторів безпека улаштування штучних основ і фундаментів повинна бути забезпечена відповідно до вимог норм проектно-технологічної документації на виконання цих робіт, зокрема [23, 24].

До початку робіт наказом роботодавця призначається особа, яка відповідає за безпечне виконання робіт. Ця особа повинна вивчити геологічні та гідро-геологічні умови, розміщення підземних та наземних комунікацій.

Під час виконання робіт увагу приділяють дослідженню:

- підземних комунікацій;
- старих виробок і фундаментів;
- поверхневих вод (зі швидким підніманням їх рівня);
- напірних підземних вод;
- незатампованих розвідувальних свердловин;
- наземних установок, що призводять до вібрації ґрунту;
- повітряних електричних мереж.

До виконання робіт з улаштування штучних основ і фундаментів допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли медичне обстеження, попереднє навчання, відповідні інструктажі.

На будівельних об'єктах мають бути в наявності:

- список номерів телефонів чергових служб підприємств та організацій, у віданні яких перебувають комунікації та інші об'єкти в зоні виконання робіт;
- схеми комунікацій із позначенням місць перекриття напірних трубопроводів, відключення електромереж.

Усі робітники повинні бути ознайомлені з ПВР, технологічними картами виконання земляних та інших робіт, схемою розміщення підземних комунікацій з позначенням місць перекриття напірних трубопроводів, відключення електромереж. У разі виявлення під час виконання робіт нових комунікацій необхідно викликати представників організацій, яким належать ці комунікації, та вирішити питання щодо продовження робіт.

Палейні і бурові машини повинні бути обладнані обмежувачами висоти піднімання бурового інструменту або вантажозахоплювального пристрою та звуковою сигналізацією. На канати повинен бути сертифікат виробника або акт про їх випробування; вантажозахоплювальні засоби повинні бути випробувані та мати бирки або клейма, що підтверджують їх вантажопідіймальність і дату випробування. Гранична маса молота і палі для копра відповідно до паспорта копра повинна бути зазначена на його фермі або рамі.

Небезпечна зона під час роботи палейних машин повинна бути визначена в радіусі не менше ніж 15 м від гирла свердловини або місця забивання палі. Пересування палейних машин необхідно виконувати по заздалегідь спланованому горизонтальному шляху та за умови перебування конструкцій машин у транспортному положенні.

На робочому місці необхідно мати засоби колективного захисту, а також аптечку. Заборонено перебування робітників без спецодягу і засобів індивідуального захисту в атмосфері, що містить пил, туман чи пару хімічних речовин.

Зведення підпірних стін, стін підвалів і кріплень котлованів на будівельних об'єктах, у тому числі під час геотехнічних реконструкцій у зоні розміщення підземних комунікацій, дозволяється з письмового дозволу організації, що експлуатує ці комунікації.

Роботи з пневматичними установками необхідно виконувати відповідно до вимог [25].

Технічний стан палебійних і бурових машин (надійність кріплення вузлів, справність зав'язків і робочих настилів) необхідно перевіряти перед початком кожної зміни. Перед підніманням конструкцій палебійних чи бурових машин їх елементи необхідно надійно закріпити, а інструмент і незакріплені предмети видалити з цих конструкцій. Під час піднімання конструкції, зібраної у горизонтальному положенні, необхідно припинити всі інші роботи в радіусі, що дорівнює довжині конструкції плюс 5 м. Під час роботи палебійних чи бурових машин особи, що безпосередньо не беруть участі у цих роботах, повинні перебувати на відстані не менше ніж 15 м.

Перед початком огляду, змащування або чищення, усунення будь-яких несправностей бурової машини чи копра буровий інструмент чи палебійний механізм повинен бути опущений, поставлений у стійке положення, а двигун вимкнутий. Опускання та піднімання бурового інструменту чи палі виконується після подачі попереджувального сигналу.

Під час піднімання або опускання бурового інструменту забороняється виконувати на копрі чи буровій машині роботи, що не стосуються зазначених процесів.

Піднімання палі (шпунта) і палебійного молота необхідно виконувати окремими гаками. За наявності на копрі тільки одного гака для встановлення палі палебійний молот необхідно зняти з гака і закріпити надійним стопорним болтом. Під час піднімання палі необхідно запобігати розгойдуванню і крутінню за допомогою розчалок. Одночасне піднімання палебійного молота і палі не допускається. Палі дозволяється підтягувати по прямій лінії у межах поля зору машиніста копра тільки через відвідний блок, закріплений в основі копра. Забороняється підтягувати копром палі на відстань більше ніж 10 м з відхиленням їх від поздовжньої осі.

Встановлення палі і палебійного устаткування виконується без перерви до повного їх закріплення. Залишати їх у підвішеному стані не допускається. Перед

різанням забитих у ґрунт паль необхідно вжити заходів, що унеможливають падіння частини палі, що зрізується.

### 5.1.2. Електробезпека приміщення

Виконання будівництва в задані терміни і з високою якістю робіт пов'язано з надійною роботою машин і механізмів, безпосередньо залежною від безперебійного постачання їх енергією. Тимчасове електропостачання будівельного майданчика в сучасних умовах украй важливо, оскільки більше 80% парку машин має електричний привід і лише 20% – привід від двигунів внутрішнього згоряння. Поряд з цим електричну енергію застосовують для освітлення, зварювання, обігріву приміщень і для задоволення інших виробничих потреб. Джерела електропостачання вибирають залежно від потрібної потужності, періоду будівництва, віддаленості від постійних електростанцій і ліній високовольтної електропередачі.

Тимчасові мережі високої та низької напруги підвішують до стовпів. Щоб уникнути аварійних робіт в підготовчий період будівництва споруджують по довжню лінію електропередачі або лінію автоблокування. Передану по них енергію використовують для задоволення потреб будівництва, а в подальшому їх переобладнують і здають в постійну експлуатацію за своїм прямим призначенням. Кабельне підведення застосовують у випадках, коли повітряна лінія неприпустима за умовами виробництва будівельно-монтажних робіт та техніки безпеки. Силові та освітлювальні установки при тимчасовому електропостачанні розраховують на напругу 380/220 В. У деяких випадках відповідно до вимог безпеки напругу знижують місцевими трансформаторами.

У будівельних організаціях при тимчасовому електропостачанні використовують інвентарні пересувні й стовпові трансформатори, інвентарні елементи електромереж, переносні опори, штепсельні з'єднання проводів і т. д.

Тимчасове електропостачання будівельного майданчика, параметри тимчасових мереж або їх окремих елементів встановлюють у такій черговості: розраховують електричні навантаження, вибирають джерела електропостачання,

виявляють об'єкти обслуговування першої категорії, розташовують на території електричні пристрої та установки, складають робочу схему електропостачання.

При проектуванні електрозабезпечення будівельного майданчика необхідно враховувати:

- кількість споживачів та нерівномірне їх розташування на будівельному майданчику;
- можливість змінення місць під'єднання навантажень (при приєднанні самохідних машин);
- вимоги безпеки та ряд інших моментів.

Всі електромережі та електрообладнання повинні мати справні апарати захисту від аварійних режимів роботи (короткого замикання, перенапруження, перевантаження) [26]. Характеристики апаратів захисту повинні відповідати режимам експлуатації електромереж та електрообладнання. Як нульові захисні (заземлюючих) провідників повинні використовуватися тільки спеціально призначені для цього провідники. Магістралі заземлення повинні бути приєднані до заземлювачів не менш ніж у двох різних місцях і по змозі з протилежних сторін. Не допускається як заземлення використовувати трубопроводи систем водопроводу, каналізації, опалення та подібних систем.

Розподільні електрощити і пускорегулюючі апарати [27] повинні періодично оглядатися і очищатися від горючого пилу або відкладень. Періодичність очищення повинна встановлюватися в інструкціях про заходи пожежної безпеки. Доступ до електрощитів, електродвигунів та іншого електрообладнання повинен бути вільним. Несправні електромережі та електроустаткування необхідно негайно відключати до усунення несправностей і приведення їх у пожежобезпечний стан.

Після закінчення робіт всі електричні мережі, електрообладнання, у тому числі тимчасові будівлі і споруди [28] (за винятком житлових будівель і споруд, що експлуатуються при вахтовому методі будівництва та прожекторів, що використовуються для освітлення будмайданчика в неробочий час), повинні знеструмлюватися. Відключення електроенергії повинно бути централізованим.

## 5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

### 5.2.1 Мікроклімат

Розробка теоретичних і практичних основ зведення фундаментів в котлованах з ущільненими стінками здійснювалася у приміщенні в якому розташовані робочі місця обладнані комп'ютерною технікою. Фізичне моделювання процесу влаштування системи «конструкція - основа» в лабораторних умовах. Розглянемо вимоги гігієни праці та виробничої санітарії відповідно до наявних умов роботи.

Основними нормативними документами, що регламентують параметри мікроклімату виробничих приміщень, є [29]. Роботи по обслуговуванню технологічного обладнання відносяться до категорії Іб по важкості праці. Енерговитрати за цією категорією становлять - до 140-174Вт.

Допустимі параметри мікроклімату наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Параметри мікроклімату

Період року	Допустимі		
	t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	21-28	75	0,1-0,3
Холодний	20-24	75	0,1

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату в приміщенні використовується централізована парова система опалення (у холодний період року для обігріву), система припливно-витяжної вентиляції та регулярного провітрювання, а також зволожувачі повітря (для підвищення вологості повітря).

### 5.2.2 Склад повітря робочої зони

Повітря залежно від хімічного складу, фізичних властивостей, наявності забруднюючих чинників може бути сприятливим, несприятливим або навіть небезпечним. Сприятливим повітряне середовище в робочій зоні буває тоді, коли воно має відповідну чистоту, нормальні хімічні показники та нормальний мікро-



клімат. При роботі системи вентиляції, провітрюванні у приміщенні під час моделювання процесу влаштування системи «конструкція - основа» в лабораторних умовах може попадати пил та інші шкідливі речовини, які виділяються при технологічних процесах в цеху і знаходяться повітрі навколишнього середовища. Їх ГДК наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин для повітря атмосфери в робочій зоні

Назва речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4
Вуглекислий газ	3	1	4

Для забезпечення складу повітря робочої зони передбачені наступні рішення:

- застосування пиловідсмоктуючих агрегатів з рукавними фільтрами, які встановленні безпосередньо на ділянках біля обладнання із яких очищене повітря поступає у виробниче приміщення;
- необхідно проводити контроль за ГДК шкідливих речовин у приміщенні;
- застосовувати природну вентиляцію: організовану і неорганізовану.

### 5.2.3 Виробниче освітлення

Відповідно до [30] Система природного освітлення відноситься до бокової. Характеристика зорових робіт – середньої точності.

Норми освітленості при штучному освітленні та КПО (для III поясу світлового клімату) при природному та сумісному освітленні зазначені у таблиці 5.3.

При експлуатації штучного освітлення здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

Для забезпечення достатнього освітлення слід максимально використовувати бічне природного освітлення, систематично очищувати скло від бруду та систематично замінювати перегорілі лампи.

Таблиця 5.3 - Норми освітленості в приміщенні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення	Розряд зорової роботи	Підряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фона	Освітленість, лк		КПО, $e_n$ , %			
						Штучне освітлення		Природне освітлення		Сумісне освітлення	
						Комбіноване	Загальне	Верхнє або Бокове	Бокове	Верхнє або верхнє	Бокове
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0	IV	б	середній	середній	200	500	4	1,5	2,4	0,9

#### 5.2.4 Виробничий шум

Шум – це хаотична сукупність різних за силою і частотою звуків, що заважають сприйняттю корисних сигналів і негативно впливають на людину. Постійна дія сильного шуму може не лише негативно вплинути на слух, але й викликати інші шкідливі наслідки - дзвін у вухах, запаморочення, головний біль, підвищення втоми, зниження працездатності.

Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є [31]. Джерелом шуму під час моделювання процесу влаштування системи «конструкція - основа» в лабораторних умовах є працююче обладнання. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку відображені в [31], допустимі рівні звукового тиску під час виконання роботи – в таблиці 6.4.

Для зменшення рівня шуму до допустимого в цеху двигуни виконуються в металевому кожусі, а також виконують змащення, застосовують пластмасові деталі, використовують протишумні навушники, які закривають вушну раковину.

Таблиця 5.4 - Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного широкополосного шуму

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах зі середньгеометричними частинами (Гц)									Допустимий рівень звуку, дБА
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Виробничі приміщення	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

#### 5.2.5 Виробничі вібрації

Вібрацією називають механічні коливання пружних тіл або систем, коли відбувається переміщення центра їх ваги в просторі відносно статичного стану. Загальна вібрація передається на тіло через опорні поверхні людини, що стоїть чи сидить (підшви ніг або сідниці) [32].

В чисельнику середньоквадратичне значення вібрації, м/с  $10^{-2}$ , знаменнику - логарифмічні рівні вібрації, дБ.

Джерелами вібрації в умовах влаштування фундаменту є: екскаватор, трактори, бульдозери, крани, автомобілі бортові, котки, вібратори (бетонні роботи), пневматичні відбійні молотки тощо.

Комплект машин, що працює при виконанні циклу нульових робіт працює в діапазоні октавних смуг із середньо геометричними частотами: бульдозери, крани, екскаватори, котки - 31,5...125Гц; вібратори, пневматичні відбійні молотки – 31,5...50Гц.

Основними методами колективного віброзахисту є зниження вібрації шляхом дії на джерело виникнення: відстрочка від режиму резонансу; динамічне га-

сіння коливань, заміна конструктивних елементів уставок і будівельних конструкцій. Засоби індивідуального захисту діляться на засоби для ніг, рук та тіла працюючого.

Таблиця 5.5 - Допустимі рівні вібрації на постійних місцях

Вид вібрації	Октавні смуги з середньгеометричними частотами, Гц									
	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Загальна вібрація: На постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях	<u>1,3</u> 108	<u>0,45</u> 99	<u>0,22</u> 93	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92	-	-	-	-

#### 5.2.6 Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори небезпеки – чинники, обумовлені особливостями фізіології та психології людини, що можуть завдати їй шкоди за певних обставин.

Небезпечні та шкідливі психофізіологічні виробничі чинники залежно від характеру дії поділяють на такі групи:

- фізичні перевантаження (статичні, динамічні);
- нервово-психічні перевантаження (розумові перевантаження, перевантаження аналізаторів, монотонність праці, емоційні перевантаження)

Психофізіологічні фактори вибираються відповідно з Гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу [21].

Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження:

Зміст роботи – рішення складних завдань з вибором за алгоритмом;

Сприймання інформації та їх оцінка – сприймання інформації з наступною корекцією дій та операцій;

Розподіл функцій за ступенем складності завдання - обробка, контроль, перевірка завдання.

Сенсорні навантаження:

Зосередження (%за зміну) – до 50%;

Щільність сигналів (звукові за 1 год) – до 150;

Навантаження на слуховий аналізатор (%) – розбірливість слів та сигналів від 50 до 80 %;

Навантаження на голосовий апарат ( протягом тижня) – від 20 до 25%.

Емоційне навантаження:

Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності – є відповідальним за функціональну якість основної роботи; Ступінь ризику для власного життя – вірогідний;

Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – є відповідальним за безпеку інших.

Режим праці:

Тривалість робочого дня – більше 8 год;

Змінність роботи – однозмінна (без нічної зміни).

### 5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Вимоги ДБН «Будівництво в сейсмічних районах» [37] передбачає врахування сейсмічних впливів на проектування, нове будівництво, реконструкцію і капітальний ремонт будівель і споруд, що зводяться або розміщені на майданчиках із сейсмічністю 6 балів і вище.

Зона інтенсивності струсів на середніх ґрунтах в балах шкали MSK-64 згідно до ДБН-В.1.1-12-2014 для міста Луцьк – 5 балів. Тому розрахунок конструкцій будівель на дію сейсмічних впливів проводити не потрібно.

В випадку будівництва на майданчиках з сейсмічністю 6 балів і вище необхідно провести розрахунок пальових фундаментів на дію особливих сполучень навантажень.

Основні вимоги до проектування основ і фундаментів на сейсмічно небезпечних територіях полягають у застосуванні заходів, спрямованих на підвищення жорсткості системи ”основа – фундамент – будівля“.

До цих заходів відносять:

– збільшення жорсткості основи шляхом поверхневого чи глибинного ущільнення ґрунтів, застосування розподільних ґрунтових подушок, ін’єкційне закріплення ґрунтів, водозниження на площадці будівництва;

– закладання фундаментів на одному рівні і забезпечення рівних тисків на основа в плані споруди;

– застосування монолітних чи збірно-монолітних стрічкових, перехресних балочних чи суцільних плитних фундаментів.

Розрахункову сейсмічність території уточнюють при проектуванні залежно від ґрунтових умов площадки будівництва.

Проектування основ з урахуванням сейсмічних впливів повинне виконуватися на основі розрахунку за несучою здатністю на особливе сполучення навантажень.

При збільшенні навантажень за рахунок надбудови поверхів, відбувається збільшення навантаження на основу фундаменту, додаткова вага може викликати осідання фундаменту, в тому числі і втрату несучої стійкості при надзвичайних ситуаціях, а саме сейсмічних впливах. В таких випадках потрібно виконати операції по підвищенню несучої спроможності фундаменту або зміцнення ґрунтів на які вони опираються. Найкращим методом є підсилення фундаментів. А тому при виконанні робіт у сейсмічно небезпечних районах виникає потреба у розрахунку на основне сполучення навантажень та розрахунок на аварійне сполучення. При цьому необхідно передбачати:

а) визначення несучої здатності палі на стискувальне, висмикувальне і горизонтальне навантаження;

б) перевірку стійкості за властивостями ґрунтової основи за умови обмеження тиску, що передається на ґрунт бічними поверхнями паль;

в) розрахунок паль за міцністю матеріалу на спільну дію розрахункових

зусиль (поздовжньої сили, згинального моменту і поперечної сили), які визначаються залежно від розрахункових значень сейсмічних навантажень.

Для фундаментів у сейсмічних районах слід застосовувати палі всіх видів, крім паль без поперечного армування, булавоподібних і буроін'єкційних малого діаметра. Застосування буронабивних паль допускається лише в стійких ґрунтах, що не вимагає закріплення стінок свердловин, при цьому діаметр паль має бути не менше ніж 40 см, а відношення довжини палі до її діаметра – не більше ніж 25.

При проектуванні пальових фундаментів у сейсмічних районах спирання нижнього кінця паль слід передбачати на скельні, великоуламкові, щільні і середньої щільності піщані і глинисті ґрунти з показником текучості  $IL \leq 0,5$ . Спирання нижніх кінців паль на пухкі водонасичені піски, глинисті ґрунти з показником текучості  $IL > 0,5$  не допускається.

Заглиблення в ґрунт паль у сейсмічних районах має бути не менше ніж 4 м, а за наявності в основі нижніх кінців паль водонасичених піщаних ґрунтів середньої щільності – не менше ніж 8 м. Допускається зменшення заглиблення паль за відповідного обґрунтування, отриманого в результаті випробувань паль імітованими сейсмічними впливами. Для одноповерхових будівель класу відповідальності СС1 і в разі спирання паль на скельні ґрунти їх заглиблення в ґрунт приймається таким же, як в несейсмічних районах.

Ростверк пальового фундаменту під несучими стінами будівлі в межах відсіку має бути безперервним і, як правило, розташованим в одному рівні. Верхні кінці паль мають бути закладені в ростверк на глибину, визначену розрахунком, що враховує сейсмічні навантаження.

Влаштування безростверкових пальових фундаментів будівель і споруд не допускається.

Допускається застосовувати пальові фундаменти з проміжною подушкою з сипких матеріалів (щебеню, гравію, піску крупного і середньої крупності). Такі фундаменти не слід застосовувати в біогенних ґрунтах, просідаючих ґрунтах із просіданням від власної ваги ґрунту, на підроблюваних територіях, геологічно



нестійких майданчиках (на яких є або можуть виникнути зсуви, селі, карсти тощо) і на майданчиках, складених нестабілізованими ґрунтами. Для пальових фундаментів із проміжною подушкою слід застосовувати такі ж види паль, як і в несейсмічних районах.

В магістерській роботі розроблено конструктивне і технологічне рішення підсилення пальових фундаментів, використовуючи штучно покращену основу під подошвою ростверку в проміжку між палями.

Виконаємо розрахунки несучої здатності палі в звичайних ґрунтових умовах без врахування і з врахуванням сейсмічних навантажень на фундамент, а також підсилених пальових фундаментів без врахування і з врахуванням сейсмічних навантажень.

Виконаємо порівняння несучої здатності палі.

Розрахунки проведемо з використанням програми Фундамент 13.3.

## Результати розрахунку

### 1. - Вихідні дані:

Тип палі:

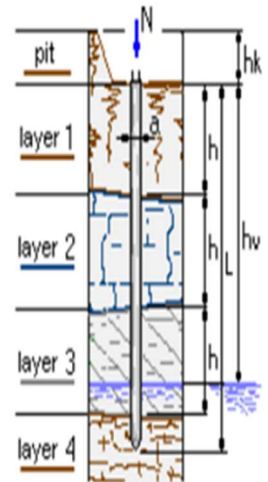
Висяча забивна (без підсилення)

Палі та способи їх влаштування:

Занурення суцільних та порожніх із закритим нижнім кінцем палі механічними (підвісними), пароповітряними та дизельними молотами

#### Характеристики ґрунту за шарами

Номер шару	Якість	Кількість	Потужність шару	Од. вимірювання
Шар 1	Глинистий	IL=0	0,85	м
Шар 2	Глинистий	IL=0,44	1,2	м
Шар 3	Глинистий	IL=0,55	7,5	м
Шар 4	Глинистий	IL=0,28		



Вихідні дані для розрахунку:

Довжина палі 12 м

Діаметр (сторона) палі 0,30 м

Глибина котловану 3,2 м

### 2. - Висновки:

Несуча здатність палі на вертикальне навантаження **Fd**= 768,3 кН

Несуча здатність палі на витягуюче навантаження **Fdu** = 325,94 кН

Несуча здатність ґрунту під подошвою палі 360,9 кН

По бічній поверхні палі:

Номер шару	Несуча здатність	Од. вимірювання
Шар 1	36,7	кН
Шар 2	23,76	кН
Шар 3	190,0	кН
Шар 4	149,94	кН

## Результати розрахунку

### 1. - Вихідні дані:

Тип палі:

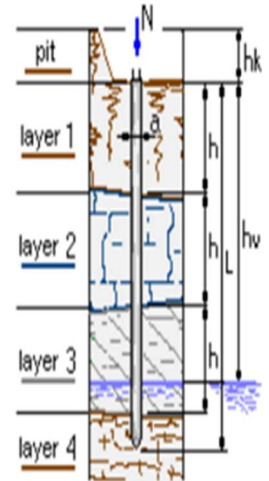
Висяча забивна (підсилена)

Палі та способи їх влаштування:

Занурення суцільних та порожніх із закритим нижнім кінцем палі механічними (підвісними), пароповітряними та дизельними молотами

Характеристики ґрунту за шарами

Номер шару	Якість	Кількість	Потужність шару	Од. вимірювання
Шар підсилення	Піщаний	Гравелистий	0,4	м
Шар 1	Глинистий	IL=0	0,85	м
Шар 2	Глинистий	IL=0,44	1,2	м
Шар 3	Глинистий	IL=0,55	7,5	м
Шар 4	Глинистий	IL=0,28		



Вихідні дані для розрахунку:

Довжина палі 12 м

Діаметр (сторона) палі 0,3 м

Глибина котловану 3,2 м

### 2. - Висновки:

Несуча здатність палі на вертикальне навантаження **Fd=861,07 кН**

Несуча здатність палі на витягуюче навантаження **Fdu = 420,14 кН**

Несуча здатність ґрунту під подошвою палі 360,9 кН

По бічній поверхні палі:

Номер шару	Несуча здатність	Од. вимірювання
Шар підсилення	37,8	кН
Шар 1	39,27	кН
Шар 2	30,24	кН
Шар 3	198,0	кН
Шар 4	94,86	кН

## Результати розрахунку

### 1. - Вихідні дані:

Тип палі:

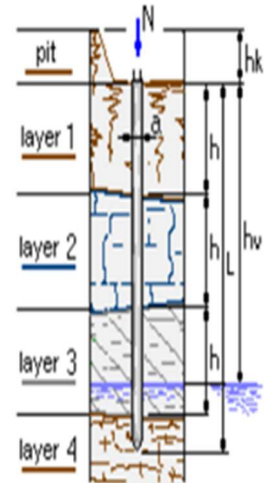
Висяча забивна (без підсилення)

Палі та способи їх влаштування:

Занурення суцільних та порожніх із закритим нижнім кінцем палі механічними (підвісними), пароповітряними та дизельними молотами

Характеристики ґрунту за шарами

Номер шару	Якість	Кількість	Потужність шару	Од. вимірювання
Шар 1	Глинистий	IL=0	0,85	м
Шар 2	Глинистий	IL=0,44	1,2	м
Шар 3	Глинистий	IL=0,55	7,5	м
Шар 4	Глинистий	IL=0,28		



Вихідні дані для розрахунку:

Довжина палі 12 м

Діаметр (сторона) палі 0,3 м

Глибина котловану 3,2 м

Сейсмічність майданчика (бали) 7

Повторюваність землетрусів 1

Жорстка закладка палі в ростверк

Відстань до ґрунтових вод ( $h_v$ ) -5,4 м

Питома вага ґрунту ( $G$ ) 17,4 кН/м<sup>3</sup>

Кут внутрішнього тертя ( $\phi$ ) 26°

Питоме зчеплення ґрунту ( $C$ ) 17 кН/м<sup>2</sup>

Навантаження на рівні оголовка:  $M=10$  кН\*м  $Q=10$  кН

### 2. - Висновки:

Несуча здатність палі на вертикальне навантаження  $F_d=590,16$  кН

Несуча здатність палі на витягуюче навантаження  $F_{du} = 197,84$  кН

Несуча здатність ґрунту під подошвою палі 342,85 кН

Глибина, до якої не враховується опір ґрунту на бічній поверхні палі ( $h_d$ ) – 2,25 м

По бічній поверхні палі:

Номер шару	Несуча здатність	Од. вимірювання
Шар 1	0	кН
Шар 2	0	кН
Шар 3	119,86	кН
Шар 4	127,45	кН

## Результати розрахунку

### 1. - Вихідні дані:

Тип палі:

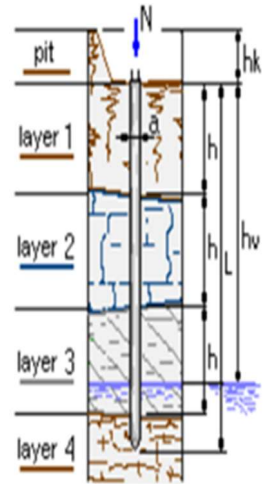
Висяча забивна (з підсиленням)

Палі та способи їх влаштування:

Занурення суцільних та порожніх із закритим нижнім кінцем палі механічними (підвісними), пароповітряними та дизельними молотами

Характеристики ґрунту за шарами

Номер шару	Якість	Кількість	Потужність шару	Од. вимірювання
Шар підсилення	Піщаний	Гравелистий	0,4	м
Шар 1	Глинистий	IL=0	0,85	м
Шар 2	Глинистий	IL=0,44	1,2	м
Шар 3	Глинистий	IL=0,55	7,5	м
Шар 4	Глинистий	IL=0,28		



Вихідні дані для розрахунку:

Довжина палі 12 м

Діаметр (сторона) палі 0,3 м

Глибина котловану 3,2 м

Сейсмічність майданчика (бали) 7

Повторюваність землетрусів 1

Жорстка закладка палі в ростверк

Відстань до ґрунтових вод ( $h_v$ ) -5,4 м

Питома вага ґрунту ( $G$ ) 20,2 кН/м<sup>3</sup>

Кут внутрішнього тертя ( $\varphi$ ) 40°

Питоме зчеплення ґрунту ( $C$ ) 1 кН/м<sup>2</sup>

Навантаження на рівні оголовка:  $M=10$  кН\*м  $Q=10$  кН

### 2. - Висновки:

Несуча здатність палі на вертикальне навантаження  $F_d=684,88$  кН

Несуча здатність палі на витягуюче навантаження  $F_{du} = 273,63$  кН

Несуча здатність ґрунту під подошвою палі 342,85 кН

Глибина, до якої не враховується опір ґрунту на бічній поверхні палі ( $h_d$ ) - 2,24 м

По бічній поверхні палі:

Номер шару Несуча здатність Од. вимірювання

Шар підсилення 34,02 кН

Шар 1 33,38 кН

Шар 2 25,7 кН

Шар 3 168,3 кН

Шар 5 80,63 кН

## Висновок

1. Охорона праці є заключним та найважливішим розділом у проектуванні, оскільки має за ціль створення безпечних і нешкідливих умов праці та збереження здоров'я і життя працюючих при будівництві.

У даному підрозділі магістерської кваліфікаційної роботи було запропоновано технічні рішення з безпечного виконання робіт по бетонуванню, прийнято рішення щодо безпечної експлуатації транспортного, механічного та іншого електричного обладнання, виконано аналіз параметрів робочої зони для виконання процесу бетонування фундаментів. Передбачено системи організаційних і технічних заходів, що упереджують вплив на бетонувальника небезпечних виробничих факторів. Прийняті рішення для забезпечення відповідних умов праці мають відповідати вимогам чинних нормативних документів.

2. Проведені розрахунки несучої здатності палі в звичайних ґрунтових умовах без врахування і з врахуванням сейсмічних навантажень та підсилених пальових фундаментів при сейсмічності будівельного майданчика 7 балів свідчать про ефективність запропонованого авторами рішення підсилення пальових фундаментів.

Несуча здатність палі при дії сейсмічних навантажень без підсилення  $F_d=590,16$  кН; з підсиленням  $F_d=684,88$  кН, що на 13,8% вище без врахування несучої здатності ростверку, який об'єднує голови паль.

## 6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В даному розділі провели техніко-економічне порівняння різних варіантів підсилення фундаменту:

1 варіант - розширення підосви фундаменту. За розрахунками було встановлено, що для забезпечення необхідної несучої здатності існуючу підосву фундаменту необхідно збільшити на 0,3 м, тобто. на 0,15 м з кожною сторони. Збільшення підосви фундаменту зробимо способом влаштування залізобетонної обойми. В існуючих палях зробимо невеликі отвори для з'єднання - зварювання з існуючою арматуру палі.

2 варіант - підсилення фундаменту примикаючими ін'єкційними палями. Як посилення приймаємо на кожен метр довжини фундаменту по дві примикаючі ін'єкційні палі з такими характеристиками: довжина палі  $L_p = 5$  м, діаметр  $d_p = 0,2$  м. Несуча здатність палі дорівнює 326,48 кН.

Для проведення порівняльних розрахунків обрали ділянку довжиною 20 м для двох варіантів, для якої розраховали необхідні обсяги робіт.

Для визначення кошторисної вартості підсилення фундаментів складені локальні кошториси за допомогою програмного комплексу АВК для кожного варіанту порівняння (таблиці 6.1-6.2).

Локальний кошторис розроблявся на основі:

ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи (РЕКН, ДБН); кошторисних цін на матеріали, вироби та конструкції, загально виробничі витрати розраховані відповідно до усереднених показників додатка Настанови.

Кошторисна вартість влаштування конструкцій враховує трудовитрати та заробітна плата будівельників та машиністів, кількість та вартість матеріальних ресурсів, експлуатації будівельних машин та механізмів. Кошторисна вартість влаштування конструкцій визначається як сума прямих та загально виробничих витрат.

Таблиця 6.1 - Локальний кошторисний розрахунок на будівельні роботи № 06-001-002

на Варіант 1 – підсиленні фундаменту за рахунок влаштування монолітної залізобетонної обойми

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

ОСНОВА:

креслення(специфікації)№

Кошторисна вартість	36.732 тис. грн.
Кошторисна трудоміст-	0.10690 тис. люд.-год
Кошторисна заробітна	8.454 тис. грн.
Середній розряд робіт	4.0 розряд

Складений в поточних цінах станом на 2024 р.

№ Ч.ч .	Обґрунту- вання (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Оди- ниця виміру	Кіль- кість	Вартість оди- ниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год. не за- йнятих обслу- гову- ванням машин	
					Всього	екс- плуа- тації машин	Всього	заробіт- ної плати	екс- плуа- тації машин	тих, що обслу- говують ма- шини	
										заробіт- ної плати	в тому числі заробіт- ної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	КБ1-13-2	Розроблення ґрунту у відвал екскаваторами 'драглайн' або 'зворотна лопата' з ковшом місткістю 0,4 [0,3-0,45] м3, група ґрунтів 2	1000 м3 ґрунту	0.003	26284.18	25544.96	79	2	77	12.3100	0.04
					739.22	6434.57			19	76.0410	0.23
	ТСО-2	Витрати труда робітників-будівельників розряду 2	люд-год	12.31	60.05		2.22	2.22			
				0.03693							
	КБМ206-246	Екскаватори одноковшеві дизельні на гусеничному ході, місткість ковша 0,4 м3	маш-г	53.55	477.03	477.03	76.63		76.63		
					0.16065			120.16		19.30	1.4200
2	С147-1-18	Стрижнева арматура А-І, діаметр 18 мм	100кг	0.9	3215.65		2894				
3	С147-1-6	Стрижнева арматура А-І, діаметр 6 мм	100кг	0.2	3239.37		648				
4	КР2-2-1	Пробивання прорізів у фундаментах	1 м3 розібраної кладки	0.00075	2217.33	1076.57	2	1	1	17.3000	0.01
					1140.76	274.70				-	3.7697
	ТСО-3	Витрати труда робітників-будівельників розряду 3	люд-год	17.3	65.94		0.86	0.86			
				0.012975							
	КБМ203-850	Навантажувачі одноковшеві, вантажопідйомність 1 т	маш-г	0.11	378.41	378.41	0.03		0.03		
					0.000082			99.92		0.01	1.2300

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	КБМ205-101	Компресори пересувні з двигуном внутрішнього згоряння, тиск до 686 кПа [7 ат], продуктивність 2,2 м3/хв	маш-г	3.08	330.63	330.63	0.76		0.76		
				0.00231		83.64			0.19		
	КБМ233-803	Молотки відбійні пневматичні, при роботі від пересувних компресорних станцій	маш-г	3.08	5.39	5.39	0.01		0.01		
				0.00231		1.98			-		
	5	Будівельне сміття	т	0.9	-	-	-	-	-	-	-
	КР2-3-3	Посилення конструкцій, з'єднання з існуючими палями	1 т	0.02	17420.01	242.38	348	324	5	217.5000	4.35
					16192.88	34.85			1	0.3752	0.01
	ТСО-4	Витрати труда робітників-будівельників розряду 4	люд-год	217.5	74.45		323.86	323.86			
	КБМ202-1140	Крани на автомобільному ходу, вантажопідйомність 6,3 т	маш-г	0.23	631.96	631.96	2.91		2.91		
				0.0046		135.88			0.63		
	КБМ204-502	Установка для зварювання ручного дугового [постійного струму]	маш-г	2.43	39.93	39.93	1.94		1.94		
				0.0486		1.48			0.07		
КБМ270-106	Апарат для газового зварювання і різання	маш-г	0.64		-			-			
			0.0128								
КБМ270-135	Перфоратори електричні	маш-г	1.74	2.08				0.07			
			0.0348								

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	C111-324	Кисень технічний газоподібний	м3	0.0232 0.000464	58.63		0.03				
	C111-1513	Електроди, діаметр 4 мм, марка Э42	т	0.00042 0.000008	85196.66		0.72				
	C1425-11687	Розчин готовий кладковий важкий цементно-вапняковий, марка М25	м3	0.34 0.0068	2776.10		18.88				
	C1546-66	Пропан-бутан технічний	м3	0.0029 0.000058	43.28		-				
	КР2-3-1	Посилення фундаментів монолітними залізобетонними обоймами	1 м3 монолітної залізобетонної обойми	3.0	9584.00 2159.05	418.32 103.12	28752	6477	1255 309	29.0000 1.2708	87.00 3.81
	ТСО-4	Витрати труда робітників-будівельників розряду 4	люд-год	29.0 87.0	74.45		6477.15	6477.15			
	КБМ203-850	Навантажувачі одноковшеві, вантажопідйомність 1 т	маш-г	1.02 3.06	378.41	378.41	1157.93		1157.93 305.76	1.2300	3.7638
	КБМ204-502	Установка для зварювання ручного дугового [постійного струму]	маш-г	0.81 2.43	39.93	39.93	97.03		97.03 3.60	0.0200	0.0486

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	КБМ270-50	Вібратори для усіх видів будівництва, крім гідротехнічного	маш-г	0.36	4.68		5.05				
				1.08							
	КБМ270-106	Апарат для газового зварювання і різання	маш-г	0.32	-		-				
				0.96							
	С111-181	Цвяхи будівельні з плоскою головкою 1,8х60 мм	т	0.0006	55597.68		100.08				
				0.0018							
	С111-324	Кисень технічний газоподібний	м3	0.1154	58.63		20.30				
				0.3462							
	С111-782	Поковки з квадратних заготовок, маса 1,8 кг	т	0.00041	58966.20		72.53				
				0.00123							
	С111-1513	Електроди, діаметр 4 мм, марка Э42	т	0.00015	85196.66		38.34				
				0.00045							
	С112-8	Лісоматеріали круглі хвойних порід для будівництва, довжина 3-6,5 м, діаметр 14-24 см	м3	0.26	6677.08		5208.12				
				0.78							
	С112-24	Бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 40-75 мм, II сорт	м3	0.02	8542.85		512.57				
				0.06							
	С112-60	Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 44 мм і більше, II сорт	м3	0.05	10623.50		1593.53				
				0.15							

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
	C112-78	Дошки необрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, усі ширини, товщина 32,40 мм, IV сорт	м3	0.18	5503.42		2971.85						
				0.54									
	C123-514-У	Щити опалубки, ширина 300-750 мм, товщина 25 мм	м2	1.59	374.67		1787.18						
				4.77									
	C1424-11612	Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В15 [М200], крупність заповнювача більше 20 до 40 мм	м3	1.02	2845.91		8708.48						
				3.06									
	C1546-66	Пропан-бутан технічний	м3	0.0145	43.28		1.88						
				0.0435									
		<b>Разом прямих витрат по кошторису</b>						32723	6804	<u>1338</u>		<u>91.40</u>	
									329			4.05	
		Разом прямі витрати					грн.	32723					
		в тому числі:											
		вартість матеріалів, виробів і комплектів					грн.	24581					
		вартість ЕММ					грн.	1338					
		в т.ч. заробітна плата в ЕММ					грн.		329				
		заробітна плата робітників					грн.		6804				
		всього заробітна плата					грн.		7133				
		Загальновиробничі витрати					грн.	4009					
		трудоємність в загальновиробничих витратах					люд-г						11.45
		заробітна плата в загальновиробничих витратах					грн.		1321				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		<b>Всього по кошторису</b>					грн.	36732			
		Кошторисна трудомісткість					люд-г				106.90
		Кошторисна заробітна плата					грн.	8454			

Керівник проєк-  
тної організа-  
ції

\_\_\_\_\_

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Склав

\_\_\_\_\_

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Прийняв

\_\_\_\_\_

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Таблиця 6.2 -Локальний кошторисний розрахунок на будівельні роботи № 06-001-001

на Варіант2 – підсилення фундаменту бурюін'екційними палями

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

ОСНОВА:

креслення(специфікації)№

Кошторисна вартість	26.347 тис. грн.
Кошторисна трудоміст-	0.08703 тис. люд.-год
Кошторисна заробітна	7.229 тис. грн.
Середній розряд робіт	4.2 розряд

Складений в поточних цінах станом на 2024 р.

№ Ч.ч .	Обґрунту- вання (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Оди- ниця виміру	Кіль- кість	Вартість оди- ниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год. не за- йнятих обслу- гову- ванням машин	
					Всього	екс- плуа- тації машин	Всього	заробіт- ної плати	екс- плуа- тації машин	тих, що обслу- говують ма- шини	
										заробіт- ної плати	в тому числі заробіт- ної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	КБ5-74-1	Улаштування буроін'єкційних паль діаметром 0,2 м, довжина паль до 5 м	1м3 конструктивного об'єму палі	1.57	9916.62	5831.40	15569	187	9155	1.7600	2.76
					119.10	1207.39			1896	13.9559	21.91
	ТСО-3-2	Витрати труда робітників-будівельників розряду 3,2	люд-год	1.76	67.67		186.99	186.99			
	КБМ201-13	Автомобілі бортові, вантажопідйомність 8 т	маш-г	0.2	379.31	379.31	119.10		119.10		
				0.314		117.87			37.01	1.5600	0.4898
	КБМ202-1244	Крани на гусеничному ході, вантажопідйомність 25 т	маш-г	1.67	649.56	649.56	1703.08		1703.08		
				2.6219		188.48			494.18	2.0000	5.2438
	КБМ205-102	Компресори пересувні з двигуном внутрішнього згоряння, тиск до 686 кПа [7 ат], продуктивність 5 м3/хв	маш-г	1.67	386.14	386.14	1012.42		1012.42		
				2.6219		84.37			221.21	1.1600	3.0414
	КБМ211-210	Бетононасоси при роботі на гідроенергетичному будівництві, подача 5-65 м3/год	маш-г	1.67	1713.60	1713.60	4492.89		4492.89		
				2.6219		203.89			534.58	2.5100	6.5810
	КБМ214-1400	Пальо-бурова установка на базі крана на гусеничному ході вантажопідйомністю 25 т	маш-г	1.67	697.13	697.13	1827.81		1827.81		
				2.6219		232.13			608.62	2.5000	6.5548



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	КБМ204-900	Трансформатори зварювальні з номінальним зварювальним струмом 315-500 А	маш-г	0.004 0.00628	27.18		0.17				
	КБМ270-106	Апарат для газового зварювання і різання	маш-г	0.004 0.00628	-		-				
	С111-324	Кисень технічний газоподібний	м3	0.044 0.06908	58.63		4.05				
	С111-962	Масило, солідол жировий "Ж"	т	0.0005 0.000785	127045.3		99.73				
	С111-1315	Портландцемент загальнобудівельного призначення з мінеральними добавками до 20%, марка 300	т	0.003152 0.004949	3391.72		16.78				
	С111-1517	Електроди, діаметр 4 мм, марка Э50	т	0.000326 0.000512	94415.63		48.32				
	С130-609	Рукава гумотканеві напірновсмоктувальні для води тиском 1 МПа [10 кгс/см <sup>2</sup> ], діаметр 32 мм	м	0.0018 0.002826	145.21		0.41				
	С142-10-2	Вода	м3	0.18 0.2826	29.58000		8.36				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	C1424-11624	Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В25 [М350], крупність заповнювача більше 10 до 20 мм	м3	1.262 1.98134	3051.46		6045.98				
	C1546-67	Пропан-бутанова суміш	т	0.000053 0.000083	36069.77		3.00				
	КБ5-75-1	Установлення арматури окремими стрижнями в тіло бетону при улаштуванні буроін'єкційних паль, діаметр арматури до 18 мм	1т арматури	11.53	469.78 352.96	-	5417	4070	-	4.6000	53.04
	ТСО-4-2	Витрати труда робітників-будівельників розряду 4,2	люд-год	4.6 53.038	76.73		4069.61	4069.61			
	КБМ204-900	Трансформатори зварювальні з номінальним зварювальним струмом 315-500 А	маш-г	0.23 2.6519	27.18		72.08				
	КБМ270-106	Апарат для газового зварювання і різання	маш-г	0.23 2.6519	-		-				
	C111-324	Кисень технічний газоподібний	м3	1.08 12.4524	58.63		730.08				
	C1546-67	Пропан-бутанова суміш	т	0.00131 0.015104	36069.77		544.81				
	C147-1-18	Стрижнева арматура А-I, діаметр 18 мм	100кг	0.628	3215.65		2019				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		<b>Разом прямих витрат по кошторису</b>					23005	4257	<u>9155</u>		<u>55.80</u>
									1896		21.91
		Разом прямі витрати				грн.	23005				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів і комплектів				грн.	9593				
		вартість ЕММ				грн.	9155				
		в т.ч. заробітна плата в ЕММ				грн.		1896			
		заробітна плата робітників				грн.		4257			
		всього заробітна плата				грн.		6153			
		Загальновиробничі витрати				грн.	3342				
		трудоємність в загальновиробничих витратах				люд-г					9.32
		заробітна плата в загальновиробничих витратах				грн.		1076			
		<b>Всього по кошторису</b>				грн.	26347				
		Кошторисна трудоємність				люд-г					87.03
		Кошторисна заробітна плата				грн.		7229			

Керівник проєктної організації

\_\_\_\_\_

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Склав

\_\_\_\_\_

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Результати порівняння варіантів наведені в таблиці 6.3.

Всі вищенаведені показники, окрім первісної вартості і-тої машини та нормативної тривалості роботи машини за рік, узяті з локальних кошторисів. При порівнянні варіантів приймається той варіант, який має мінімальне значення приведених витрат.

$$П_i = C_i + E_n \cdot K_i \rightarrow \min, \quad (6.1)$$

Величина  $C$  і  $K$  прирівнюються за допомогою коефіцієнта дисконтування  $E_n$ , який приводить усі витрати до моменту вкладання коштів.

Собівартість робіт визначається за формулою:

$$C = ПВ + ЗВВ, \quad (6.2)$$

де  $ПВ$  – прямі витрати, грн. Під прямими витратами розуміють витрати, пов'язані з виконанням будівельних робіт, які можна прямо та безпосередньо включити до собівартості конкретних будівельних робіт;

$ЗВВ$  – кошторисна величина загальновиробничих витрат, грн.

$ПВ$  та  $ЗВВ$  визначаємо із локального кошторису (таблиці 6.1 – 6.2).

Капітальні вкладення у виробничі фонди:

$$K = K_{ОВФ} + K_{обігові\ кошт}, \quad (6.3)$$

де  $K_{ОВФ}$  – вартість основних виробничих фондів;

$$K_{обігові\ кошт} = C_{см.} / K_{обор.} - обігові\ кошти,$$

де  $C_{см.}$  – кошторисна вартість (всього по кошторису), грн.;

$$K_{обор.} = 3-4.$$

Основні виробничі фонди визначаються за формулою:

$$K_{ОВФ} = \sum_{i=1}^n \frac{\Phi_i \cdot T_{i,об.}}{T_{i,річн.}}, \quad (6.4)$$

де  $\Phi_i$  – первісна вартість і-тої машини, грн. (в даному випадку прийmemo вартість експлуатації машин із кошторису);

$T_i$  – тривалість роботи і-тої машини на об'єкті, год.;

$T_{i,річн.}$  – нормативна тривалість роботи за рік, год.

Економічний ефект

$$E = П1 - П2$$

Таблиця 6.3 - Порівняння варіантів

Показники	Варіант 1	Варіант 2
Прямі витрати, тис. грн.	32,723	23,005
Кошторисна трудомісткість, тис. люд.-год.	0,1069	0,08703
Кошторисна заробітна плата, тис. грн.	8,454	7,229
Загальновиробничі витрати, тис. грн.	4,009	3,342
Усього за кошторисом, тис. грн.	36,732	26,347
<b>Показники (обчислені)</b>		
Кошторисна величина ЗВВ, тис. грн.	4,009	3,342
Собівартість робіт (С), тис. грн.	36,73	26,35
Обігові кошти, тис. грн.	12,24	6,59
Основні виробничі фонди, тис. грн.	1,009	7,259
Капіталовкладення в виробничі фонди, тис. грн.	13,25	13,85
<b>Показник приведених витрат П, тис. грн.</b>	<b>38,32</b>	<b>28,01</b>
<b>Економічний ефект, тис. грн.</b>	10,31	

### Висновок

В даному розділі виконано техніко-економічне порівняння різних варіантів підсилення фундаментів.

Для двох варіантів розроблений локальний кошторис за допомогою програмного комплексу АВК. В кошторисних документах визначена кошторисна вартість виконання робіт, з урахуванням заробітної плати, вартості матеріалів, вартості експлуатації машин та трудовитрат. Усі загальні витрати зведені в порівняльну таблицю, в якій пороховані приведені витрати.

В результаті порівняння обрали найбільш економічний варіант 2 підсилення фундаментів буроін'єкційними палями довжиною 5 м Кошторисна вартість на влаштування становить – 26,347 тис. грн., кошторисна трудомісткість – 0,08703 тис. люд.-год., приведені витрати - 28,01 тис. грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз літературних джерел показав необхідність проведення теоретичних і експериментальних досліджень процесу підсилення пальових фундаментів експлуатованих будівель і споруд, розробки пропозицій по створенню нових конструкції та технологій.

2. Проведено аналіз існуючих методів підсилення пальових фундаментів, методик розрахунку підсиленних основ.

3. На базі лабораторії кафедри БМГА ВНТУ із застосуванням виготовленого стенду були проведені модельні випробування технології підсилення пальових фундаментів. Проведені лабораторні дослідження дозволили запропонувати нове конструктивне і технологічне рішення підсилення пальових фундаментів. Подано заявку для оформлення патенту на корисну модель.

4. Розроблено технологію підсилення фундаментів на прикладі об'єкту 14-ти поверхового житлового будинку в місті Луцьк, пальові фундаменти якого в процесі експлуатації отримали надлишкові деформації.

5. Для визначення економічної ефективності пропозицій автора, виконано порівняння двох можливих технологій підсилення пальового фундаменту.

6. Матеріали магістерської роботи рекомендується для використання в практиці будівництва та в навчальному процесі при підготовці студентів будівельників по дисциплінах «Технологія будівельного виробництва» і «Основи та фундаменти

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Винников Ю.Л., Манжалій С.М. Досвід посилення фундаментів із призматичних паль у складі стрічкового ростверку підведенням плити. Науковий вісник будівництва. Вип. 1(99). Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2020. С. 48 – 55.
2. ДБН В.2.1-10-2009. Зміна №1. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. [Чинний від 2012-017-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. 55 с.
3. ДСТУ Б В.2.1-27:2010. Основи та фундаменти споруд. Палі. Визначення несучої здатності за результатами польових випробувань. [Чинний від 2010-12-12]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. 11 с.
4. ДБН А.2.1-1-2014. Інженерні вишукування для будівництва [Чинний від 2014-08-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2014. 128 с.
5. ДСТУ Б В.3.1-2:2016. Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд. [Чинний від 2015-06-24]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. 68 с.
6. Зоценко М.Л., Сєдін В.Л., Бікус К.М. Вплив повторного навантаження на деформативність основ вдавлених паль. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві: наук.-техн. зб. Вінниц. нац. техн. ун-т. Вінниця, 2014. №2(17). С. 68-74.
7. Маєвська І. В., Блащук Н. В., Романов С. В. Вдосконалення методики визначення несучої здатності бурових паль. Будівельні конструкції. Міжвідомчий н/т збірник. Київ : НДІБК. 2016. Вип. 83. С. 616 – 625.
8. Терлецький В.С., Попович М.М. «Підсилення експлуатованих пальових фундаментів». URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2024/paper/view/20521> Дата звернення: 21.05. 2024..
9. Подолян Д. Є., Попович М. М. Спосіб підвищення несучої здатності пальового фундаменту. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції "Енергоефективність в галузях економіки України-2021", 23-25 листопада 2021 р. Вінниця : ВНТУ, 2021. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/ egeu/ egeu2021/paper/viewFile/13871/11904> (дата звернення 29.03.2024).

10. Спосіб підвищення несучої здатності пальового фундаменту: Пат. 145863 UA, № u 2020 04702; заявл. 24.07.2020; опубл. 06.01.2021, Бюл. № 1. 5 с.
11. Швець В.Б., Шаповал В.Г., Головка С.І., Меркелова Т.В. До питання оцінки напружено-деформованого стану шаруватих ґрунтових основ. Будівництво, матеріалознавство, машинобудування. Зб. наук. праць. Дніпропетровськ: ПДАБіА, 2002. Вип.19. С. 163-168.
12. Шокарєв В.С., Степура І.В., Шокарєв А.С., Павлов А.В. Зміцнення ґрунтів основ деформованих будівель. Будівельні конструкції. Київ: НДІБК, 2001. №55. С.193-196.
13. Briaud J.-L. Geotechnical Engineering: Unsaturated and Saturated Soils. Wiley. 2013. 1024 p.
14. Nuzhdin L.V., Nuzhdin M.L., Khasanov A.Z. Implementation of reduced impact geotechnics on historical monuments in Central Asia. Proc. of 15th Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering Fukuoka: Japanese Geotechnical Society Special Publication, 2015. P. 2662-2666.
15. Nuzhdin M.L., Nuzhdin L.V. Strengthening of pile foundation under dynamic loads by high-pressure injection. Challenges and Innovations in Geotechnics: Proc. of the 8th Asian Young Geotechnical Engineers Conf. Leiden: CRC Press/Balkema, 2016. P. 143-145.
16. Lacz S.W. Design, testing and automated monitoring of acip piles in residual soils. Geotechnics. 2010. №1. Pp. 19–23.
17. Mecsi J. Densification and plastic behaviour of soils under the pile base. Active Geotechnical Design in Infrastructure Development: proc. XIIIth Danube-European Conf. on Geotechnical Engineering. Ljubljana, 2006. Vol. 1. Pp. 1219-1222.
18. Ouyang Y., Broadbent K., Bell A., Pelecanos L. The use of fibre optic instrumentation to monitor the OCell load test on a single working pile in London. Proceedings of the XVI European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering for Infrastructure and Development. Edinburgh, Scotland: 2015. Pp. 643-648.
19. Vidal H. The principle of reinforced Earth. Highway Research Record, Highway Research Board, National Council – Washington DC, 1969. № 282 P. 1-16.



20. Подолян Д.Є, Попович М.М. Експериментальні дослідження посилення ґрунтової основи пальових фундаментів. LI Науково-технічна конференція факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії (2022). URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2022/paper/view/15521> (дата звернення: 25.05. 2024).

21. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 248 від 08.04.2014. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14#Text>.

22. ДСТУ-Н Б А 3.2-1:2007 Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->.

23. ДБН В.1.2-14-2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 30 с. (Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів).

24. ДБН В.2.1-10-2018. Основи та фундаменти споруд. Основні положення. [Чинний від 2019-01-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 42 с. (Державні будівельні норми України).

25. НПАОП 0.00-1.81-18. Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0433-18#Text>

26. ДБНВ.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд. К. : Мінбуд України, 2006. 154 с.

27. ДСТУБ В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.

28. Правила улаштування електроустановок. URL: <http://www.energiy.com.ua/PUE.html>.
29. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.
30. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=79885](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885)
31. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.
32. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.
33. ДСТУ ОHSAS 18002:2015. Системи управління гігієною та безпекою праці. Основні принципи виконання вимог ОHSAS 18001:2007 (ОHSAS 18002:2008, IDT). К. : ГП «УкрНИУЦ», 2016. 21 с.
34. ДСТУ ISO 45001:2019 Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 45001:2018, IDT). URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=88004](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=88004).
35. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. URL: [https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn\\_a322\\_2009/1-1-0-945](https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_a322_2009/1-1-0-945).
36. НПАОП 0.00-7.11-12. Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0226-12>.
37. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво в сейсмічних районах України [Чинний від 2014-10-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України. 2014. 118 с.
38. Маєвська І. В., Блащук Н. В., Попович М. М. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи здобувачами спеціальності 192 "Будівництво та цивільна інженерія". Вінниця : ВНТУ, 2022. 55 с.

**ПРОТОКОЛ  
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА  
НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ**

Назва роботи: Підвищення несучої здатності експлуатованих паливних фундаментів

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота  
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра БМГА, ФБЦЕІ  
(кафедра, факультет)

**Показники звіту подібності Unicheck**

Оригінальність 86,8 % Схожість 13,2 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку \_\_\_\_\_  
(підпис)

Блащук Н.В.  
(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Терлецький В.С.  
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Попович М.М.  
(прізвище, ініціали)

**Додаток Б.**  
**Графічна частина**

Відомість графічної частини

№ Аркуша	Найменування	Примітки
1	Тема роботи	Плакат 1
2	Мета, задачі досліджень, об'єкт досліджень, предмет дослідження	Плакат 2
3	Методи підсилення пальових фундаментів	Плакат 3
4	Підсилення задавллюванням паль	Плакат 4
5	Способи підсилення	Плакат 5
6	Метод віброфлотації	Плакат 6
7	Технологія виготовлення щебених елементів	Плакат 7
8	Підсилення ґрунтів фундаменту існуючої 5-поверхової будівлі в місті Адапазари, Туреччина	Плакат 8
9	Проведення модельного експерименту	Плакат 9
10	Модельні дослідження	Плакат 10
11	Модельні дослідження	Плакат 11
12	Результати досліджень	Плакат 12
13	Результати досліджень	Плакат 13
14	Спосіб підсилення пальового фундаменту	Плакат 14
15	Технічна частина	Плакат 15
16	Технічна частина	Плакат 16
17	Технічна частина	Плакат 17
18	Технологія будівельного виробництва	Плакат 19
19	Загальні висновки	Плакат 20



**Магістерська  
кваліфікаційна робота**

**ПІДВИЩЕННЯ НЕСУЧОЇ  
ЗДАТНОСТІ ЕКСПЛУАТОВАНИХ  
ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ**

**Науковий керівник: к.т.н., доц. *Попович М. М.*  
ст. гр. Б-22м *Терлецький В. С.***



## Мета магістерської кваліфікаційної роботи:

дослідження зміни деформаційних властивостей ґрунтової основи експлуатованих пальових фундаментів після підсилення щебеневими елементами з розробкою рекомендацій щодо методики проектування

## Задачі дослідження:

- проаналізувати наявні дослідження про особливості підсилення пальових фундаментів, виконати їх оцінку, визначити напрямки подальших досліджень;
- виконати аналіз існуючих методів підсилення ґрунтової основи пальових фундаментів;
- дослідження впливу щебених елементів на зміну характеристик ґрунтів фундаменту та розвиток ущільненої зони, що утворюється при ущільненні щебеню в стінки свердловини;
- розробити спосіб підсилення експлуатованих пальових фундаментів щебеневими елементами, сформованими в проміжку між палями

## Об'єкт дослідження:

експлуатований паловий фундамент та щебени елементи, виготовлені в пробурених свердловинах, що використовуються при зміцненні фундаменту існуючих фундаментів

## Предмет дослідження:

вплив щебених елементів на НДС ґрунтової маси, у тому числі вплив основних геометричних параметрів щебених елементів на здатність сприймати додаткове навантаження при рівному допустимому осіданні

# МЕТОДИ ПІДСИЛЕННЯ ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ



Торкретування підсилувальної поверхні

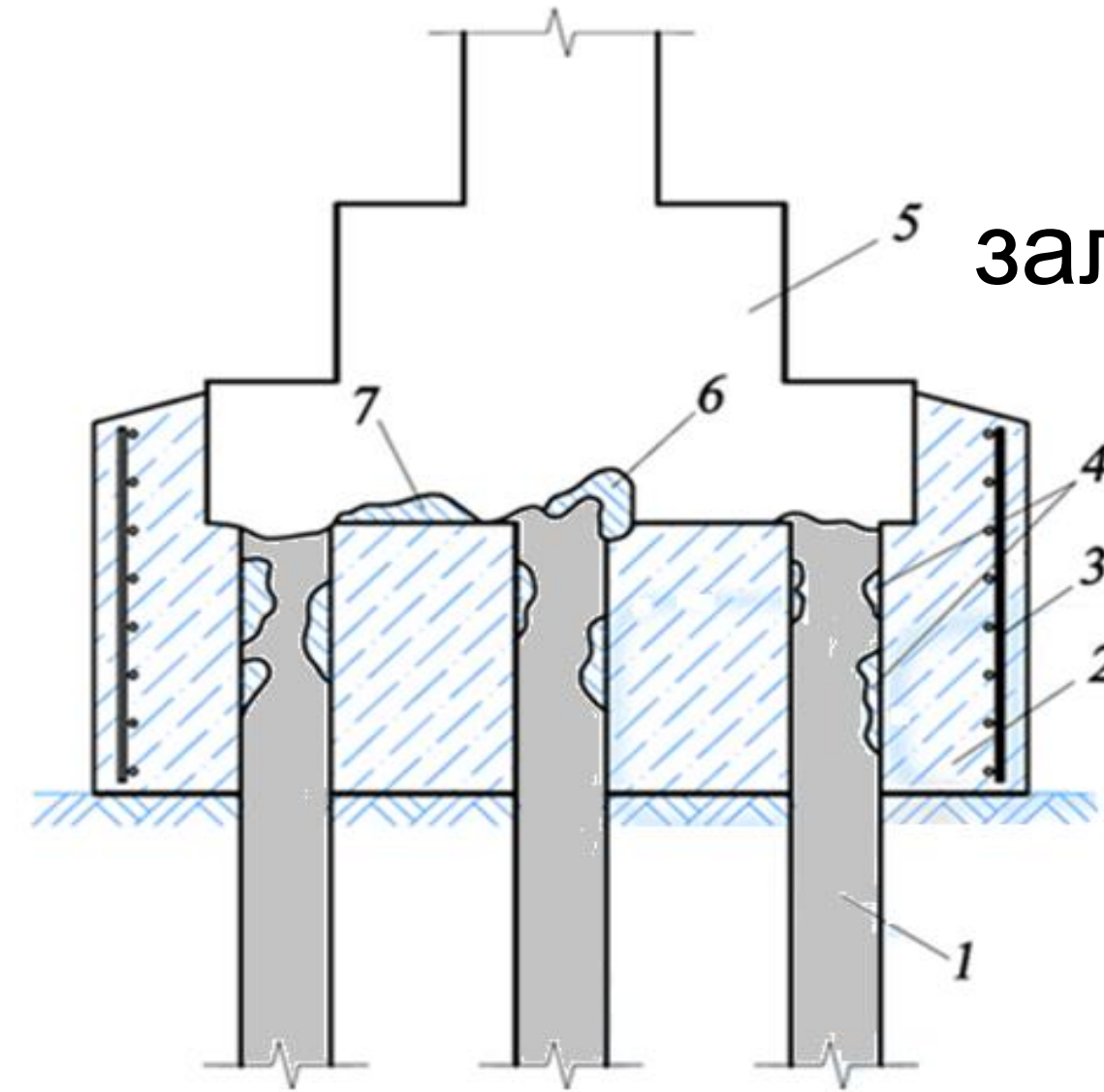
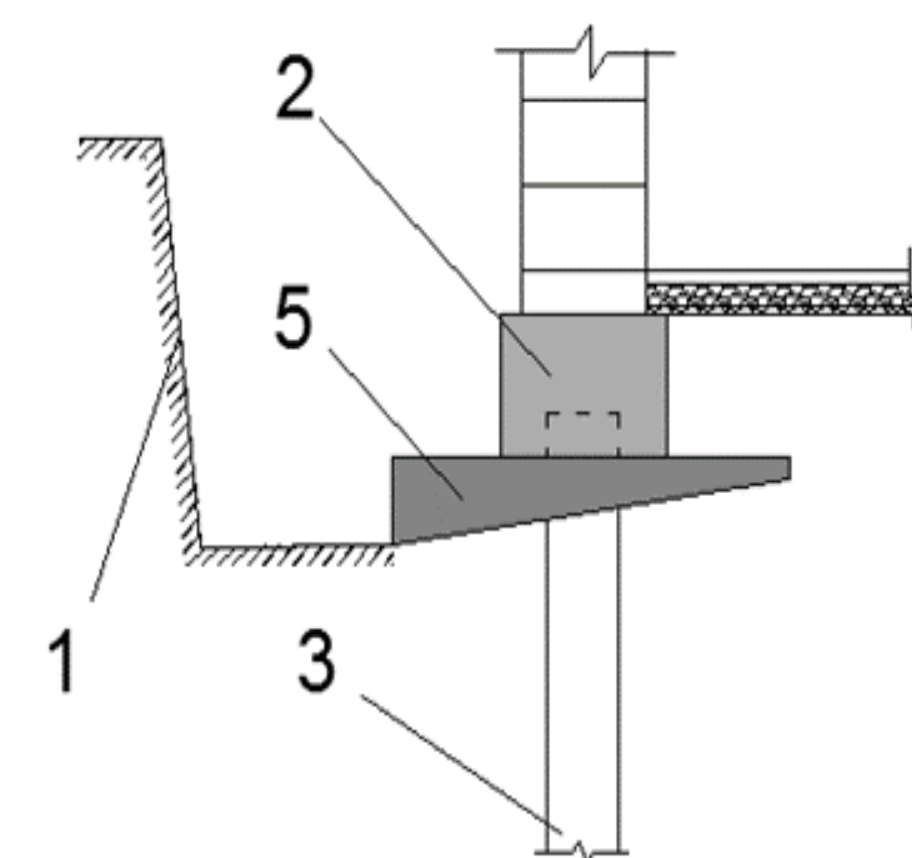
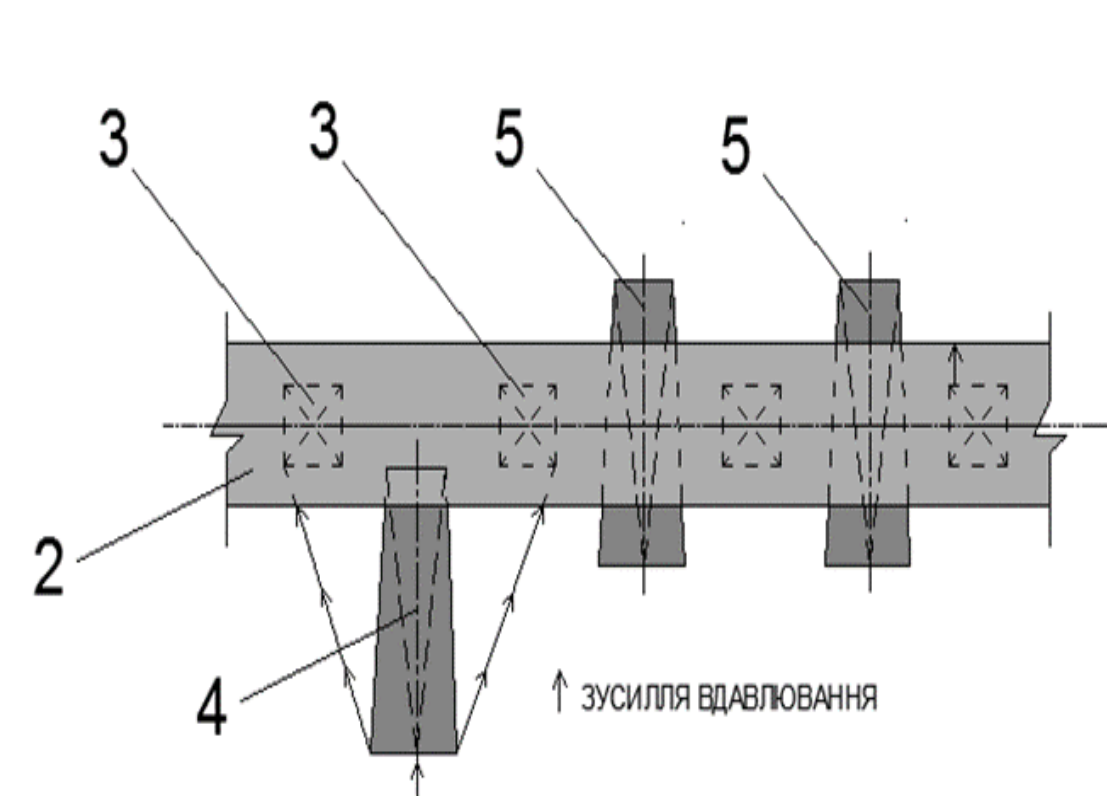
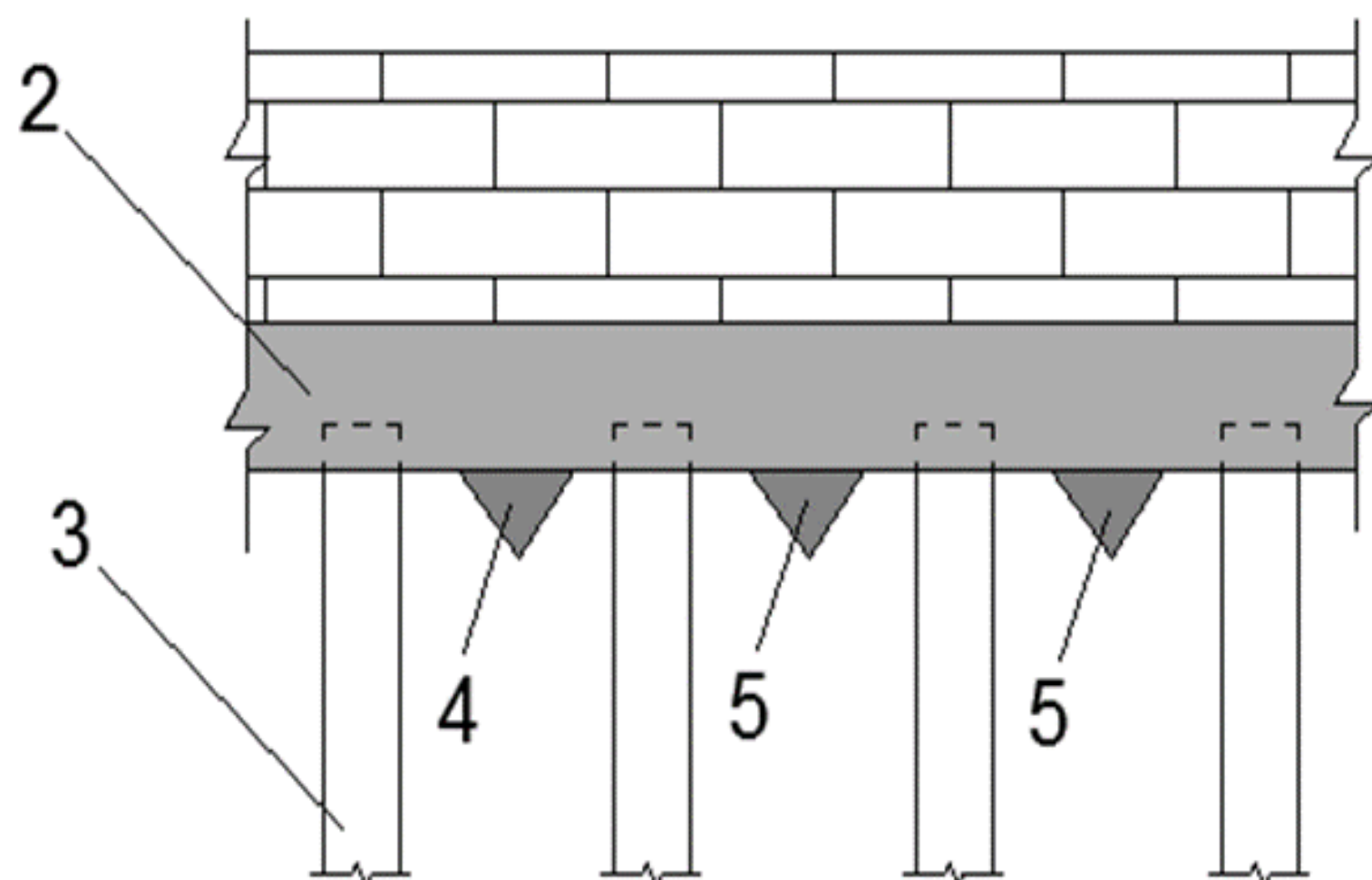


Схема підсилення верхніх кінців залізобетонних палей

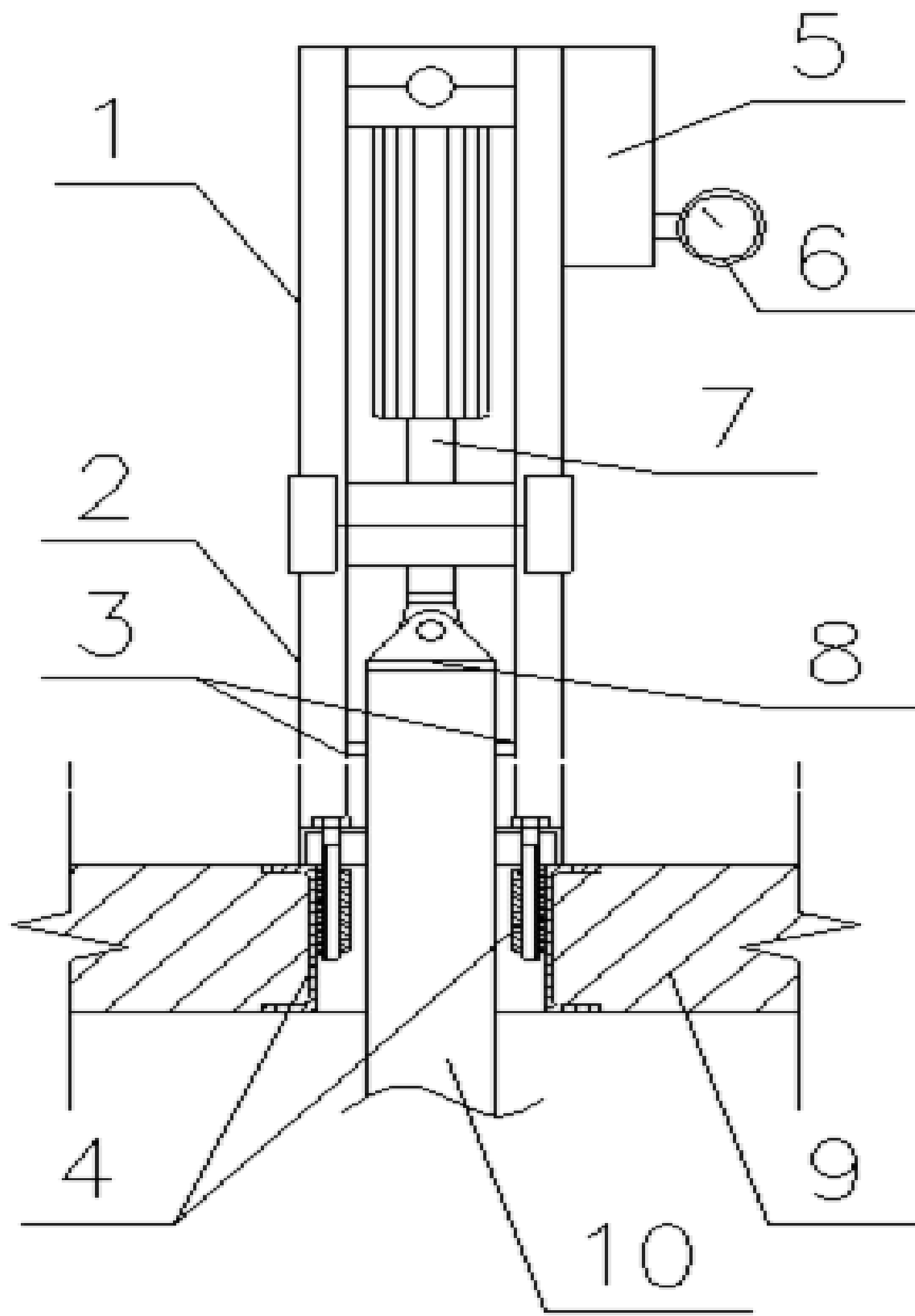


Спосіб підсилення стрічкового пального фундаменту



# Підсилення задавлюванням паль

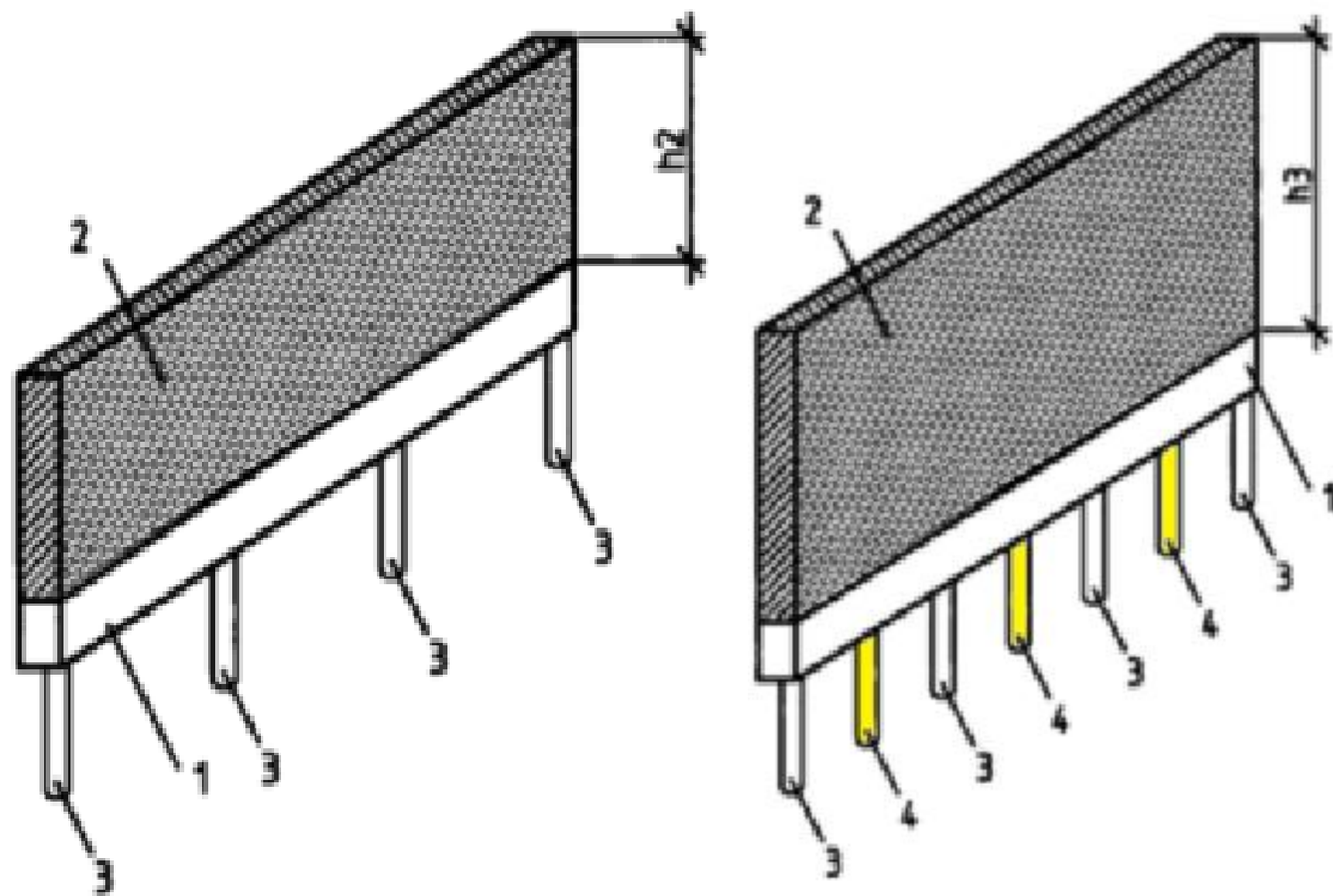
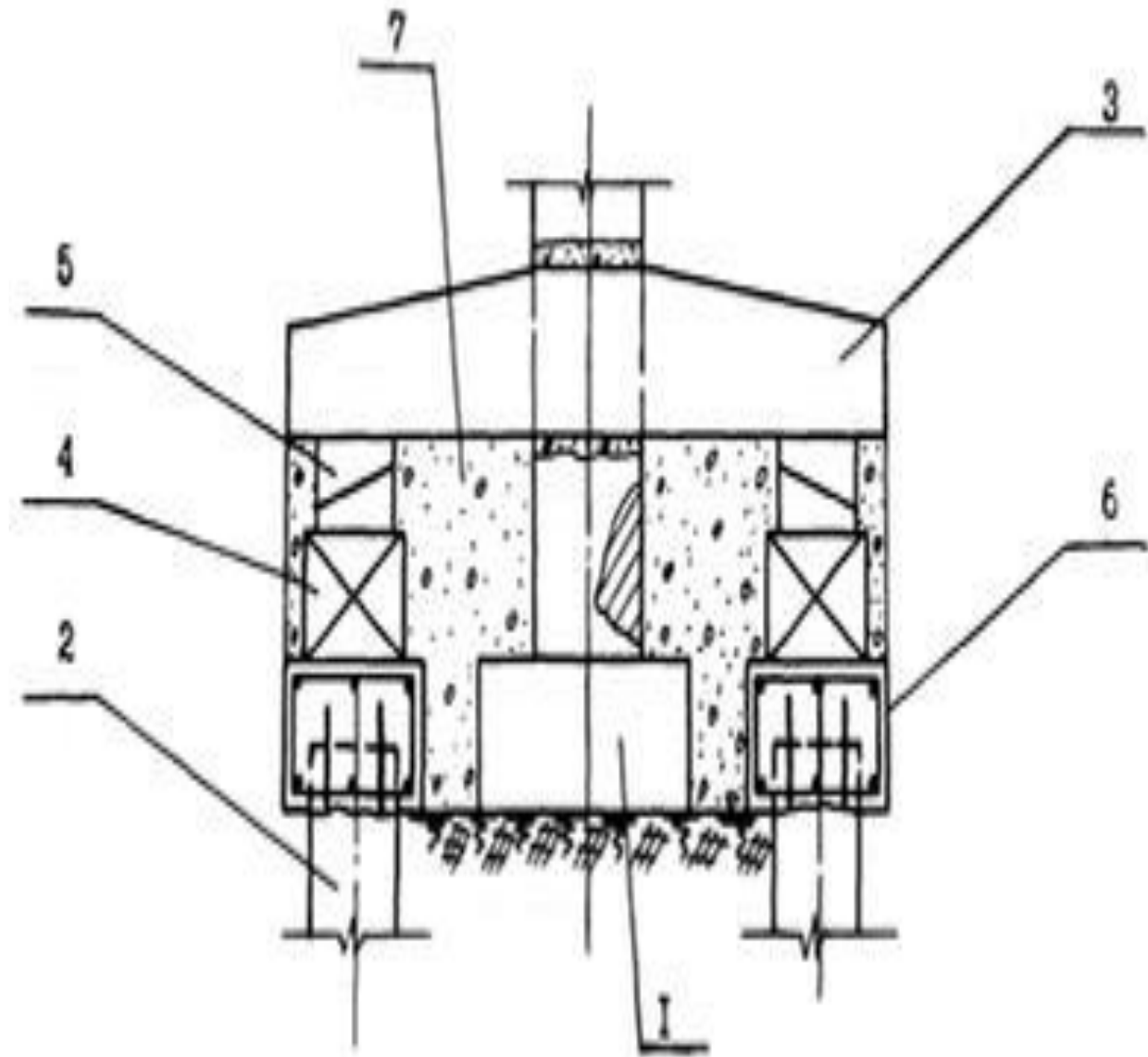
- 1 - Верхня частина.
- 2 - Нижня частина
- 3 - Направляючі
- 4 - Анкеруючі пристрої
- 5 - Гідро блок
- 6 - Тарований манометр
- 7 - Шток гідроциліндра
- 8 - Фрезерований торець
- 9 - ростверк
- 10 - палі



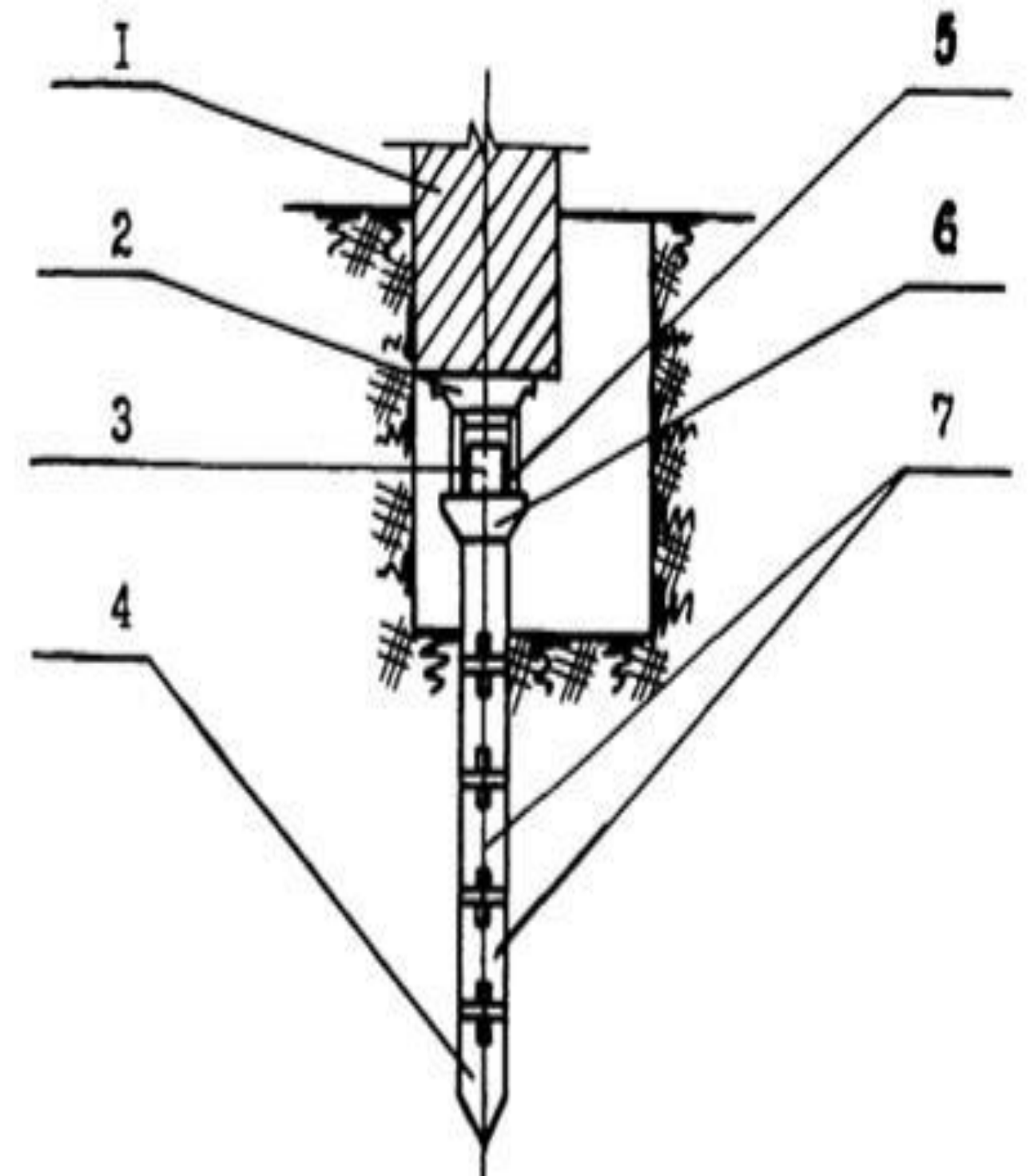


# Способи підсилення

Підсилення фундаменту пальново-каркасною конструкцією  
 1 – підсилений фундамент; 2 – збірна залізобетонна палля; 3 – ригель; 4 – підкладка; 5 – сталеві клини; 6 – монолітна в'язка палль; 7 – бетонна заливка



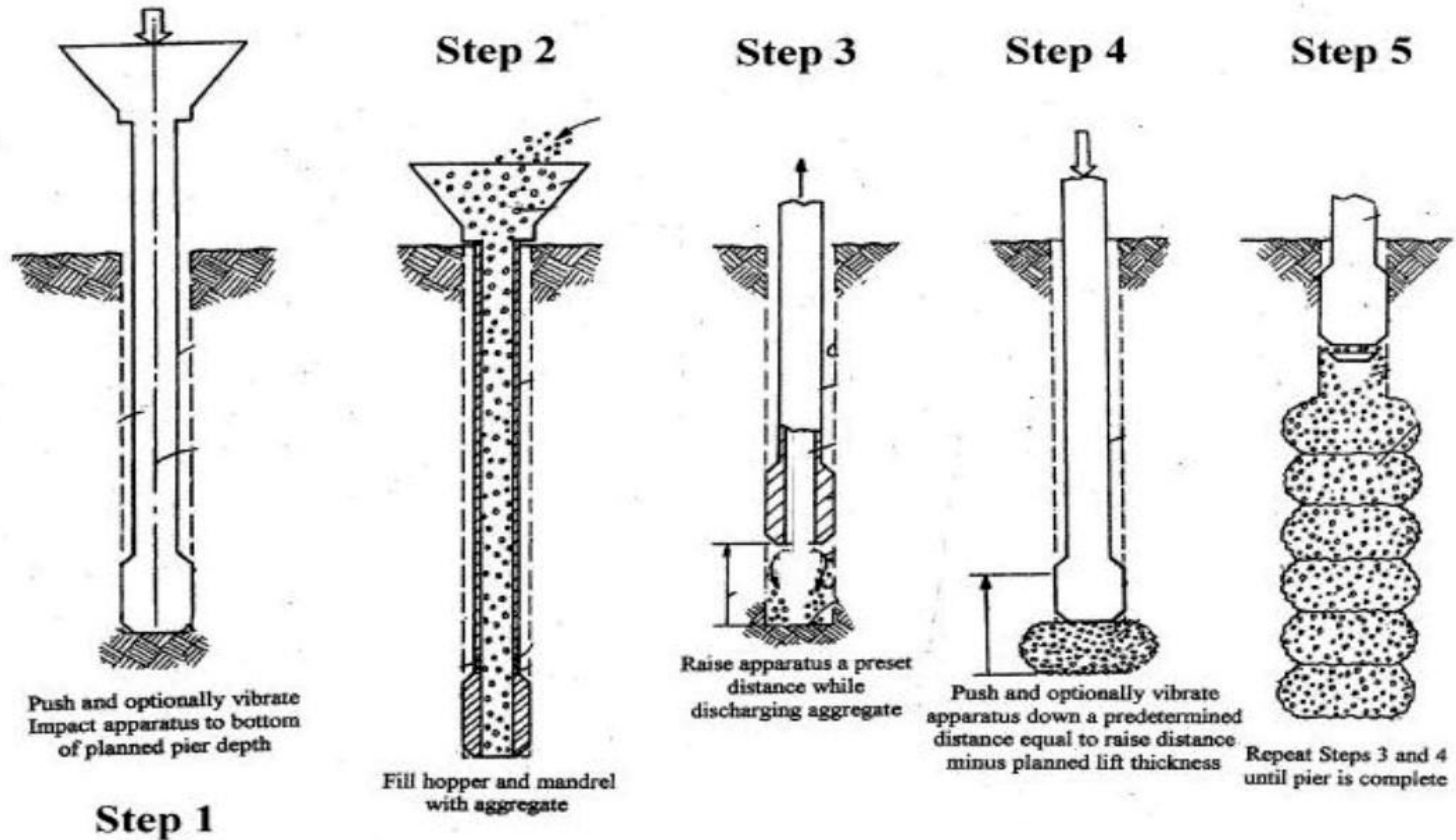
1 – підсилений  
 ростверк;  
 2 – розподільний  
 елемент;  
 3 – домкрат;  
 4 – нижній елемент  
 палі;  
 5 – опора;  
 6 – головний елемент;  
 7 – рядові пальові  
 елементи



Підсилення ростверку задавлюванням палль «Мега»



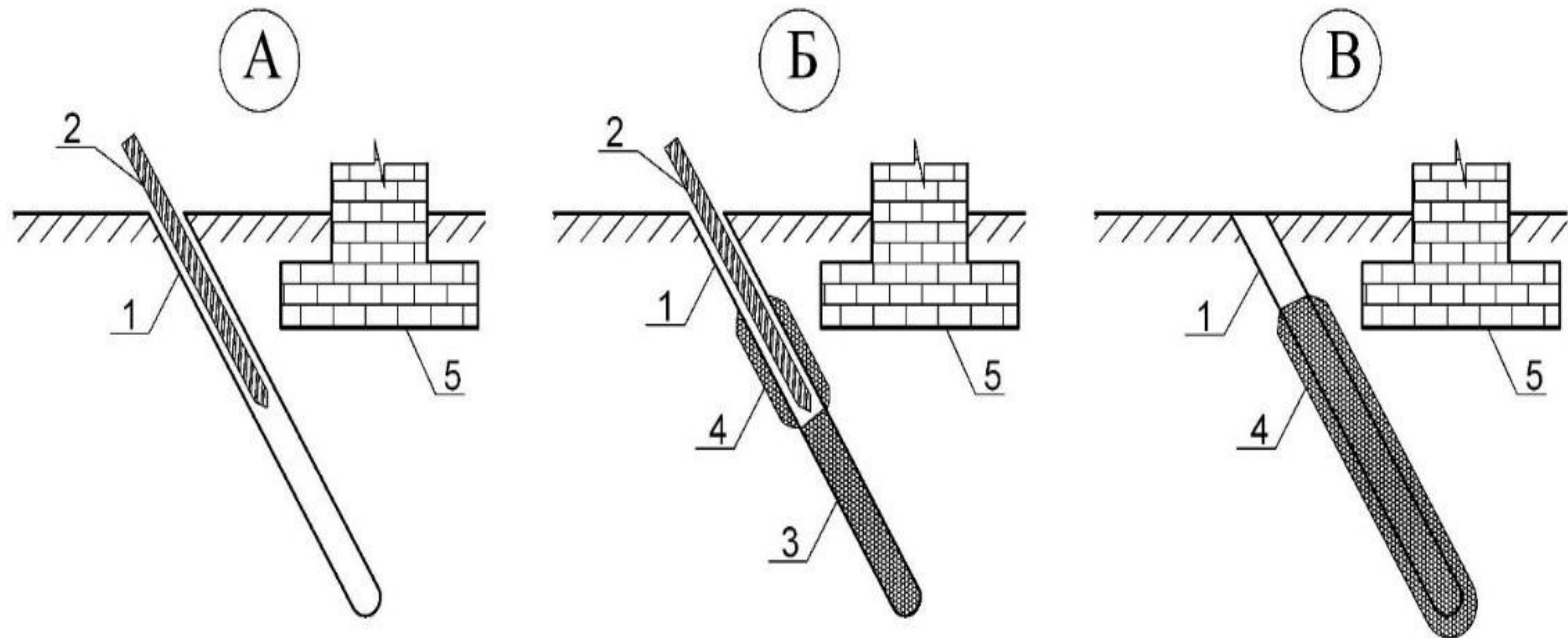
# Метод віброфлотації



**Етапи закріплення ґрунтів основи:** 1- облаштування свердловини за допомогою вібромолотка; 2- заповнення свердловини щебенем; 3- трамбування щебеню зі зняттям ущільнювального пристрою; 4 - формування локального розширення; 5- готовий щебеновий елемент



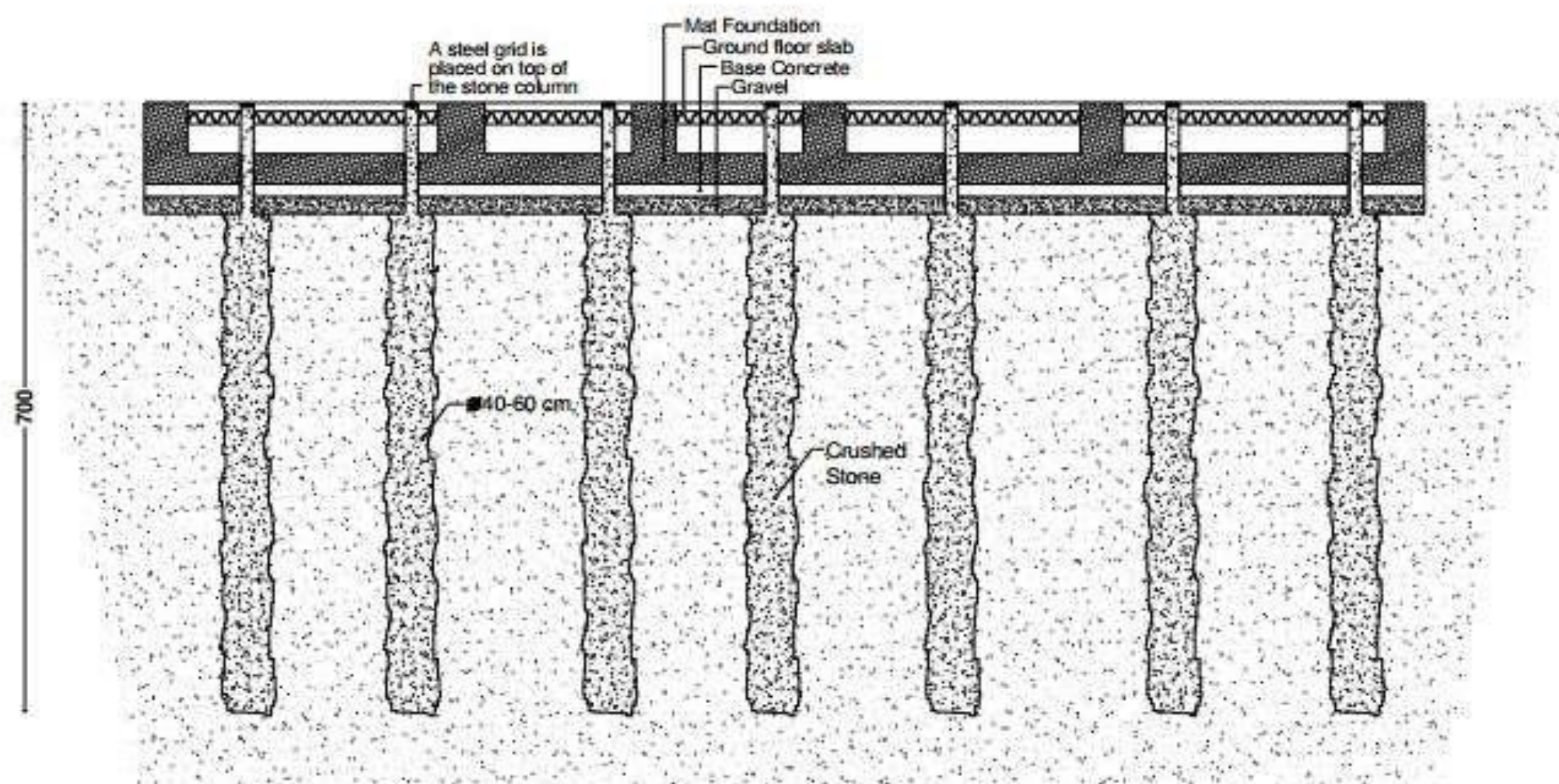
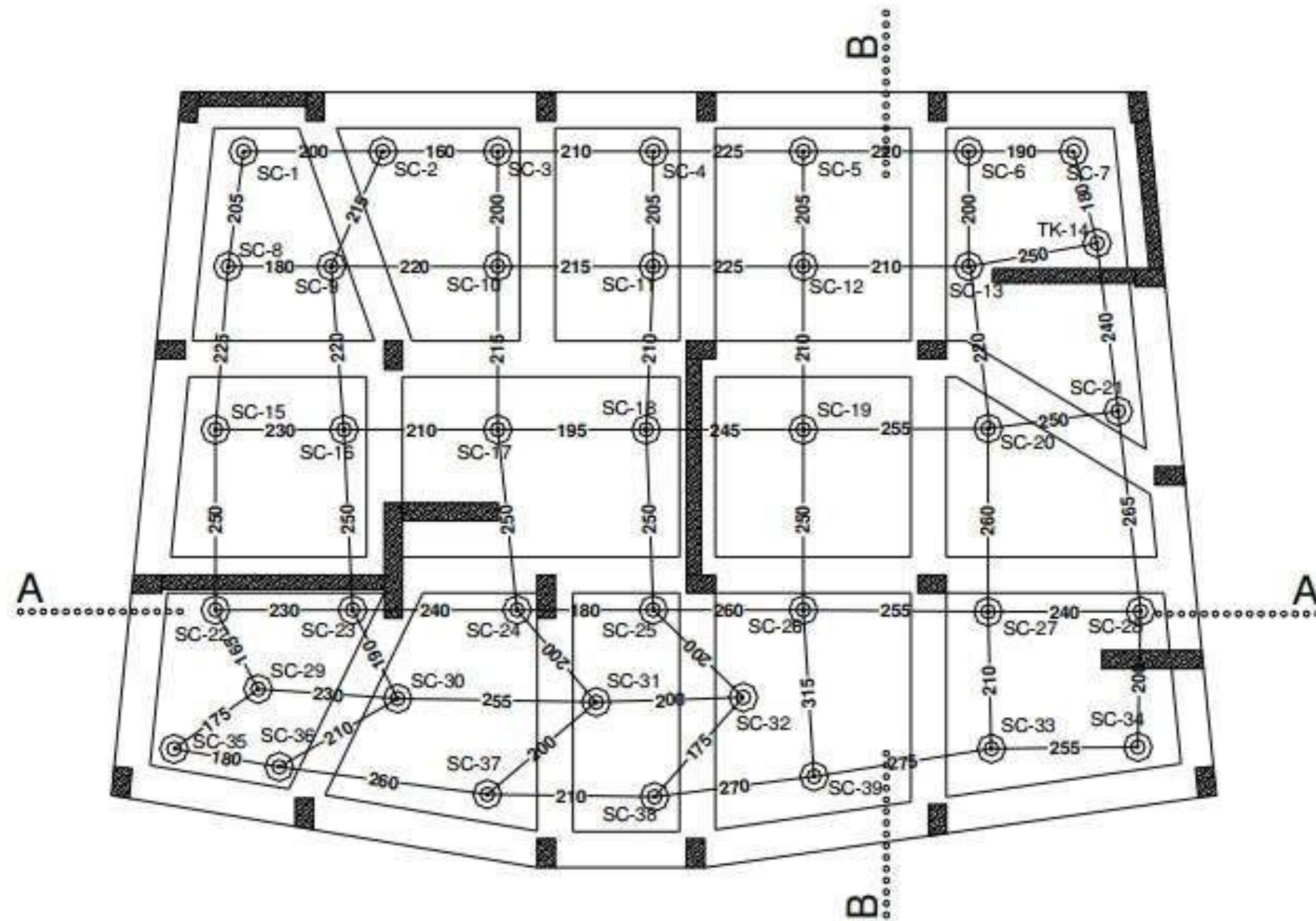
# Технологія виготовлення щебневих елементів



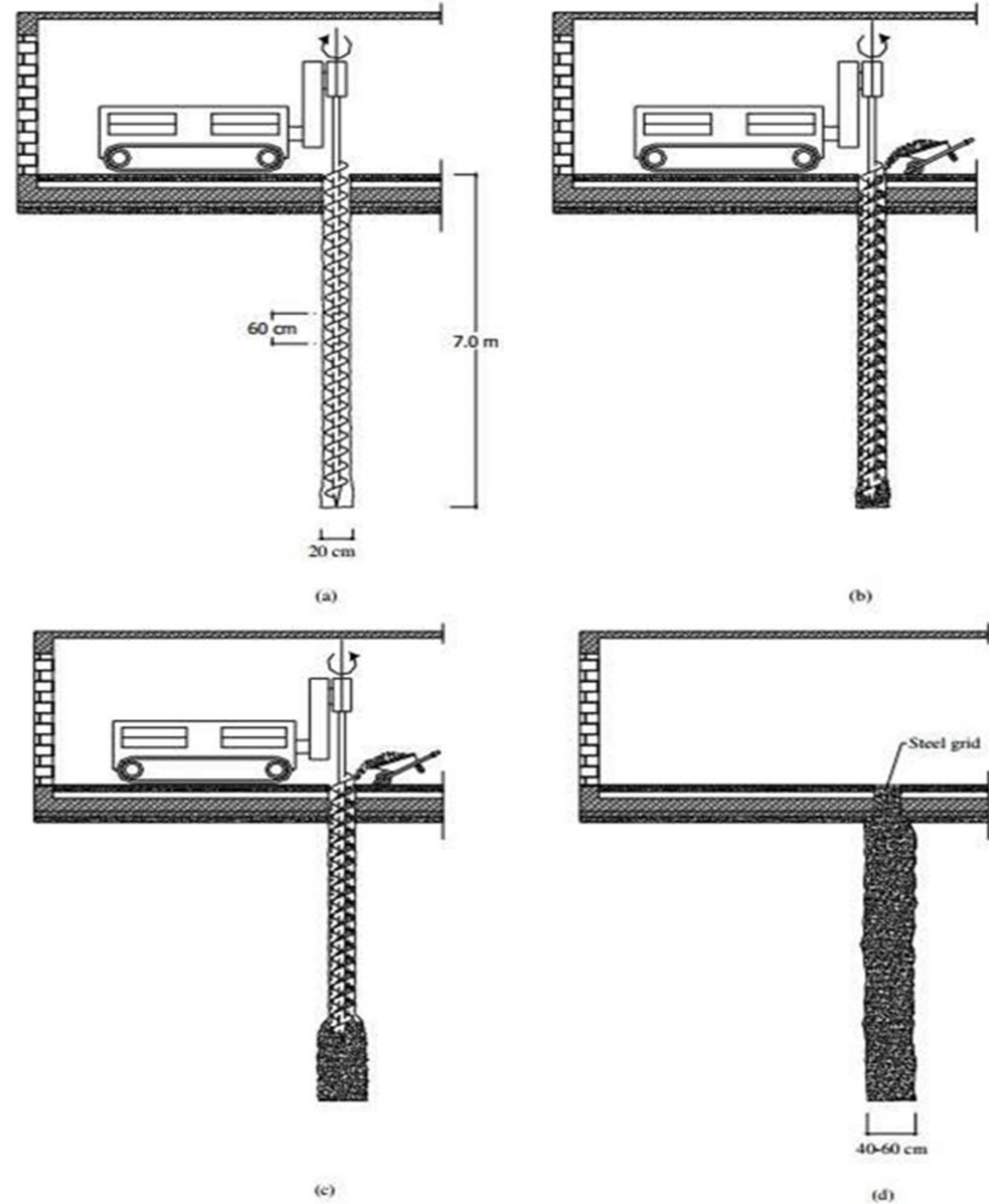
**1 - свердловина; 2 - пневмопробійник; 3 - щебінь;  
4 - зона щебеневого розширення; 5 - існуючий фундамент**



# Підсилення ґрунтів фундаменту існуючої 5-поверхової будівлі в місті Адапазари, Туреччина

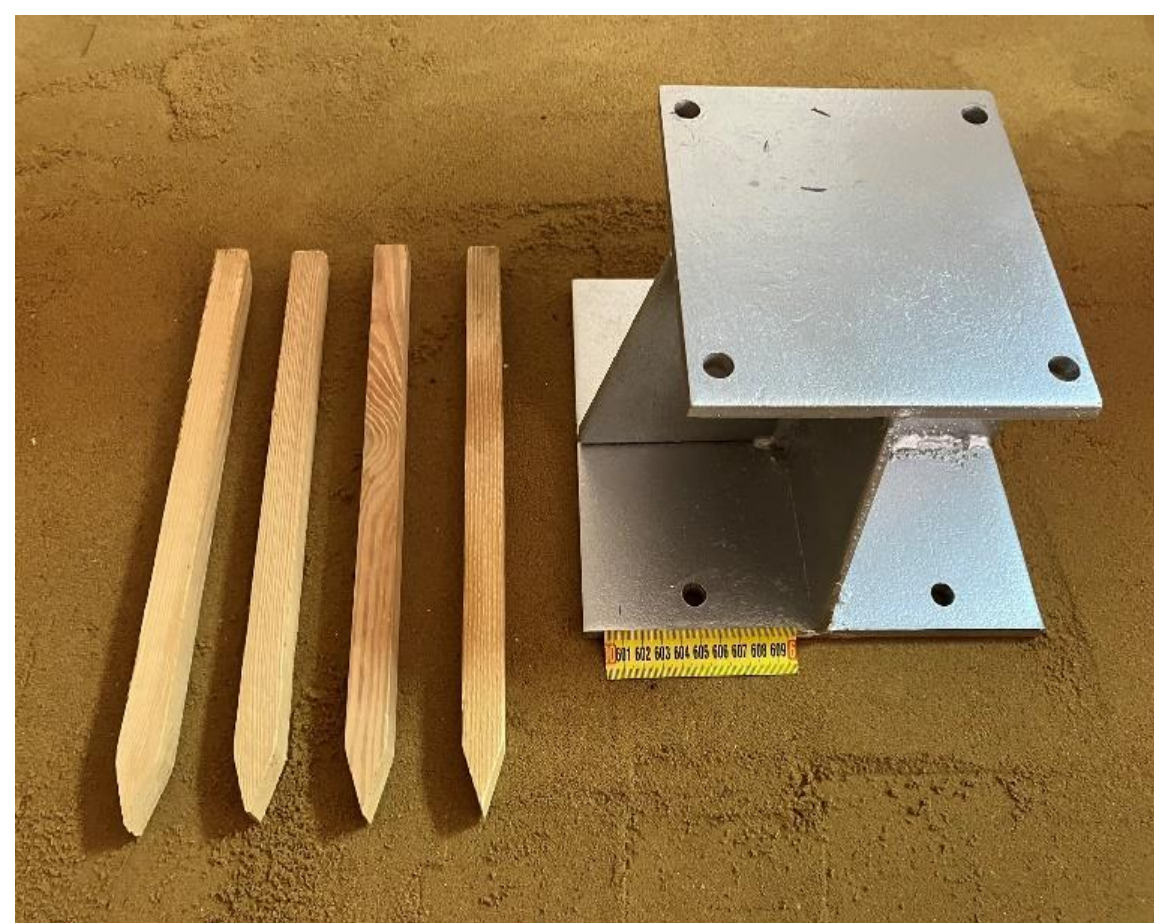


План підсилення і перетин (А-А) для щебеневої колони



Послідовність влаштування щебеневої колони





Моделі палі та ростверка



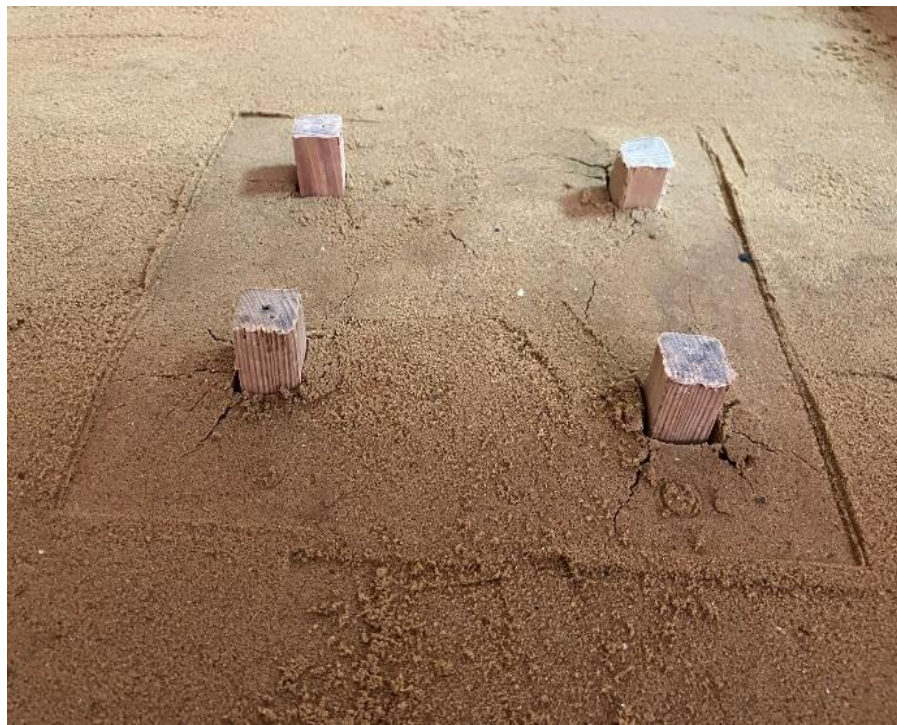
Ґрунтовий лоток



Конструкція силового механізму







Перший етап випробування

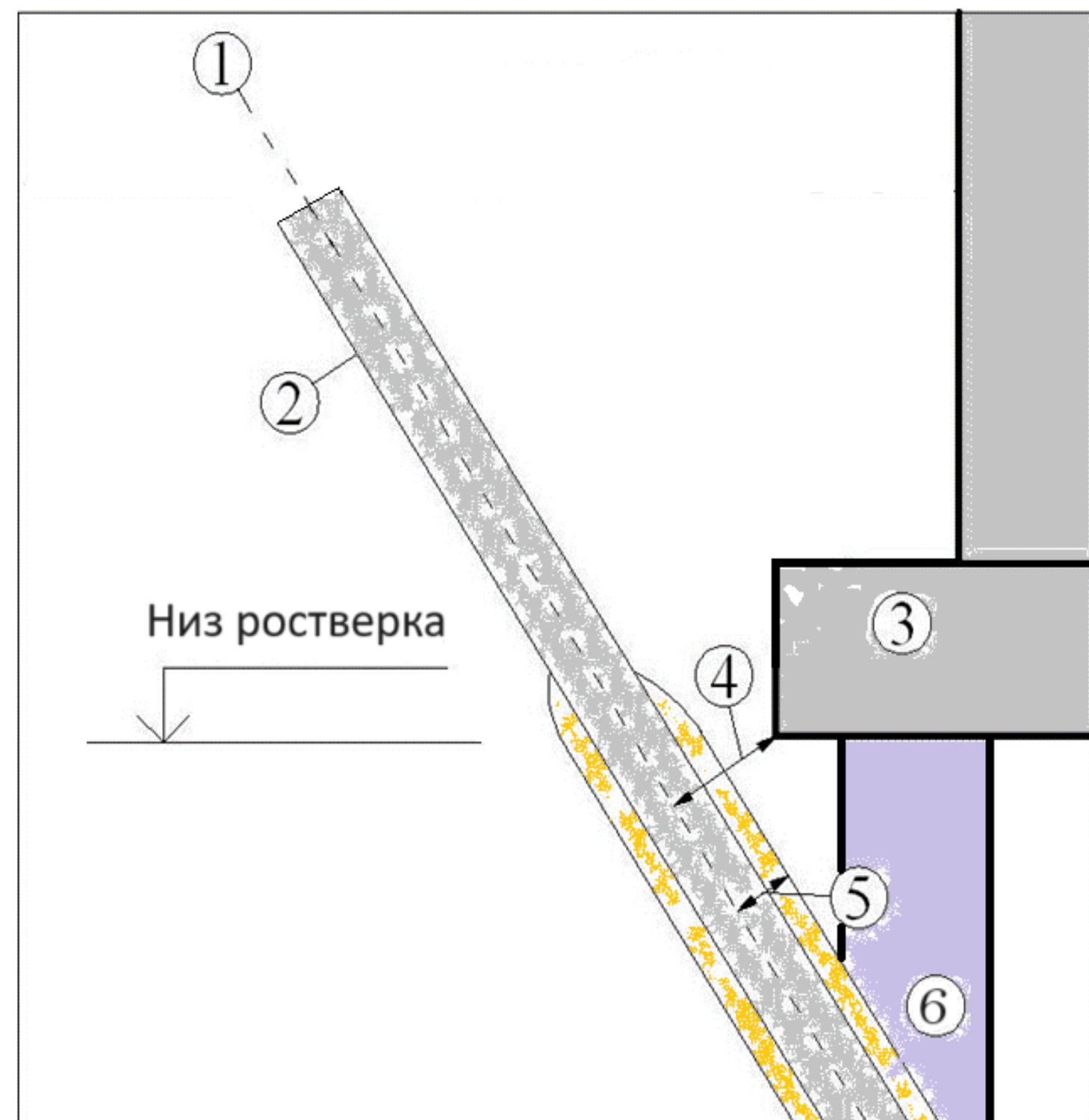


Армування ґрунтової основи жорстким матеріалом





Контроль підсиленої ґрунтової основи



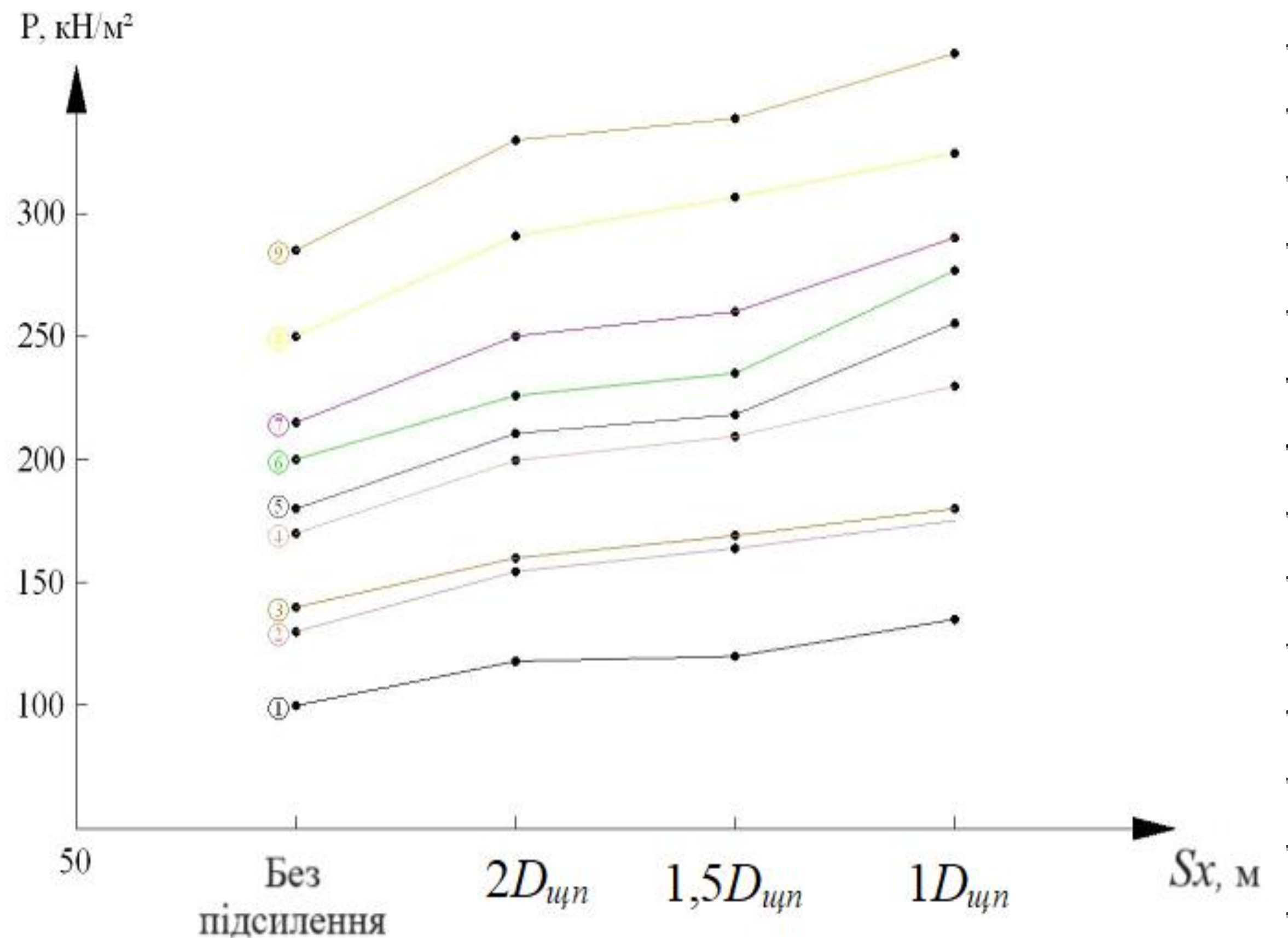
Збільшений поперечний переріз зміцнення  
щебневими елементами:  
1 - вісь щебневих елементів, 2 – обсадна  
труба, 3 - існуючий ростверк,  
4 - відступ від краю основи ростверка до осі  
щебеневого елемента, 5 - радіус розширення  
щебеню, 6 - паля



# РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Тиск (кН/м<sup>2</sup>) при осадці 20 мм без підсилення і в залежності від відступу елементів підсилення

№	Без підсилення	При відступі $S_y = 2D_{щп}$	При відступі $S_y = 1,5D_{щп}$	При відступі $S_y = 1D_{щп}$
1	100	120	125	135
2	130	155	165	175
3	140	160	170	180
4	170	200	210	230
5	180	210	220	245
6	200	225	235	275
7	215	250	260	290
8	250	290	305	325
9	285	330	340	365



Графік залежності тиску при осіданні 20 мм і вдавнення щебневих елементів від армованого фундаменту



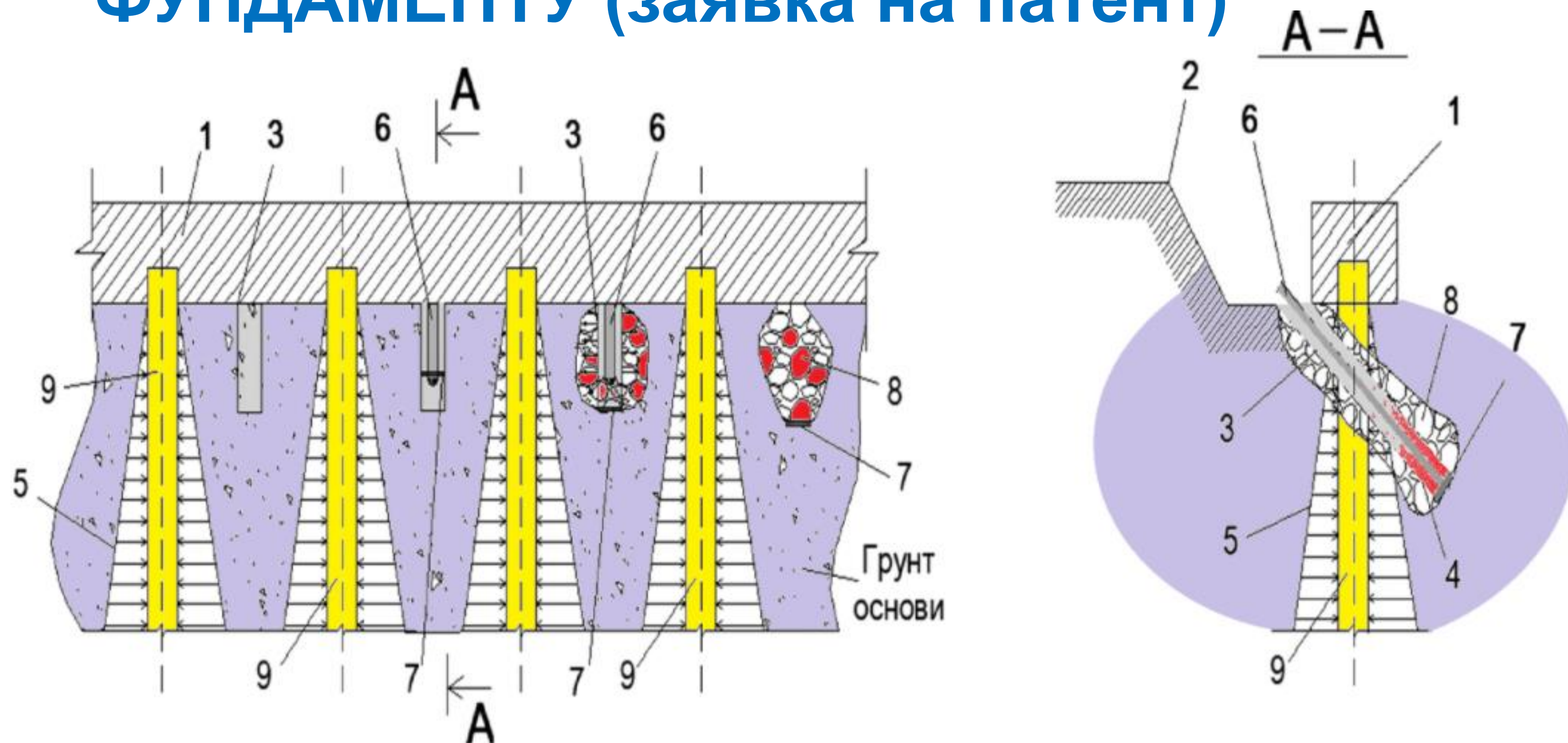
# РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Відсоток збільшення навантаження  
щодо неармованої основи, %

№	Без підсилення	При відступі $S_x = 2D_{щп}$	При відступі $S_x = 1,5D_{щп}$	При відступі $S_x = 1D_{щп}$
1	-	20	25	35
2	-	19	27	35
3	-	14	21	29
4	-	18	24	35
5	-	17	22	36
6	-	13	18	38
7	-	16	21	35
8	-	16	22	30
9	-	16	20	28

Використання відступу щебених елементів від краю подошви ростверку  $S_x = 1,5D_{щп}$  ефективніше, ніж при відступі  $S_x = 2D_{щп}$  на 5%, але менше ефективно, ніж з відступом  $S_x = 1D_{щп}$ . на 11%.

# СПОСІБ ПІДСИЛЕННЯ ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ (заявка на патент)



Спосіб підсилення пального фундаменту полягає в наступному. Виконують розробку траншеї **2** з зовнішнього боку ростверку **1**, влаштовують виробки у вигляді похилих свердловин **3**, в проміжку між палями **9**, з розташуванням нижнього кінця **4** похилих свердловин **3** за межами стисненої зони **5** палі, встановлюють в похилу свердловину **3** ін'єкційну трубу **6** з упорним знімним наконечником **7**, заповнюють похилу свердловину **3** крупним заповнювачем **8**, ущільнюють крупний заповнювач **8** із заглибленням в стінки свердловини **3**, подають розчин через ін'єкційну трубу **6**, від'єднують знімний наконечник **7** та проводять роздільне бетонування крупного заповнювача **8**, подаючи під тиском розчин через ін'єкційну трубу **6**.



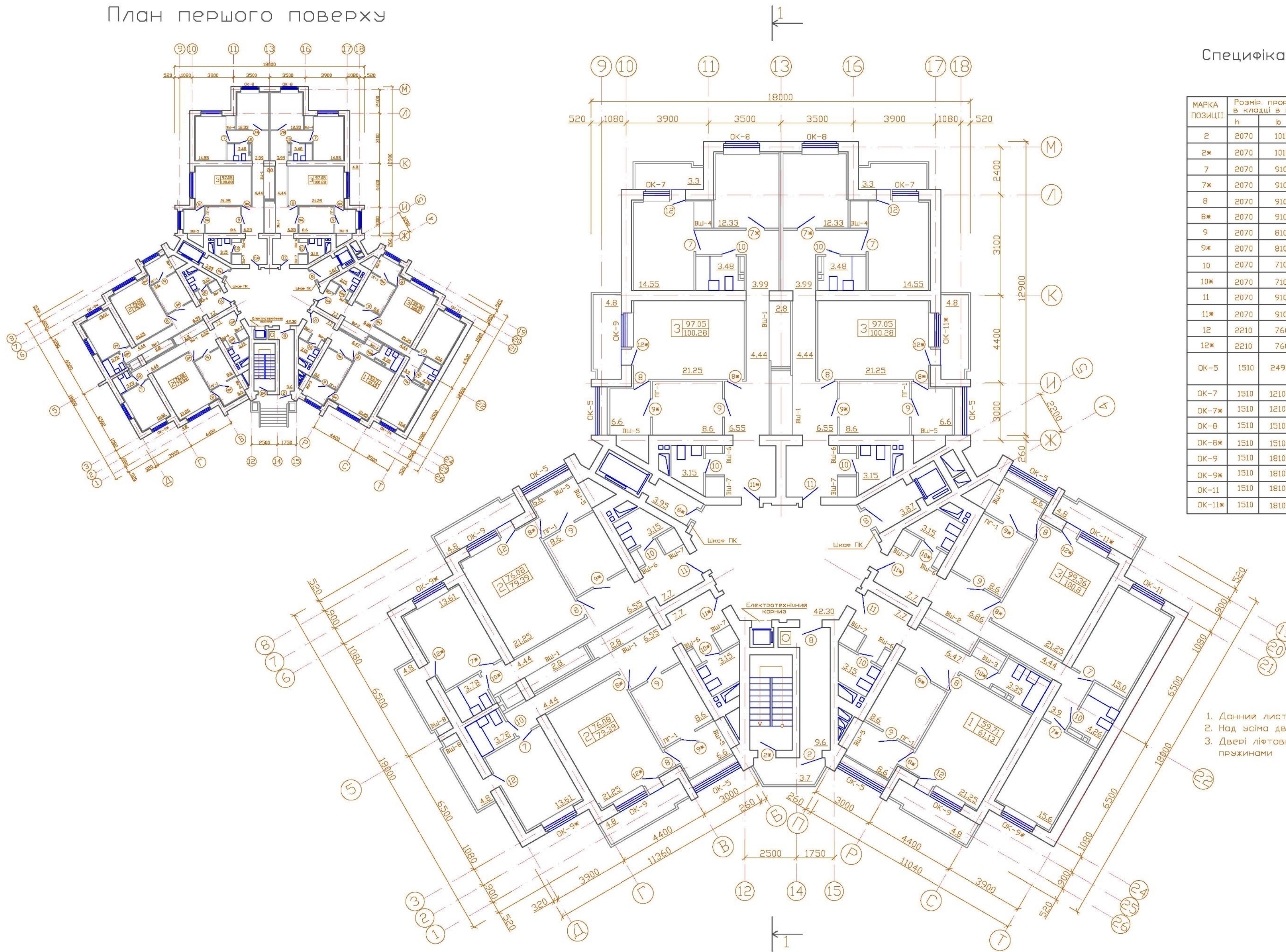




# ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

План типового поверху

План першого поверху



Специфікація прорізів та елементів їх заповнення

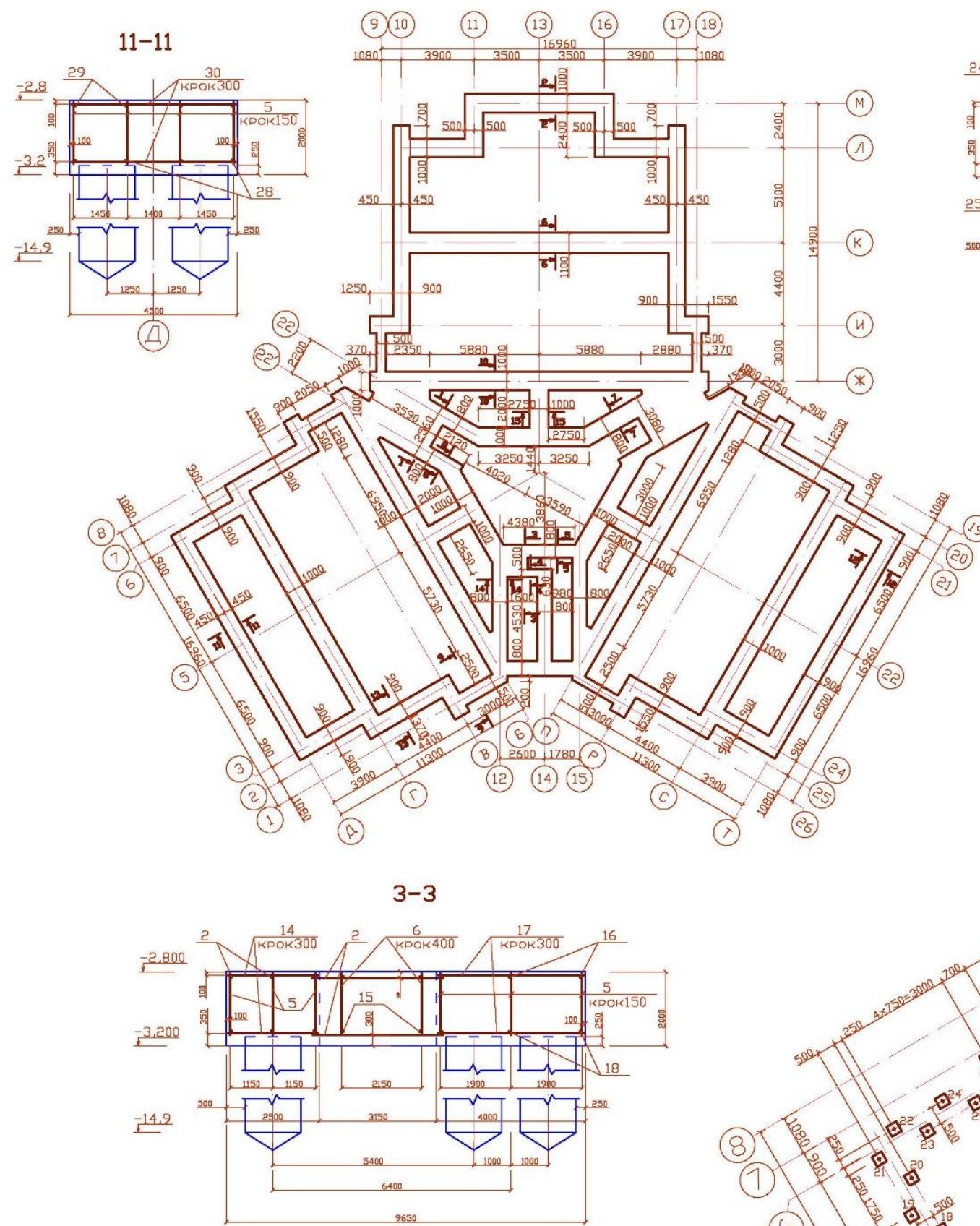
МАРКА ПОЗИЦІЇ	Розмір прорізу, в кладці в мм h	б	ПОЗНАЧЕННЯ	НАЙМЕНУВАННЯ	Кільк-ть на пов.	ПРИМІТКИ
2	2070	1010	Серія 1.136.5-19	Двері зовнішні ДН 21-10 ШП	1	
2*	2070	1010	ГОСТ 24698-81	Двері зовнішні ДН 21-10 ШПЛ	1	
7	2070	910		Двері внутрішні ДГ 21-9	4	
7*	2070	910		Двері внутрішні ДГ 21-9Л	4	
8	2070	910	Серія 1.136-10	Двері внутрішні ДО 21-9	8	
8*	2070	910	ГОСТ 6629-74	Двері внутрішні ДО 21-9Л	7	
9	2070	810		Двері внутрішні ДО 21-8	6	
9*	2070	810		Двері внутрішні ДО 21-8Л	6	
10	2070	710	Типов. проект серії 96 к / 1.2.4.10 Р 10.8-1	Двері внутрішні КДГ 20-7	6	
10*	2070	710		Двері внутрішні КДГ 20-7Л	6	
11	2070	910	Серія 1.136-10	Двері внутрішні зс. ДУ 21-9	3	
11*	2070	910	ГОСТ 6629-88	Двері внутрішні зс. ДУ 21-9	3	
12	2210	760	Серія 1.136.5-23	Балконні двері БР 22-7.5	5	
12*	2210	760	Вип. 1.2	Балконні двері БР 22-7.5	5	
OK-5	1510	2490		Вікно ОР 15-6	6	
				Вікно ОР 15-9	12	
OK-7	1510	1210		Вікно ОР 15-12	1	
OK-7*	1510	1210	Серія 1.136.5-23	Вікно ОР 15-12Н	1	
OK-8	1510	1510	ГОСТ 11214-86	Вікно ОР 15-15	1	
OK-8*	1510	1510		Вікно ОР 15-15Н	1	
OK-9	1510	1810		Вікно ОР 15-18	4	
OK-9*	1510	1810		Вікно ОР 15-18Н	3	
OK-11	1510	1810	Серія 1.136.5-23	Вікно ОРШФ 15-18	1	
OK-11*	1510	1810	ГОСТ 11214-86	Вікно ОРШФ 15-18Н	2	

- Даний лист розглядати разом з листом 1
- Над усіма дверними прорізами закласти по 2-ї гільзи d=30.
- Двері ліфтових холів та сходів, які не задимляються обладнати пражинами

				08-11.МКР.023-АР			
				14-ти поверховий житловий будинок з монолітним каркасом у місті Луцьку			
Розробив	Гарбузов В.С.	Перевірив	Попович М.М.	Підвищення несучої здатності експлуатованих паливних фундаментів	Станція	Лист	Листів
Н. контроль	Михайська І.В.				у		
ОпONENT				План першого поверху, план другого поверху, специфікація прорізів та їх заповнень	ВНТУ, гр. Б-22м		
Затвердив	Шевць В.В.						



План ростверків

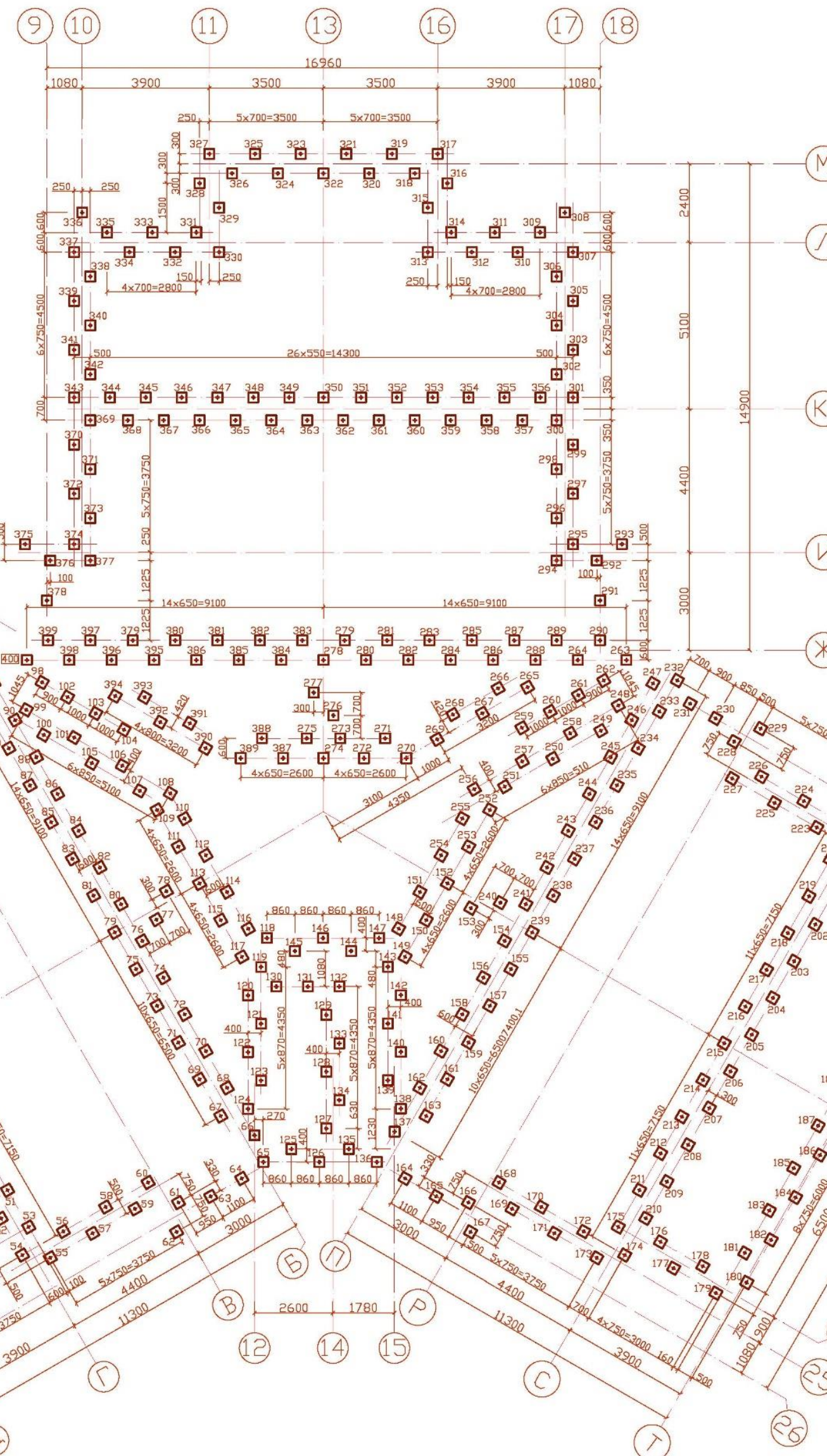


Вказівки з виконання робіт

1. Плоскі зварні каркаси для армування стрічкового ростверка на будівельному майданчику зібрати з об'ємні за допомогою електрозварювання ДСТУ Б В.2.6-169:2011. Для зварювання застосовувати електроди З42. Стики каркасів виконувати згідно вузла.
2. Особливу увагу треба приділити розкріпленню арматурних просторових каркасів в опалубку ростверка для забезпечення їх нерухомості під час бетонування.
3. Армування монолітного ростверка пред'явити авторському або технічному нагляду до бетонування.
4. Усі роботи по влаштуванню ростверків вести керуючись ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015 та проектом виконання робіт.
5. Арматура ростверка влаштовувати тільки на бетонну підготовку попередньо очистивши від іржі, вологи безпосередньо перед накладанням монтажних швів та бетонуванням ростверка.
6. Бетонну підготовку виконувати з бетону класу В3,5.

**Примітки:** 1. Даний лист читати спільно з листами 1 та 2  
2. За відносну позначку 0.000 прийняти рівень чистої підлоги першого поверху, що відповідає абсолютній позначці 184,00.

План пального поля



Специфікація палів

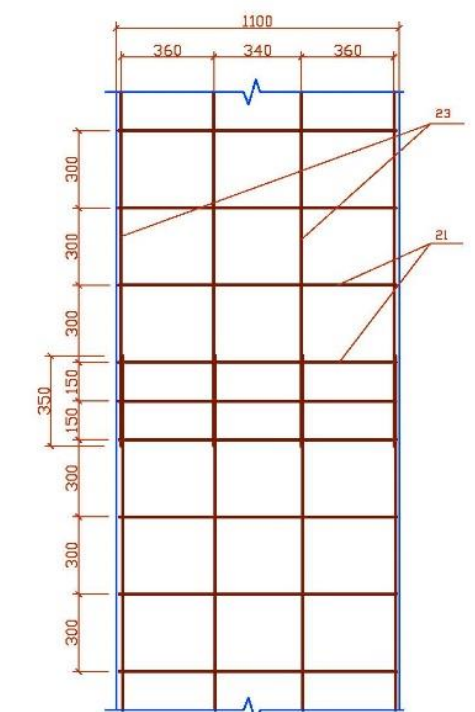
Марка поз.	Позначення	Найменування	Кіл-ть	Маса	Примітки
1-400	ДСТУ Б В. 2.6-65:2008	ПАЛІ	С 12-30	400	2,73

Вказівки по виконанню робіт

1. За відносну позначку 0.000 прийняти рівень чистої підлоги першого поверху, що відповідає абсолютній позначці 184,00.
2. При виконанні робіт по влаштуванню пального фундаментів обов'язково користуватися кресленнями генплану та зовнішніх мереж.
3. Розмітку пального поля проводити з надійним закріпленням на місцевості поздовжніх та поперечних осей та оформити актом.
4. Перед початком масової заливки палів необхідно виконати: -пробні заливки десяти палів на різних ділянках пального поля; -випробування шести палів динамічним навантаженням.
5. Занурення палів повинно проводитись дизель-молотом МД-1250, до досягнення встановленої з проекту позначки вістря палів (<-15,2). При цьому повинен бути отриман потрібний відказ.
6. У палів, які не дали потрібного відказу повинні бути забиті палі дублери по узгодженню з проектною організацією.
- 7.Роботи виконувати з відповідності з вимогами ДБН 3.02.01-2007.

**Примітки:** даний лист читати спільно з листами 1, 2

Вузол стикування каркасів

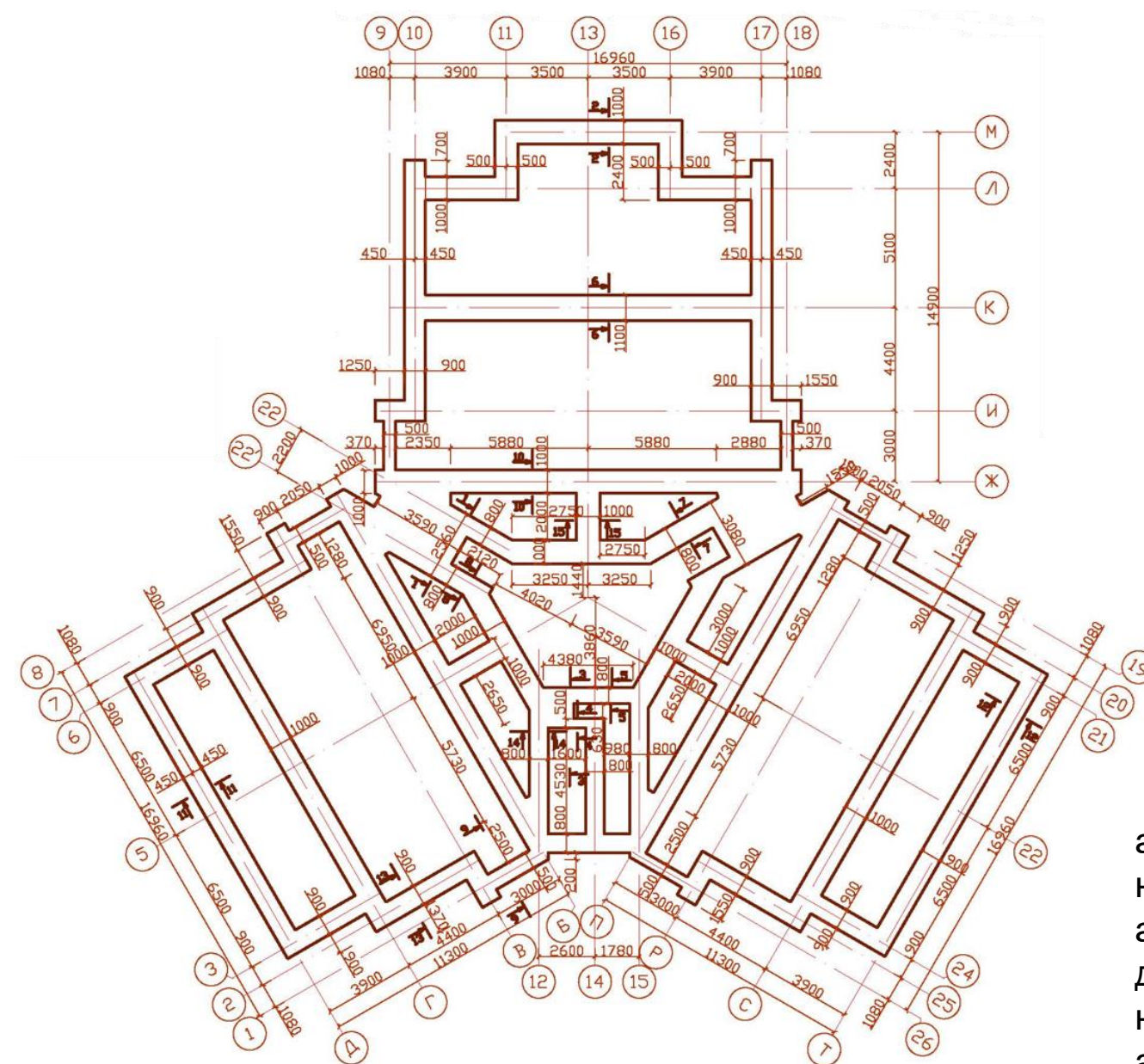


08-11.МКР.023-КБ					
14-ти поверховий житловий будинок з монолітним каркасом у місті Луцьку					
Розробив	Терціцький В.	Проектував	Григорук	Студія	Лист
Перевірив	Погович М.М.	Н. контроль	Маєвська І.В.	у	Листів
Опонував					
Затвердив	Шаньч В.В.				
Підвищення несучої здатності експлуатованих пального фундаментів				ВНТУ, гр. Б-22М	
План ростверків					
План пального поля					



# ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА - Технологічна карта

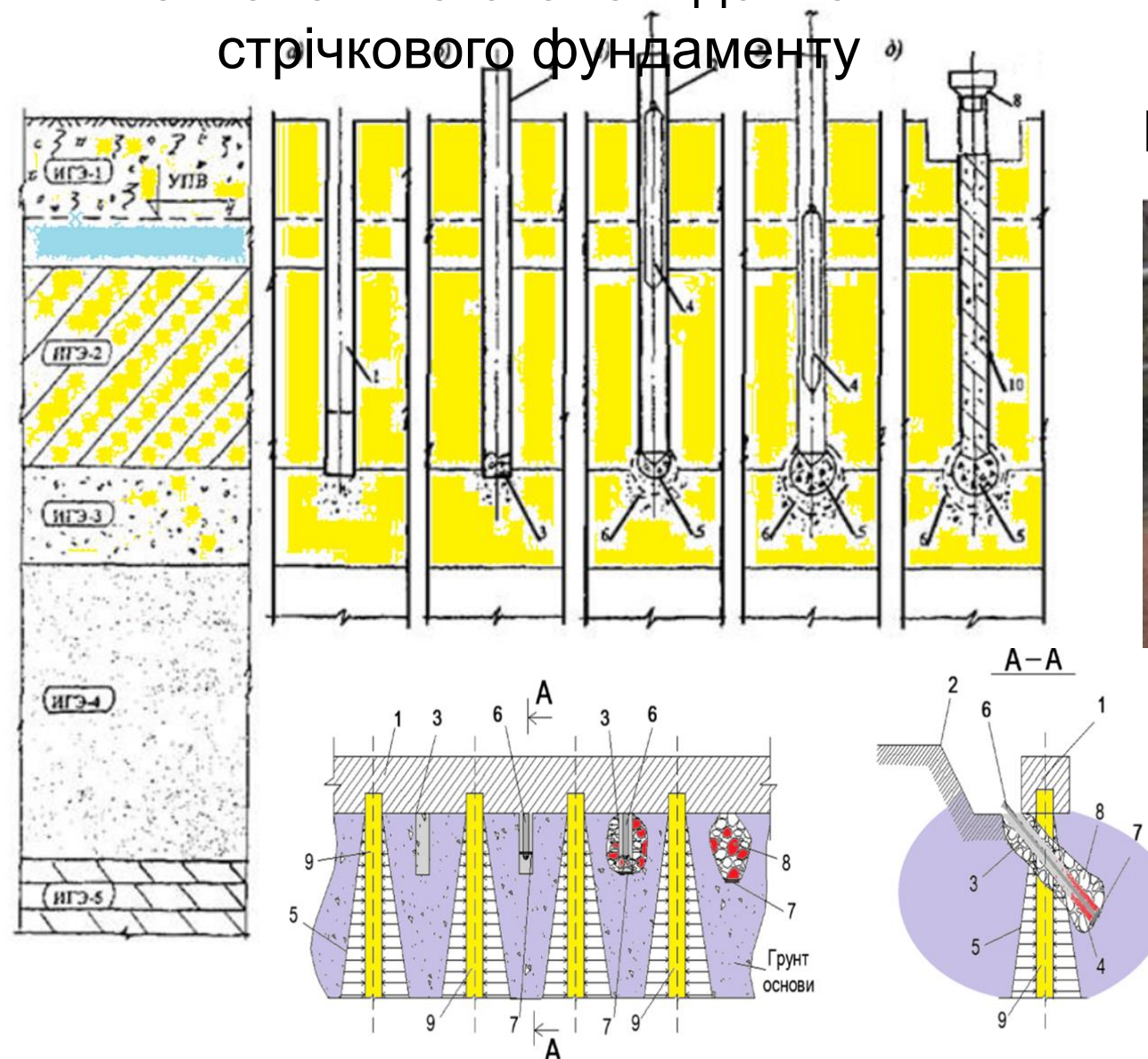
## Загальна схема організації робіт по підсиленню фундаментів



### ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Будівля, в якій намічено зробити посилення конструкцій, має бути попередньо обстежена з метою виявлення технічного стану всіх конструкцій з виділенням небезпечних місць. За результатами обстеження складається акт, виходячи з якого розробляється проект виконання робіт. До початку робіт необхідно встановити місця для входу та проходу робітників залежно від стану окремих конструктивних елементів. Перед початком робіт особи, допущені до посилення конструкцій, мають бути ознайомлені з проектом виконання робіт та проінструктовані про безпечні методи робіт. З метою безпеки необхідно стежити, щоб видалення чи тимчасове ослаблення одних конструкцій не викликало обвалення інших.

## Технологічна схема підсилення стрічкового фундаменту



### ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБІТ

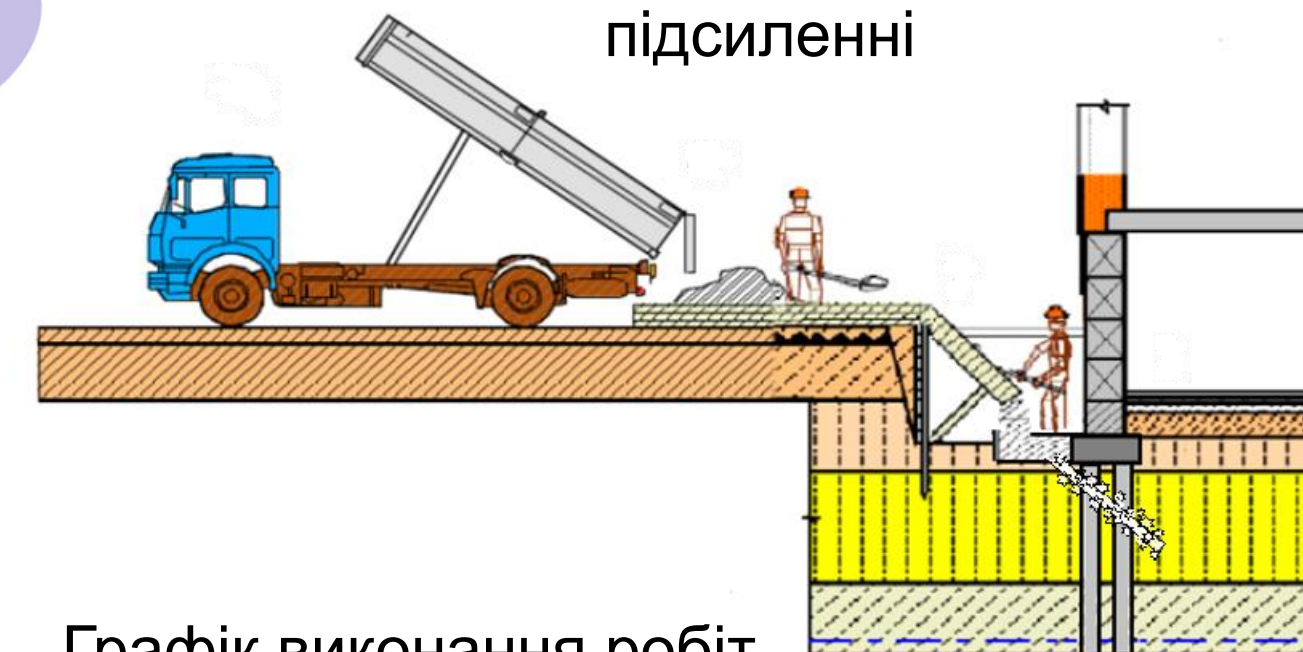
а) встановлення бурового верстата на вісь свердловини з наступним бурінням свердловини (1) в межах асфальтобетонного покриття бурової коронки, а нижче шнеком діаметром 100 мм до несучого шару (ІГЕ-3) та заглибленням у нього не більше ніж на 10 - 15 см. При цьому верхній асфальтобетонний шар виконує роль кондуктора. установка в свердловину (1) обсадної труби (2) діаметром 100 мм довжиною 5 м з частковим задавлюванням її в несучий шар ґрунту (ІГЕ-3) з на-ступним відкачуванням води зі свердловини насосом типу «Гном» і частковим зачищенням вибою желонкою, після чого в свердловину відсипається порція щебеню (3) на висоту 35 – 40 см об'ємом 0,015 – 0,025 м<sup>3</sup> в) підйом обсадної труби (2) на висоту 20 - 35 см і вдавлення механізмом (4) щебеню в забій свердловини до рівня початкової глибини свердловини, в результаті чого в нижній частині свердловини з'являються зона-розширення (5) і ущільнена зона (6); г) пошарове відсипання при піднятому трамбуванні щебеню та втрамбування його в стінки свердловини (1) трамбуванням (4) до стану «відмови». Обсяг кожної порції щебеню, що відсипається, становить 0,010 - 0,015 м<sup>3</sup>, тобто. на висоту 30-35 см. Для створення розширення (5) використовується щебінь крупністю 20-40 мм і міцністю не менше 30 МПа. В результаті втрамбування 3 - 4 порцій спочатку щебеню, а потім бетонної суміші в нижній частині свердловини створюється розширена основа (5) палі діаметром до 0,45 м і висотою до 0,50 м, а також ущільнена зона (6).

## Підсилення стрічкового фундаменту

Безпідвального будинку Будинку з підвалом



## Організація робочого місця при підсиленні



## Графік виконання робіт

Код	Найменування операції	Тривалість, хв	Час, хвилини																
			5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	
1	Переміщення установки до місця буріння	5																	
2	Буріння свердловини	20																	
3	Установка обсадної труби	3																	
4	Відкачка води	5																	
5	Відсипка і втрамбування щебеню	25																	
6	Бетонування ствола палі	10																	
7	Вилучення обсадної труби	3																	
8	Формування оголовка палі	6																	

Тривалість влаштування однієї палі в середньому 75 – 80 хвилин ( в зміні 6 шт) при складі бригади: Буровий майстер -1, буровий робітник – 1, бетонщик - 2

		08-11.МКР.023.00.000			
		14-ти поверховий житловий будинок з монолітним каркасом у місті Луцьку			
Розробив	Терлецький В.	Підвищення несучої здатності експлуатованих пальових фундаментів	Стадія	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Попович М.М.			18	19
Н. контроль	Маєвська І.В.	Технологічна карта	ВНТУ, гр. Б-22м		
Опонент					
Затвердив	Швець В.В.				



# Загальні висновки

1. Аналіз літературних джерел показав необхідність проведення теоретичних і експериментальних досліджень процесу підсилення пальових фундаментів експлуатованих будівель і споруд, розробки пропозицій по створенню нових конструкції та технологій.
2. Проведено аналіз існуючих методів підсилення пальових фундаментів, методик розрахунку підсилених основ.
3. На базі лабораторії кафедри БМГА ВНТУ із застосуванням виготовленого стенду були проведені модельні випробування технології підсилення пальових фундаментів. Проведені лабораторні дослідження дозволили запропонувати нове конструктивне і технологічне рішення підсилення пальових фундаментів. Подано заявку для оформлення патенту на корисну модель.
4. Розроблено технологію підсилення фундаментів на прикладі об'єкту 14-ти поверхового житлового будинку в місті Луцьк, пальові фундаменти якого в процесі експлуатації отримали надлишкові деформації.
5. Для визначення економічної ефективності пропозицій автора, виконано порівняння двох можливих технологій підсилення пальового фундаменту.
6. Матеріали магістерської роботи рекомендується для використання в практиці будівництва та в навчальному процесі при підготовці студентів будівельників по дисциплінах «Технологія будівельного виробництва» і «Основи та фундаменти».

**ВІДГУК ОПОНЕНТА**  
**на магістерську кваліфікаційну роботу**  
**студента Терлецького Віталія Сергійовича**  
**на тему: «ПІДВИЩЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ЕКСПЛУАТОВАНИХ**  
**ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ»**

Магістерська кваліфікаційна робота виконана відповідно до завдання, що затверджено зав. кафедрою БМГА, відповідає темі, містить 19 аркушів графічного матеріалу і пояснювальну записку з 101 сторінки та додатків.

Матеріал роботи подано у розгорнутому та доступному для розуміння вигляді.

В магістерській кваліфікаційній роботі досліджена сумісна робота ростверку і паль у складі пальового фундаменту із забивних паль з посиленою основою під подошвою ростверка у порівнянні з роботою аналогічного фундаменту із забивних паль на прикладі піщаних ґрунтів.

В даній роботі виконано аналітичний огляд сучасного стану варіантів підвищення несучої здатності пальових фундаментів, проведено лабораторні дослідження. На основі проведених досліджень запропоновано новий спосіб та нові конструктивні рішення для підсилення експлуатованих пальових фундаментів.

В технічній частині роботи представлено архітектурно-будівельні рішення будинку житлового будинку та розроблена технологічна карта на підсилення пальових фундаментів. Розглянуті питання охорони праці та цивільного захисту. Виконано економічний розділ.

На основі наукових досліджень автора підготовлені матеріали і подана заявка на отримання патенту на корисну модель.

Текстова частина пояснювальної записки та графічні креслення до неї виконано відповідно до стандартів та з дотриманням усіх вимог.

Робота Терлецького В. С. відповідає вимогам до магістерських кваліфікаційних робіт в ВНТУ.

До *недоліків можна віднести те*, що автор в своїй роботі не наводить залежностей параметрів елементів підсилення від ґрунтових умов і необхідного розташування при однорядному і багаторядному розташуванні паль.

Проте вказаний недолік не впливає на позитивне враження від роботи.

Магістерська кваліфікаційна робота у цілому виконана на достатньому рівні і заслуговує оцінку «А».

Студент Терлецький Віталій Сергійович заслуговує на присвоєння ступеня магістра галузі знань «Архітектура та будівництво» зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія.

**Опонент**  
професор кафедри ІСБ, к.т.н.



Коц І.В.



## ВІДГУК

керівника магістерської кваліфікаційної роботи  
магістранта Терлецького Віталія Сергійовича

на тему: «ПІДВИЩЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ЕКСПЛУАТОВАНИХ  
ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ»

Підсилення фундаменту – це процес, необхідний для забезпечення безпеки та довговічності будівлі чи споруди. Існує кілька основних причин, за яких може знадобитися підсилення фундаменту. Підсилення вимагають як фундаменти мілкового закладання, так і пальові фундаменти. Насамперед, необхідно уточнити, які з елементів пальового фундаменту необхідно підсилити: самі палі, ростверк, весь фундамент або ґрунт навколо паль. Існують способи підсилення експлуатованих пальових фундаментів влаштуванням додаткових паль, розширення ростверку, закріплення ґрунтів основи пальового фундаменту. Кожен із способів використовують на основі обстеження і аналізу стану експлуатованого фундаменту та причин необхідності підсилення

Автор проаналізував відомі методи зміцнення ґрунтів, підсилення пальових фундаментів, розробив методику та стенд для проведення лабораторних досліджень підсилення конструкцій фундаментів з використанням щобеневих елементів, влаштованих під ростверком в проміжку між палями. Проведено аналіз зарубіжних та вітчизняних робіт та публікацій по даній темі.

Автором запропоновано нові конструктивні та технологічні рішення підсилення пальових фундаментів.

В технічній частині виконано дослідження об'єкту експлуатованої будівлі житлового будинку в місті Луцьку, який отримав додаткові деформації в процесі експлуатації від локального замочування ґрунтів основи, для якого виконано архітектурно-будівельні рішення та розроблена технологічна карта на роботи з підсилення стрічкових пальових фундаментів. Розроблено заходи з охорони праці та пораховано економічну ефективність запропонованих автором рішень.

Робота відповідає виданому завданню і вимогам до магістерських кваліфікаційних робіт.

За результатами досліджень подано заявку для отримання патенту на корисну модель. Отримано позитивне рішення про видачу патенту на корисну модель «Спосіб підсилення пальового фундаменту», що підкреслює наукову новизну. Зроблено доповідь «Підсилення експлуатованих пальових фундаментів» на 53 Всеукраїнській науково-технічній конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (ВНТКП ВНТУ) з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області, 2024 р. та опубліковано її тези.

При виконанні роботи студент показав високий рівень підготовки, здатність самостійно приймати кваліфіковані інженерні рішення, проводити дослідження і аналізувати результати.

Підготовка студента Терлецького В. С. відповідає вимогам освітньої програми.

Магістерська кваліфікаційна робота заслуговує оцінку «А» (відмінно), а студент – присвоєння ступеня магістр та кваліфікації «Магістр з будівництва».

Керівник магістерської  
кваліфікаційної роботи, к.т.н., доц.



Попович М.М.