

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:

Перерозподіл зусиль між елементами кушового пальового фундаменту
в залежності від кількості палів

Виконав: студент 2 курсу, групи Б-20мз
спеціальності 192 «Будівництво
та цивільна інженерія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Шевчука Є. О.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент

(вчений ступінь, посада)

Блащук Н. В.

(прізвище та ініціали)

«13» червня 2022 р.

Опонент: к.т.н., доцент

(вчений ступінь, посада)

Степанова Н. Д.

(прізвище та ініціали)

«13» червня 2022 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри БМГА

В. В. Швець

(підпис) (прізвище та ініціали)

«13» 06 2022 року

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра Будівництва, міського господарства та архітектури
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Напрямок підготовки 19 Архітектура та будівництво
(шифр і назва)
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва)
Освітня програма Промислове та цивільне будівництво

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БМГА

Швець В.В.

"15" 06 2022 року

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА

Шевчука Євгенія Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Підсилення стрічкових фундаментів громадських будівель
набивними короткими палями

керівник роботи Блащук Н. В., к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від "24" березня 2022 року № 65

2. Строк подання магістрантом роботи 6.06.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту
проекткування, результати інженерно-геологічних вишукувань. Передбачається
проекткування житлової частини на 15 квартир багатоповерхової забудови в с. Чайки
Кисво-Святошинського району. Будівля має прямокутну форму в плані. Будівля 7-ми
поверхова. Габарити будівлі 1-4-го поверху в осях 12,0x40,12 м, 5-го поверху
12,0x34,12 м, 6-го поверху 12,0x28,12 м, 7-го поверху 12,0x22,12м. Результати
попередніх досліджень роботи кушових пальових фундаментів, 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. Науково-дослідна частина (огляд літературних джерел, побудова розрахункової
схеми роботи кушового пальового фундаменту у програмному комплексі Plaxis 3D,
планування чисельного експерименту з визначення перерозподілу зусиль між
елементами кушового пальового фундаменту при варіюванні кількості паль та
характеристик ґрунту основи, аналіз одержаних результатів, виявлення найбільш
впливових чинників на перерозподіл зусиль між ростверком та палями у складі
кушового пальового фундаменту.

2. Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту (розрахунок планувальних
відміток генплану, специфікації на збірні залізобетонні конструкції, віконні та дверні
заповнення, експлікація підлоги, теплотехнічний розрахунок).

3. Основи та фундаменти (розробка конструктивного рішення пальових фундаментів
за рекомендаціями норм та за результатами досліджень)

4. Розробка заходів з охорони праці та цивільного захисту.

5. Економічна частина (економічні розрахунки на прикладі технічного об'

Висновки

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

1. Науково-дослідний розділ – 6-8 арк. (плакати, що ілюструють результати нау дослідної роботи)

2. Архітектурно-будівельні рішення – 2 арк. (фасад, генеральний план, плани, покрівлі, розріз, вузли)

3. Основи і фундаменти – 1 арк. (план фундаментів, геологічний розріз з поса фундаментів, робочі креслення)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	викон прий
Розділ 1-3	Блащук Н.В. доц. каф. БМД	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
Технічна част.	Блащук Н.В. доц. каф. БМД	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
Економ. част.	Слажок О.І. доцент каф. БМГА	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
ОП та БМД	Поблишенко Т.М. м. м.д.н., доц.	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>

7. Дата видачі завдання 11.03.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Прим
1	Складання технічного завдання та вступу до МКР	31.01-06.02.22	
2	Науково-дослідна частина	07.02-11.03.22	
3	Архітектурно-будівельні рішення	12.03-27.03.22	
4	Основи та фундаменти	28.03-30.04.22	
5	Економічна частина	01.05-15.05.22	
6	Охорона праці та цивільний захист	16.05-30.05.22	
7	Оформлення МКР	20.05-31.05.22	
8	Подання МКР на кафедру для перевірки	01.06-05.06.22	
9	Попередній захист	01.06-07.06.22	
10	Рецензування	06.06-12.06.22	

Магістрант *[Signature]* (підпис) Шевчук Є. О. (прізвище та ініціали)
 Керівник роботи *[Signature]* (підпис) Блащук Н. В. (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 624.15

Шевчук Є. О. Перерозподіл зусиль між елементами кущового пальового фундаменту в залежності від кількості паль. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», освітня програма – «Промислове та цивільне будівництво». Вінниця : ВНТУ, 2022. 105 с.

Укр. мовою. Бібліогр.: 54 назви; рис. 30; табл. 20.

В магістерській кваліфікаційній роботі досліджена реалізація роботи ростверку і паль у складі кущового пальового фундаменту з забивних паль при різних геометричних параметрах пальового фундаменту і виду ґрунтів. Встановлено, що ступінь реалізації несучої здатності палі і ростверку у складі кущового пальового фундаменту залежить не тільки від відносної довжини і кроку паль, а й від кількості паль у складі фундаменту. Дослідження ще раз підтвердили, що визначення несучої здатності куща як суми несучих здатностей паль призводить як правило до неекономічного рішення. Із збільшенням кількості паль у групі гірше реалізують себе як палі, так і ростверк.

В технічній частині роботи розроблена конструкторська документація на житлову частину багатоповислової забудови, що виконана із залізобетонним монолітним каркасом, з стінами та перегородками з пінобетону. Розглянуті питання архітектурно-планувальних рішень, виконано проектування фундаментів та розділ охорони праці.

Магістерська кваліфікаційна робота містить 13 аркушів графічної частини.

Ключові слова: забивна паля, ростверк, кущовий пальовий фундамент, напружено-деформований стан, перерозподіл зусиль.

ABSTRACT

Shevchuk E.A. Redistribution of forces between the elements of the bush pile foundation within a single finger . Master's degree in specialty 192 - "Construction and Civil Engineering", educational program - "Industrial and Civil Engineering". Vinnytsia: VNTU, 2022. 105 p.

In Ukrainian language. Bibliographer: 54 titles; Fig. 30; table 20.

In the master's qualification work the realization of work of a grid and piles as a part of the bush pile foundation from driven piles at various geometrical parameters of the pile foundation and a kind of soils is investigated. It is established that the degree of realization of bearing capacity of a pile and a grid as a part of the bush pile foundation depends not only on relative length and step of piles, but also on quantity of piles as a part of the base. Studies have once again confirmed that determining the bearing capacity of a bush as the sum of the bearing capacity of piles usually leads to an uneconomical solution. As the number of piles in the group increases, both piles and grilles perform worse.

In the technical part of the work developed design documentation for the residential part of the multi-storey building, made of reinforced concrete monolithic frame, with walls and partitions of foam concrete. The issues of architectural and planning decisions are considered, the design of the foundations and the section of labor protection are performed.

The master's qualification work contains 13 sheets of the graphic part.

Key words: driving pile, grid, spray pile foundation, stress-strain state, redistribution of forces.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПИТАННЯ.....	7
Висновки за розділом 1	15
РОЗДІЛ 2. ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НДС СИСТЕМИ «ФУНДАМЕНТ – ПАЛІ - ОСНОВА» ДЛЯ СТОВПЧАСТОГО ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ З ЗАБИВНИХ ПАЛЬ.....	16
Висновки за розділом 2.....	19
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	20
Висновки за розділом 3	33
РОЗДІЛ 4. ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	34
4.1 Архітектурно-будівельні рішення	34
4.1.1 Вихідні дані.....	34
4.1.2 Генеральний план	34
4.1.3 Характеристика будівлі.....	36
4.1.4 Архітектурно - конструктивні рішення.....	38
4.1.5 Інженерні мережі.....	40
4.1.5.1 Водопостачання і каналізація.....	40
4.1.5.2 Електропостачання електрообладнання.....	42
4.1.6 Теплотехнічний розрахунок.....	42
4.2 Основи та фундаменти	44
4.2.1 Аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчика	44
4.2.2 Збір навантажень на фундамент по осі У, 4	44
4.2.3 Розрахунок пальового фундаменту за рекомендаціями норм.....	51
4.2.3.1 Визначення потрібної кількості паль.....	51
4.2.3.2 Розрахунок осідання пальового фундаменту	54
4.2.4 Розрахунок пальового фундаменту за результатами наукових досліджень	58
4.2.4.1 Визначення потрібної кількості паль.....	58

4.2.4.2 Розрахунок осідання пального фундаменту	59
Висновки за розділом 4.....	62
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	63
5.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць	63
5.2 Електробезпека	67
5.3 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії.....	68
5.3.1 Мікроклімат	68
5.3.2 Склад повітря робочої зони	69
5.3.3 Виробниче освітлення	70
5.3.4 Виробничий шум	71
5.3.5 Психофізіологічні фактори	72
5.4 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження безпеки роботи внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій	74
5.4.1 Дослідження безпеки роботи внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії іонізуючих випромінювань	75
5.4.2 Дослідження безпеки роботи внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії електромагнітного імпульсу	76
5.4.3 Розробка заходів з безпеки роботи елементів внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій	78
Висновки за розділом 5	79
РОЗДІЛ 6 .ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	80
6.1 Техніко-економічне порівняння варіантів фундаментів	80
Висновки за розділом 6.....	89
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	90
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	92
Додаток А.Технічне хавдання	98
Додаток Б. Протокол перевірки кваліфікаційної роботи	105

ВСТУП

Несуча здатність паль в групі може суттєво відрізнятись від несучої здатності одиночної палі (кущовий ефект). Кущовий ефект може бути як позитивним (несуча здатність групи паль більше за суму несучих здатностей одиночних паль), так і негативним (несуча здатність групи паль менше за суму несучих здатностей одиночних паль). Цей ефект залежить від відстані між палями, довжини паль та виду ґрунту.

Нормативною документацією, яка діє на території України, рекомендується враховувати сумісну роботу ростверку і паль, але не наведено яких-небудь положень і методик для його розрахунку, тому несучу здатність пальового фундаменту визначають як суму несучих здатностей паль.

Великою кількістю досліджень пальових фундаментів з забивних паль встановлено, що у складі пальового фундаменту частина навантаження передається на палі, а частина – на ростверк, навантаження між палями розподіляється нерівномірно. Чинні на території України нормативні документи рекомендують враховувати роботу ростверку як реакцію ґрунтової основи під подошвою, але і такий підхід не дозволяє адекватно врахувати роботу ростверку у складі пальового фундаменту.

Ці обставини зумовлюють доцільність та актуальність подальшого дослідження напружено-деформованого стану пальового фундаменту та його складових частин при роботі з ґрунтовою основою в залежності від різних факторів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема магістерської кваліфікаційної роботи відповідає напрямку наукової теми кафедри будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету –№6ОК1 «Дослідження напружено-деформованого стану системи будівля-фундамент-основа в цілому та окремих її елементів і інноваційних технологій комп'ютерного проектування».

Мета і задачі дослідження. Метою даного дослідження є напружено-деформованого стану кущових пальових фундаментів з забивних паль під дією вертикального навантаження при варіюванні кількості паль у групі.

Для реалізації даної мети необхідно вирішити наступні задачі:

- проаналізувати методику розрахунку, рекомендації та публікації щодо роботи кущових пальових фундаментів;

- за допомогою програмного комплексу Plaxis 3D Foundation та чисельно-математичного моделювання визначити напружено-деформований стан системи «грунтова основа – кущовий паловий фундамент»;

- визначити залежність кущового ефекту від кількості паль у складі стовпчастого палового фундаменту шляхом чисельного моделювання в програмному комплексі;

- за результатами чисельного моделювання визначити частку ростверку у несучій здатності стовпчастого палового фундаменту і ступінь реалізації несучої здатності паль.

Об'єкт дослідження – стовпчастий паловий фундамент.

Предмет дослідження – напружено-деформований стан системи «кущовий паловий фундамент - грунтова основа» при використанні різної кількості паль у складі фундаменту.

Методи дослідження. Чисельно-математичне моделювання для дослідження системи «кущовий паловий фундамент - грунтова основа»; порівняння роботи кущових пальових фундаментів з різними параметрами (різна кількість паль, ґрунтові умови).

Наукова новизна одержаних результатів. У даній роботі за результатами чисельного моделювання визначено як змінюється величина кущового ефекту для палових фундаментів з різною кількістю паль в різних ґрунтових умовах.

Практичне значення одержаних результатів. При виконанні даної роботи були визначені ступінь реалізації несучої здатності палі та частка ростверку у

несучій здатності кущового пальового фундаменту в залежності від кількості паль у його складі.

Особистий внесок магістранта. Внесок магістранта полягає у виявленні залежностей, що впливають на визначення кущового ефекту для стовпчастих пальових фундаментів.

Апробація результатів магістерської роботи. Результати магістерської кваліфікаційної роботи апробовано на LI (51-ій) науково-технічній конференції факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання, ВНТУ (березень, 2022 р.).

Публікації.

«Перерозподіл зусиль між елементами кущового пальового фундаменту в залежності від кількості паль» на LI науково-технічній конференції факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання, ВНТУ (березень, 2022 р.)

(<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2022/paper/view/15454/12981>).

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПИТАННЯ

При зведенні нових будівель і реконструкції старих в плані статичної роботи основи найбільш безпечними як для існуючих, так і для проєктованих будівель виявляються пальові фундаменти, що прорізають товщу слабких ґрунтів і спираються на відносно надійні відкладення.

Дослідженнями перерозподілу зусиль між елементами пальового фундаменту з ґрунтовими основами займалися А. О. Бартоломей, Б. В. Бахолдін, В. М. Голубков, Б. І. Далматов, Н. М. Дорошкевич, Є. Е. Девальтовский, В. В. Знаменський, Ф. К. Лапшин, В. Н. Морозов, І. В. Песков, І. І. Сахаров, В. О. Сернов, В. Д. Яблочков і багато інших вчених.

Переважна кількість робіт присвячена роботі у групах забивних паль, а при розгляді пальових груп аналізується робота пальових кушів. Робота бурових паль розглядається, як правило, у складі пальово-плитних фундаментів.

Дослідження пальових кушів з забивних паль у роботах Дорошкевич Н. М. [1, 2] показали, що ростверк включається в роботу після певного обтиснення верхніх шарів ґрунту, через підшву ростверку основі передається 10-20% загального навантаження на фундамент; ґрунт у міжпальовому просторі переміщується разом з палями, тому опір тертю на бічній поверхні внутрішніх паль не значний.

У слабких глинистих ґрунтах були проведені натурні випробування кушових пальових фундаментів Сальніковим Б. О. [3, 4], Знаменським В. В. [5, 6], Сірожиддіновим З. [7] у 70 – 80-х р.р. минулого сторіччя. Було встановлено, що несучу здатність ростверку не можна визначати як різницю несучої здатності фундаментів з низьким і високим ростверком, оскільки ростверк не тільки сприймає частину навантаження, а і частково знижує сили тертя по бічній поверхні паль. Тому при невеликих відстанях між палями в кушах з забивних паль сукупний вплив низького ростверку на роботу фундаменту

несуттєвий. Загалом на включення у роботу ростверку впливає відстань між палями та їх довжина.

Проведені пізніше дослідження пальових кущів з забивних паль Бартоломея А. О. [8], Васильченко А. В. [9], Бахолдіна Б. В. та Разводовського Д. Є. [10], Рузаєва А. М. [11] встановили закономірності впливу низького ростверку на несучу здатність фундаменту в залежності від основних факторів (відносна відстань між палями та відносна довжина паль) та жорсткості ростверку, виду і щільності ґрунтів під ростверком та під нижніми кінцями паль, кількості паль у групі.

Цілим рядом дослідників експериментально встановлений факт нерівномірного розподілу навантаження між палями куща. Дослідження Бартоломея А. О. [8], Василенко А. Ю. [12], Юшкова Б. С. [13], Вітакера [14], Л. Д. Козачка [15], Є. Е. Девальтовського [16], Титка О. В. [17], Сернова В. А. [18] показують, що центральні палі несуть менше навантаження, ніж кутові. Це свідчить про нерівномірність розподілу навантаження в групі паль при однаковому осіданні.

Останнім часом з'явилися роботи, в яких розглядається позитивний вплив тиску під ростверком на несучу здатність палі у групі.

У дисертації Кравченко П. А. [19] проведені маломасштабні модельні дослідження одиночної палі і палі у складі куща з 4 паль. Для пальового фундаменту відношення долі навантаження, що сприймається палями, до повного навантаження 21-24%. Експериментально встановлений ефект збільшення несучої здатності палі у складі фундаментів (рис. 1.1). Несуча здатність паль по мірі навантаження фундаменту збільшується у порівнянні з несучою здатністю, визначеною для одиночної палі.

На думку автора дисертації [19] збільшення несучої здатності паль пов'язане з розвитком напружень в масиві ґрунту, що збільшують опір під нижнім кінцем і по боковій поверхні палі. При цьому в підсиленому фундаменті несуча здатність палі в 2,5 рази більша несучої здатності одиночної

палі, в пальному фундаменті – в 3 рази. Больше значення несучої здатності палі в пальному фундаменті у порівнянні з підсиленним фундаментом може бути пояснено більшим ущільненням і, відповідно, більшим збільшенням опору ґрунту під нижнім кінцем палі.

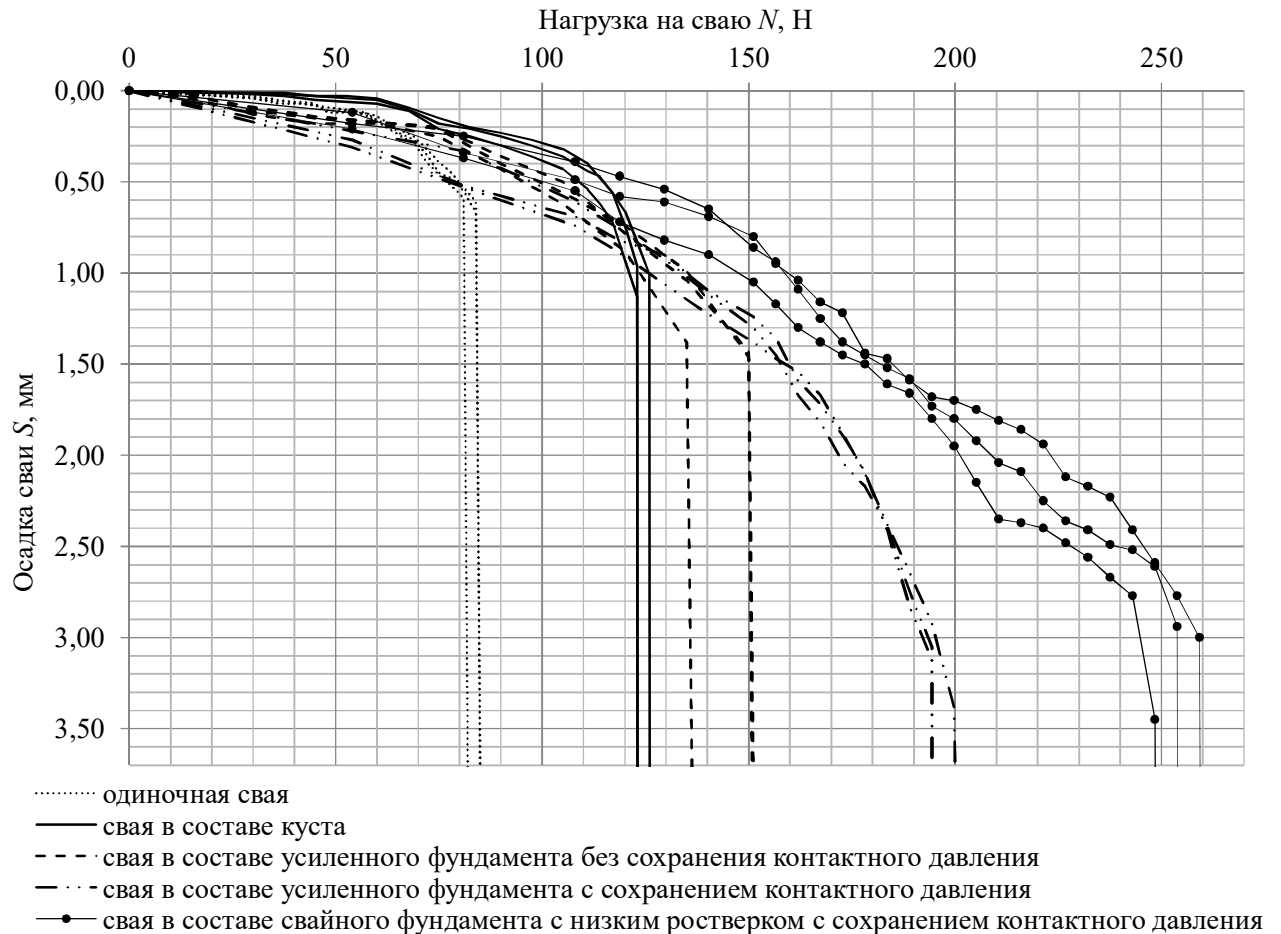


Рисунок 1.1 – Співставлення результатів випробування паль в різних умовах роботи [19]

Експериментальні дослідження показали, що суттєве зростання несучої здатності паль у кущі у порівнянні з несучою здатністю одиночної палі спостерігається в умовах навантаженого фундаменту. Тиск по подошві ростверка спричинює розвиток додаткових напружень в масиві ґрунту, що зумовлюють збільшення розрахункового опору ґрунту на боковій поверхні і під нижнім кінцем палі. Урахування цього фактору в інженерних розрахунках дозволить більш адекватно визначати несучу здатність пальових груп.

Алехин В. С. [20] виконав оцінку несучої здатності паль у складі фундаментів. У цій роботі виконується з припущення, що за рахунок додаткових напружень по бічній поверхні і в рівні нижнього кінця паль, спричинених навантаженням від ростверку і взаємним впливом паль, створюється ефект «обтиснення» ствола палі, що збільшує тертя по бічній поверхні і опір під нижнім кінцем палі. Таким чином не тільки ґрунт під ростверком додає опору вертикальним навантаженням, а і палі у складі фундаменту краще себе реалізують.

В роботі Давлатова Д. Н. [21] виконане дослідження на маломасштабних моделях впливу збільшення тиску під ростверком пальово-плитного фундаменту на несучу здатність фундаменту. Збільшення тиску під ростверком моделювалось шляхом опресовування контактного шару ґрунтової основи під ростверком. Встановлено, що для маломасштабних моделей застосування опресовування величиною до $p_{\text{опр.}} = 0,4p_{\text{сер.}}$ дозволяє забезпечити зниження кінцевого осідання моделі з опресовуванням до 1,4 раза у порівнянні з моделлю без опресовування (рис. 1.2, 1.3). Сумарний ефект від підвищення тиску під ростверком пояснюється підвищенням несучої здатності паль за рахунок обтиснення ґрунту навколо та зменшення стисливості ґрунту.

Отже досліди, проведені у [21] підтверджують, що включення в роботу ґрунту під ростверком призводить до збільшення несучої здатності паль.

Роботи з дослідження пальових фундаментів різних видів проводяться при кафедрі “Будівництва, міського господарства та архітектури” Вінницького національного технічного університету з 1980 року. Аль-Хасауні Аднан проводив статичні випробовування полунатурних пальових груп з паль довжиною 3 м перерізом 120x120 мм [22]. Вимірювалися зусилля, які приходяться на кожну палю в групі при різних ступенях загального навантаження на групу. Навантаження, яке приходиться на кожну палю, залежить від розташування палі в групі, відносного занурення палі, величини навантаження на групу при заданих ґрунтових умовах та жорсткості ростверку.

В більшості випадків максимальне навантаження, в момент втрати несучої здатності групи, приходиться на центральну палю, а в початковій стадії навантаження більшу частину загального навантаження сприймають кутові палі.

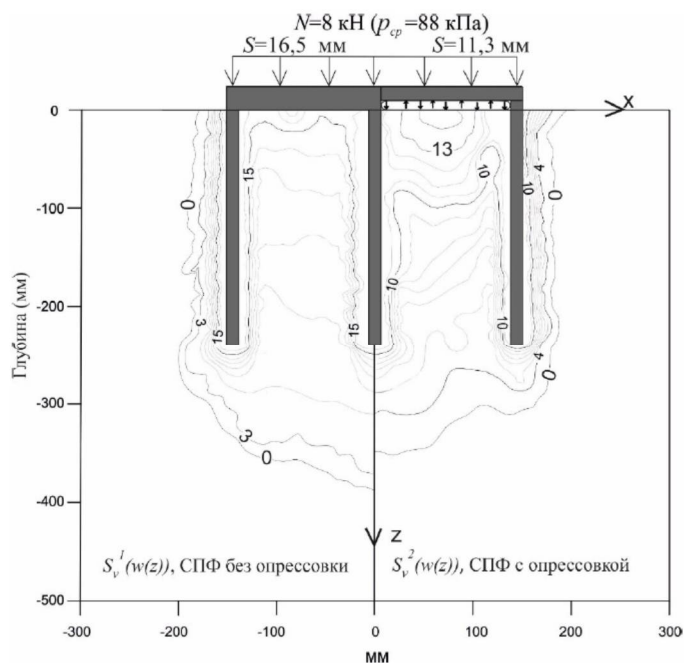


Рисунок 1.2 – Ізополя вертикальних переміщень моделі без опресовування та з опресовуванням [21]

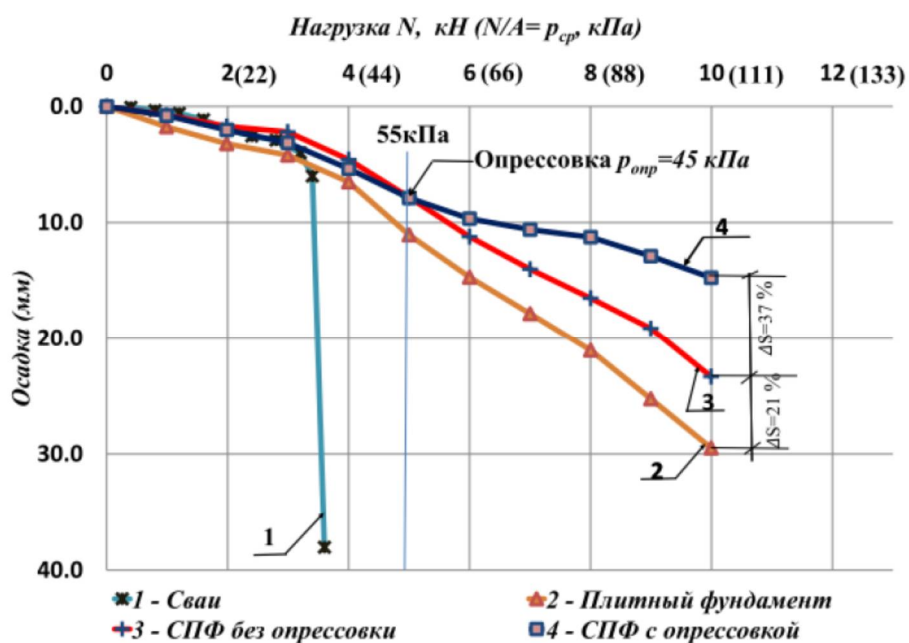


Рисунок 1.3 – Залежність осідання від навантаження фундаменту для досліджуваних моделей [21]

У 2013 р. Блащук Н. В. захистила дисертацію на тему «Урахування роботи ростверку у складі стрічкових пальових та підсилених палями фундаментів» [23]. Автором розглянуто залежність частки навантаження, що сприймається ростверком у стрічковому пальовому фундаменті, від різних факторів, а саме: довжини паль, розміру поперечного перерізу, кроку паль в поздовжньому напрямку та відстані між рядами паль, фізико-механічних характеристик ґрунту.

У роботі Чобанової К. А. [24] розглянуто чисельне моделювання методом скінченних елементів сумісної роботи паль та ростверку у складі стовпчастого пальового фундаменту. Отримана залежність частки навантаження, яка сприймається ростверком від міцнісних характеристик ґрунту.

Вплив ростверку на характер передачі навантаження на ґрунтову основу пальового фундаменту й відповідно його осідань залежить не тільки від його розмірів, жорсткості, а й від кількості паль. Проведення експериментальних натурних досліджень такого впливу є складним і дорогим. Альтернативним способом розв'язання цієї проблеми є застосування комп'ютерного моделювання, що базується програмах, які описують нелінійну поведінку ґрунту.

На сьогоднішній день всі аналітичні рішення, що використовуються для визначення напружень і переміщень в ґрунтовій товщі, будуються на теоріях лінійно деформованого стану. У зв'язку з великими математичними труднощами, область застосування аналітичних методів досить сильно обмежена. При моделюванні фактичних характеристик ґрунтів і граничних умов, наприклад в неоднорідних основах, які найбільш часто зустрічаються при вирішенні більшості задач будівництва фундаментів, отримання аналітичних рішень стає важкою задачею. У зв'язку з цим на тлі рішення основних задач теорії пружності та пластичності, а також їх вирішення чисельними методами, перспективність вирішення таких завдань при дослідженні напружено-деформованого стану основ і фундаментів значно збільшилася.

Одним з найпоширеніших і найбільш ефективних можна відзначити метод кінцевих елементів (МКЕ). Серед усіх його переваг можна виділити наступні: гнучкість і різноманітність сіток, простота обліку граничних умов, можливість застосування стандартних прийомів побудови дискретних задач для довільних областей, і т.д. Крім цього, математичний аналіз МКЕ досить простий, а його методи можна використовувати в більш широкій області вихідних задач, і оцінка похибок одержуваних рішень виконується при менш жорстких обмеженнях. Таким чином, МКЕ на сьогодні є одним з найефективніших методів вивчення НДС при вирішенні різних завдань механіки ґрунтів.

МКЕ знайшов застосування в різних дослідженнях, де він удосконалювався і освоювалися нові галузі застосування. Так розвитку МКЕ стосовно до прикладних задач геомеханіки присвячені роботи наступних авторів: Л. А. Бартоломея [8], А. К. Бугрова [32], Ю. Л. Віннікова [33], С. С. В'ялова [25], А. Л. Гольдина, А. Л. Готман [26] М. М. Дубини [27], Ю. К. Зарецького [28], О. Зенкевича [29, 30], А. В. Пілягіна [31].

Результатами експериментальних досліджень впливу низького ростверку на роботу пальового фундаменту різних авторів [8, 12-13, 15, 18], а також даними фізичного моделювання роботи пальового фундаменту та паль на маломасштабних моделях [19-21] встановлено, що одним з факторів, які впливають на розподіл навантаження між елементами пальового фундаменту, є їхня кількість у групі.

Метою роботи є дослідження впливу кількості паль на сумісну роботу забивних паль і ростверку у складі стовпчастого пальового фундаменту.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні задачі:

- шляхом чисельного моделювання, в якому використовується пружно-пластична модель ґрунту, методом скінчених елементів (МСЕ) проаналізувати напружено-деформований стан систем «ростверк - забивні палі – основа»;

- - виявити вплив геометричних параметрів пальових фундаментів, зокрема кількості паль у групі, на перерозподіл зусиль між їх елементами при моделюванні методом скінчених елементів;

- - виявити вплив фізико-механічних характеристик основи на реалізацію несучої здатності ростверку і паль у складі пальових фундаментів при моделюванні методом скінчених елементів;

В даній науковій роботі проведено:

- моделювання роботи пальових фундаментів з забивних паль сталої довжини. При моделюванні варіювалась кількість паль у групі, відстань між палями приймалась рівною $3d$ (d – розмір поперечного перерізу палі);

- моделювання роботи одиночних паль;

- моделювання ростверків різних розмірів як фундаментів мілкового закладання;

- при моделюванні розглядались два варіанти ґрунтових умов: однорідний піщаний ґрунт та однорідний глинистий ґрунт;

- для кожного куща паль визначена залежність осідання від навантаження;

Для математичного моделювання роботи пальових фундаментів використано програмний продукт Plaxis 3D Foundation, який базується на використанні чисельного методу скінчених елементів. При розрахунку використовувалась модель ґрунтів Кулона-Мора.

Розрахунковий комплекс Plaxis являє собою цільовий пакет геотехнічних програм для скінченно-елементного аналізу напруженого стану системи «будівля–основа» в плоскій і просторовій постановці. Всі моделі матеріалів, що використовуються, базуються на залежності між швидкістю зміни ефективних деформацій і швидкістю проходження деформацій.

Висновки за розділом 1

Великою кількістю досліджень пальових фундаментів з забивних паль встановлено, що у складі пальового фундаменту частина навантаження передається на палі, а частина – на ростверк, навантаження між палями розподіляється нерівномірно.

Чинні на території України нормативні документи рекомендують враховувати роботу ростверку як реакцію ґрунтової основи під подошвою, але і такий підхід не дозволяє адекватно врахувати роботу ростверку у складі пальового фундаменту.

РОЗДІЛ 2. ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НДС СИСТЕМИ «ФУНДАМЕНТ – ПАЛІ - ОСНОВА» ДЛЯ СТОВПЧАСТОГО ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ З ЗАБИВНИХ ПАЛЬ

Програма визначення навантаження, яке сприймається окремими елементами у складі стовпчастого пальового фундаменту передбачає:

- створення розрахункової схеми пальового фундаменту під колону з варіюванням кількості паль;

- прикладання навантаження до розрахункової схеми пальового фундаменту;

- побудова графіків осідання – навантаження;

- для визначення навантаження, яке сприймає плита ростверку, визначається реактивний опір ґрунту піж підшовою ростверку.

При математичному моделюванні були прийняті такі передумови:

- модель ґрунту – пружно-пластична модель Кулона-Мора;

- модель пальового фундаменту під колону – ростверки товщиною 0,9 м різних розмірів в залежності від кількості паль, палі поперечного перерізу 0,3 x 0,3 м довжиною 9,0 м; крок паль 3d;

- за несучу здатність групи паль приймалось навантаження, яке сприймає група при осіданні 100 мм;

- величина навантаження, яка сприймається плитою ростверку, розраховується як добуток реактивного опору ґрунту, який знаходиться під підшовою ростверку, на площу ростверку (без врахування площі паль);

- величина навантаження, яка сприймається палями, розраховується як різниця загального навантаження на стовпчастий палевий фундамент і величини навантаження, яка сприймається плитою ростверку.

Моделювання сумісної роботи ростверку і паль планується на однорідній піщаній або глинистій основі.

Характеристики піщаного ґрунту: пісок дрібний, $\gamma = 18,6 \text{ кН/м}^3$, $e = 0,67$, $c = 2 \text{ кПа}$, $\varphi = 32^\circ$, $E = 28 \text{ МПа}$.

Характеристики глинистого ґрунту: суглинок тугопластичний, $\gamma = 18,7 \text{ кН/м}^3$, $c = 23 \text{ кПа}$, $\varphi = 21^\circ$, $\nu = 0,35$, $E = 14 \text{ МПа}$

Схеми розміщення паль в ростверках наведені на рис. 1.4. Програму моделювання наведено в табл. 1.

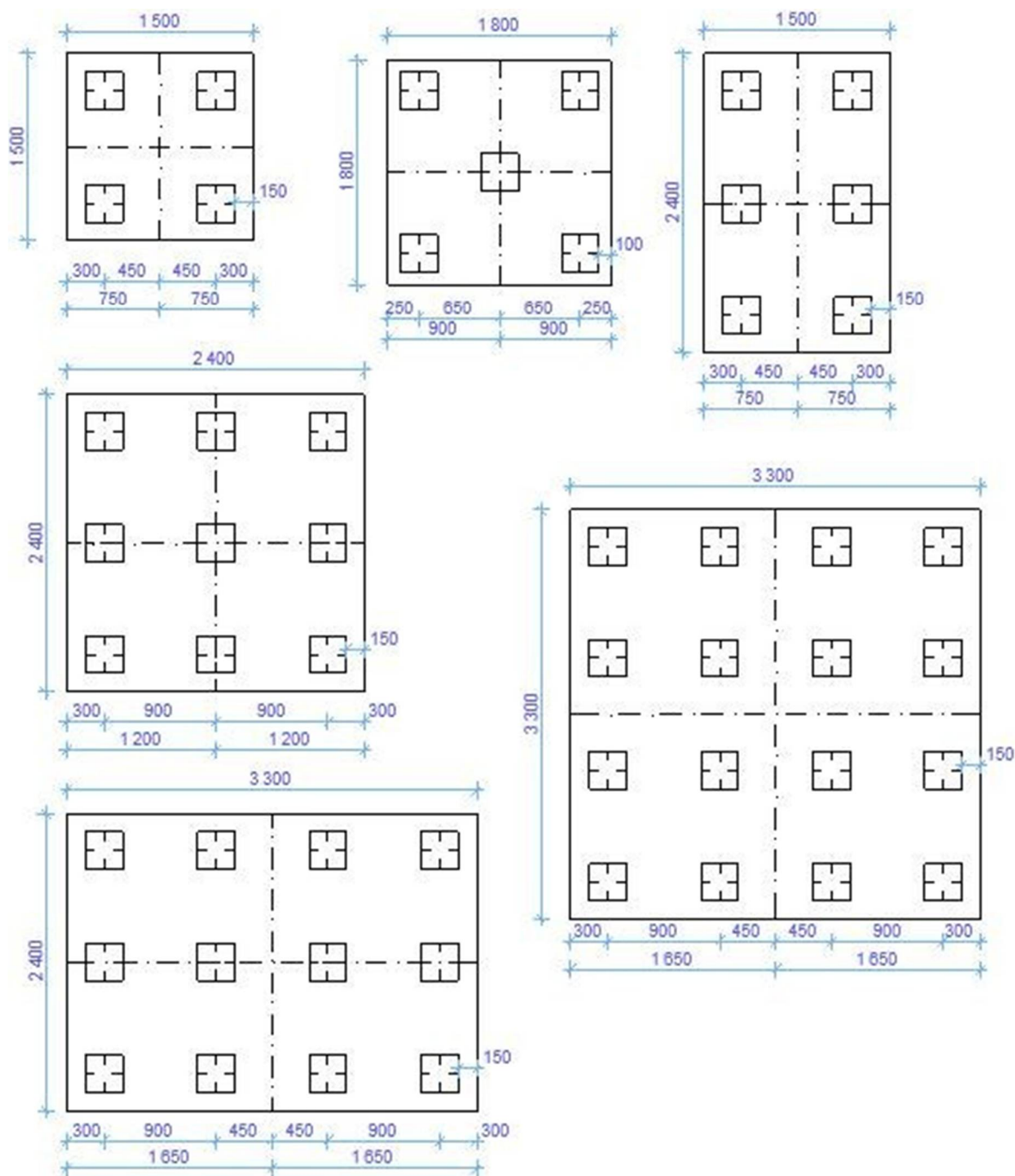


Рисунок 1.4 - Схеми розміщення паль в ростверках

Таблиця 1.1 – Програма математичного моделювання роботи пального фундаменту з палів довжиною 9 м з поперечним перерізом $d = 0,3$ м. Крок палів $3d$

Група дослідів	Кількість палів	Розмір ростверку в плані	Вид ґрунту
Пальові фундаменти	4	1,5x1,5 м	піщаний
			глинистий
	5	1,8x1,8 м	піщаний
			глинистий
	6	1,5x2,4 м	піщаний
			глинистий
	9	2,4x2,4 м	піщаний
			глинистий
	12	2,4x3,3 м	піщаний
			глинистий
	16	3,3x3,3 м	піщаний
			глинистий
Ростверки як фундаменти мілкового закладання	-	1,5x1,5 м	піщаний
			глинистий
	-	1,8x1,8 м	піщаний
			глинистий
	-	1,5x2,4 м	піщаний
			глинистий
	-	2,4x2,4 м	піщаний
			глинистий
	-	2,4x3,3 м	піщаний
			глинистий
	-	3,3x3,3 м	піщаний
			глинистий

Додатково до програми моделювання включені дослідження роботи одиночних палів довжиною 9 м в піщаному та глинистому ґрунті.

Висновки за розділом 2

Була складена програма математичного моделювання роботи кущового пальового фундаменту, на основі якого буде проводитись оцінка перерозподілу зусиль між елементами фундаменту при різній кількості паль у його складі.

Програма передбачає дослідження кущових пальових фундаментів, одиночних паль та фундаментів мілкового закладання, які за розмірами відповідають ростверкам кущових пальових фундаментів.

РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

При розв'язанні поставлених задач були використані результати математичного моделювання пального фундаменту із забивних паль за допомогою програмного комплексу Plaxis 3D Foundation, який достатньо коректно моделює роботу паль в ґрунті. Розглянуті варіанти куців паль з різною кількістю у групі у двох видах ґрунтів.

Для проведення моделювання були прийняті забивні палі із бетону C20/25 (B25), довжиною 9 м, поперечним перерізом 0,3х0,3 м.

Розміри змодельованого ґрунтового масиву для максимального зменшення впливу крайових ефектів на осідання палих фундаментів прийняті в плані 30х30 м та по глибині 40 м. Одна з побудованих моделей ґрунтового масиву та розрахункові моделі стовпчастого пального фундаменту при різній кількості паль у групі зображені на рисунках 1.5 та 1.6.

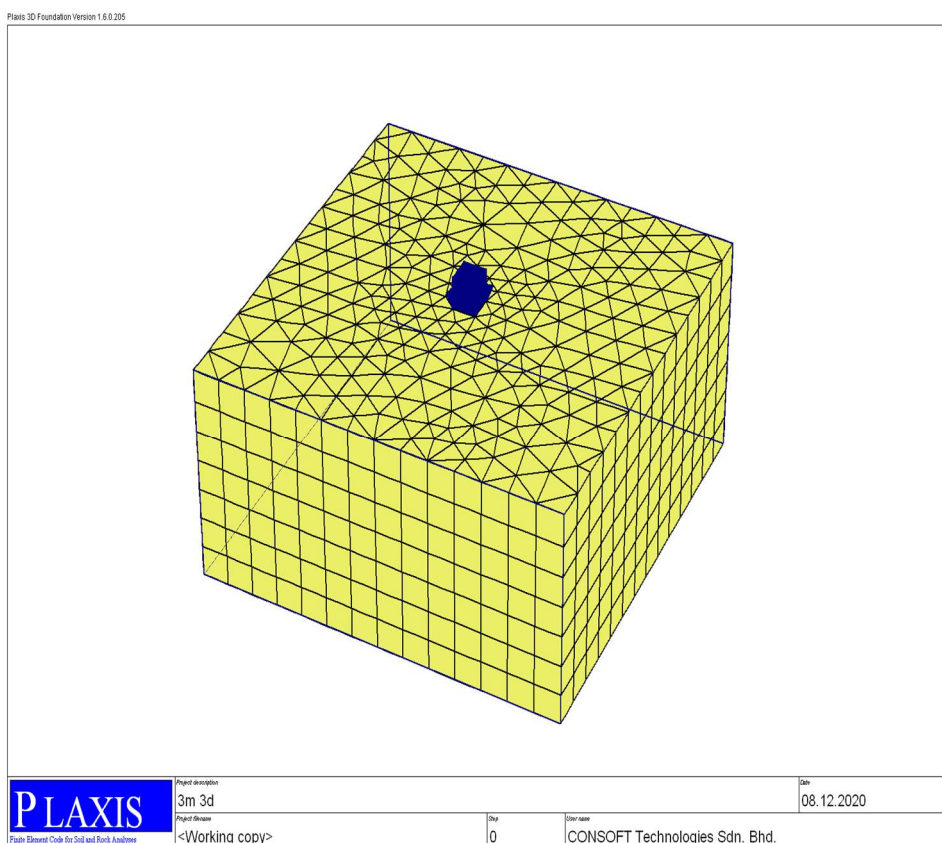


Рисунок 1.5 – Розрахункова модель ґрунтового масиву

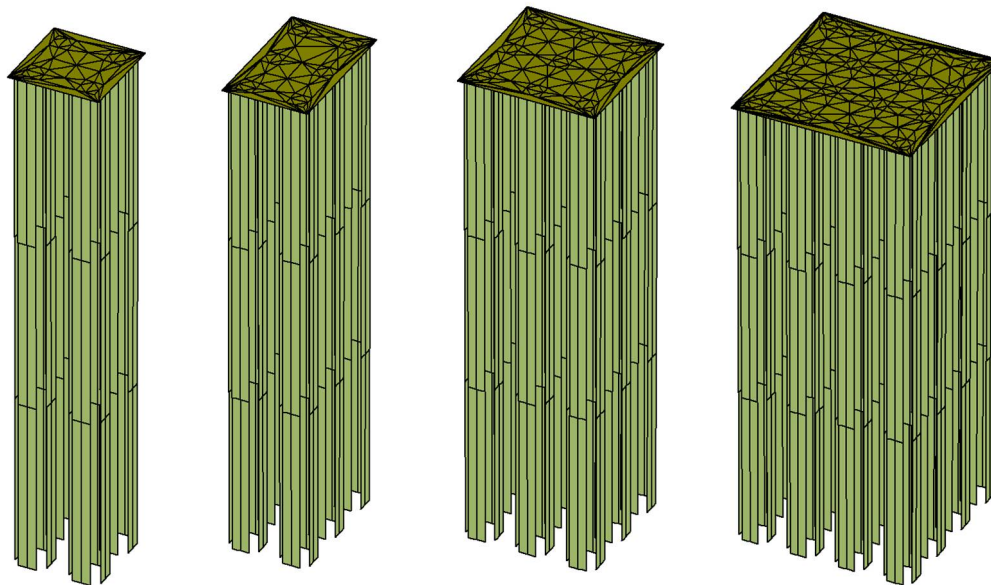


Рисунок 1.6 – Розрахункові моделі стовпчастого пальового фундаменту при 4, 6, 9 та 16 палях у групі

При моделюванні роботи пальового фундаменту були враховані наступні фази роботи:

- робота ґрунтової товщі без фундаментів (початкова фаза);
- влаштування стовпчастого пальового фундаменту (перша фаза);
- робота стовпчастого пальового фундаменту під дією вертикального навантаження (друга фаза).

Величина навантаження на моделі збільшувалась до тих пір, поки величина осідання не становила 10 см.

На рис. 7-8 для прикладу зображені мозаїки вертикальних деформацій ґрунту при навантаженні пальових фундаментів з 4, 6 та 9 паль у піщаному та глинистому ґрунтах.

При постійному кроці паль $3d$ напруження розподіляється по всій довжині паль, включаючи в роботу міжпальовий простір, але це включення залежить від кількості паль у групі. Як бачимо, при малій кількості паль ґрунт міжпальового простору менше включається у роботу. Переміщення ґрунту відбувається під ростверком і в зоні нижніх кінців паль. При збільшенні кількості паль інтенсивність переміщення ґрунту в міжпальовому просторі збільшується і

наближається до величини переміщень ґрунту під ростверком. Таким чином при великій кількості паль весь ґрунтопальовий починає переміщуватись як єдине ціле. Виходячи з цього можна припустити, що палі в середині куца з великою кількістю паль не можуть повністю реалізувати свою несучу здатність і ефективність роботи паль в групі із збільшенням кількості паль буде знижуватись.

Порівняння мозаїк вертикальних деформацій для піщаних і глинистих ґрунтів на рис. 1.7 та 1.8 свідчить про однаковий якісний характер втягування міжпальового простору в роботу групи. Тобто загальна закономірність зменшення реалізації несучої здатності паль при збільшенні їх кількості в групі залишається незмінною незалежно від виду ґрунту.

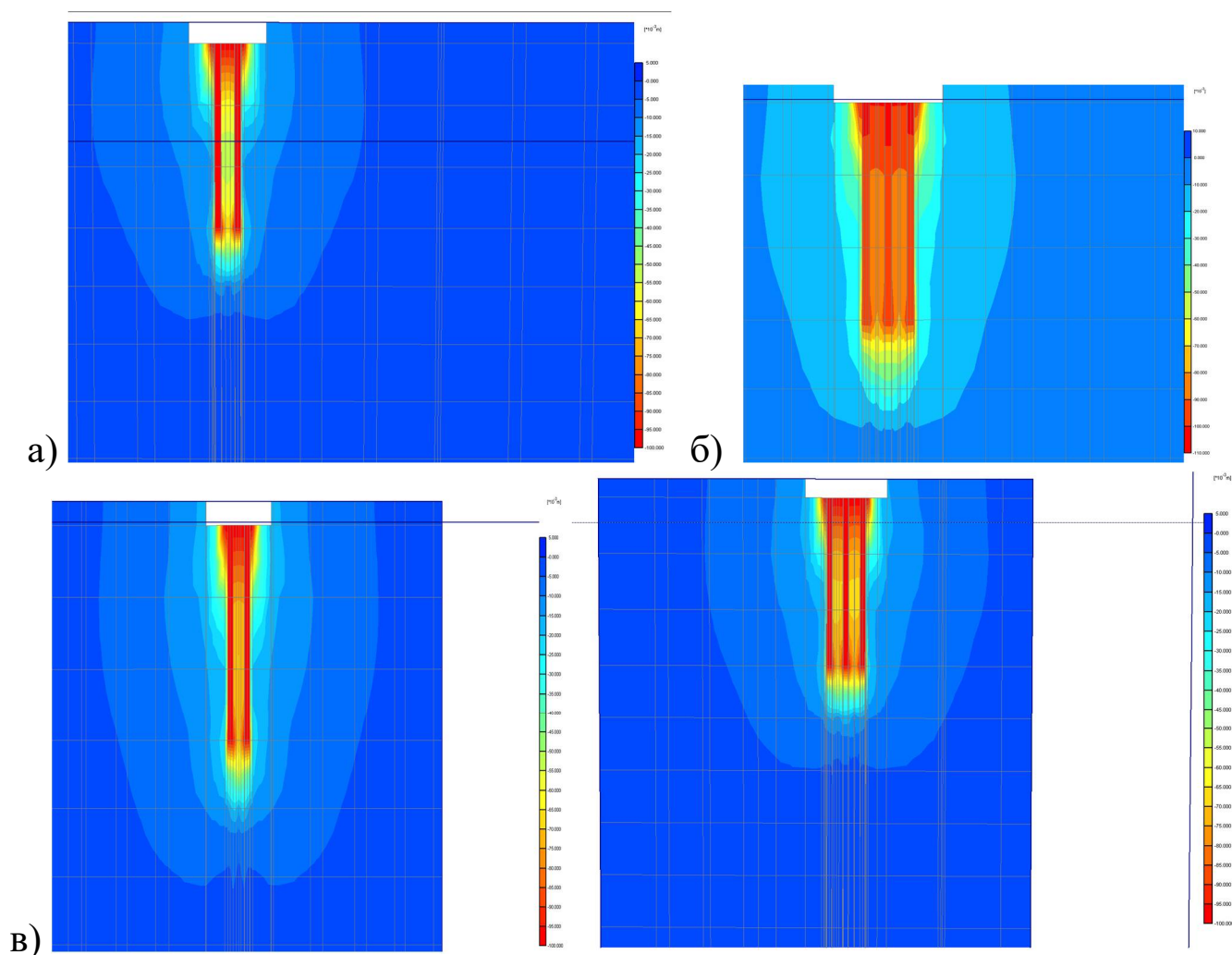


Рисунок 1.7 – Мозаїки вертикальних деформацій ґрунту при навантаженні пальових фундаментів з кількістю паль: а) 4 шт; б) 9 шт; в) 6 шт для піщаного ґрунту

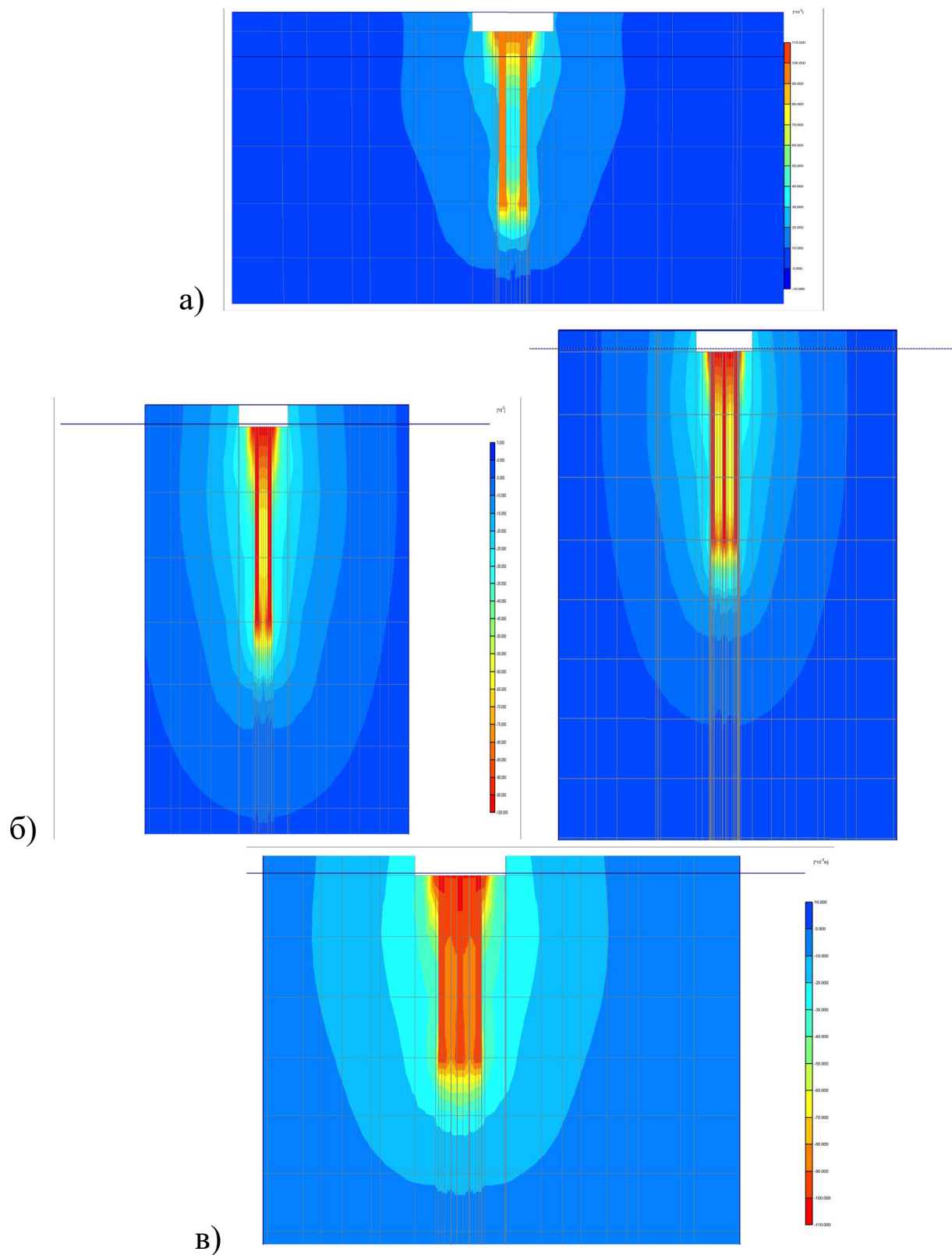


Рисунок 1.8 – Мозаїки вертикальних деформацій ґрунту при навантаженні пальових фундаментів з кількістю паль: а) 4 шт; б) 6 шт; в) 9 шт. для глинистого ґрунту

На рис. 1.9 – 1.10 представлені результати графіків залежності осідання-навантаження, визначених математичним моделюванням для дослідних пильових фундаментів.

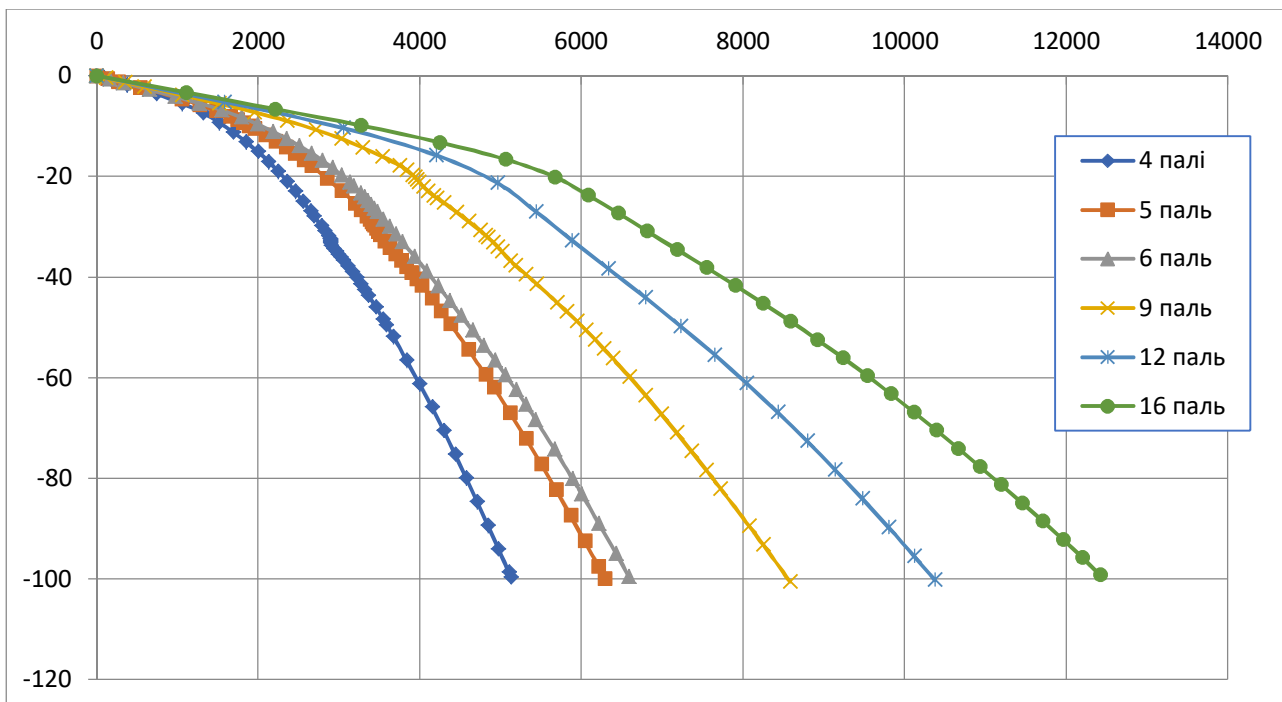


Рисунок 1.9 – Графіки залежності навантаження – осідання для пильових фундаментів у піщаному ґрунті

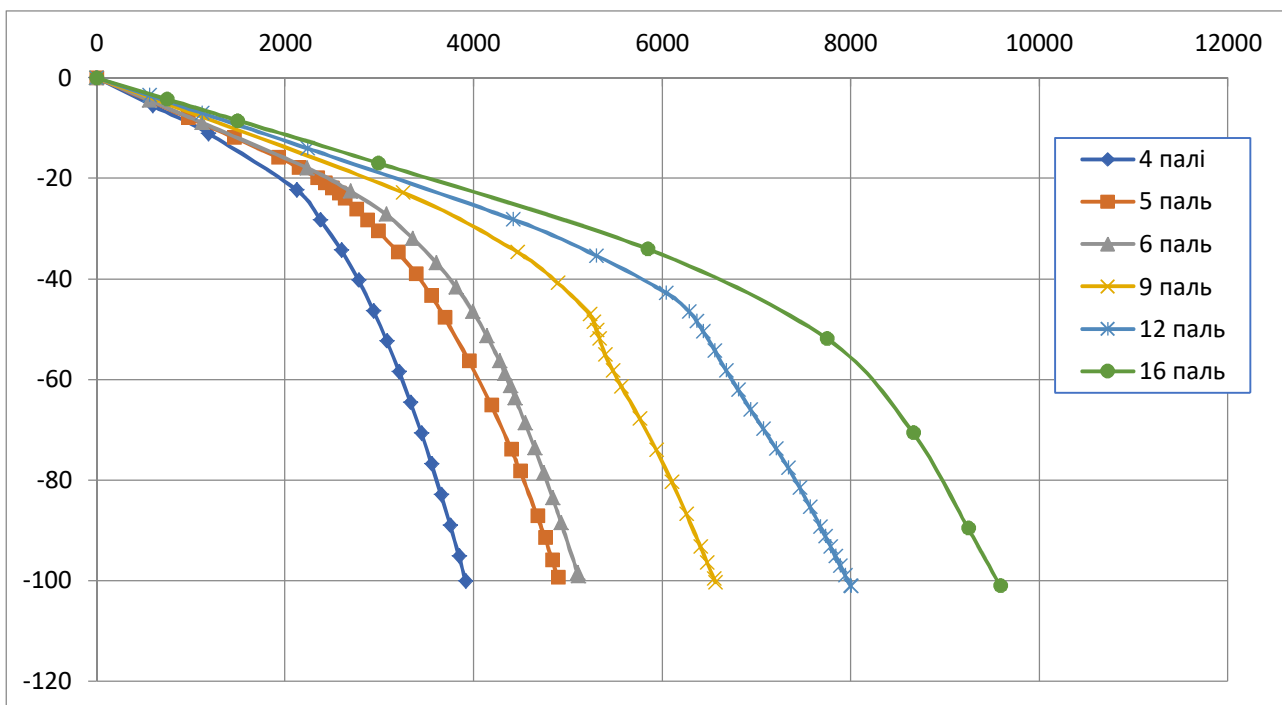


Рисунок 1.10 – Графіки залежності навантаження – осідання для пильових фундаментів у глинистому ґрунті

На рис. 1.11 наведена залежність несучої здатності куща від кількості паль в групі при різних ґрунтах (за несучу здатність взяте навантаження при осіданні куща 100 мм).

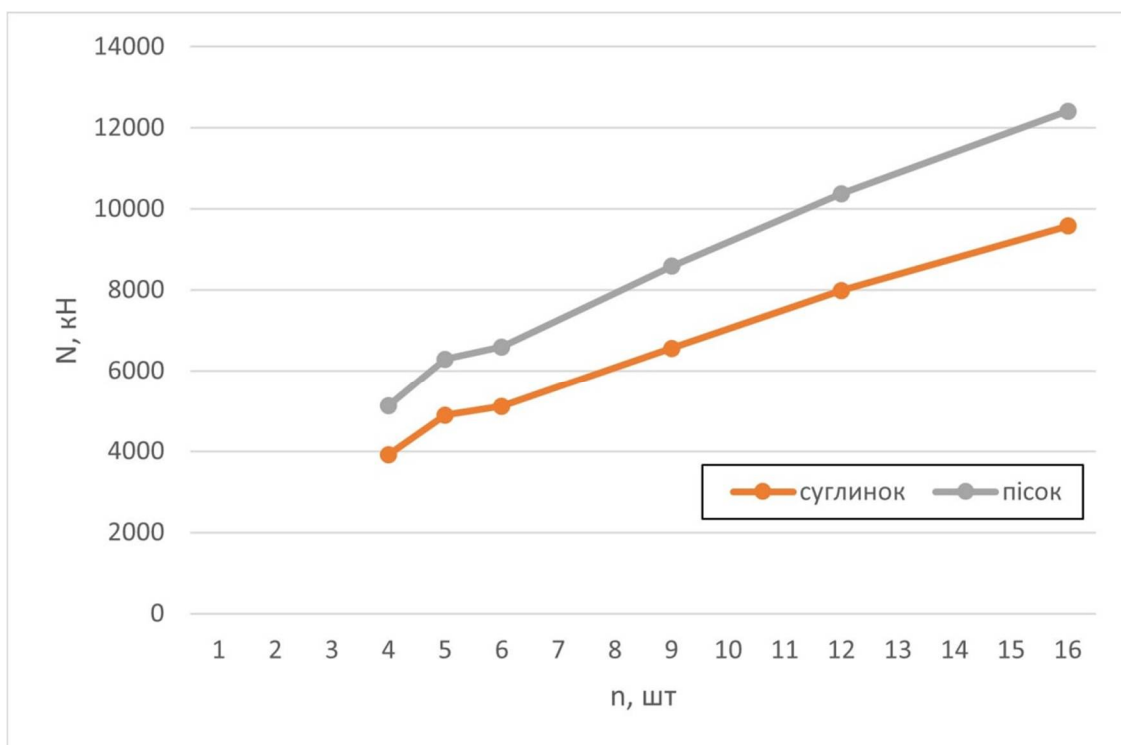


Рисунок 1.11 – Графіки залежності несучої здатності куща від кількості паль в групі при різних ґрунтах

З рисунків видно, що збільшення кількості паль в групі призводить до збільшення її несучої здатності, але це збільшення не пропорційне збільшенню кількості паль. Це ще раз підтверджує гіпотезу про неповну реалізацію тертя по бічній поверхні паль у кущах з великою їх кількістю.

Для кращого аналізу перерозподілу зусиль між елементами груп паль, було виконане моделювання одиночних паль та ростверків як фундаментів мілкового закладання.

На рис. 1.12 представлені графіки залежності осідання-навантаження для одиночних паль довжиною 9 м в різних ґрунтових умовах.

На рис. 1.13, 1.14 представлені графіки залежності осідання-навантаження для ростверків, як фундаментів мілкового закладання в піщаному та глинистому ґрунтах.

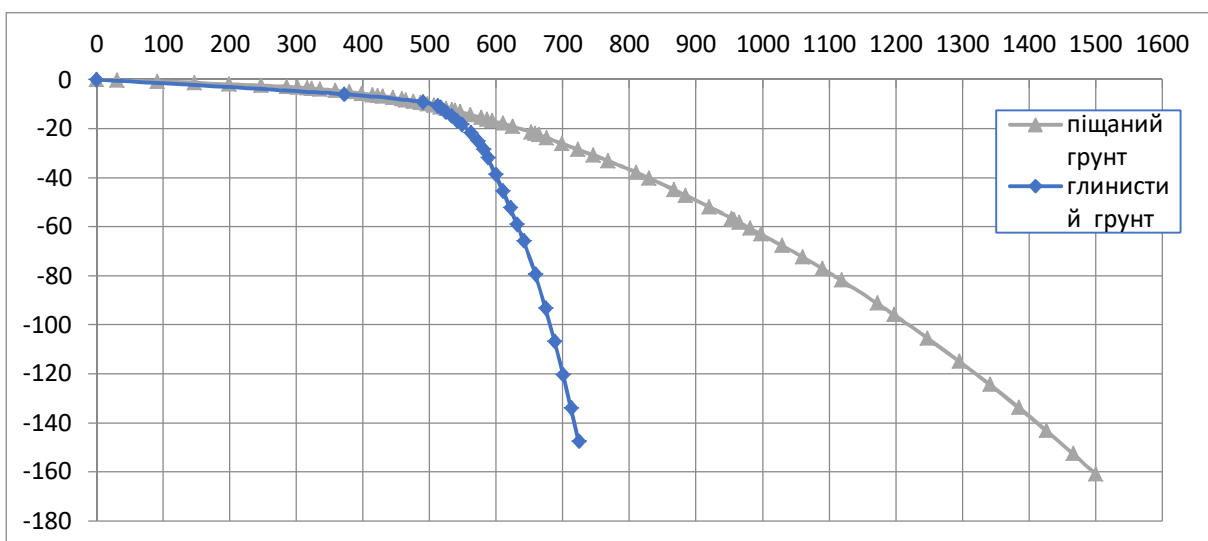


Рисунок 1.13 – Графік залежності осідання – навантаження для одиночних паль довжиною 9 м в різних ґрунтових умовах

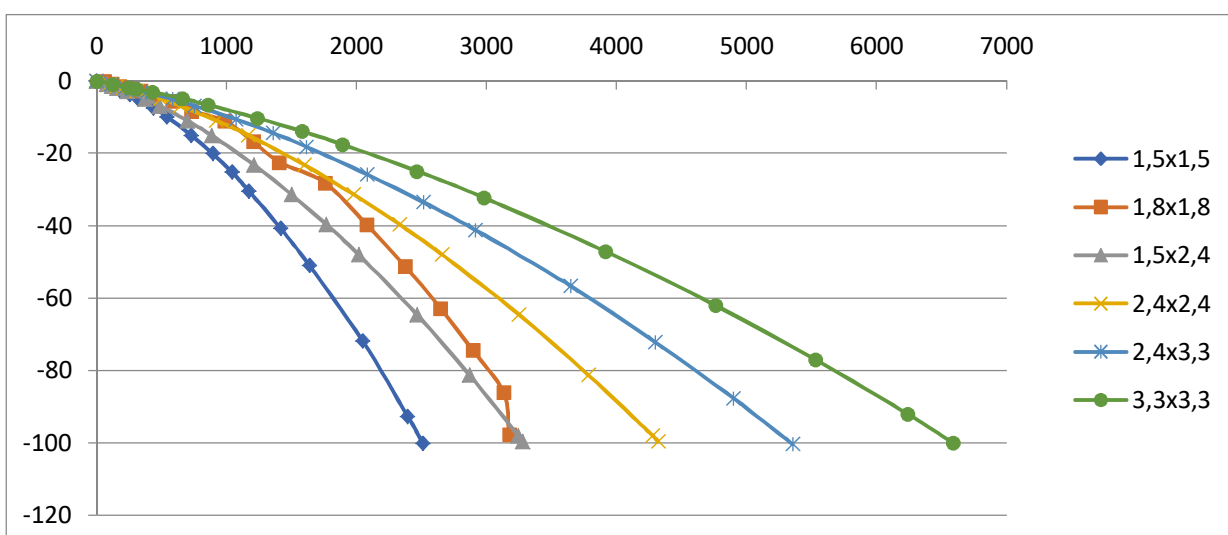


Рисунок 1.14 – Графіки залежності осідання – навантаження для ростверків, як фундаментів мілкового закладання, в піщаному ґрунті

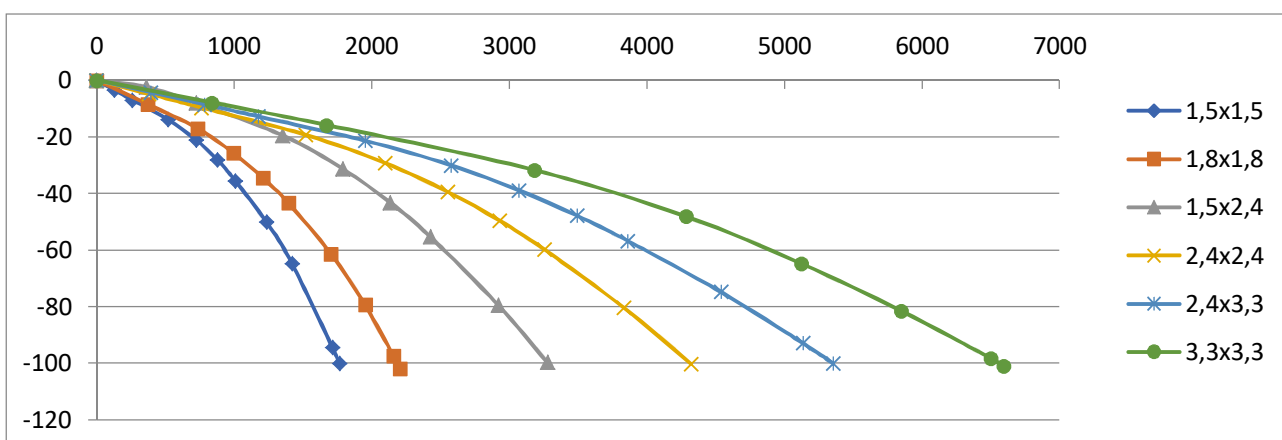


Рисунок 1.15 – Графіки залежності осідання – навантаження для ростверків, як фундаментів мілкового закладання, в глинистому ґрунті

Результати моделювання наведено в таблиці 1.2. В останньому стовпчику таблиці 1.2 несуча здатність куца представлена як сума несучих здатностей окремих його елементів. Несуча здатність ростверків як фундаментів мілкового закладання визначена при осіданні 100 мм.

Несуча здатність одиночних паль згідно з рис. 1.9 прийнята на межі пропорційності залежності осідання – навантаження. Отже для палі у піщаному ґрунті несуча здатність $N_{од} = 830$ кН, для палі у глинистому ґрунті $N_{од} = 600$ кН.

Таблиця 1.2 - Результати моделювання стовпчастих пальових фундаментів

Вид ґрунту	Кількість паль	Несуча здатність при $S = 100$ мм					
		Несуча здатність куца, кН	Σ несуча здатність одиночних паль, кН	Кущовий ефект	Несуча здатність ростверку як фундаменту мілкового закладання, кН	Тиск під подошвою ростверку як фундаменту мілкового закладання, кПа	Σ несуча здатність паль+ростверк
Піщаний	4 шт.	5130	3320	1,54	2508	1115	5828
	5 шт.	6286	4150	1,51	3175	980	7325
	6 шт.	6588	4980	1,32	3276	910	8256
	9 шт.	8582	7470	1,15	4320	750	11790
	12 шт.	10375	9960	1,04	5350	675	15310
	16 шт.	12415	13280	0,93	6590	605	19870
Глинистий	4 шт.	3915	2400	1,63	1764	784	4164
	5 шт.	4892	3000	1,63	2200	679	5200
	6 шт.	5112	3600	1,42	3280	911	6880
	9 шт.	6560	5400	1,21	4320	750	9720
	12 шт.	7990	7200	1,11	5350	675	12550
	16 шт.	9580	9600	0,99	6588	607	16188

З таблиці 1.2 видно, що у більшості випадків сума несучих здатностей паль як одиночних менше за несучу здатність групи. Виключення складають лише кущі з найбільшою кількістю паль.

Кущовий ефект (відношення несучої здатності групи до суми несучих здатностей паль) складає від 0,93 до 1,63. Для кущів з 16 паль як в піщаному, так і в глинистому ґрунті кущовий ефект при кроці паль 3d може бути негативним і складає від 0,93 до 0,99. Кущ несе менше навантаження ніж сума несучих здатностей 9 м паль при їх кількості 16 шт., тобто при частому їх розташуванні у великому масиві.

Дослідження ще раз підтвердили, що визначення несучої здатності куща як суми несучих здатностей паль призводить як правило до неекономічного рішення.

Визначати несучу здатність пального фундаменту як суму несучих здатностей одиночних паль і ростверку як фундаменту мілкового закладання некоректно. Це призводить до завищених результатів і ненадійного рішення.

Для аналізу перерозподілу зусиль між елементами пального фундаменту визначались несуча здатність ростверку у складі пального фундаменту і навантаження, яке припадає на палі за результатами моделювання (визначення виконувались при осіданні групи 100 мм). Між палями групи навантаження розподілялось умовно рівномірно.

Результати таких підрахунків наведені у таблицях 3 та 4, де можна бачити для кожного куща сумарне навантаження (N , кН), сумарне навантаження на ростверк ($N_{\text{роств}}$, кН), тиск під подошвою ростверка ($P_{\text{роств}}$, кПа), середнє навантаження на палю в групі (кН). Площа ростверку, яка працює з ґрунтом визначалась за винятком площі паль, що входять у групу.

В таблицях 1.3, 1.4 та на рис. 1.12 наведена також частка ростверку у несучій здатності фундаменту.

Маючи тиск під подошвою ростверку в групі (табл. 1.3, 1.4) і тиск під подошвою ростверку як фундаменту мілкового закладання (табл. 1.2), а також

несучу здатність одиночної палі (табл. 1.2) і середнє навантаження на палю в групі (табл. 1.3, 1.4), можна проаналізувати ступінь реалізації несучої здатності окремих елементів пального фундаменту. За ступінь реалізації несучої здатності палі прийняте відношення її несучої здатності у групі до несучої здатності як одиночної. За ступінь реалізації несучої здатності ростверку прийняте відношення тиску під підшовою ростверка до тиску під підшовою ростверка, як фундамента мілкового закладання.

Таблиця 1.3 – Результати чисельного математичного моделювання роботи стовпчастого пального фундаменту на піщаній основі, при змінній кількості палей ($s=10$ см) (палі без виймання ґрунту)

Кількість палей	Площа ростверку, м ²	Несуча здатність фундаменту, кН	Несуча здатність ростверку, кН	Середня несуча здатність палі у складі фундаменту, кН	Ступінь реалізації несучої здатності палей	Частка несучої здатності ростверку	Тиск під підшовою ростверку, кПа	Ступінь реалізації несучої здатності ростверку
4 шт.	1,89	5130	1204	982	1,18	0,235	673	0,57
5 шт.	2,79	6286	1413	875	1,17	0,225	506	0,52
6 шт.	3,06	6588	1411	863	1,04	0,214	461	0,506
9 шт.	4,95	8582	1123	829	0,99	0,131	227	0,30
12 шт.	6,84	10375	1077	774	0,93	0,100	157	0,23
16 шт.	9,45	12415	980	715	0,86	0,079	104	0,17

Таблиця 1.4 – Результати чисельного математичного моделювання роботи стовпчастого пального фундаменту на глинистій основі, при змінній кількості палів ($s=10$ см) (палі без виймання ґрунту)

Кількість палів	Площа ростверку, м ²	Несуча здатність фундаменту, кН	Несуча здатність ростверку, кН	Середня несуча здатність палів у складі фундаменту, кН	Ступінь реалізації несучої здатності палів	Частка несучої здатності ростверку	Тиск під подошвою ростверку, кПа	Ступінь реалізації несучої здатності ростверку
4 шт.	1,89	3915	855	765	1,27	0,218	452,4	0,58
5 шт.	2,79	4892	1053	768	1,28	0,215	377,4	0,55
6 шт.	3,06	5112	936	696	1,16	0,183	305,9	0,34
9 шт.	4,95	6560	697	651	1,08	0,106	140,8	0,19
12 шт.	6,84	7990	578	617	1,03	0,072	84,5	0,125
16 шт.	9,45	9580	609	560	0,93	0,064	64,4	0,106

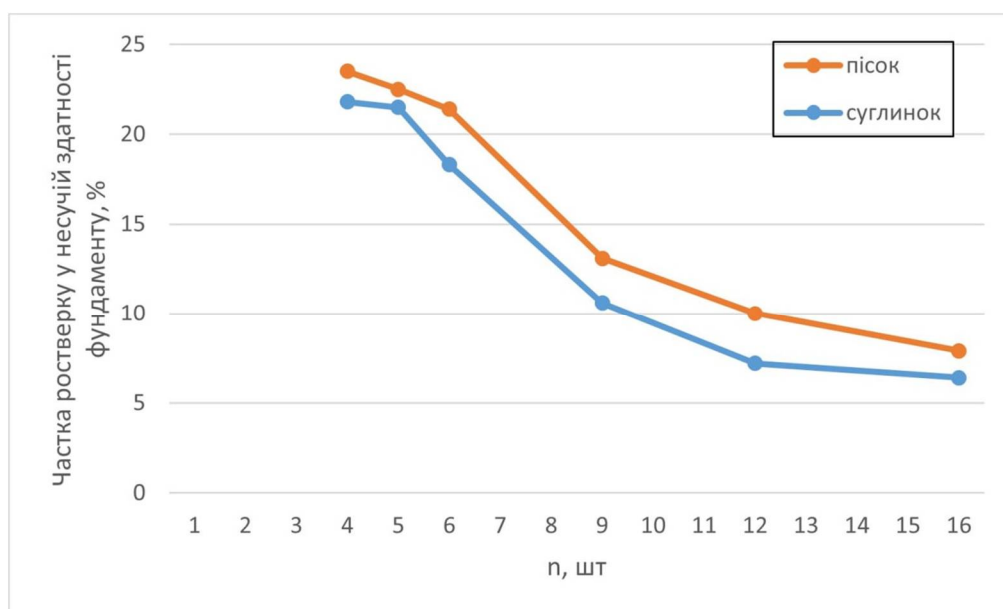


Рисунок 1.15 - Залежність частки ростверку у несучій здатності фундаменту від кількості палів і виду ґрунту

Як бачимо частка ростверку у несучій здатності фундаменту зменшується із збільшенням кількості паль. А отже не тільки палі гірше реалізують себе при збільшенні їх кількості у групі, а і ростверк приймає меншу участь у сприйнятті навантаження.

У таблиці 1.3, 1.4 та на рис. 1.16 та 1.17 наведена залежність ступеню реалізації несучої здатності ростверку і паль у складі пального фундаменту.

Ступінь реалізації тиску під ростверком знаходиться в межах 0,1-0,58 і практично не залежить від виду ґрунту.

Ступінь реалізації несучої здатності паль знаходиться в межах 0,86-1,27 і також мало залежить від виду ґрунту.

Палі у складі куца реалізуються не повністю при кількості паль 12-16 шт. (крок 3d), їх несуча здатність в групі наближається до несучої здатності одиночної палі при кількості паль 9 шт. Для куців з кількістю паль 4-6 шт. ступінь реалізації несучої здатності палі перевищує одиницю. Отже, у групах з незначною кількістю паль вони працюють у куці краще, ніж одиночні і тим краще, чим менше їхня кількість.

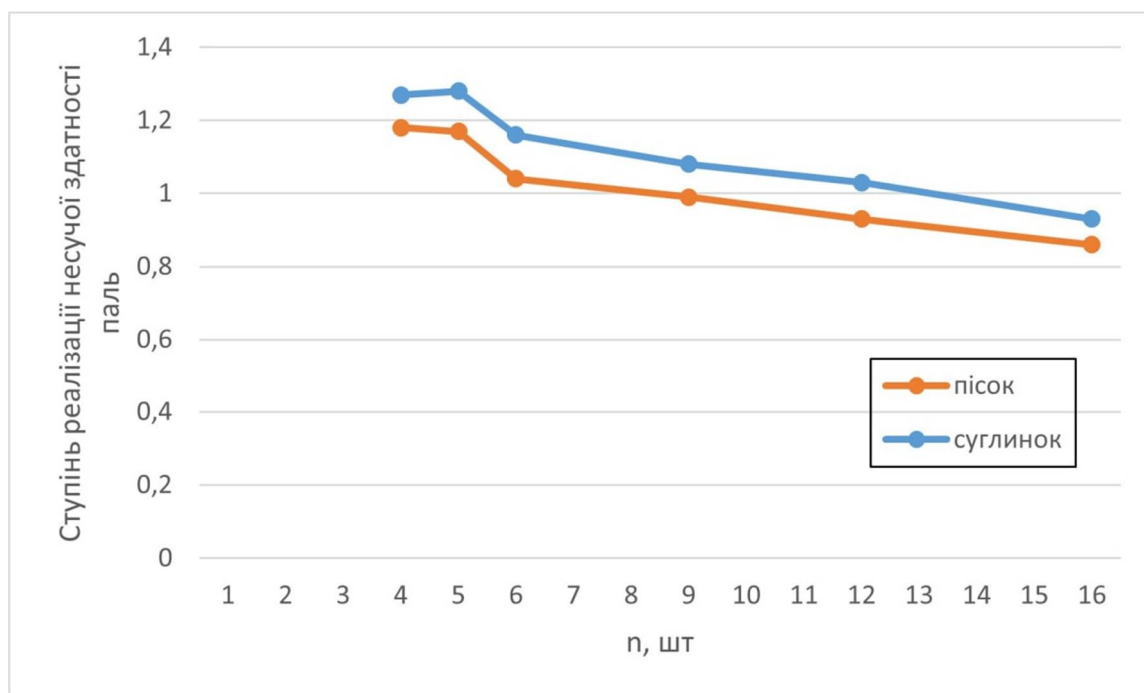


Рисунок 1.16 - Залежність ступеню реалізації несучої здатності паль у складі пального фундаменту від кількості паль і виду ґрунту

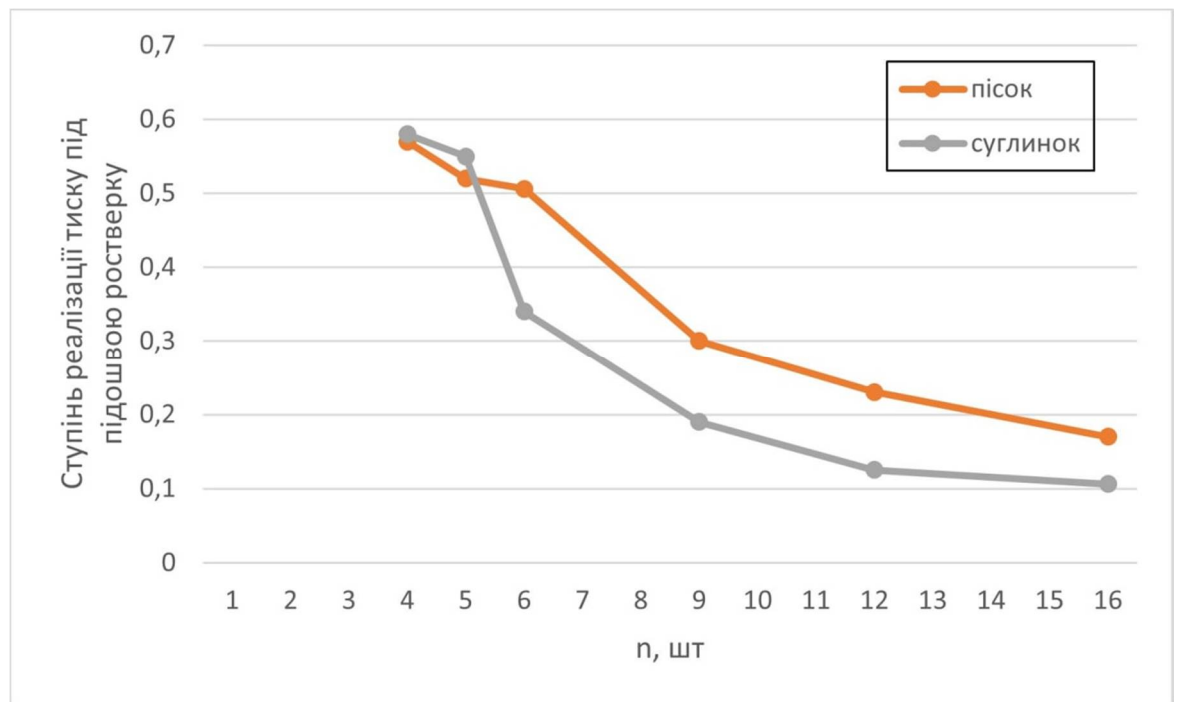


Рисунок 1.17 – Залежність ступеня реалізації тиску під підшоною ростверку у складі стовпчастого пального фундаменту від кількості паль і виду ґрунту

Висновки за розділом 3

На підставі проведених досліджень перерозподілу зусиль між елементами пальових груп з різною кількістю забивних паль можна зробити наступні висновки:

- із збільшенням кількості паль у групі гірше реалізують себе як палі, так і ростверк. Ступінь реалізації тиску під ростверком знаходиться в межах 0,1-0,58, а ступінь реалізації несучої здатності паль в межах 0,86-1,27;

- палі у складі куща реалізуються не повністю при кількості паль 12-16 шт. (крок 3d), їх несуча здатність в групі наближається до несучої здатності одиночної палі при кількості паль 9 шт. Для кущів з кількістю паль 4-6 шт. ступінь реалізації несучої здатності палі перевищує одиницю. Отже, у групах з незначною кількістю паль вони працюють у кущі краще, ніж одиночні і тим краще, чим менше їхня кількість;

- визначати несучу здатність пальового фундаменту як суму несучих здатностей одиночних паль та плити ростверка як фундамента мілкового закладання некоректно, це призводить до завищення несучої здатності групи і ненадійного рішення;

- частка роботи ростверка у складі пальового фундаменту збільшується із зменшенням кількості паль;

- вид ґрунту (піщаний або глинистий) суттєво не впливає на перерозподіл зусиль між елементами групи паль;

- результати визначення несучої здатності паль у програмному комплексі Plaxis 3D Foundation доцільно використовувати у проєктній практиці для корегування значень, визначених теоретичним шляхом за рекомендаціями норм [34].

РОЗДІЛ 4. ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Архітектурно-будівельні рішення

4.1.1 Вихідні дані

Технічна частина магістерської кваліфікаційної роботи на тему "Житлова частина на 15 квартир багатопверхової забудови в с. Чайки Києво-Святошинського району." розроблена на підставі:

- архітектурно-планувального завдання;
- завдання на проектування;
- технічних умов на будівельні конструкції узгоджені з замовником;
- матеріалів інженерно-геологічних вишукувань;
- матеріалів інженерно-геодезичних вишукувань;
- технічних умов та діючих нормативних документів [35].

4.1.2 Генеральний план

Генеральний план розроблений на підставі:

- архітектурно-планувального завдання на проектування;
- інженерно-геологічних і топографічних вишукувань;

Проектні рішення розділу виконано відповідно до діючих будівельних норм і правил:

- 1) ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій» [36];
- 2) ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні

вимоги».

Вертикальне розпланування майданчику забезпечує відведення поверхневих вод та вихідні умови для розташування будівель, майданчиків, проїздів. Рельєф ділянки спокійний, розтин горизонталей становить 1 (м) в межах від 192 до 194 (м).

Відмітки дані в метрах , їх підрахунок та генплан виконані в М 1:200 методом проектних відміток.

Визначаємо чорні позначки за формулою:

$$H_{ч} = H_{м.г.} + \frac{m}{n} \cdot h(м), \quad (4.1)$$

де $H_{м.г.}$ – відмітка молодшої горизонталі в метрах;

m - відстань від молодшої горизонталі до точки в міліметрах;

n – відстань між горизонталями в міліметрах;

$h = I \cdot m$ – перетин горизонталей;

$$H_{ч_1} = 192 + \frac{13,5}{14,33} \cdot 1 = 192,94(м),$$

$$H_{ч_2} = 192 + \frac{7,575}{10,1010} \cdot 1 = 192,75(м),$$

$$H_{ч_3} = 192 + \frac{22,727}{107,323} \cdot 1 = 192,21(м),$$

$$H_{ч_4} = 192 + \frac{12,626}{103,535} \cdot 1 = 192,12(м).$$

Визначаємо червоні відмітки:

$$H_{чер_1} = H_{ч_1} + 0,3 = 192,94 + 0,3 = 193,24(м).$$

Всі інші відмітки підраховуємо за формулою:

$$H_{чер} = H_{чер.м} \pm i \cdot I/м, \quad (1.2)$$

де $H_{чер.м}$ – червона позначка попередньої точки в метрах;

I – відстань між точками в метрах;

$$H_{чер_2} = 193,10 + 0,02 \cdot 13,8 = 193,376(м),$$

$$H_{чер_3} = 193,20 + 0,02 \cdot 21,46 = 193,62(м),$$

$$H_{чер_4} = 193,30 + 0,02 \cdot 12,62 = 193,55(м).$$

4.1.3 Характеристика будівлі

Будівля має прямокутну форму в плані. Будівля 7-ми поверхова. Габарити будівлі 1-4-го поверху в осях 12,0x40,12 м, 5-го поверху 12,0x34,12 м, 6-го поверху 12,0x28,12 м, 7-го поверху 12,0x22,12м.

Будівля з підвалом, відмітка чистої підлоги -3,0 м.

Висота поверхів -3,3 м.

Горище призначене для відведення комунікаційних мереж.

Будівля відноситься до будинків II ступеня відповідальності. Ступінь вогнестійкості багатопверхової частини – III.

Конструктивна система будівлі являє монолітно-залізобетонний каркас.

Загальна висота будівлі від рівня чистої підлоги першого поверху – 27,35 м.

Стіни виконуються з пінобетону 300-400мм, цегли червоної 380,510. Перегородки виконанні з пінобетонних блоків, та цегли. Зовнішні стіни облицьовуються утеплювачем, з подальшим оздобленням фасаду. Товщина пінобетонних блоків – перегородок 80,100,140 мм, товщина перегородок з цегляної кладки 120мм. Прийнятий утеплювач для стін - «екструдований пінополістерол» товщиною 80 мм. Перекриття обпирається безпосередньо на ригеля та несучі цегляні стіни.

Віконні прорізи заповнюються подвійними склопакетами алюмінієвими рамами. В цегляній кладці над прорізами влаштовуються залізобетонні перемички.

Техніко-економічні показники по поверхам наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Техніко-економічні показники по поверхам

Найменування	Кількість
1-ий поверх	
Кількість квартир	3
Житлова площа квартир	156,52
Площа квартир	304,63

Продовження до таблиці 4.1

Найменування	Кількість
Загальна площа квартир	304,25
Загальна площа поверху	430,91
2-ий поверх	
Кількість квартир	3
Житлова площа квартир	152,61
Площа квартир	304,63
Загальна площа квартир	309,98
Загальна площа поверху	430,91
3-ий поверх	
Кількість квартир	3
Житлова площа квартир	152,61
Площа квартир	304,63
Загальна площа квартир	324,02
Загальна площа поверху	430,91
4-ий поверх	
Кількість квартир	3
Житлова площа квартир	89,33
Площа квартир	230,98
Загальна площа квартир	359,83
Загальна площа поверху	426,99
5-ий поверх	
Кількість квартир	2
Житлова площа квартир	78,63
Площа квартир	177,48
Загальна площа квартир	257,62
Загальна площа поверху	355,64
6-ий поверх	
Кількість квартир	1
Житлова площа квартир	127,38
Площа квартир	224,39
Загальна площа квартир	347,78
Загальна площа поверху	595,33
Кількість квартир	1
Житлова площа квартир	127,38
Площа квартир	224,39
Загальна площа квартир	347,78
Загальна площа поверху	595,33

4.1.4 Архітектурно - конструктивні рішення

Сходи виконані з залізобетонного моноліт, по металевим косоурам.

В залежності від призначення приміщення в будівлі запроектовані різні типи підлог на аркуші 1 графічної частини.

Фундаменти пальові із монолітним залізобетонним ростверком.

Покрівля металочерепиця, яка кріпиться до обрешітки 50x50мм утеплювач покрівлі мінераловатний товщиною 220 мм.

Вікна і двері металопластикові.

Таблиця 4.2 – Специфікація збірних залізобетонних елементів та виробів

Найменування елементів і процесів	Марка елемента	Одиниця	Кіл. штук	Маса, т	
				одного елемента	загальна
1	2	3	4	5	6
Перший поверх					
Колони крайні	КНК-442-24	шт.	14	2,30	32,20
Колони середні	КНР-436-24	шт.	7	2,10	16,1
Ригелі	Р2-90-56	шт.	24	2,00	48,0
Перемички	2ПБ 22-3	шт.	12	0,292	3,504
Перемички	2ПБ 19-3	шт.	8	0,081	0,648
Східці	-	шт.	44	0,024	1,056
Косоури		шт.	4	0,756	3,024
Монолітні ділянки		м ³	85,8	-	214,5
Типовий поверх (з другого по четвертий)					
Перемички	2ПБ 25-3	шт.	7	0,103	0,721
Перемички	2ПБ 22-3	шт.	23	0,092	2,116
Перемички	2ПБ 19-3	шт.	8	0,081	0,648
Перемички	5ПБ 21-27	шт.	8	0,285	2,280
Перемички	5ПБ 27-37	шт.	4	0,375	1,500
Колони крайні	КНК-442-24	шт.	42	2,30	96,6
Колони середні	КНР-436-24	шт.	21	2,10	48,3
Ригелі	Р2-90-56	шт.	72	2,00	144,0
Східці	-	шт.	132	0,024	3,168
Косоури		шт.	12	0,756	9,072
Монолітні ділянки		м ³	257,4	-	643,5

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6
П'ятий поверх					
Перемички	5ПБ 21-27	шт.	8	0,285	2,280
Перемички	2ПБ 17-2	шт.	24	0,071	1,704
Перемички	5ПБ 27-37	шт.	4	0,375	1,500
Колони крайні	КНК-442-24	шт.	12	2,30	27,6
Колони середні	КНР-436-24	шт.	6	2,10	12,6
Ригелі	P2-90-56	шт.	15	2,00	30,0
Східці	-	шт.	44	0,024	1,056
Косоури		шт.	4	0,756	3,024
Монолітні ділянки		м ³	64,8	-	162,0
Шостий поверх					
Перемички	5ПБ 21-27	шт.	8	0,285	2,280
Перемички	5ПБ 27-37	шт.	4	0,375	1,500
Колони крайні	КНК-442-24	шт.	10	2,30	23,0
Колони середні	КНР-436-24	шт.	5	2,10	10,5
Ригелі	P2-90-56	шт.	12	2,00	24,0
Східці	-	шт.	44	0,024	1,056
Косоури		шт.	4	0,756	3,024
Монолітні ділянки		м ³	50,4	-	126,0
Сьомий поверх					
Перемички	5ПБ 21-27	шт.	8	0,285	2,280
Перемички	5ПБ 27-37	шт.	4	0,375	1,500
Колони крайні	КНК-442-24	шт.	8	2,30	18,4
Колони середні	КНР-436-24	шт.	4	2,10	8,4
Ригелі	P2-90-56	шт.	9	2,00	18,0
Східці	-	шт.	44	0,024	1,056
Косоури		шт.	4	0,756	3,024
Монолітні ділянки		м ³	494,4	-	1236,0
Східці		шт.	308	-	7,392
Косоури		шт.	28	-	21,168
Колони крайні		шт.	86	-	197,8
Колони середні		шт.	43	-	90,3
Перемички		шт.	154	-	-
Сходові площадки		шт.	12	0.5	6

4.1.5 Інженерні мережі

4.1.5.1 Водопостачання і каналізація

Водопостачання передбачається від існуючих внутрішньо майданчикових мереж водогону.

Розрахункові витрати води складаються з:

1) Витрат на господарсько питні потреби, прийнятих згідно зі ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво».

2) Витрат на виробничі потреби.

3) Витрат води на пожежегасіння прийнятих у відповідності ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги».

Витрати води на пожежегасіння складають:

1) На зовнішнє пожежегасіння - 20 л/с.

2) На внутрішнє пожежегасіння - 10,4 л/с (два струмені по 5,2 л/с).

На площадці проектується мережа низького тиску. Вільний напір у мережі водопроводу на введенні в будинок повинний забезпечити господарсько питні, виробничо-протипожежне водоспоживання. Необхідний напір для господарсько питного водоспоживання визначається нормальною роботою приладів, встановлених на відм. 10,800 м складає 167000 Па (17 м). Необхідний напір для внутрішнього пожежегасіння визначається роботою пожежного крана, встановленого на відмітці 10,800 і складає 334000 Па (34м).

Відповідно до технічних умов водопостачання проектованої житлової частини передбачається від внутрішньозаводських водогінних мереж діаметром 150 мм.

Облік води виробляється в існуючому водомірному вузлі на вході водопроводу на територію багатоповерхової забудови.

Предбачаються наступні схеми водопостачання:

- протипожежно-господарський водопровід з подачею води на баки запасу холодної води на виробничі потреби;

- виробничий водопровід від баків запасу холодної води.

Потрібні напори забезпечуються:

1) на господарсько-питне і протипожежне водоспоживання від зовнішньої мережі водопроводу;

2) на виробниче водоспоживання – за рахунок геометричної висоти розташування баків запасу холодної води.

З відповідності з ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» у будівлі передбачене внутрішнє пожежегасіння. До установки прийняті пожежні крани діаметром 65 мм. Зовнішнє пожежегасіння передбачається від пожежних гідрантів, встановлених на існуючій і проектованій мережі.

Проектована каналізація побутова передбачає організований прийом і відвід забруднених стічних вод від побутового устаткування і санітарних приладів, у зв'язку з чим проектується мережа внутрішньої каналізації з приєднанням випусків до внутрішньо-майданчикової каналізаційної мережі.

Кількість господарко фекальних стічних вод прийнято у відповідності зі ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво».

На площадці запроектовані мережі зливової й об'єднаної господарсько-побутової каналізації.

Передбачено перенос зливової каналізації забудови, що попадає під пляму, до початку будівництва.

Труби каналізації прийняті керамічні діаметром 150-300 мм.

4.1.5.2 Електропостачання електрообладнання

Електропостачання та електроустаткування житлової частини розроблено на підставі наступних документів:

1. Технічних умов.
2. Матеріалів вишукувань, будівельної, технологічної і сантехнічної частин проекту.

Основними струмоприймачами є електродвигуни технологічного устаткування, вентиляції, а також електроосвітлення будинку.

Основні показники електропостачання

1) напруга:

- джерела електропостачання, кВ ... 10;
- силових струмоприймачів, В.... 380/220;
- освітлення, В.....220;

2) встановлена потужність проєктованих струмоприймачів, кВт... 100,3;

3) споживча потужність проєктованих струмоприймачів, кВт... 80.

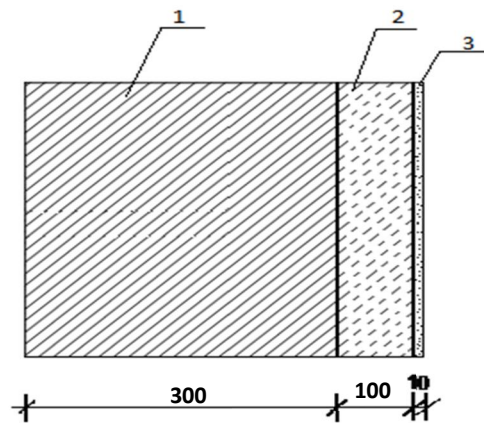
Потужність, споживана силовим електроустаткуванням, визначена методом ефективного числа струмоприймачів, а електроосвітленням - методом

Відповідно до нижче вказаних технологічних умов джерелом електропостачання є існуюче розподільче устаткування (РУ-150).

4.1.6 Теплотехнічний розрахунок

Для покращення теплоізоляційних властивостей огорожуючої конструкції застосовуємо утеплення зовнішніх стін будівлі за допомогою мінераловатного утеплювача. Об'єкт проєктується у місті Київсю Чайки Києва-Святошинського району, згідно карти-схеми температурних зон України відноситься до другої температурної зони. Нормативне значення опору теплопередачі складає $R_H=3,3 \text{ м}^2 \text{ °C/Вт}$ [38].

Схема конструкції стіни зображена на рисунку 4.1.



Рисунку 4.1 - Схема конструкції стіни

Шар 1 – пінобетонні блоки, товщиною 0.300 м.

Шар 2 – мінераловата, товщиною 0.10 м.

Шар 3 – цементна штукатурка, товщиною 0.01 м

Загальний опір теплопередачі визначається як :

$$R_n = \frac{1}{\alpha_e} + R_k + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (4.2)$$

де - α_e – коефіцієнт теплосприйняття, прийнятий незалежно від призначення для внутрішніх поверхонь приміщення $\alpha_e = 8,7 \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{С}$ [38];

α_3 – коефіцієнт тепловіддачі із зовнішньої поверхні для зимових умов, $\alpha_3 = 23 \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{С}$ [38];

$$R_k = R_1 + R_2 + R_3, \quad (4.3)$$

де $R_{1...3}$ - термічний опір кожного шару конструкції.

$$R_n = \frac{1}{8,7} + \frac{0,3}{0,3} + \frac{0,1}{0,042} + \frac{0,01}{0,47} + \frac{1}{23} = 3,56 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт} > 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$$

Зовнішня стіна відповідає вимогам теплопередачі.

4.2 Основи та фундаменти

4.2.1 Аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчика

Район вишукувань відноситься до великої моренно-зандрової рівнини, особливістю відкладів якої є різноманітність їх літологічного складу і мінлива потужність.

У геологічній будові ділянки на розвідану глибину 18,0-21,5 м приймають участь четвертинні відкладення флювіогляціального генезису, представлені потужною товщею пісків, які підстилаються нижньочетвертинними суглинками і супісками елювіального походження. З поверхні залягають ґрунти рослинного шару незначної потужності 0,3-0,5 м і шар супіску флювіогляціального генезису товщиною від 2,0 до 4,0 м.

Ґрунти основи не засолені, не просідні.

Категорія складності інженерно-геологічних умов друга.

Територія не підтоплювана.

Інженерно-геологічна будова майданчику показана на розрізі рисунку 4.2.

Ґрунтові води залягають на глибині 17,30 м.

У таблиці 4.3 представлені фізико-механічні характеристики ґрунтів.

4.2.2 Збір навантажень на фундамент по осі У, 4

Розрахунок виконуємо для фундаменту під середню колону по осі У-4, як найбільш навантаженого. Навантаження збираємо в рівні його обрізу (в рівні підлоги підвалу).

Розмір поперечного перерізу колони 400x400 мм.

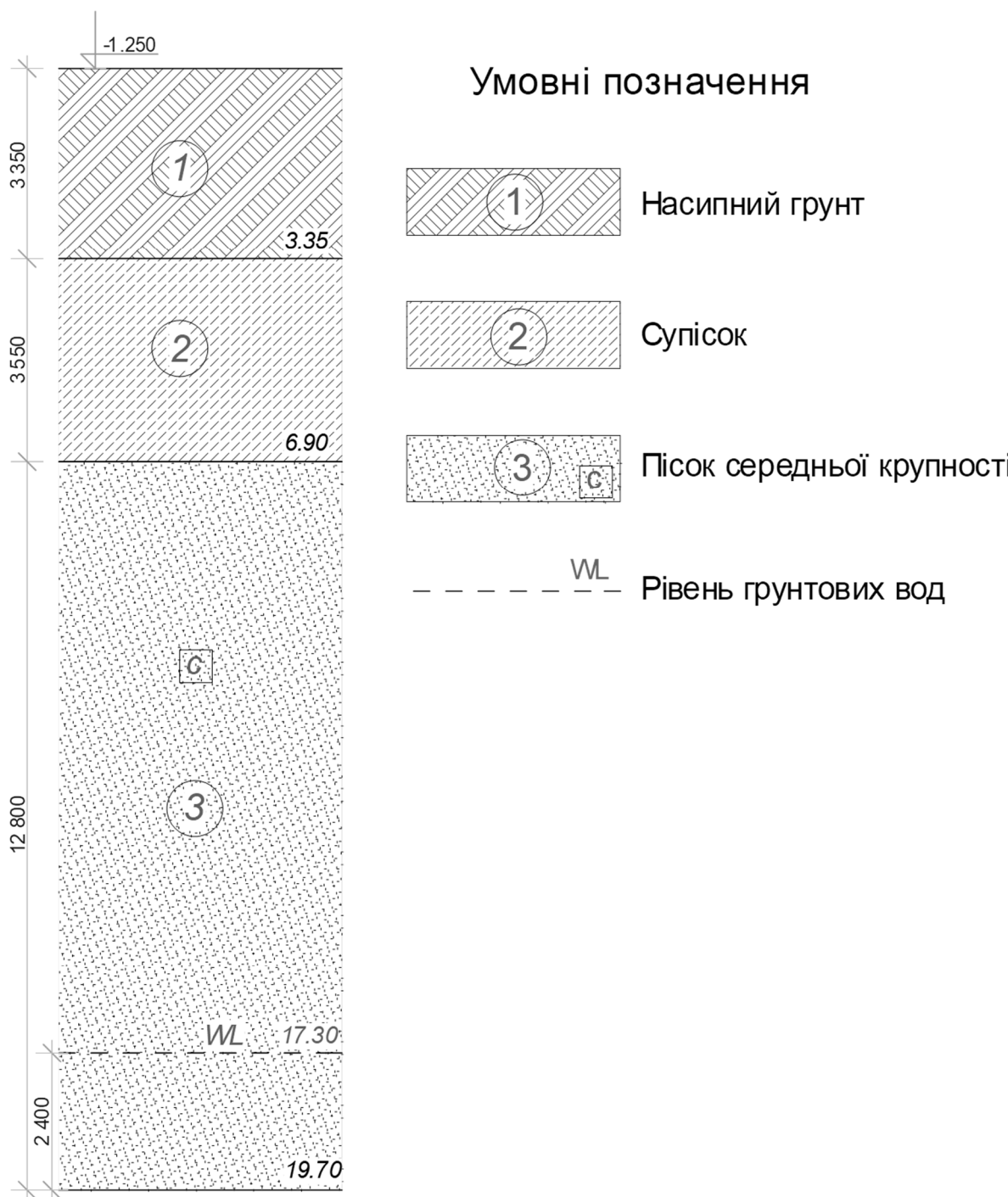


Рисунок 4.2 – Інженерно-геологічний розріз будівельного майданчику

Таблиця 4.3 – Фізико-механічні характеристики ґрунтів

Вид ґрунту	γ , кН/м ³	γ_s , кН/м ³	W	W _L	W _P	I _P	I _L	e	Sr	C, кПа	ϕ , °	E, МПа	R ₀ , кПа
1. Насипний ґрунт	17,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Супісок пластичний	18,7	27	0.21	0.23	0.18	0.05	0.6	0,75	0.76	11	21	10	190
3. Пісок середньої крупності, середньої щільності, маловологий	17,6	26,5	0,018	-	-	-	-	0,577	0,22	$\frac{1}{0}$	$\frac{37}{34}$	35	450
Рівень ґрунтових вод – 17,9 м.													

Питома вага піску, зваженого водою, $\gamma_{sb3} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e} = \frac{26,5 - 10,0}{1 + 0,577} = 10,5 \text{ (кН / м}^3\text{)}.$

Вантажна площа $A_{\text{вант.}} = 6,0(6,0+4,0)/2 = 30,0 \text{ (м}^2\text{)}$:

Вага 1 м^2 конструкції перекриття $0,2 \times 25 = 5,0 \text{ кН}$.

Вага 1 м^2 конструкції підлоги $1,3 \text{ кН}$.

Вага 1 м^2 конструкції підлоги горища:

- цементна стяжка, армована сіткою, $t=30 \text{ мм}$ 0,66 кН;
- керамічна плитка 0,22 кН;
- утеплювач “Rockwool” $\rho=50 \text{ кг/м}^3$ 90 мм 0,045 кН;
- підвісна стеля $8 \times 0,015$ 0,12 кН;
- пароізоляція 0,05 кН;
- Разом 1,095 кН.

Вага 1 м^2 конструкції підлоги перекриття надпідвального поверху

- цементна стяжка, армована сіткою, $t=60 \text{ мм}$ 1,32 кН;
- керамічна плитка 0,22 кН;
- утеплювач “Rockwool” $\rho=50 \text{ кг/м}^3$ 150 мм 0,075 кН;
- пароізоляція 0,05 кН;
- Разом 1,665 кН.

Вага 1 м^2 конструкції покрівлі:

- металочерепиця 0,05 кН;
- кроквяна система 1,00 кН;
- утеплювач пінополістирол $\rho=50 \text{ кг/м}^3$ 120 мм 0,06 кН;
- підвісна стеля $8 \times 0,015$ 0,12 кН;
- пароізоляція 0,05 кН;
- Разом 1,28 кН.

Вага перегородок на 1 м^2 підлоги - $2,3 \text{ кН}$.

Коефіцієнт поєднання корисних навантажень [2]

$$\psi_{A_1} = 0,4 + \frac{0,6}{\sqrt{\frac{A}{A_1}}} = 0,4 + \frac{0,6}{\sqrt{\frac{30,0}{9,0}}} = 0,729;$$

$$\psi_{n1} = 0,4 + \frac{\psi_{A1} - 0,4}{\sqrt{n}} = 0,4 + \frac{0,728 - 0,4}{\sqrt{6}} = 0,534.$$

Розглянемо дію вітрового навантаження у напрямленні від осі Т до осі Ф. При цьому будівлю розглядаємо як стержень, зацмлений у ґрунті. Розрахункова схема будівлі в цілому при дії вітрового навантаження наведена на рисунку 4.3. Тип місцевості IV.

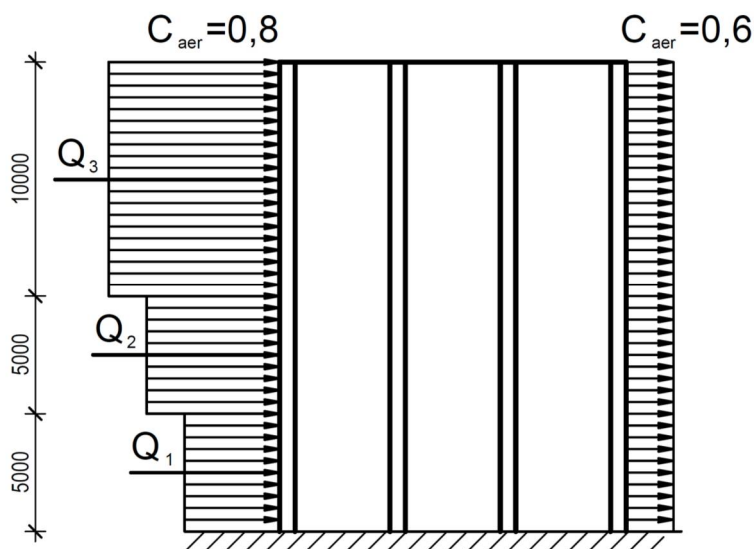


Рисунок 4.3 – Розрахункова схема будівлі в цілому при дії вітрового навантаження

Згідно з [32] висоту будівлі розбиваємо на ділянки. У межах кожної вважаємо вітрове навантаження рівномірно розподіленим по площі. Результуюча зосереджена сила для кожної ділянки:

$$Q_{B1} = \omega_o \cdot k_1 \cdot c \cdot A_{B1}, \quad (4.4)$$

$$Q_{B2} = \omega_o \cdot k_2 \cdot c \cdot A_{B2}, \quad (4.5)$$

$$Q_{B3} = \omega_o \cdot k_3 \cdot c \cdot A_{B3}, \quad (4.6)$$

$$Q_{B4} = \omega_o \cdot k_4 \cdot c \cdot A_{B4}, \quad (4.7)$$

де ω_o – нормативне значення тиску вітру, яке приймається для заданого району відповідно до [32].

Для м.Київ – $\omega_o = 0.37 \text{кН} / \text{м}^2$.

k_1, k_2, k_3 – коефіцієнти, які враховують зміну тиску вітру в залежності від висоти над поверхнею землі і типу місцевості, [32]:

$$k_1 = 0,2; k_2 = 0,4; k_3 = 0,65.$$

c – аеродинамічний коефіцієнт, який приймається відповідно до [32];

$A_{B1}, A_{B2}, A_{B3}, A_{B4}$ – вертикальні вантажні площі, м^2 :

$$A_{B1} = 5 \times 6 = 30 (\text{м}^2);$$

$$A_{B2} = 30 \text{м}^2;$$

$$A_{B3} = 60 \text{м}^2;$$

$$Q_{B1} = 1,4 \cdot 0,37 \cdot 1 \cdot 0,2 \cdot 30 = 3,11 (\text{кН});$$

$$Q_{B2} = 1,4 \cdot 0,37 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot 30 = 6,22 (\text{кН});$$

$$Q_{B3} = 1,4 \cdot 0,37 \cdot 1 \cdot 0,65 \cdot 60 = 20,2 (\text{кН}).$$

Визначаємо моменти від кожної складової навантаження відносно центра ваги підосви фундаменту (у припущенні, що стіна – консольна балка, яка жорстоко защемлена у ґрунті):

$$M_{B1} = Q_{B1} \cdot h_1, \quad (4.8)$$

$$M_{B2} = Q_{B2} \cdot h_2, \quad (4.9)$$

$$M_{B3} = Q_{B3} \cdot h_3, \quad (4.10)$$

де h_1, h_2, h_3 – плечі сил Q_{B1}, Q_{B2}, Q_{B3} відносно підосви фундаменту:

$$h_1 = 3.65 + 5/2 = 6,15 \text{ м};$$

$$h_2 = 3.65 + 7.5 = 11,15 \text{ м};$$

$$h_3 = 3.65 + 15 = 18,65 \text{ м};$$

$$M_{B1} = 3,11 \cdot 6,15 = 19,2 (\text{кН} \cdot \text{м});$$

$$M_{B2} = 6,22 \cdot 11,15 = 69,4 (\text{кН} \cdot \text{м});$$

$$M_{B3} = 20,2 \cdot 18,65 = 376,7 (\text{кН} \cdot \text{м}).$$

Визначаємо сумарний момент від вітрового навантаження:

$$M_B = M_{B1} + M_{B2} + M_{B3} = 19,2 + 69,4 + 376,7 = 465,3 \text{ (кН}\cdot\text{м)}.$$

Знаходимо момент M_x на внутрішню колону по осі У:

$$M_x = \frac{M_B}{n} = 465,3/3 = 155,1 \text{ (кН}\cdot\text{м)},$$

де n – кількість несучих колон, що сприймають навантаження від вітру.

Результати розрахунків представлені у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 - Навантаження на фундамент несучої колони по осі 4,У

Найменування навантаження і формула підрахунку	X_e , кН	γ_{fm}	X_m , кН
<u>1 Постійні вертикальні навантаження</u>			
1. Вага колони $0,4 \times 0,4 \times (19,5 + 3,0) \times 25,0$	90,0	1,1	99,0
2. Вага плит перекриття $5,0 \times 30,0 \times 6,5$	975,0	1,1	1072,5
3. Вага конструкції підлоги $(1,095 + 1,3 \times 4,5 + 1,665) \times 30,0$	258,3	1,3	335,8
4. Вага покрівлі $1,28 \times 30,0 / \cos 33^\circ$	46,2	1,3	60,0
Всього:	1369,5		1567,3
<u>2.Змінні вертикальні навантаження</u>			
1. Корисне навантаження на перекриття $1,5 \times 5,5 \times 30,0 \times 0,534 + 0,7 \times 30,0$	153,2	1,3	199,1
2. Навантаження від перегородок $2,3 \times 30,0 \times 5,5$	379,5	1,2	455,4
3. Снігове навантаження $1,55 \times 30,0$ ($\gamma_{fe} = 0,49$)	22,8	1,14	53,0
Всього:	555,5		707,5

Найбільш несприятливим сполученням навантажень для фундаменту колони буде їх сума з урахуванням коефіцієнтів сполучень.

Враховуючи також коефіцієнт надійності за призначенням ($\gamma_n=0,95$) [2], маємо

$$N_e = (\sum N_i^{nocm.} + 0,9\sum N_i^{3m.kopom.} + 0,95\sum N_i^{3m.mpi6.})\gamma_n = (1369,5 + 0,95 \times 555,5) \times 0,95 = 1802,4 \text{ (кН)};$$

$$N_m = (\sum N_i^{nocm.} + 0,9\sum N_i^{3m.kopom.} + 0,95\sum N_i^{3m.mpi6.})\gamma_n = (1567,3 + 0,95 \times 707,5) \times 0,95 = 2127,5 \text{ (кН)}.$$

$$Q_{x,e} = (29,53/3) \times 0,21 = 2,1 \text{ (кН)};$$

$$Q_{x,m} = (29,53/3) \times 1,14 = 11,2 \text{ (кН)};$$

$$M_{x,e} = 155,1 \times 0,21 = 32,6 \text{ (кНм)};$$

$$M_{x,m} = 155,1 \times 1,14 = 176,8 \text{ (кНм)}.$$

4.2.3 Розрахунок пальового фундаменту за рекомендаціями норм

Приймаємо для першого наближення забивні призматичні палі С10-30 з спиранням на ІГЕ №3 – пісок середньої крупності. Висоту ростверку у порівнянні з фундаментом мілкового закладання зменшуємо, оскільки верхня частина палей може бути у слабкому ґрунті. Положення палей у ґрунті показане на рисунку 4.4.

4.2.3.1 Визначення потрібної кількості палей

Коефіцієнти умов роботи для забивних палей, згідно з [34] $\gamma_c=1$, $\gamma_{CR}=\gamma_{CF}=1$.

Розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі R і по бічній поверхні f_i знаходимо за табл. 1 [34].

$$R = 4180 \text{ кПа}.$$

Визначимо розрахунковий опір ґрунту по бічній поверхні палей, розділивши ґрунтову товщу на шари потужністю не більше 2 м. Розрахунок опору по бічній поверхні представлений у таблиці 4.5.

$$F_d = 1(1 \cdot 4180 \cdot 0,3^2 + 1,2 \cdot 1,0 \cdot 409,6) = 867,7 \text{ (кН)}.$$

Допустиме навантаження на палю $867,7/1,4 = 619,8$ (кН).

Потрібна кількість палей $n = 3,8 \cdot 1,1 = 4,2$ шт. Приймаємо п'ять палей у куці.

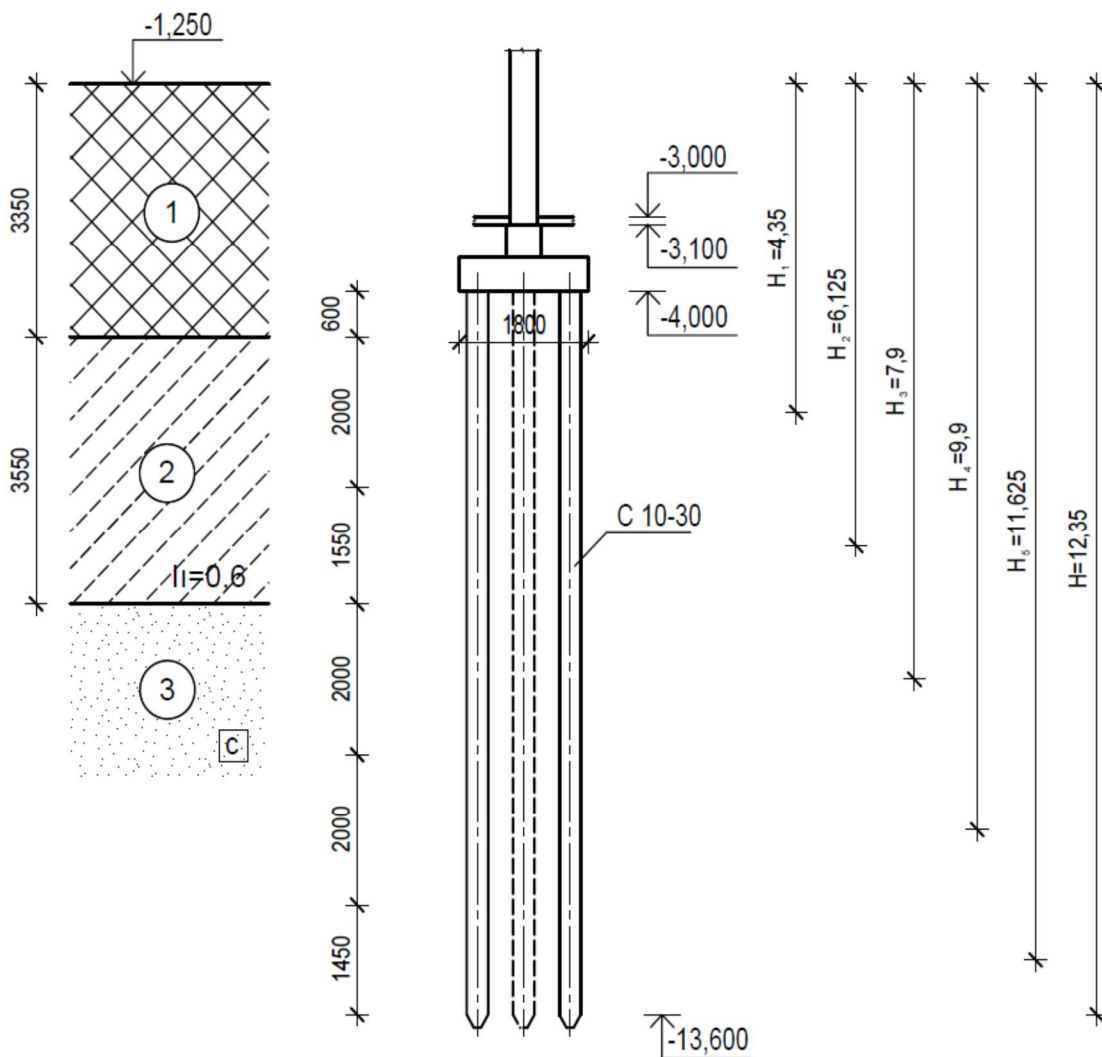


Рисунок 4.4 – Положення забивних висячих палей у ґрунті

Таблиця 4.5 - Розрахунок опору по бічній поверхні забивної палі

H_i , м	f_i , м	h_i , м	$f_i \cdot h_i$, кН/м	I_L
4,35	16	2,0	32,0	0,6
6,125	18	1,55	27,9	0,6
7,9	62	2,0	124,0	Пісок сер.
9,9	65	2,0	130,0	Пісок сер.
11,625	66	1,45	95,7	Пісок сер.

$$\Sigma=409,6$$

Спробуємо прийняти палі меншої довжини - С9-30. Розрахунок опору по бічній поверхні представлений у таблиці 4.6.

Таблиця 4.5 - Розрахунок опору по бічній поверхні забивної палі

H_i , м	f_i , м	h_i , м	$f_i \cdot h_i$, кН/м	I_L
4,35	16	2,0	32,0	0,6
6,125	18	1,55	27,9	0,6
7,9	62	2,0	124,0	Пісок сер.
9,9	65	2,0	130,0	Пісок сер.
11,125	66	0,45	29,7	Пісок сер.

$$\Sigma=343,6$$

$$R= 4108 \text{ кПа}$$

$$F_d = 1(1 \cdot 4108 \cdot 0,3^2 + 1,2 \cdot 1,0 \cdot 343,6) = 782,04 \text{ (кН)}.$$

Допустиме навантаження на палю $782,04/1,4 = 558,6$ (кН).

Потрібна кількість палей $n = 2127,5 \cdot 1,1/558,6 = 4,19$ (шт.).

Потрібна кількість палей $n = 4,19 \cdot 1,1 = 4,61$ шт. Приймаємо п'ять палей у куці.

Розміщення палей в плані показане на рисунку 4.5. Розміри ростверку приймаємо 1800x1800 мм з урахуванням зв'язів не менше, ніж по 100 мм з кожної сторони.

Виконаємо перевірку навантаження на палю з урахуванням фактичної ваги ростверку і палей.

$$\text{Вага палі } G_{\text{палі}} = 0,3^2 \cdot 8,6 \cdot 25,0 \cdot 1,1 = 21,3 \text{ (кН)}.$$

Вага ростверку з ґрунтом на його уступах

$$G_p = 1,8 \cdot 1,8 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,1 = 71,3 \text{ (кН)}.$$

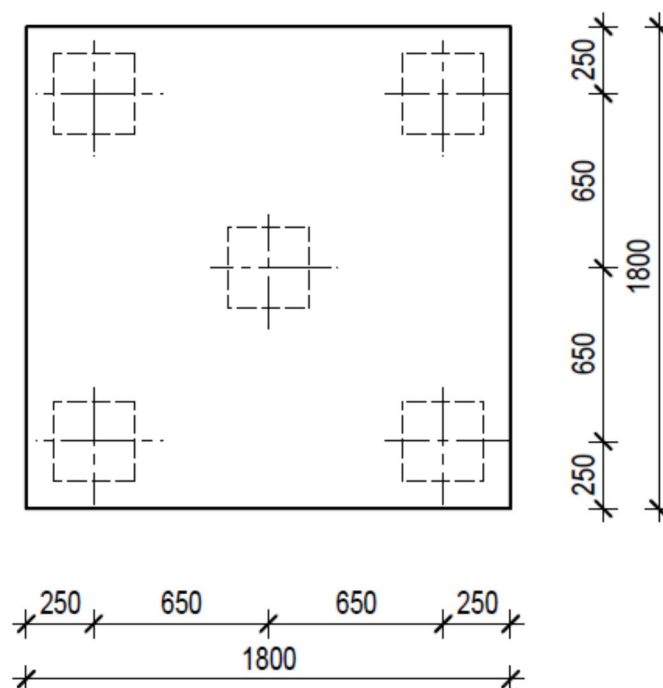


Рисунок 4.5 – Розміщення паль в плані у ростверку по осі 4,У

Загальне максимальне розрахункове навантаження на одну палю з урахуванням дії згинального моменту (згинальний момент від короткочасних змінних навантажень, тому навантаження на крайню палю може бути збільшено на 20% [34])

$$N = \frac{N^d + G_p + G_{паль}}{n} \pm \frac{M_x y_{\max}}{\sum y_i^2} \pm \frac{M_y x_{\max}}{\sum x_i^2} = \frac{2127,5 + 71,3 + 21,3 \cdot 5}{5} \pm \frac{(176,8 + 11,2 \cdot 1,0) \cdot 0,65}{4 \cdot 0,65^2} =$$

$$= 461,1 + 72,3 = 533,4 \text{ (кН)} < 558,6 \cdot 1,2 = 670,3 \text{ (кН)}.$$

Отже, несуча здатність паль при обраному їх розташуванні забезпечена.

4.2.3.2 Розрахунок осідання пального фундаменту

Розрахунок осідання виконуємо на дію розрахункового експлуатаційного навантаження. Згідно з п. 4.2.2 $N_e = 1802,4 \text{ кН}$.

Розрахунок осідання виконуємо як для умовного фундаменту мілкого закладання, розміри якого показані на рисунку 4.4.

Визначимо розміри умовного фундаменту

$$\varphi_{mt} = \frac{0 \cdot 0,6 + 21 \cdot 3,55 + 37 \cdot 4,45}{8,6} = 27,8^{\circ};$$

$$b_{ум.} = l_{ум.} = 1,3 + 0,3 + 8,6 \cdot 2 \cdot \operatorname{tg}(27,8/4)^{\circ} = 3,7 \text{ (м)}.$$

Об'єм умовного фундаменту

$$V_{ум.} = l_{ум.} \cdot b_{ум.} \cdot d_{ум.} = 3,7 \cdot 3,7 \cdot 9,6 = 131,4 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Об'єм ростверку і паль в об'ємі умовного фундаменту

$$V_p + V_{гр.} = 1,8 \cdot 1,8 \cdot 1,0 = 3,24 \text{ (м}^3\text{)};$$

$$V_{паль} = 0,3^2 \cdot 8,6 \cdot 5 = 3,87 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Об'єм ґрунту в об'ємі умовного фундаменту

$$V_{гр.} = 131,4 - 3,24 - 3,87 = 124,6 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Вага ростверку і паль

$$G_p + G_{гр.} = 3,24 \cdot 20 = 64,8 \text{ (кН)};$$

$$G_{паль} = 3,87 \cdot 25 = 96,8 \text{ (кН)}.$$

Осереднене значення питомої ваги ґрунту в об'ємі умовного фундаменту

$$\gamma_{mt} = \frac{18,0 \cdot 1,0 + 17,7 \cdot 0,6 + 18,7 \cdot 3,55 + 17,6 \cdot 4,45}{9,6} = \frac{173,33}{9,6} = 18,1 \text{ (кН / м}^3\text{)}.$$

Вага ґрунту в об'ємі умовного фундаменту

$$G_{гр.} = 124,6 \cdot 18,1 = 2250,0 \text{ (кН)}.$$

Тиск по підшві умовного фундаменту

$$p = \frac{N + G_{p+гр.} + G_{гр.} + G_{паль}}{A_{ум.}} = \frac{1802,4 + 64,8 + 2250,0 + 96,8}{3,7 \cdot 3,7} = 307,8 \text{ (кПа)}.$$

Розрахунковий опір ґрунту основи умовного фундаменту

$$\begin{aligned} R &= \frac{\gamma_{c1} \gamma_{c2}}{k} \left[M_{\gamma} k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma_{II}' + (M_q - 1) d_b \gamma_{II}' + M_c c_{II} \right] = \\ &= \frac{1,4 \cdot 1,2}{1,0} (1,95 \times 1,0 \times 3,7 \times 17,6 + 8,81 \times 9,6 \times 18,1 + 7,81 \times 1,75 \times 18,1 + 10,37 \times 1) = \\ &= 3218,0 \text{ (кПа)} > p = 307,8 \text{ кПа}. \end{aligned}$$

Таблиця 4.6 – Розрахунок осідання фундаменту з забивних паль

z_i ,	$\frac{2z}{b_y}$	α	σ_{zpi} , кПа	σ_{zgi} , кПа	$\frac{2z}{b_k}$	α_k	$\sigma_{zy,i}$, кПа	$\sigma_{zp\cdot cep}$, кПа	$\sigma_{zy,i}^{cep}$, кПа	E_i , кПа	h_i , м	S_i , м
0	0	1	307,8	173,3	0	1	204					
0,74	0,4	0,96	295,6	186,4	0,37	0,982	200,2	301,7	202,1	35000	0,74	0,001684397
1,48	0,8	0,8	246,2	199,4	0,74	0,899	183,4	270,9	191,8	35000	0,74	0,001337619
2,22	1,2	0,606	186,7	212,4	1,11	0,783	159,8	216,4	171,6	35000	0,74	0,000758212
2,96	1,6	0,449	138,3	225,4	1,48	0,673	137,4	162,5	148,6	35000	0,74	0,000234668
3,7	2	0,336	103,5	238,5	1,85	0,582	118,6	120,9	128	35000	0,74	0
4,44	2,4	0,257	79,04	251,5	2,22	0,507	103,5	91,25	111,1	35000	0,74	0
4,95	2,676	0,216	66,54	260,3	2,475	0,465	94,84	72,79	99,17	35000	0,51	0
5,18	2,8	0,201	61,79	262,7	2,59	0,448	91,34	64,16	93,09	35000	0,23	0
5,92	3,2	0,16	49,35	270,5	2,96	0,399	81,47	55,57	86,41	35000	0,74	0

 $\Sigma S_i = 0,004015$ м

Тиск від власної ваги ґрунту в рівні нижніх кінців пальів від рівня природного рельєфу

$$\sigma_{zg,0}' = 17,7 \times 3,35 + 18,7 \times 3,55 + 17,6 \times 4,45 = 204,0 \text{ (кПа)}.$$

Тиск від власної ваги ґрунту в рівні нижніх кінців пальів при експлуатації

$$\sigma_{zg,0} = 18,0 \cdot 1,0 + 17,7 \cdot 0,6 + 18,7 \cdot 3,55 + 17,6 \cdot 4,45 = 173,33 \text{ (кПа)}.$$

Товщина *i*-го шару ґрунту

$$h_i = 0,2b_y = 0,2 \cdot 3,7 = 0,74 \text{ (м)}.$$

Співвідношення сторін фундаменту $\eta = l_{ym}/b_{ym} = 1$.

Співвідношення сторін траншеї $\eta = l_k/b_k = 41/4 > 10$.

Межа стисливої товщі основи приймається на глибині $Z_i = H_c$, де

виконується умова $\sigma_{zp,i} \leq k \sigma_{zg}'$,

де $k = 0,2$ при $b_{ym} \leq 5$ м;

Далі розрахунок осідання ґрунту зводимо до таблиці 4.6. На рисунку 4.6 показана розрахункова схема розрахунку осідань.

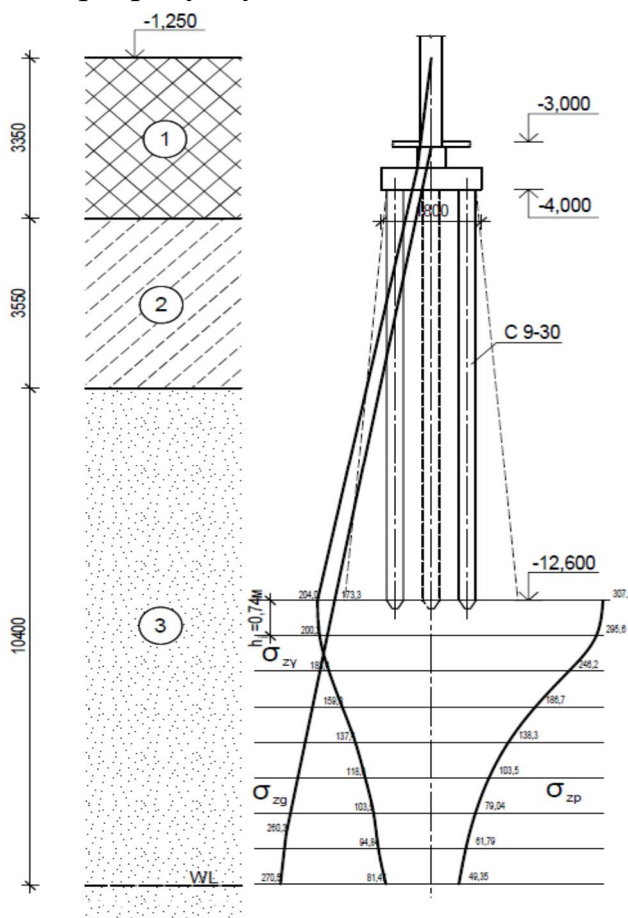


Рисунок 4.6 – Схема розрахунку осідання пального фундаменту

На глибині $z = 5,92 \text{ м} > b/2 = 1,85 \text{ м}$ від підшви фундаменту виконується умова межі товщі, що стискається, $\sigma_{zp,i} = 49,35 \text{ кПа} < 0,2\sigma_{zg,i} = 0,2 \cdot 270,5 = 54,1 \text{ (кПа)}$.

$$\Sigma S_i = 0,004015 \text{ м} = 0,402 \text{ см} < S_u = 15 \text{ см}.$$

Отже розміри фундаменту задовольняють усі потрібні граничні нерівності.

4.2.4 Розрахунок пальового фундаменту за результатами наукових досліджень

Враховуючи ступінь реалізації несучої здатності палів у складі кущового пальового фундаменту (1,17-1,27 при кількості палів у кущі 5 шт), запроєктуємо кущовий паловий фундамент з палів С9-30.

4.2.4.1 Визначення потрібної кількості палів

Отже, допустиме навантаження на палю з врахуванням кущового ефекту складає:

$$N = 558,6 \cdot 1,15 = 642,4 \text{ (кН)}$$

Потрібна кількість палів $n = 2127,5 \cdot 1,1 / 642,4 = 3,64$ (шт). Приймаємо чотири палі у кущі.

Розміщення палів в плані показане на рисунку 4.7. Розміри ростверку приймаємо 1500x1500 мм з урахуванням зв'язів не менше, ніж по 100 мм з кожної сторони.

Виконаємо перевірку навантаження на палю з урахуванням фактичної ваги ростверку і палів.

$$\text{Вага палі } G_{\text{палі}} = 0,3^2 \cdot 8,6 \cdot 25,0 \cdot 1,1 = 21,3 \text{ (кН)}.$$

Вага ростверку з ґрунтом на його уступах

$$G_p = 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,1 = 49,3 \text{ (кН)}.$$

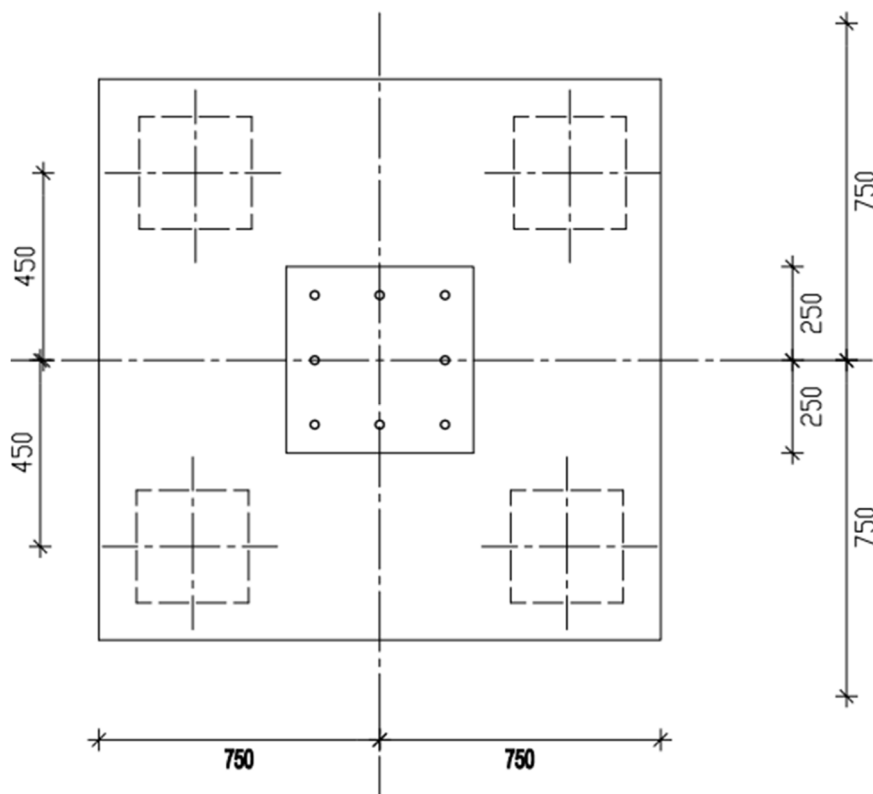


Рисунок 4.7 – Розміщення паль в плані у ростверку по осі 4,У

Загальне максимальне розрахункове навантаження на одну палю з урахуванням дії згинального моменту (згинальний момент від короткочасних змінних навантажень, тому навантаження на крайню палю може бути збільшено на 20% [34]).

$$N = \frac{N^d + G_p + G_{паль}}{n} \pm \frac{M_x y_{\max}}{\sum y_i^2} \pm \frac{M_y x_{\max}}{\sum x_i^2} = \frac{2127,5 + 21,3 \cdot 4 + 49,3}{4} \pm \frac{(176,8 + 11,2 \cdot 1,0) \cdot 0,45}{4 \cdot 0,45^2} = 565,5 + 104,4 = 669,9 \text{ (кН)} < 642,4 \cdot 1,2 = 770,88 \text{ (кН)}.$$

Отже, несуча здатність паль при обраному їх розташуванні забезпечена.

4.2.4.2 Розрахунок осідання пального фундаменту

Розрахунок осідання виконуємо на дію розрахункового експлуатаційного навантаження. Згідно з п. 4.2.2 $N_e = 1802,4$ кН.

Розрахунок осідання виконуємо як для умовного фундаменту мілкого закладання.

Визначимо розміри умовного фундаменту

$$\varphi_{mt} = \frac{0 \cdot 0,6 + 21 \cdot 3,55 + 37 \cdot 4,45}{8,6} = 27,8^{\circ};$$

$$b_{ум.} = l_{ум.} = 0,9 + 0,3 + 8,6 \cdot 2 \cdot \operatorname{tg}(27,8/4)^{\circ} = 3,3 \text{ (м)}.$$

Об'єм умовного фундаменту

$$V_{ум.} = l_{ум.} \cdot b_{ум.} \cdot d_{ум.} = 3,3 \cdot 3,3 \cdot 9,6 = 104,54 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Об'єм ростверку і паль в об'ємі умовного фундаменту

$$V_p + V_{гр.} = 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,0 = 2,25 \text{ (м}^3\text{)};$$

$$V_{паль} = 0,3^2 \cdot 8,6 \cdot 4 = 3,1 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Об'єм ґрунту в об'ємі умовного фундаменту

$$V_{гр.} = 104,54 - 2,25 - 3,1 = 99,19 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Вага ростверку і паль

$$G_p + G_{гр.} = 2,25 \cdot 20 = 45 \text{ (кН)};$$

$$G_{паль} = 3,1 \cdot 25 = 77,5 \text{ (кН)}.$$

Осереднене значення питомої ваги ґрунту в об'ємі умовного фундаменту

$$\gamma_{mt} = \frac{18,0 \cdot 1,0 + 17,7 \cdot 0,6 + 18,7 \cdot 3,55 + 17,6 \cdot 4,45}{9,6} = \frac{173,33}{9,6} = 18,1 \text{ (кН / м}^3\text{)}.$$

Вага ґрунту в об'ємі умовного фундаменту

$$G_{гр.} = 99,19 \cdot 18,1 = 1795,34 \text{ (кН)}.$$

Тиск по підшві умовного фундаменту

$$p = \frac{N + G_{p+гр.} + G_{гр.} + G_{паль}}{A_{ум.}} = \frac{1802,4 + 45 + 1795,34 + 77,5}{3,3 \cdot 3,3} = 341,6 \text{ (кПа)}.$$

Розрахунковий опір ґрунту основи умовного фундаменту

$$\begin{aligned} R &= \frac{\gamma_{c1} \gamma_{c2}}{k} \left[M_{\gamma} k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma_{II}' + (M_q - 1) d_b \gamma_{II}' + M_c c_{II} \right] = \\ &= \frac{1,4 \cdot 1,2}{1,0} (1,95 \times 1,0 \times 3,3 \times 17,6 + 8,81 \times 9,6 \times 18,1 + 7,81 \times 1,75 \times 18,1 + 10,37 \times 1) = \\ &= 3195,1 \text{ (кПа)} > p = 341,6 \text{ кПа}. \end{aligned}$$

Таблиця 4.7 – Розрахунок осідання фундаменту з забивних паль

z_i	$\frac{2z}{b_y}$	α	σ_{zpi} , кПа	σ_{zgi} , кПа	$\frac{2z}{b_k}$	α_k	$\sigma_{zy,i}$, кПа	$\sigma_{zp\cdot cep}$, кПа	$\sigma_{zy,i}^{cep}$, кПа	E_i , кПа	h_i , м	S_i , м
0	0	1	341,6	173,3	0	1	204					
0,66	0,4	0,9604	328,07	184,98	0,33	0,9865	201,25	334,84	202,63	35000	0,66	0,0020
1,32	0,8	0,7997	273,18	196,66	0,66	0,9213	187,94	300,63	194,6	35000	0,66	0,0016
1,98	1,2	0,6064	207,16	208,35	0,99	0,8215	167,58	240,17	177,76	35000	0,66	0,0009
2,64	1,6	0,4492	153,46	220,03	1,32	0,7191	146,69	180,31	157,13	35000	0,66	0,0003
3,3	2	0,3361	114,81	231,71	1,65	0,6289	128,29	134,14	137,49	35000	0,66	0,0000
3,96	2,4	0,2568	87,721	243,39	1,98	0,5536	112,93	101,27	120,61	35000	0,66	0,0000
4,62	2,8	0,2007	68,571	255,07	2,31	0,4917	100,31	78,146	106,62	35000	0,66	0,0000
5,28	3,2	0,1603	54,767	266,76	2,64	0,4407	89,9	61,669	95,103	35000	0,66	0,0000
5,94	3,6	0,1305	44,59	278,44	2,97	0,3983	81,253	49,678	85,576	35000	0,66	0,0000

 $\Sigma S_i = 0,00489$ м

Тиск від власної ваги ґрунту в рівні нижніх кінців паль від рівня природного рельєфу

$$\sigma_{zg,0}' = 17,7 \times 3,35 + 18,7 \times 3,55 + 17,6 \times 4,45 = 204,0 \text{ (кПа)}.$$

Тиск від власної ваги ґрунту в рівні нижніх кінців паль при експлуатації

$$\sigma_{zg,0} = 18,0 \cdot 1,0 + 17,7 \cdot 0,6 + 18,7 \cdot 3,55 + 17,6 \cdot 4,45 = 173,33 \text{ (кПа)}.$$

Товщина і-го шару ґрунту

$$h_i = 0,2 b_y = 0,2 \cdot 3,3 = 0,66 \text{ (м)}.$$

Співвідношення сторін фундаменту $\eta = l_{ym}/b_{ym} = 1$.

Співвідношення сторін траншеї $\eta = l_k/b_k = 41/4 > 10$.

Межа стисливої товщі основи приймається на глибині $Z_i = H_c$, де виконується умова $\sigma_{zp,i} \leq k \sigma_{zg}'$, де $k = 0,2$ при $b_{ym} \leq 5$ м.

Далі розрахунок осідання ґрунту зводимо до таблиці 4.6.

На глибині $z = 5,94$ м $> b/2 = 1,65$ м від подошви фундаменту виконується умова межі товщі, що стискається, $\sigma_{zp,i} = 44,59$ кПа $< 0,2 \sigma_{zg,i} = 0,2 \cdot 278,44 = 55,7$ (кПа).

$$\Sigma S_i = 0,00489 \text{ м} = 0,489 \text{ см} < S_u = 15 \text{ см}.$$

Отже розміри фундаменту задовольняють усі потрібні граничні нерівності.

Висновки за розділом 4

В розділі "Технічна частина" розглянуто архітектурно-будівельні рішення житлової частини багатоповерхової забудови в с. Чайки Києво-Святошинського району. Виконано теплотехнічний розрахунок та конструювання складових зовнішнього утеплення. При якому було підібрано утеплювач з мінераловатних плит товщиною 100 мм, який відповідає протипожежним нормам та забезпечує потрібний термічний опір.

Виконано розрахунок і проектування кущового пального фундаменту за рекомендаціями норм і з врахуванням результатів наукового дослідження.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У цьому розділі магістерської кваліфікаційної роботи запропоновані заходи та засоби з охорони праці під час виконання робіт, пов'язаних з розрахунками перерозподілу зусиль між елементами кущового пальового фундаменту в залежності від кількості палів. В процесі виконання досліджень на інженерний проєктний персонал впливають такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори [43, 44].

Фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо); іонізація повітря.

Хімічні фактори: речовини хімічного походження, аерозолі фіброгенної дії (пил).

Фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

5.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Конструкція робочого місця інженера-проєктувальника повинна відповідати сучасним вимогам ергономіки та Гігієнічної класифікації праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, затвердженої Наказом Міністерства охорони

здоров'я № 528 від 27 грудня 2001 року, характеру виконуваної роботи та забезпечити оптимальне розміщення на робочій поверхні документів, рухомого пюпітра (тримача документів) та обладнання ПК (монітора, системного блоку, клавіатури, пристрою «миша», принтера та інших периферійних пристроїв з урахуванням їх кількості та конструктивних особливостей). Площа одного робочого місця інженера обладнаного ПК, повинна складати не менше 6 м², а об'єм – не менше 20 м³.

Живлення силового обладнання проєктної організації та системи освітлення здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 х 220В (фазна напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В). Категорія умов по небезпеці електротравматизму – без підвищеної небезпеки.

Розташування монітора ПК має забезпечувати: безпечність роботи в цілому; зручність та ефективність зорової роботи з екраном в вертикальній площині під кутом $\pm 30^0$ від лінії зору, площа екрана при цьому має бути перпендикулярною нормальній лінії зору користувача.

Нульовий захисний провід прокладається від стійки групового розподільчого щита, розподільчого пункту до розеток живлення. Не допускається підключення на щиті до одного контактного затискача нульового робочого та нульового захисного провідників. Площа перерізу нульового робочого та нульового захисного провідника в груповій трипровідній мережі повинна бути не менше площі перерізу фазового провідника. Усі провідники повинні відповідати номінальним параметрам мережі та навантаження, умовам навколишнього середовища, умовам розподілу провідників, температурному режиму та типам апаратури захисту, вимогам ПВЕ. У приміщенні, де одночасно експлуатується або обслуговується більше п'яти персональних комп'ютерів, на помітному та доступному місці встановлюється аварійний резервний вимикач, який може повністю вимкнути електричне живлення приміщення, крім освітлення.

Комп'ютери та устаткування для їх обслуговування, ремонту та налагодження повинні підключатися до електромережі тільки з допомогою

справних штепсельних з'єднань і електророзеток заводського виготовлення. Штепсельні з'єднання та електророзетки крім контактів фазового та нульового робочого провідників повинні мати спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника. Конструкція їх має бути такою, щоб приєднання нульового захисного провідника відбувалося раніше ніж приєднання фазового та нульового робочого провідників. Порядок роз'єднання при відключенні має бути зворотним. Необхідно унеможливити з'єднання контактів фазових провідників з контактами нульового захисного провідника.

Неприпустимим є підключення комп'ютерів та їх устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження до звичайної двопровідної електромережі, в тому числі – з використанням перехідних пристроїв. Індивідуальні та групові штепсельні з'єднання та електророзетки необхідно монтувати на негорючих або важкогорючих пластинах з урахуванням вимог ПВЕ та Правил пожежної безпеки в Україні. Електромережу штепсельних розеток для живлення комп'ютерів та їх устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження при розташуванні їх уздовж стін приміщення прокладають по підлозі поряд зі стінами приміщення, як правило, в металевих трубах і гнучких металевих рукавах з відводами відповідно до затвердженого плану розміщення обладнання та технічних характеристик обладнання. При розташуванні в приміщенні за його периметром до 5 комп'ютерів, використанні трипровідникового захищеного проводу або кабелю в оболонці з негорючого або важкогорючого матеріалу дозволяється прокладання їх без металевих труб та гнучких металевих рукавів.

Під час монтажу та експлуатації необхідно повністю унеможливити виникнення електричного джерела загоряння внаслідок короткого замикання та перевантаження проводів, обмежувати застосування проводів з легкозаймистою ізоляцією і, за можливості, перейти на негорючу ізоляцію. Під час ремонту ліній електромережі шляхом зварювання, паяння та з використанням відкритого вогню необхідно дотримуватися Правил пожежної безпеки в Україні. Лінія

електромережі для живлення комп'ютерів, їх периферійних пристроїв та устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження виконується як окрема групова трипровідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів. Використання нульового робочого провідника як нульового захисного провідника забороняється.

Є неприпустимими: експлуатація кабелів та проводів з пошкодженою або такою, що втратила захисні властивості за час експлуатації, ізоляцією; залишення під напругою кабелів та проводів з неізольованими провідниками; застосування саморобних подовжувачів, які не відповідають вимогам до переносних електропроводок; застосування для опалення приміщення нестандартного (саморобного) електронагрівального обладнання або ламп розжарювання; користування пошкодженими розетками, розгалужувальними та з'єднувальними коробками, вимикачами та іншими електровиробами, а також лампами, скло яких має сліди затемнення або випинання; підвішування світильників безпосередньо на струмопровідних проводах, обгортання електроламп і світильників папером, тканиною та іншими горючими матеріалами, експлуатація їх зі знятими ковпаками (розсіювачами); використання електроапаратури та приладів в умовах, що не відповідають вказівкам (рекомендаціям) підприємств-виготовлювачів.

Металеві труби та гнучкі металеві рукави повинні бути заземлені. Заземлення повинно відповідати вимогам ДНАОП 0.00-1.21-98 "Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів". Для підключення переносної електроапаратури застосовують гнучкі проводи в надійній ізоляції. Тимчасова електропроводка від переносних приладів до джерел живлення виконується найкоротшим шляхом без заплутування проводів у конструкціях машин, приладів та меблях. Доточувати проводи можна тільки шляхом паяння з наступним старанним ізолюванням місць з'єднання.

5.2 Електробезпека

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам [44, 48]:

1) Для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмопровідними елементами електроустаткування, необхідно: розміщувати неізольовані струмопровідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах; використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні - написи, таблички, попереджувальні знаки; підвід кабелів до споживачів здійснювати у закритих конструкціях підлоги;

2) При живленні однофазних споживачів струму від трипровідної мережі при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі. Згідно з вимогами нормативів, повинна бути забезпечена необхідна кратність струму К.З. залежно від типу запобіжного пристрою, повинна бути забезпечена цілісність нульового захисного провідника.

3) Електрозахисні засоби захисту

Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється. Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000 В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками. Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають

персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

5.3 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

5.3.1 Мікроклімат

Мікроклімат приміщення – це сукупність фізичних параметрів повітря в виробничому приміщенні, які діють на людину в процесі праці на її робочому місці, в робочій зоні. При цьому потрібно розрізняти оптимальні та допустимі мікрокліматичні умови.

Допустимі мікрокліматичні умови – поєднання кількісних показників мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливові на людину можуть викликати скороминучі зміни, що швидко нормалізують тепловий стан організму, і які супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції, не виходячи за межі фізіологічних пристосувальних можливостей. При цьому виникає пошкодження або порушення стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності. Допустимі величини показників мікроклімату встановлюють тоді, коли за технологічними умовами, технічними і економічними причинами не забезпечуються оптимальні норми.

Нормуються параметри мікроклімату в виробничих приміщеннях та гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони [44]. Тяжкість роботи розділяється на категорії залежно від загальних енерговитрат організму, ккал/с (Вт). Параметри мікроклімату в виробничому приміщенні для виконання проектних робіт наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Нормування параметрів мікроклімату для постійних робочих місць

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість	Швидкість руху
Теплий	Ia	22-28	55 при 28°С	0,1-0,2
Холодний	Ia	21-25	75 при 25°С	Не більше 0,1

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату [7] на робочому місці інженера передбачається: в холодну пору року використання калорифера; в літню пору застосування вентиляторів обдува; провітрювання приміщення.

5.3.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м [44]. В умовах роботи на граничнодопустимих концентраціях можливими забруднювачами повітря робочої зони можуть бути пил та шкідливі гази, їх ГДК наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони оператора лінії

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0.5	0.15	4

Для забезпечення складу повітря робочої зони передбачено [45]: провітрювання приміщення; цілісність вікон для перешкоджання попадання пилу в приміщення під час роботи; встановлення пиловловлюючих засобів.

5.3.3 Виробниче освітлення

Природне освітлення.

В залежності від джерела світла промислове освітлення поділяється на: - природне освітлення – освітленість приміщень світлом неба (прямого або відображеного), яке проникає через світлові пройми в зовнішніх огорожених конструкціях. По своєму спектральному складу воно є найбільш сприятливим. Природне освітлення характеризується коефіцієнтом природної освітленості КПО (e_n). КПО – відношення природного освітлення, яке створюється в деякій точці заданої площини всередині приміщення світлом неба, до значення зовнішньої горизонтальної освітленості.

Основною величиною для розрахунку і нормування природного освітлення є коефіцієнт природної освітленості (КПО). Прийняте роздільне нормування КЕО для бічного і верхнього освітлення. Ті місця, що освітлюється тільки бічним світлом, нормується мінімальне значення КЕО в межах робочої зони, що повинно бути забезпечене в точках, найбільше віддалених від вікна.

Штучне освітлення.

Штучне освітлення використовується двох систем: загальне або комбіноване. Загальне освітлення - освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення рівномірно або пристосувальне до розташування обладнання Комбіноване освітлення - додаткове освітлення, при якому до загального освітлення додається ще й місцеве. Місьцеве освітлення - освітлення, яке створюється світильниками, які концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях.

Характеристика зорових робіт – середньої точності [48]. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 розряд зорової роботи IV, підрозряд «в».

Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Х-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Х-ка фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	в	середній	середній	400	200	4	2,4

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітленням, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 4,5 метра.

Світильники з світлодіодними лампами розміщують рядами; що дозволяє здійснювати їх послідовне включення (відключення) в залежності від величини природної освітленості. При експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

5.3.4 Виробничий шум

Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки» (таблиця 4).

Таблиця 5.4 – Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Творча діяльність, конструювання і проектування, програмування	86	71	61	54	49	45	42	40	38

Шум порушує нормальну роботу шлунку, особливо впливає на центральну нервову систему. Для забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщенні, проектом передбачено засоби колективного захисту: акустичні, архітектурно-планувальні й організаційно-технічні.

Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту - «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація».

Для зниження шуму в приміщенні потрібно: безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі; для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.

5.3.5 Психофізіологічні фактори

Робота інженера є достатньо складною і потребує різних навичок та характеристик працюючого, тому і впливи від робіт різні і визначаються за

Державними санітарними нормами та правилами «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу».

Важкість праці визначається за дод. 15 [52], звідки видно, що даний вид робіт за показниками важкості умов праці характеризується як допустимі умови праці.

- енергозатрати організму: при регіональному навантаженні (з переважною участю м'язів рук та плечового суглоба) для жінок - до 7800;
- загальні енергозатрати організму, Вт - до 290;
- робоча поза: періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаєморозташування різних частин тіла відносно одна одної);
- нахили тулуба (вимушені, більше 30°), кількість за зміну: 51-100;

Напруженість праці визначається за дод. 16 [52], робота відноситься до інтелектуальної, і має наступні характеристики:

- зміст роботи: відсутня необхідність прийняття рішення;
- сенсорні навантаження : 51-75;
- розмір об'єкта розрізнення (при відстані від очей працюючого до об'єкта розрізнення не більше 0,5 м), мм, % часу зміни: 5,0-1,1 мм більше 50% часу;
- тривалість робочого дня, год. – 8 годин;
- змінність роботи - однозмінна робота (без нічної зміни).

Дані характеристики вказуються на те, що за напруженістю робота інженера-проектувальника (цивільне будівництво), який здійснює чисельне моделювання перерозподілу зусиль між елементами кушового пальового фундаменту в залежності від кількості паль відноситься до другого класу з допустимими умовами напруженості праці (напруженість праці середнього ступеня).

5.4 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження безпеки роботи внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій

Після зведення будинку на такому фундаменті, на нього можуть чинити вплив надзвичайні ситуації природного та техногенного характеру, що призводить до загибелі багатьох людей і значних матеріальних збитків. Масштаби, характер руйнувань і кількість постраждалих людей залежать від типу, масштабу і місця аварії, катастрофи або стихійного лиха, від швидкості розвитку надзвичайної ситуації.

У внутрішньобудинковій мережі використовуються елементи, до складу яких входять: метали, напівпровідники, діоди, резистори та ін. Серед цих матеріалів найбільш чутливі до радіації метали, бо їм властива велика концентрація вільних носіїв.

Внаслідок проходження гамма-випромінювання через елементи електронної апаратури, в останніх утворюється потік вільних зарядів. Внаслідок переміщення яких може виникнути імпульс який може призвести до хибного спрацювання пристроїв. Також наслідком такого опромінення є підвищення провідності матеріалів, збільшення протікання струму і зменшення опору, в газорозрядних приладах зменшується напруга запалення. Таким чином блоки внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків можуть раптово втратити працездатність при певних рівнях радіації.

ЕМІ може поширюватись на десятки і сотні кілометрів в навколишньому середовищі і по різних комунікаціях, здійснюючи вплив на об'єкти там, де інші чинники втрачають свої значення як вражаючі фактори. Також ЕМІ може викликати в лініях зв'язку, енергопостачання, систем обчислювальних машин, напруги, що може призводити до пробую ізоляції елементів апаратури і пристроїв, підключених до повітряних і підземних ліній. Ступінь пошкоджень залежить від наведеного імпульсу напруги чи струму і електричної міцності обладнання. Саме

тому необхідно дослідити безпеку роботи внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії іонізуючих випромінювань та електромагнітного імпульсу.

5.4.1 Дослідження безпеки роботи внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії іонізуючих випромінювань

Визначаємо експозиційні дози при яких в елементах електромережі можуть виникнути зворотні зміни. Дані заносимо в таблицю 5.

По мінімальному значенні $D_{гр}$, визначаємо межу стійкості внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в цілому по системі електропостачання: $D_{гр}=10^5$ Р.

Визначаємо граничне значення рівня радіації, до якого можлива робота виробничого персоналу у звичайному режимі за час t_{max} :

$$P_{zp} = \frac{D_{zp} \cdot K_{noc}}{2 \cdot (\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})} [P / год], \quad (5.1)$$

де K_{noc} – коефіцієнт послаблення

t_n – час початку опромінення - $t_n=1$ год

$t_{р.макс.}$ – максимальна тривалість роботи - $t_{р.макс.}=87600$ год (10років)

$t_k = t_{р.макс.} + t_n$,

$t_k = 87600 + 1 = 87601$ год.

$$P_{zp} = \frac{10^5 \cdot 1}{2 \cdot (\sqrt{87601} - \sqrt{1})} = 169,5 (P / год), \quad (5.2)$$

По мінімальному значенні $D_{гр}$, визначаємо межу стійкості внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в цілому по системі електропостачання: $D_{гр}=10^5$ Р.

Таблиця 5.5 – Граничні значення експозиційних доз елементів електромережі

№	Елементи електромережі		Д _{гр} , Р	Д _{гр} , Р
1	Трансформатори	ТДЦ-125000/110	10 ⁶	10 ⁵
		ТДЦ-125000/220	10 ⁶	
		АТДЦТН- 125000/220/110	10 ⁶	
2	Розрядники	ОПН-1Ю-У1	10 ⁵	
		ОПН-220-У1	10 ⁵	
3	Струмопровід	ГРТЕ-10-8550-250	10 ⁹	

Визначаємо допустимий час роботи блоків електромережі в заданих умовах:

$$t_{дон} = \left(\frac{D_{ep} \cdot K_{носл} + 2 \cdot P_{1max} \sqrt{1}}{2 \cdot P_1} \right)^2 [год], \quad (5.3)$$

$$t_{дон} = \left(\frac{10^5 \cdot 1 + 2 \cdot 169,5}{2 \cdot 169,5} \right)^2 = 87582 (год) .$$

Таким чином, електромережа буде безпечно працювати, якщо граничне значення рівня радіації не перевищуватиме значення 169,5 Р/год.

5.4.2 Дослідження безпеки роботи внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії електромагнітного імпульсу

При оцінці впливу ЕМІ на струмопровідні елементи необхідно врахувати те, що ЕМІ мають горизонтальну та вертикальну складові напруженості електричного поля і тому повинні визначатися значеннями напруги на вертикальних та горизонтальних ділянках лінії. Для оцінки безпеки роботи електромережі в умовах дії електромагнітного імпульсу, необхідно визначити значення вертикальної складової напруженості електромагнітного поля, при коефіцієнті безпеки рівному $K_b=40$ дБ.

На об'єкті ЕМ розподіляються на різні блоки:

- Трансформатори;

- Розрядники;
- Струмopроводи.

На кожній ділянці визначаємо максимальну довжину вертикальної та горизонтальної струмопровідної частини: $l_{в1}=3,5\text{м}$, $l_{в2}=2,3\text{м}$, $l_{в3}=2,35\text{м}$, $l_{г1}=2,4\text{м}$, $l_{г2}=2,1\text{м}$, $l_{г3}=3,2\text{м}$.

Напругу наводки вертикальної струмопровідної частини визначаємо з формули:

$$K_B = 20 \lg \frac{U_{\text{дон}}}{U_{B(\Gamma)}} \geq 40 \text{ [дБ]} , \quad (5.4)$$

Після всіх математичних перетворень, отримуємо наступні значення:

$$20 \lg U_{\epsilon} = 20 \lg U_{\text{дон}} - K_{\epsilon} , \quad (5.5)$$

$$U_{\epsilon} = 10^{\frac{20 \lg U_{\text{дон}}}{20}} \text{ [В]} , \quad (5.6)$$

$$U_{\epsilon} = \frac{U_{\text{дон}}}{10^{\frac{K_{\epsilon}}{20}}} \text{ [В]} ,$$

Визначаємо допустимі коливання напруги живлення:

$$U_{\text{д}} = U_{\text{ж}} + \frac{U_{\text{ж}}}{100} \cdot N \text{ [В]} , \quad (5.7)$$

де $U_{\text{ж}}$ – напруга живлення, В;

N – допустиме відхилення напруги, %.

При $U_{\text{ж}}=220$ (В), $U_{\text{доп1}}=242$ (В)

При $U_{\text{ж}}=110$ (В), $U_{\text{доп1}}=121$ (В)

При $U_{\text{ж}}=10$ (В), $U_{\text{доп1}}=11$ (В)

Визначаємо напругу наведену в вертикальних струмопровідних частинах.

Трансформатори:

$$U_{\epsilon 1} = \frac{242}{10^{\frac{40}{20}}} = 2,42 \text{ (В)} ,$$

Розрядники:

$$U_{\epsilon 2} = \frac{121}{10^{\frac{40}{20}}} = 1,21 \text{ (В)} ,$$

Струмopроводи:

$$U_{e3} = \frac{11}{\frac{40}{10^{20}}} = 0,11 \text{ (В)} .$$

Визначаємо горизонтальну складову напруженості електричного поля для кожного блока:

$$E_{Гi} = \frac{U_{Bi}}{L_{Bi}} \text{ [В/м]} , \quad (5.8)$$

$$E_{Г1} = \frac{2,42}{3,5} = 0,69 \text{ (В/м)} ,$$

$$E_{Г2} = \frac{1,21}{2,3} = 0,53 \text{ (В/м)} ,$$

$$E_{Г3} = \frac{0,11}{2,35} = 0,04 \text{ (В/м)} .$$

Визначаємо вертикальну складову напруженості електричного поля:

$$E_{В} = E_{Г} \cdot 10^3 \text{ [В/м]}, \quad 5(4.9)$$

$$E_{В1} = 0,69 \cdot 10^3 = 690 \text{ (В/м)},$$

$$E_{В2} = 0,53 \cdot 10^3 = 530 \text{ (В/м)},$$

$$E_{В3} = 0,04 \cdot 10^3 = 40 \text{ (В/м)}.$$

Отже елементи електромережі будуть безпечно працювати, якщо вертикальна складова напруженості електричного поля не перевищуватиме значення:

- для трансформаторів 690 (В/м);
- для розрядників 530 (В/м);
- для струмопроводів 40 (В/м).

5.4.3 Розробка заходів з безпеки роботи елементів внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій

Головними заходами щодо радіаційної безпеки є: застосування в апаратурі радіаційно-стійких елементів і матеріалів, спеціальних масивних екранів або активного захисту від впливу потоків заряджених частинок. При імпульсному

впливі іонізуючих випромінювань, крім перерахованих способів використовують: застосування схем, мало критичних до змін електричних параметрів; зниження напруги живлення на аноді і збільшення від'ємної напруги зсуву сіток газорозрядних приладів; застосування пристроїв, які містять радіотехнічні схеми на період впливу радіації; збільшення відстані між елементами, які знаходяться під навантаженням та інші.

Також, у підрозділі з безпеки НС проведено дослідження безпеки роботи електромережі в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій та розроблено заходи по підвищенню безпеки її роботи. В умовах дії іонізуючих випромінювань електромережа буде безпечно працювати до рівня радіації 169,5 Р/год. При допустимому часі роботи обладнання протягом 87582 год.

Оцінюючи безпеку роботи електромережі в умовах дії електромагнітного імпульсу, доведено, що обладнання буде злагоджено працювати, якщо вертикальна складова напруженості електричного поля не буде перевищувати: для трансформаторів – 690 (В/м), для розрядників 530 (В/м), для струмопроводів – 40 (В/м).

Висновки за розділом 5

У цьому розділі роботи розглянуто заходи та засоби з охорони праці під час виконання проектних будівельних робіт. Досліджено небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які виникають при виконанні проектних робіт.

Також розглянуто безпеку роботи внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії іонізуючих випромінювань та електромагнітного імпульсу.

РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Техніко-економічне порівняння варіантів фундаментів

При проектуванні житлової частини на 15 квартир багатоповерхової забудови в с. Чайки Києво-Святошинського району в технічній частині роботи розглянуто кущові пальові фундаменти на забивних палях. Розрахунок виконано у відповідності до чинних нормативних документів та з урахуванням результатів дослідження роботи кущових пальових фундаментів під дією вертикального навантаження при різній кількості паль у їх складі.

I варіант. У підрозділі 4.2 «Основи та фундаменти» було виконано проектування фундаментів під найбільш завантажену колону на перетині осей У, 4. Глибина закладання ростверку нижче підлоги підвалу складає 1,0 м. На рис. 6.1 показано конструктивне рішення запроєктованого фундаменту.

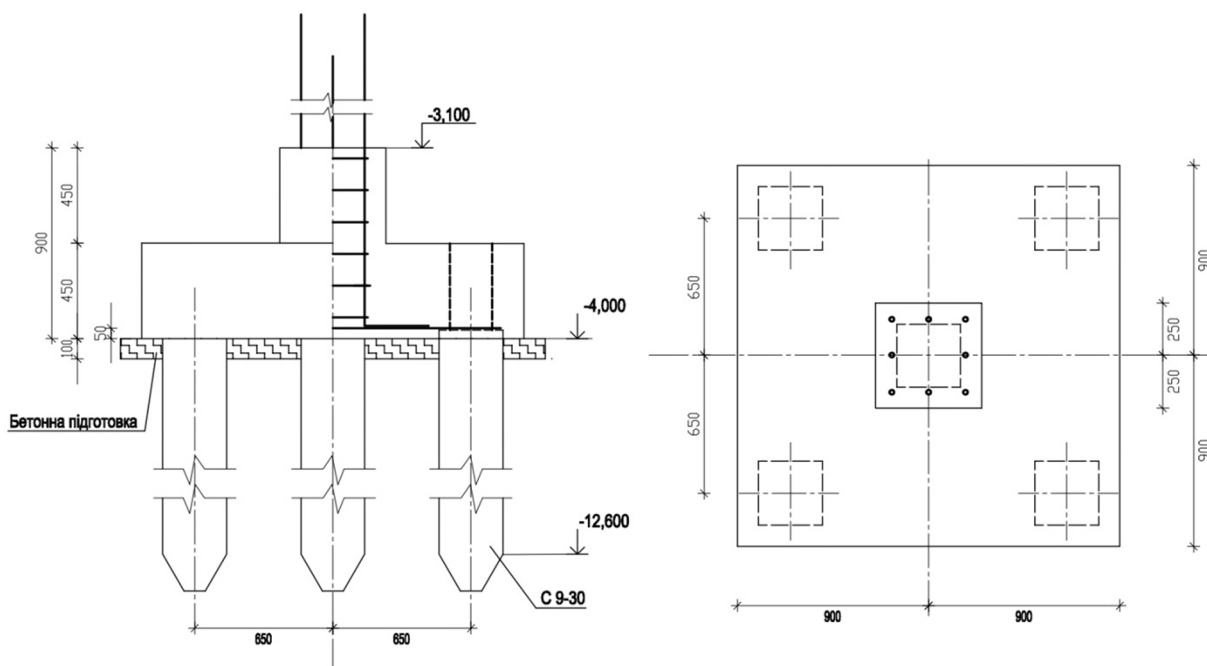


Рисунок 6.1 - Схема конструктивного рішення кущового пальового фундаменту (варіант I)

У магістерській кваліфікаційній роботі на тему «Перерозподіл зусиль між елементами кущового пальового фундаменту в залежності від кількості паль»

виявлено, що несуча здатність кущового пального фундаменту перевищує суму несучих здатностей одиночних палів (підхід, що рекомендується нормами). Робота палі в групі суттєво відрізняється від роботи одиночної палі. Як правило, несуча здатність палі у складі кущового пального фундаменту перевищує несучу здатність одиночної палі. В зв'язку з цим є можливість прийняти більш економічне рішення.

II варіант. Опираючись на результати проведених досліджень та враховуючи ступінь реалізації несучої здатності палів у складі кущового пального фундаменту, запроєктовано кущовий паливий фундамент меншою кількістю палів. В результаті розміри ростверку можна зменшити з 1,8 м до 1,5 м, кількість палів також зменшиться до 4 замість 5 прийнятих до рекомендацій чинних норм.

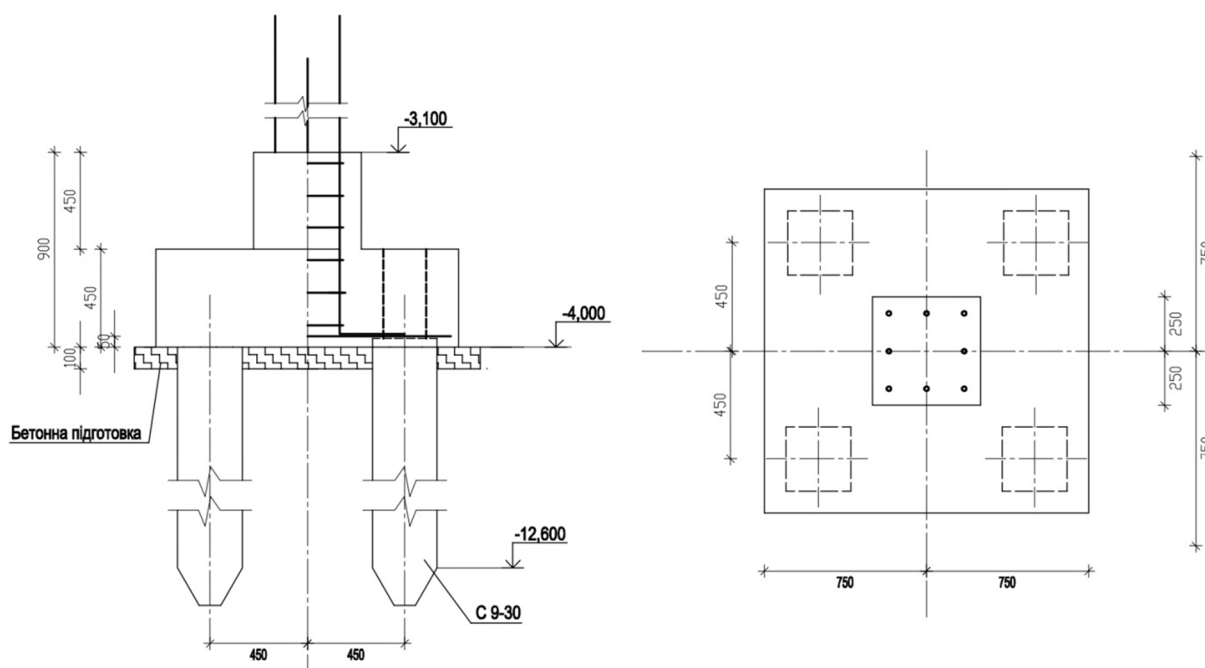


Рисунок 6.2 - Схема конструктивного рішення кущового пального фундаменту (варіант II)

Для обох варіантів фундаментів були розраховані об'єми робіт для влаштування фундаменту 1 фундаменту (табл. 6.1).

Таблиця 6.1-Обсяги основних робіт на влаштування фундаменту по осям У, 4

Найменування роботи	Один. вимір.	Формула підрахунку	Кількість
Варіант I			
Відкопування котловану	1000м ³	$V_3=2,85 \cdot 6 \cdot 6=102,6(\text{м}^3)$	0,1026
Улаштування бетонної підготовки	м ³	$2,0 \cdot 0,1 \cdot 2,0=0,4(\text{м}^3)$	0, 4
Заглиблення зб паль С9-30	м ³ м	$5 \cdot 9 \cdot 0,3^2=4,05(\text{м}^3)$ С9-30 - 5 шт · 9=45 м	4,05 45
Улаштування монолітного залізобетонного ростверку	м ³	$V_6=1,8^2 \cdot 0,45+0,5^2 \cdot 0,45=1,57 (\text{м}^3)$	1,57
Кількість арматури монолітного залізобетонного ростверку	кг	$G_a=V_6 \cdot 0,007 \cdot 7850=$ $=1,57 \cdot 0,007 \cdot 7850=86,3 (\text{кг})$	86,3
Зворотна засипка ґрунту	1000м ³	$V_{\text{зас.}}=36 \cdot 1-0, 4-1,57=34,03(\text{м}^3)$	0,03403
Ущільнення ґрунту у пазухах котловану	100м ³	$V_{\text{ущіл.}}=V_{\text{зас.}}=34,03\text{м}^3$	0,03403
Варіант II. Розрахунок за результатами наукового дослідження			
Відкопування котловану	1000м ³	$V_3=2,85 \cdot 6 \cdot 6=102,6(\text{м}^3)$	0,1026
Улаштування бетонної підготовки	м ³	$1,7 \cdot 0,1 \cdot 1,7=0,289(\text{м}^3)$	0,289
Заглиблення зб паль С9-30	м ³ м	$4 \cdot 9 \cdot 0,3^2=3,24(\text{м}^3)$ С9-30 - 4 шт · 9=36 м	3,24 36
Улаштування монолітного залізобетонного ростверку	м ³	$V_6=1,5^2 \cdot 0,45+0,5^2 \cdot 0,45=1,125 (\text{м}^3)$	1,125
Кількість арматури монолітного залізобетонного ростверку	кг	$G_a=V_6 \cdot 0,007 \cdot 7850=$ $=1,125 \cdot 0,007 \cdot 7850=61,81 (\text{кг})$	61,81
Зворотна засипка ґрунту	1000м ³	$V_{\text{зас.}}=36 \cdot 1-0,289-1,125=34,59(\text{м}^3)$	0,03459
Ущільнення ґрунту у пазухах котловану	100м ³	$V_{\text{ущіл.}}=V_{\text{зас.}}=34,59\text{м}^3$	0,03459

6.2 Порівняльні кошторисні розрахунки вартості та трудомісткості фундаментів

Кошторисний розрахунок підсилення фундаментів виконуємо за допомогою програмного комплексу АВК (таблиця 6.2-6.3).

Вони розроблялися на основі:

ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи (РЕКН, ДБН Д.2.2 - 99); збірника єдиних середніх кошторисних цін на матеріали, виробництва та конструкції загально виробничі витрати розраховані відповідно до усереднених показників додатка 3 до ДСТУ Б Д.1.1 – 1 – 2013.

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 загальновиробничих витрат.

Прямі витрати (ПВ) враховують в своєму складі заробітну плату робочих, вартість експлуатації будівельних машин та механізмів, вартість матеріалів, виробів та конструкцій.

Прямі витрати (ПВ) враховують в своєму складі заробітну плату робочих, вартість експлуатації будівельних машин та механізмів, вартість матеріалів, виробів та конструкцій.

Загальновиробничі витрати (ЗВВ) – це витрати будівельно-монтажної організації, які входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт. Усі затрати, які відносяться до ЗВВ, згруповані в три групи.

Таблиця 6.2 - Локальний кошторис на будівельні роботи № 1
На варіант 1

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 8,793 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 0,058 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата 1,267 тис. грн.
Середній розряд робіт 3,5 розряд

Складений в поточних цінах станом на "24 05" 2022 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										в тому числі заробітної плати	в том числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	E1-17-1	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ході з ковшом місткістю 1 [1-1, 2] м3, група ґрунтів 1	1000м3	0,1026	<u>6217,86</u> 157,87	<u>6053,90</u> 1912,64	638	16	<u>621</u> 196	<u>9,38</u> 66,504	<u>0,96</u> 6,82
2	E5-3-5	Заглиблення дизель-молотом залізобетонних паль довжиною до 12 м	м3	4,05	<u>1130,03</u> 69,94	<u>438,09</u> 54,96	4577	283	<u>1774</u> 223	<u>3,39</u> 2,6765	<u>13,73</u> 10,84
3	E6-1-1	Улаштування бетонної підготовки	100м3	0,004	<u>69945,46</u> 3294,47	<u>1898,95</u> 520,67	280	13	<u>8</u> 2	<u>195,75</u> 25,4989	<u>0,78</u> 0,1
4	ЕД6-50-15	Збирання і розбирання дерев'яної щитової опалубки з щитів опалубки площею до 1 м2 для улаштування ростверку	100м3	0,0157	<u>15580,67</u> 8018,93	<u>420,30</u> 130,88	245	126	<u>7</u> 2	<u>417,87</u> 6,9921	<u>6,56</u> 0,11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	ЕД6-62-3	Встановлення арматури окремими стрижнями із зварюванням вузлів з арматурою у вигляді плоских сіток в масиви, окремі фундаменти і плитні основи, діаметр арматури, мм понад 8 до 12	m	0,0863	<u>11553,50</u> 436,01	<u>100,74</u> 23,53	997	38	<u>9</u> 2	<u>22,44</u> 1,4234	<u>1,94</u> 0,12
6	ЕД6-66-2	Укладання бетонної суміші в конструкції ростверку бетононасосами.	100м3	0,0157	<u>61814,36</u> 1004,88	<u>1946,55</u> 497,99	970	16	<u>31</u> 8	<u>53</u> 23,56	<u>0,83</u> 0,37
7	Е1-27-1	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 59 кВт [80 к.с.] з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 1	1000м3	0,03403	<u>1287,92</u> -	<u>1287,92</u> 279,89	44	-	<u>44</u> 10	<u>-</u> 15,1575	<u>-</u> 0,52
8	Е1-134-1	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунтів 1, 2	100м3	0,3403	<u>619,28</u> 339,29	<u>279,99</u> 83,44	211	115	<u>96</u> 28	<u>18,36</u> 5,1175	<u>6,25</u> 1,74
Разом прями витрати по кошторису							7962	607	<u>2590</u> 471		<u>31,05</u> 20,62
Разом будівельні роботи, грн.							7962				
в тому числі:											
вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.							4765				
всього заробітна плата, грн.							1078				
Загальновиробничі витрати, грн.							831				
трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год.							5,84				
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.							189				
Всього будівельні роботи, грн.							8793				

Всього по кошторису							8793				
Кошторисна трудоємність, люд.год.							58				
Кошторисна заробітна плата, грн.							1267				

Склав

_____ [посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

_____ [посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Таблиця 6.3 - Локальний кошторис на будівельні роботи № 2
На варіант 2

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 8,044 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 0,054 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата 1,200 тис. грн.
Середній розряд робіт 3,5 розряд

Складений в поточних цінах станом на "24 .05" 2022 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	E1-17-1	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ході з ковшом місткістю 1 [1-1, 2] м3, група ґрунтів 1	1000м3	0,1026	<u>6217,86</u> 157,87	<u>6053,90</u> 1912,64	638	16	<u>621</u> 196	<u>9,38</u> 66,504	<u>0,96</u> 6,82
2	E5-3-5	Заглиблення дизель-молотом залізобетонних паль довжиною до 12 м	м3	4,05	<u>1130,03</u> 69,94	<u>438,09</u> 54,96	4577	283	<u>1774</u> 223	<u>3,39</u> 2,6765	<u>13,73</u> 10,84
3	E6-1-1	Улаштування бетонної підготовки	100м3	0,00289	<u>69945,46</u> 3294,47	<u>1898,95</u> 520,67	202	10	<u>5</u> 2	<u>195,75</u> 25,4989	<u>0,57</u> 0,07
4	ЕД6-50-15	Збирання і розбирання дерев'яної щитової опалубки з щитів опалубки площею до 1 м2 для улаштування ростверку	100м3	0,01125	<u>15580,67</u> 8018,93	<u>420,30</u> 130,88	175	90	<u>5</u> 1	<u>417,87</u> 6,9921	<u>4,7</u> 0,08

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	ЕД6-62-3	Встановлення арматури окремими стрижнями із зварюванням вузлів з арматурою у вигляді плоских сіток в масиви, окремі фундаменти і плитні основи, діаметр арматури, мм понад 8 до 12	m	0,06181	<u>11553,50</u> 436,01	<u>100,74</u> 23,53	714	27	<u>6</u> 1	<u>22,44</u> 1,4234	<u>1,39</u> 0,09
6	ЕД6-66-2	Укладання бетонної суміші в конструкції ростверку бетононасосами.	100м3	0,01125	<u>61814,36</u> 1004,88	<u>1946,55</u> 497,99	695	11	<u>22</u> 6	<u>53</u> 23,56	<u>0,6</u> 0,27
7	Е1-27-1	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 59 кВт [80 к.с.] з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 1	1000м3	0,03459	<u>1287,92</u> -	<u>1287,92</u> 279,89	45	-	<u>45</u> 10	<u>-</u> 15,1575	<u>-</u> 0,52
8	Е1-134-1	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунтів 1, 2	100м3	0,3459	<u>619,28</u> 339,29	<u>279,99</u> 83,44	214	117	<u>97</u> 29	<u>18,36</u> 5,1175	<u>6,35</u> 1,77
Разом прямі витрати по кошторису							7260	554	<u>2575</u> 468		<u>28,3</u> 20,46
Разом будівельні роботи, грн.							7260				
в тому числі:											
вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.							4131				
всього заробітна плата, грн.							1022				
Загальновиробничі витрати, грн.							784				
трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год.							5,49				
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.							178				
Всього будівельні роботи, грн.							8044				
Всього по кошторису							8044				
Кошторисна трудоємність, люд.год.							54				
Кошторисна заробітна плата, грн.							1200				

Склав

_____ [посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

_____ [посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Результати порівняння варіантів наведені в таблиці 6.4.

Всі вищенаведені показники, окрім первісної вартості i -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.

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

Величина C і K прирівнюються за допомогою нормативного коефіцієнта ефективності капітальних вкладень E_n , який є допустимим мінімумом зниження собівартості на одиницю додаткових капітальних вкладень, за якими вони визнаються ефективними.

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 загальнопромислових витрат, грн.

ПВ та ЗВВ визначаємо із локального кошторису (таблиці 6.2 – 6.3).

Капітальні вкладення у виробничі фонди:

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

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

$K_{обігові\ кошти} = C_{см.} / K_{обор.}$ – 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 Φ_i – первісна вартість i -тої машини, грн. (в даному випадку приймемо вартість експлуатації машин із кошторису);

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

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

Економічний ефект

$$E = \Pi_1 - \Pi_2$$

Таблиця 6.4 - Порівняння варіантів фундаментів

Показники	Варіант 1	Варіант 2
Прямі витрати, тис. грн.	7,962	7,26
Кошторисна трудомісткість, тис. люд.-год.	0,058	0,054
Кошторисна заробітна плата, тис. грн.	1,267	1,2
Загальновиробничі витрати, тис. грн.	0,831	0,784
Усього за кошторисом, тис. грн.	8,793	8,044
Кошторисний прибуток, грн.		
Показники (обчислені)		
Кошторисна величина ЗВВ, тис. грн.	0,831	0,784
Собівартість робіт (С), тис. грн.	8,79	8,04
Обігові кошти, тис. грн.	2,93	2,68
Основні виробничі фонди, тис. грн.	2,119	2,107
Капіталовкладення в виробничі фонди, тис. грн.	5,05	4,79
Показник приведених витрат, тис. грн.	9,40	8,62
Економічний ефект, тис. грн.	0,78	

Висновки за розділом 6

В даному розділі виконано техніко-економічне порівняння фундаментів. Для кожного варіанту розроблений локальний кошторис, в якому визначені кошторисна вартість робіт, кошторисну заробітну, кошторисну трудомісткість. Порівнюючи кожний варіант фундаментів із таблиць 6.4 ми бачимо, що найбільш економічним є 2 варіант фундаменту із забивних палів (за результатами наукових досліджень). Кошторисна вартість становить – 8,044 тис. грн., кошторисна трудомісткість – 0,054 тис. люд.-год., приведені витрати - 8,62 тис. грн. Економічний ефект – 0,78 тис. грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Великою кількістю досліджень пального фундаментів з забивних паль встановлено, що у складі пального фундаменту частина навантаження передається на палі, а частина – на ростверк, навантаження між палями розподіляється нерівномірно.

На підставі проведених досліджень перерозподілу зусиль між елементами пального груп з різною кількістю забивних паль можна зробити наступні висновки:

- із збільшенням кількості паль у групі гірше реалізують себе як палі, так і ростверк. Ступінь реалізації тиску під ростверком знаходиться в межах 0,1-0,58, а ступінь реалізації несучої здатності паль в межах 0,86-1,27;

- палі у складі куща реалізуються не повністю при кількості паль 12-16 шт. (крок 3d), їх несуча здатність в групі наближається до несучої здатності одиночної палі при кількості паль 9 шт. Для кущів з кількістю паль 4-6 шт. ступінь реалізації несучої здатності палі перевищує одиницю. Отже, у групах з незначною кількістю паль вони працюють у кущі краще, ніж одиночні і тим краще, чим менше їхня кількість;

- вид ґрунту (піщаний або глинистий) суттєво не впливає на перерозподіл зусиль між елементами групи паль;

- результати визначення несучої здатності паль у програмному комплексі Plaxis 3D Foundation доцільно використовувати у проєктній практиці для корегування значень, визначених теоретичним шляхом за рекомендаціями норм [34].

У розділі "Технічна частина" розглянуто архітектурно-будівельні рішення житлової частини багатоповерхової забудови в с. Чайки Києво-Святошинського району. Виконано теплотехнічний розрахунок та конструювання складових зовнішнього утеплення. При якому було підібрано утеплювач з мінераловатних плит товщиною 100 мм, який відповідає

протипожежним нормам та забезпечує потрібний термічний опір. Виконано розрахунок і проектування кущового пальового фундаменту за рекомендаціями норм і з врахуванням результатів наукового дослідження.

Для економічної оцінки запропонованих варіантів фундаментів виконано техніко-економічне порівняння, за результатами якого встановлено, що найбільш економічним є 2 варіант фундаменту із забивних паль (за результатами наукових досліджень). Кошторисна вартість становить – 8,044 тис. грн., кошторисна трудомісткість – 0,054 тис. люд-год., приведені витрати - 8,62 тис. грн. Економічний ефект – 0,78 тис. грн.

У роботі також було розглянуто заходи та засоби з охорони праці під час виконання проектних будівельних робіт, досліджено небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Було виконано оцінку безпеки роботи внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії іонізуючих випромінювань та електромагнітного імпульсу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дорошкевич Н. М. Исследование напряжений в грунте при свайных фундаментах : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.02. Москва, 1959. 140 с.
2. Дорошкевич Н. М., Знаменский В. В. Экспериментальные исследования деформаций групп свай при действии постоянных и кратковременных циклических нагрузок. Свайные фундаменты : труды ВНИИОСП, ДальНИИС. М. : Стройиздат, 1991. С. 45–50.
3. Сальников Б. А. Исследование несущей способности свайных фундаментов в слабых глинистых грунтах : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.02. Москва, 1969. 140 с.
4. Сальников Б. А. Исследование работы свайных фундаментов на моделях. Применение моделирования при исследовании транспортных сооружений. М.: Транспорт, 1984. (Тр. ВНИИ транспортного строительства). С. 52-60.
5. Знаменский В. В. Работа свайного фундамента в глинистых грунтах и расчет их по деформациям : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.02. Москва, 1971. 128 с.
6. Знаменский В. В., Рузаев А. М., Полинков И. Н. Взаимодействие низкого ростверка со сваями./ Вестник МГСУ. М., 2008. №2. С. 48-51.
7. Сирожиддинов З. Несущая способность кустов свай в слабых водонасыщенных грунтах при внецентренной нагрузке : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.02. Москва, 1978. 135 с.
8. Бартоломей А. А., Омельчак И. М., Юшков Б. С. Прогноз осадок свайных фундаментов /Под ред. Бартоломея А. А.. Москва : Стройиздат, 1994. 384 с.
9. Васильченко А. В. Исследование работы низкого ростверка на моделях свайных кустов. Сборник научных трудов «Проблемы освоения природных ресурсов Европейского севера». Ухта. 1996. С. 205-207.

10. Разводовский Д. Е. Взаимодействие свай и грунта в составе большеразмерных кустов свай и свайных полей : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.02. Москва, 1999. 138 с.

11. Рузаев А. М. Оптимизация проектных решений свайных фундаментов с учетом взаимного влияния свай и работы низкого ростверка на их несущую способность : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.02. Москва, 2010. 147 с.

12. Василенко А. Ю. О распределении нагрузки между отдельными сваями в кусте. Основания, фундаменты и механика грунтов. Республиканский межведомственный сборник № 11. Київ : Будівельник, 1978.

13. Юшков Б. С. Распределение нагрузок между сваями кустов при их работе в водонасыщенных грунтах во времени. Основания и фундаменты: Межвузовский сборник научных трудов. Пермь. 1980. С. 18–21.

14. Whitaker T. Experiments with model piles in groups. Geotechnic, London, England. Vol. 7. № 4, 1977, P.147–167.

15. Козачок Л. Д. Распределения напряжений в основании моделей кустов свай. Республ. межвед. науч.-техн. сб. Киев : Будівельник, 1974. Вып.7: Основания и фундаменты. С. 47-51.

16. Девальтовский Е. Э. Исследование работы свайных фундаментов с учетом их взаимодействия с межсвайным грунтом : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.02. Ленинград, 1982. 131 с.

17. Титко О. В. Оцінка ефективності фундаментів з групи взаємозалежних паль : моногр. Вінниця : УНІВЕРСУМ. 2007. 114 с.

18. Сернов В. А. Совместная работа свай с ростверками в песчаных и глинистых грунтах: дис. ... канд. техн. наук : 05.23.02. Минск, 2010. 181 с.

19. Кравченко П. А. Оценка работы свай в составе фундаментов реконструируемых зданий : автореф. дис. ...канд. техн. наук : 05.23.02. Санкт-Петербург, 2013. 19 с.

- 20.Алехин В. С. Взаимодействие свай в составе групп и определение предельного сопротивления основания : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.02. Москва, 2020. 147 с.
21. Давлатов Д. Н. Усиление ленточных свайных фундаментов переустройством в комбинированный с опрессовкой и цементацией основания: дис. ... канд. техн. наук : 05.23.02. Тюмень, 2020. 127 с.
22. Аль-Хасауни Аднан Сакер Хусейн Особенности работы забивных свай разной длины в кусте при действии вертикальных нагрузок : автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.23.02 / Киевский инж.-строит. ин-т. - Киев, 1990. - 20 с.
23. Маєвська І. В. Урахування роботи ростверку у складі стрічкових пальових та підсилених палями фундаментів : монографія / І. В. Маєвська, Н. В. Блащук. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 168 с.
24. Маєвська І. В. Вплив виду ґрунту на сумісну роботу паль і ростверка в кущовому пальовому фундаменті/ І. В. Маєвська, Н. В. Блащук, К. А. Чобанова // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – Вінниця: УНІВЕРСМ-Вінниця. – 2013. – №2. – С.40-47.
25. Вялов, С. С. Реологические основы механики грунтов – М.: Высшая школа, 1978. – 349с.
26. Готман, А. Л. Расчет свай переменного сечения на совместное действие вертикальной и горизонтальной нагрузок методом конечных элементов // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2000. – № 1. – С.6-12.
27. Дубина, М. М. Метод конечных элементов для расчетов фундаментов на выштампованных котлованах и устойчивости откосов / М. М. Дубина, Д. К. Тесленко, В. М. Целицо – М. : Изд-во Весь Мир, 2001. – 224с.

28. Зарецкий, Ю. К. Нелинейная механика грунтов и перспективы ее развития // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1982. – № 5. – С.28-31.
29. Зенкевич, О. Метод конечных элементов в теории сооружений и в механике сплошной среды / О. Зенкевич, – М. : Недра, 1974. – 240с.
30. Зенкевич, О. Метод конечных элементов. – М.: Мир, 1975. – 541с.
31. Пилягин, А. В. Смешанная упругопластическая задача расчета грунтового основания в пространственной постановке / А. В. Пилягин, С. В. Казанцев // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1989. – № 4. – С.24-26.
32. Бугров, А. К. О решении смешанной задачи теории упругости и пластичности грунта // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1974. – № 6. – С.20-23.
33. Винников, Ю. Л. Моделирование процессов уплотнения грунта при осесимметричном напряженно-деформированном состоянии оснований: автореф. дис. докт. техн. наук. – Киев, 2005. – 38с.
34. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування зі зміною №1 та №2. [Чинний від 2012-07-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 161 с. (Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення).
35. ДБН В.2.2-15-2005. Житлові будинки. Основні положення. [Чинний від 2006-01-10]. Київ: Держбуд України, 2005. 36 с. (Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення).
36. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. [Чинний від 2019-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 179 с.
37. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 123 с. (Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі).

38. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. [Чинний від 2017-05-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2017. 30 с.
39. ДБН В.1.1.7-2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2017-01-06]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2017. 35 с.
40. 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).
41. ДСТУ Б А.2.4.-6:2009. Правила виконання робочої документації генеральних планів. [Чинний від 2010-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 34 с. (Система проектної документації для будівництва).
42. ДБН В.1.2.-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. [Чинний від 2007-01-01]. Київ : Мінбуд України, 2006. 59 с. (Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів).
43. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
44. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2012-04-01]. Київ : Мінрегіон України, 2012. 115 с. (Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів).
45. ДБН В.1.1.7-2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2017-01-06]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2017. 35 с.
46. Про затвердження Мінімальних вимог безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці. Наказ Міністерства соціальної політики України від 29.11.2018 № 1804
47. ДБН В.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд. – К. : Мінбуд України, 2006. – 154 с.
48. Правила улаштування електроустановок - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.energiy.com.ua/PUE.html>

49.ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>

50.ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення - [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885

51.ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>

52.Наказ від 08.04.2014 № 248 Про затвердження Державних санітарних норм та правил Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу - [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/topiccatalogua/labor-protection/14_nakazy_ta_rozpor_183575/248+58074-detail.html

53. Сакевич В.Ф. / Основи розробки питань цивільної оборони в дипломних проектах. Навчальний посібник. — Вінниця : ВНТУ, — 2006. — 109 с.

54.Шевчук Є. О. Ткачук А. А. Перерозподіл зусиль між елементами кущового пального фундаменту в залежності від кількості паль» - [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2022/paper/view/15454/12981>.

Додаток А

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри БМГА,

к.т.н., доц. _____ В. В. Швець

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
НА НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ
«ПЕРЕРОЗПОДІЛ ЗУСИЛЬ МІЖ ЕЛЕМЕНТАМИ КУЩОВОГО
ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД КІЛЬКОСТІ ПАЛЬ»

ПОГОДЖЕНО

Керівник МКР,

к.т.н., доц. _____ Н. В. Блащук

Відповідальний виконавець,

магістрант _____ Є. О. Шевчук

1. Підстава для виконання роботи

Робота проводиться на підставі наказу ВНТУ від 24 . 03. 2022 року № 65

Дата початку роботи - 31.01.2022 р.

Дата закінчення роботи - 06.06.2022 р.

2. Мета і призначення НДР

Актуальність теми.

Несуча здатність паль в групі може суттєво відрізнитись від несучої здатності одиночної палі (кущовий ефект). Кущовий ефект може бути як позитивним (несуча здатність групи паль більше за суму несучих здатностей одиночних паль), так і негативним (несуча здатність групи паль менше за суму несучих здатностей одиночних паль). Цей ефект залежить від відстані між палями, довжини паль та виду ґрунту.

Нормативною документацією, яка діє на території України, рекомендується враховувати сумісну роботу ростверку і паль, але не наведено яких-небудь положень і методик для його розрахунку, тому несучу здатність пальового фундаменту визначають як суму несучих здатностей паль.

Великою кількістю досліджень пальових фундаментів з забивних паль встановлено, що у складі пальового фундаменту частина навантаження передається на палі, а частина – на ростверк, навантаження між палями розподіляється нерівномірно. Чинні на території України нормативні документи рекомендують враховувати роботу ростверку як реакцію ґрунтової основи під подошвою, але і такий підхід не дозволяє адекватно врахувати роботу ростверку у складі пальового фундаменту.

Ці обставини зумовлюють доцільність та актуальність подальшого дослідження напружено-деформованого стану пальового фундаменту та його складових частин при роботі з ґрунтовою основою в залежності від різних факторів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема магістерської кваліфікаційної роботи відповідає напрямку наукової теми

кафедри будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету –№6ОК1 «Дослідження напружено-деформованого стану системи будівля-фундамент-основа в цілому та окремих її елементів і інноваційних технологій комп'ютерного проектування».

Мета і задачі дослідження. Метою даного дослідження є напружено-деформованого стану кущових пальових фундаментів з забивних паль під дією вертикального навантаження при варіюванні кількості паль у групі.

Для реалізації даної мети необхідно вирішити наступні задачі:

- проаналізувати методика розрахунку, рекомендації та публікації щодо роботи кущових пальових фундаментів;

- за допомогою програмного комплексу Plaxis 3D Foundation та чисельно-математичного моделювання визначити напружено-деформований стан системи «грунтова основа – кущовий пальовий фундамент»;

- визначити залежність кущового ефекту від кількості паль у складі стовпчастого пальового фундаменту шляхом чисельного моделювання в програмному комплексі;

- за результатами чисельного моделювання визначити частку ростверку у несучій здатності стовпчастого пальового фундаменту і ступінь реалізації несучої здатності паль.

Об'єкт дослідження – стовпчастий пальовий фундамент.

Предмет дослідження – напружено-деформований стан системи «кущовий пальовий фундамент - грунтова основа» при використанні різної кількості паль у складі фундаменту.

Методи дослідження. Чисельно-математичне моделювання для дослідження системи «кущовий пальовий фундамент - грунтова основа»; порівняння роботи кущових пальових фундаментів з різними параметрами (різна кількість паль, ґрунтові умови).

Наукова новизна одержаних результатів. У даній роботі за результатами чисельного моделювання визначено як змінюється величина кущового ефекту для пальових фундаментів з різною кількістю паль в різних ґрунтових умовах.

Практичне значення одержаних результатів. При виконанні даної роботи були визначені ступінь реалізації несучої здатності палі та частка ростверку у несучій здатності кущового пальового фундаменту в залежності від кількості паль у його складі.

Особистий внесок магістранта. Внесок магістранта полягає у виявленні залежностей, що впливають на визначення кущового ефекту для стовпчастих пальових фундаментів.

Вихідні дані для проведення НДР

Науково-дослідна робота буде проводитись вперше.

Під час проведення НДР будуть використані матеріали таких публікацій:

1. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування: ДБН В.2.1-10-2009. – [Чинний від 2009-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 90 с. – (Національні стандарти України).

2. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування: ДБН В.2.1-10-2009 Зміна №1. – [Чинний від 2011-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 58 с. – (Національні стандарти України).

3. Дорошкевич Н.М. Исследование напряжений в грунте при свайных фундаментах: Дис. ...канд. техн. Наук. Москва, 1959.

4. Яблочков В.Д., Бартолемей А.А., Пеньковский Е.М., Гордон Е.В. Учет работы низкого ростверка – резерв повышения экономичности свайных фундаментов. Трест Оргтехстрой. Пермь, 1964.

5. Яблочков В.Д. Исследование роли низкого ростверка в несущей способности однорядных свайных фундаментов: Дис. ...канд. техн. наук. Москва, 1965.

6. Сальников Б.А. Исследование несущей способности свайных фундаментов в слабых глинистых грунтах: Дис. ...канд. техн. наук. Москва, 1969.

7. Знаменский В.В. Работа свайного фундамента в глинистых грунтах и расчет их по деформации: Дис. ...канд. техн. наук. Москва, 1971.

8. Голубков В.Н., Догадайло А.И. Некоторые особенности совместной работы свай, свайных фундаментов и их оснований. Межвузовский сборник научных трудов. Воронеж. Издательство ВГУ, 1988, - с. 55-63.

9. Бартоломей А.А., Омельчак И.М., Юшков Б.С. Прогноз осадок свайных фундаментов. Москва: Стройиздат, 1994. – 384 с.

10. Васильченко А.В. Исследование работы низкого ростверка на моделях свайных кустов. Сборник научных трудов «Проблемы освоения природных ресурсов Европейского севера». Ухта, 1996. – с. 205-207.

11. Розводовский Д.Е. Взаимодействие свай и грунта в составе большеразмерных кустов свай и свайных полей: Дис. ...канд. техн. наук. Москва, 1999.

12. Чунюк Д.Ю. Расчет комбинированных свайно-плитных фундаментов: автореферат дис. на соискание научной степени канд. техн. наук: 05.23.02 / Чунюк Дмитрий Юрьевич. – Москва, 2002.

13. Цимбал С.Й., Карцева С.Л. Методика розрахунку пальових фундаментів з урахуванням роботи ростверку // Основи і фундаменти. – К.: КНУБА, 2004. – Вип. 28. С. 121-130.

4. Виконавці НДР

Організація – виконавець – кафедра БМГА ВНТУ.

Відповідальний виконавець - магістрант Шевчук Є. О.

5. Вимоги до виконання НДР

Передбачається дослідження напружено-деформованого стану кущових пальових фундаментів.

6. Етапи НДР і терміни її виконання

Етап	Назва та зміст етапу	Терміни виконання		Очікувані результати	Звітна документація
		початок	закінчення		
1	Огляд літературних джерел та їх аналіз	07.02.2022	18.02.2022	Визначення ступеню вивченості проблеми	Текст МКР ПЗ
2	Планування чисельного моделювання роботи кущового пальового фундаменту	21.02.2022	24.02.2022	Дані моделювань у програмному комплексі Plaxis 3D Foundation	Текст МКР, плакати ПЗ
3	Чисельне моделювання НДС роботи кущового пальового фундаменту	25.02.2022	11.03.2022	Діаграми напруженого стану системи «палі – кущовий пальовий фундамент»	Текст МКР, плакати ПЗ
4	Порівняння варіантів кущових пальових фундаментів	01.05.2022	15.05.2022	Оцінка вибору варіанту фундаментів та економічне підґрунтя	Текст МКР, Таблиці розрахунку ПЗ

7. Очікувані результати та порядок реалізації НДР

Дослідження реалізації роботи ростверку і паль у складі кущого пальового фундаменту при різній кількості паль у складі куща і виду ґрунтів. Результати НДР можуть бути використані:

- проектно-конструкторськими організаціями при проектуванні кущових пальових фундаментів;

- в навчальному процесі при викладанні дисциплін «Основи та фундаменти», «Проектування основ та фундаментів в складних умовах».

8. Матеріали, які подаються під час закінчення НДР та її етапів

Текст пояснювальної записки МКР та ілюстраційний матеріал у вигляді плакатів.

Підготовлені статі і доповіді на науково-технічні конференції.

9. Порядок приймання НДР та її етапів

Подання результатів кожного етапу на розгляд наукового керівника.

Представлення остаточної редакції МКР на розгляд зав. кафедри БМГА та рецензента.

Захист МКР на засіданні ДЕК.

10. Вимоги до розроблення документації

Звітна документація повинна містити: результати огляду літературних джерел, чисельне моделювання НДС, аналіз одержаних результатів, визначення економічного ефекту від впровадження результатів дослідження.

11. Вимоги щодо технічного захисту інформації з обмеженим доступом

У зв'язку з тим, що інформація не є конфіденційною, заходи з її технічного захисту не передбачаються.

Додаток Б

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА
НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬНазва роботи: Перерозподіл зусиль між елементами кушового пальового фундаменту в залежності від кількості пальТип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)Підрозділ кафедра БМГА, ФБЦЕІ

(кафедра, факультет)

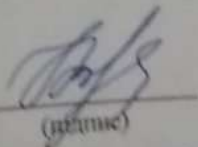
Показники звіту подібності Unichesk

Оригінальність 88,4%Схожість 11,6%

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

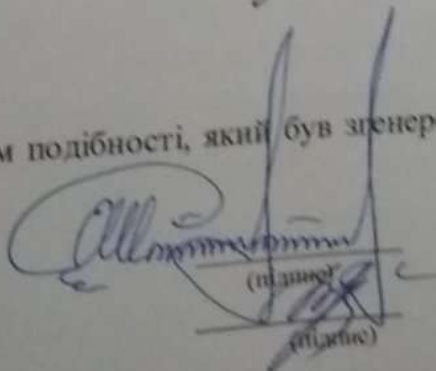
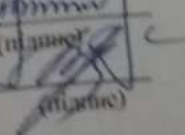

(підпис)Блащук Н.В.

(прізвище, ініціали)

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

Автор роботи

Керівник роботи


(підпис)

(підпис)Шевчук Є.О.

(прізвище, ініціали)

Блащук Н.В.

(прізвище, ініціали)

Відомість аркушів графічної частини

Аркуш	Найменування	Примітки
1	Мета, об'єкт та предмет дослідження	Плакат
2	Методи дослідження, наукова новизна, практичне значення результатів, особистий внесок магістранта	Плакат
3	Програма чисельного моделювання роботи куцевого пальового фундаменту	Плакат
4	Моделі стовпчастого пальового фундаменту, графіки залежності осідання –навантаження для пальових фундаментів	Плакат
5	Мозаїки вертикальних деформацій ґрунту при навантаженні пальових фундаментів	Плакат
6	Результати моделювання стовпчастих пальових фундаментів, графіки залежностей осідання-навантаження для ростверків як фундаментів мілкового закладання та для одиночних паль, графік залежності несучої здатності куца від кількості паль у групі	Плакат
7	Результати чисельного моделювання роботи стовпчастого пальового фундаменту, залежність частки ростверку у несучій здатності фундаменту від кількості паль у групі, залежність ступеню реалізації несучої здатності паль у складі пальового фундаменту	Плакат
8	Залежність ступеня реалізації тиску під подошвою ростверку у складі стовпчастого пальового фундаменту від кількості паль і виду ґрунту, висновки по науковим розділам	Плакат
9	Фасад 15-1, план даху, план 1-го та 4-го поверхів, розріз 3-3	
10	Фасад 1-16, план підвалу, план 5-7 поверху, генплан, експлікація, умовні позначення, вузли	
11	План фундаментів, геологічний розріз з варіантами фундаментів, робочі креслення варіантів фундаментів	
12	Порівняння варіантів фундаментів	Плакат
13	Загальні висновки	Плакат

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії

Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури

**ПЕРЕРОЗПОДІЛ ЗУСИЛЬ МІЖ ЕЛЕМЕНТАМИ
КУЩОВОГО ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ
В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД КІЛЬКОСТІ ПАЛЬ**

Магістрант: Шевчук Є. О.

Науковий керівник: Блащук Н. В.

м.Вінниця, 2022

Метою даного дослідження є напружено-деформованого стану кущових пальових фундаментів з забивних паль під дією вертикального навантаження при варіюванні кількості паль у групі.

Для реалізації даної мети необхідно вирішити наступні задачі:

- ✓ проаналізувати методику розрахунку, рекомендації та публікації щодо роботи кущових пальових фундаментів;
- ✓ за допомогою програмного комплексу Plaxis 3D Foundation та чисельно-математичного моделювання визначити напружено-деформований стан системи «грунтова основа – кущовий пальовий фундамент»;
- ✓ визначити залежність кущового ефекту від кількості паль у складі стовпчастого пальового фундаменту шляхом чисельного моделювання в програмному комплексі;
- ✓ за результатами чисельного моделювання визначити частку ростверку у несучій здатності стовпчастого пальового фундаменту і ступінь реалізації несучої здатності паль.

Об'єкт дослідження – стовпчастий пальовий фундамент.

Предмет дослідження – напружено-деформований стан системи «кущовий пальовий фундамент - грунтова основа» при використанні різної кількості паль у складі фундаменту.

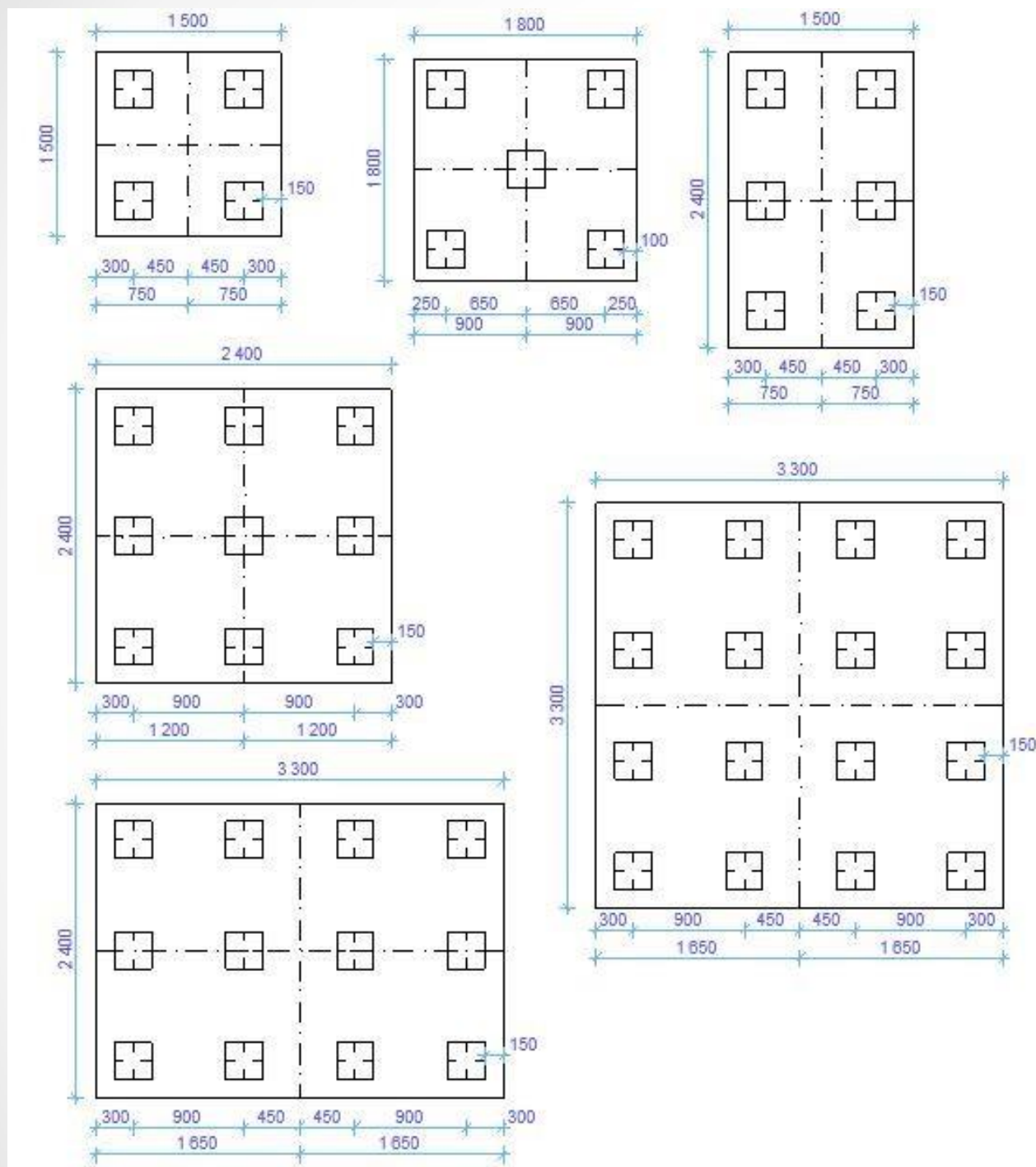
Методи дослідження. Чисельно-математичне моделювання для дослідження системи «грунтова основа – однорядний стрічковий пальовий фундамент»; порівняння роботи однорядних стрічкових пальових фундаментів з різними параметрами (вид паль, різні їх геометричні параметри, ґрунтові умови).

Наукова новизна одержаних результатів. У даній роботі за результатами чисельного моделювання визначено як змінюється величина навантаження, яке сприймає на себе ростверк у складі однорядного стрічкового пальового фундаменту, в залежності від виду та довжини паль в різних ґрунтових умовах.

Практичне значення одержаних результатів. При виконанні даної роботи були знайдені ряд критеріїв, які впливають на несучу здатність однорядного стрічкового пальового фундаменту.

Особистий внесок магістранта. Внесок магістранта полягає у виявленні ряду факторів і критеріїв, що впливають на визначення навантаження, яке сприймають палі та ростверк у складі однорядного стрічкового пальового фундаменту.

Програма чисельного моделювання роботи кущового пального фундаменту



Схеми розміщення палів в ростверках

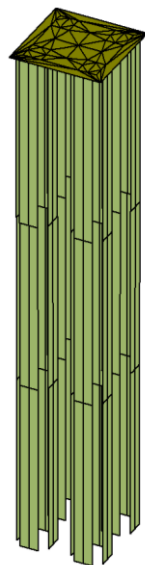
Група дослідів	Кількість палів	Розмір ростверку в плані	Вид ґрунту
Пальові фундаменти	4	1,5x1,5 м	піщаний
			глинистий
	5	1,8x1,8 м	піщаний
			глинистий
	6	1,5x2,4 м	піщаний
			глинистий
Ростверки як фундаменти мілкового закладання	9	2,4x2,4 м	піщаний
			глинистий
	12	2,4x3,3 м	піщаний
			глинистий
	16	3,3x3,3 м	піщаний
			глинистий
Ростверки як фундаменти мілкового закладання	-	1,5x1,5 м	піщаний
			глинистий
	-	1,8x1,8 м	піщаний
			глинистий
	-	1,5x2,4 м	піщаний
			глинистий
	-	2,4x2,4 м	піщаний
			глинистий
-	2,4x3,3 м	піщаний	
		глинистий	
-	3,3x3,3 м	піщаний	
		глинистий	

При моделюванні роботи пальового фундаменту були враховані наступні фази роботи:

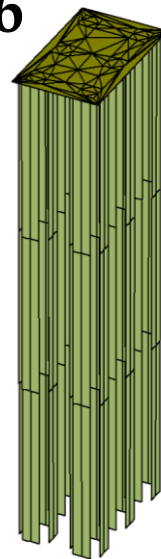
- ✓ робота ґрунтової товщі без фундаментів (початкова фаза);
- ✓ влаштування стовпчастого пальового фундаменту (перша фаза);
- ✓ робота стовпчастого пальового фундаменту під дією вертикального навантаження (друга фаза).

Моделі стовпчастого пальового фундаменту при 4, 6, 9 та 16 палях у групі в програмному середовищі PLAXIS 3D

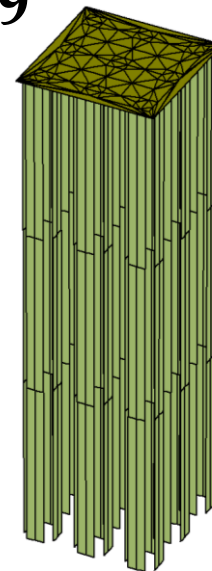
4



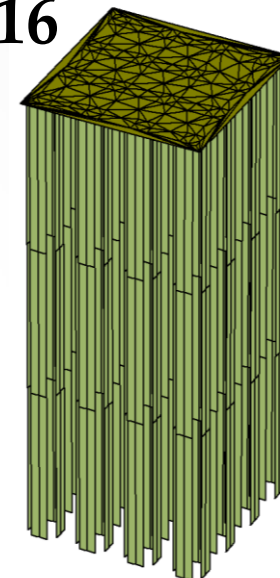
6



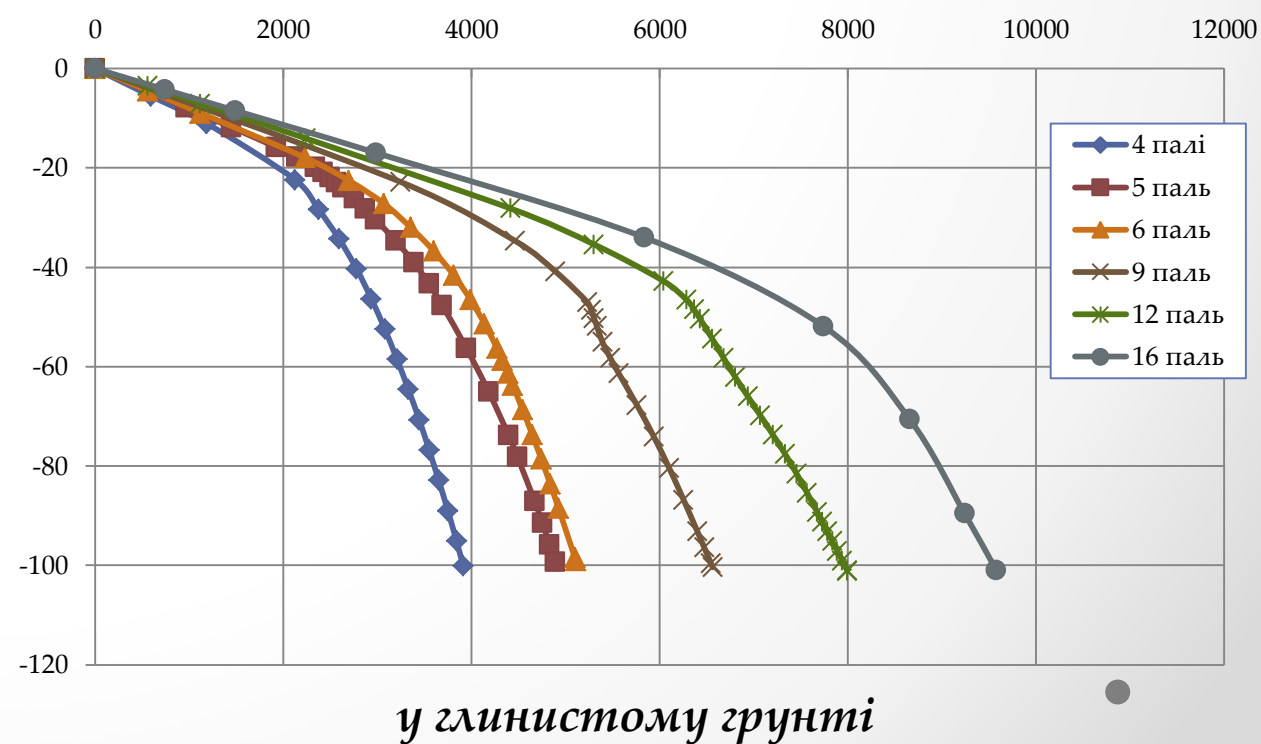
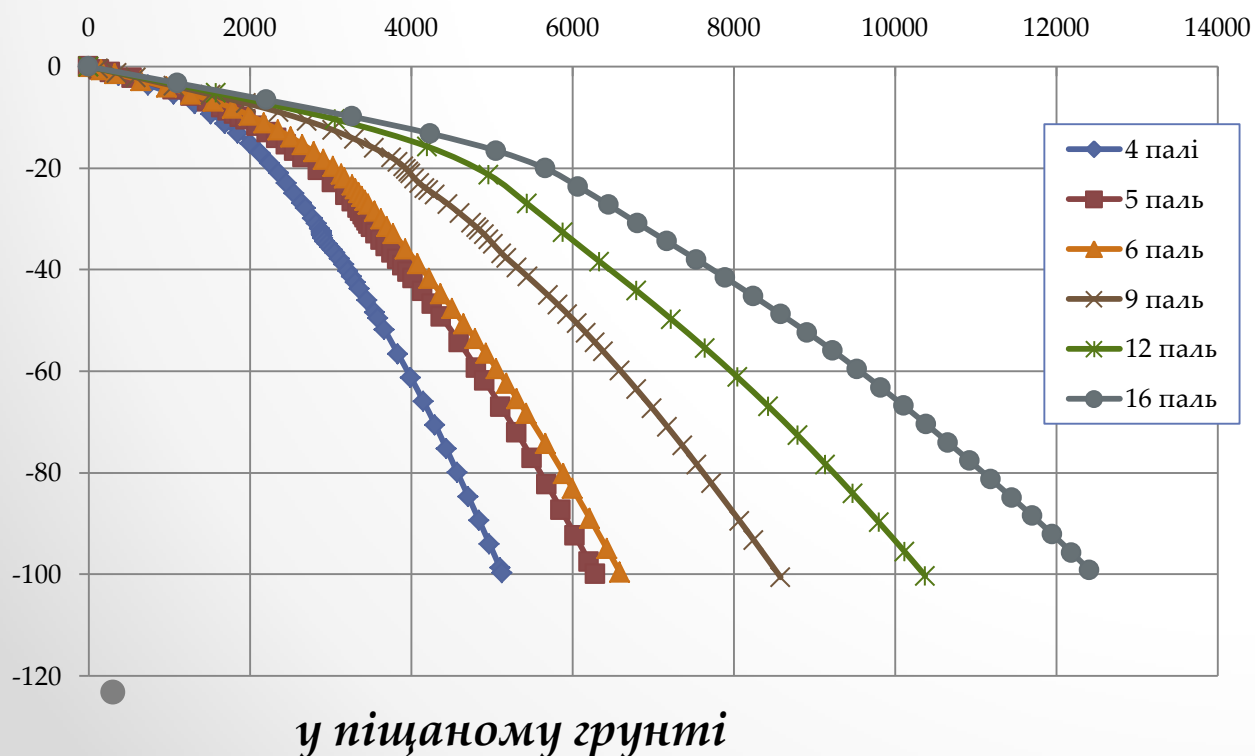
9

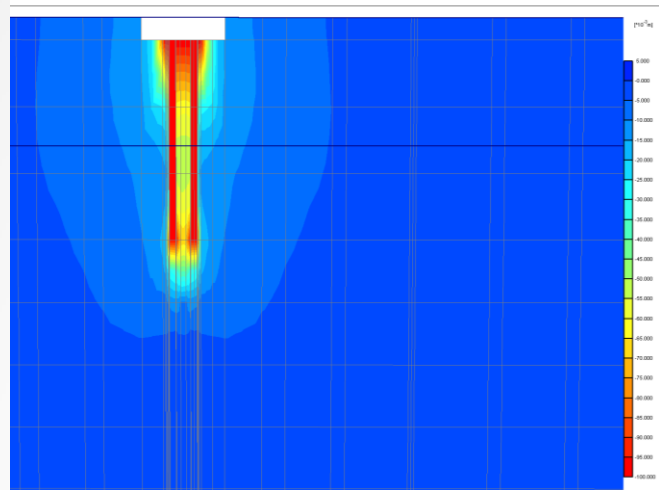


16

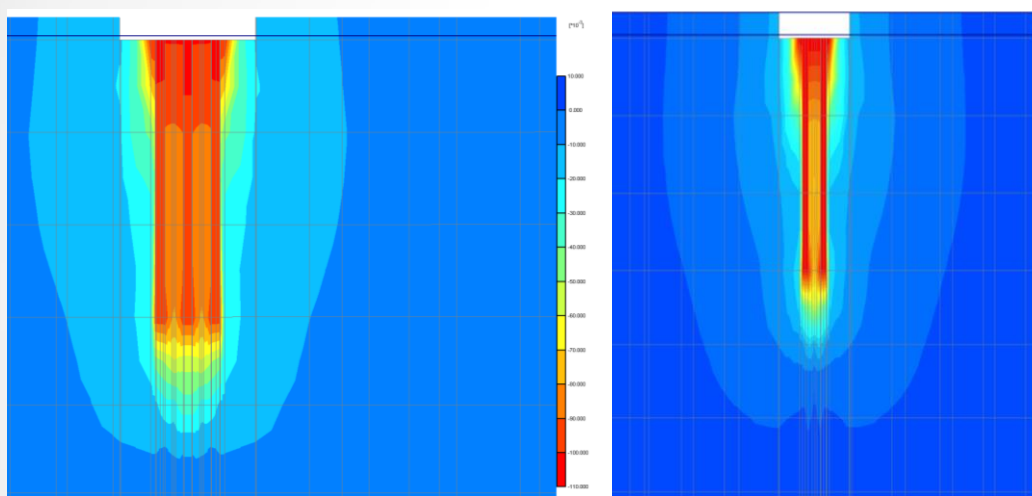
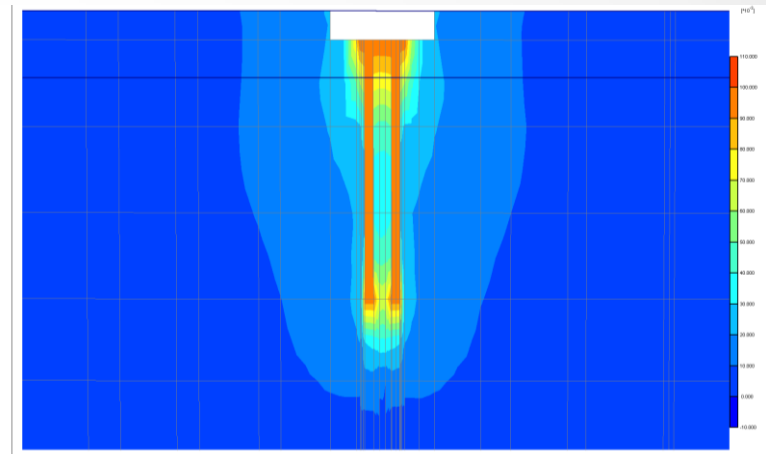


Графіки залежності навантаження – осідання для пальових фундаментів

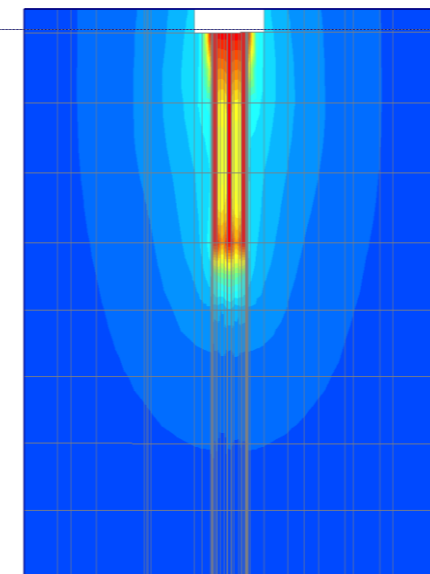
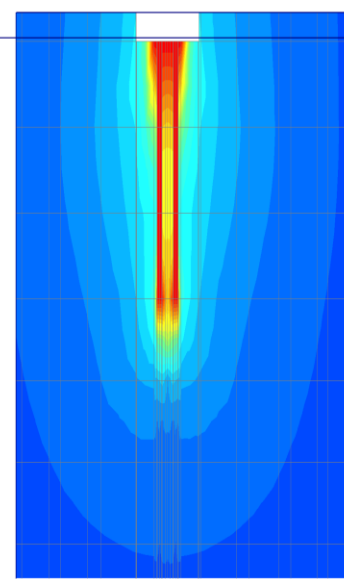




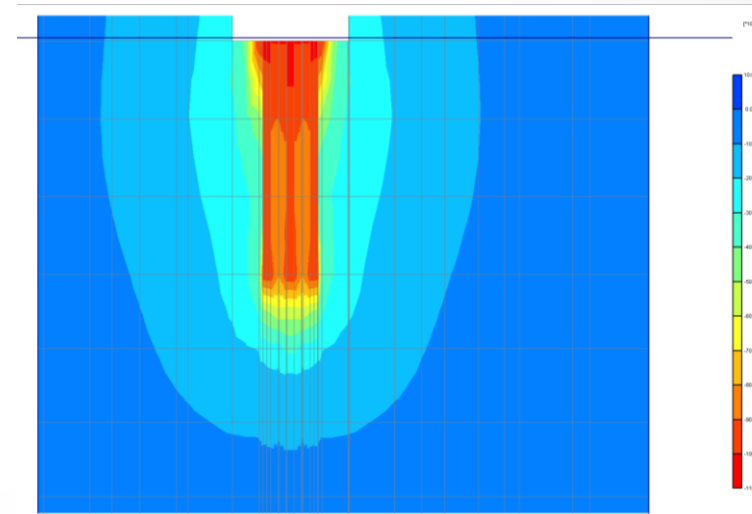
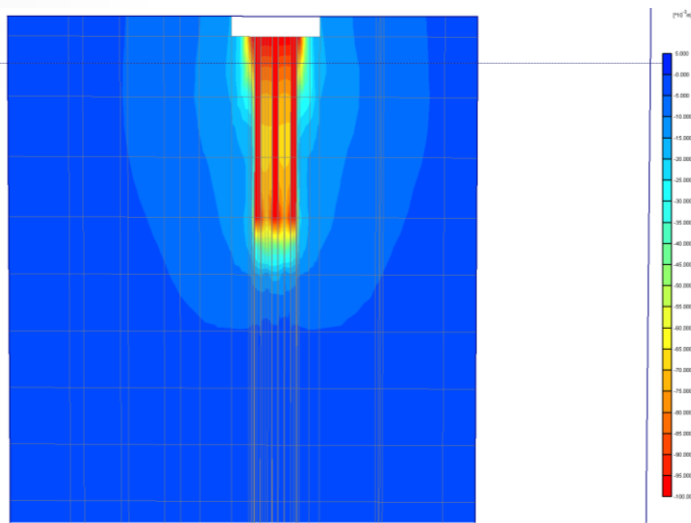
4 палі



6 палей



9 палей



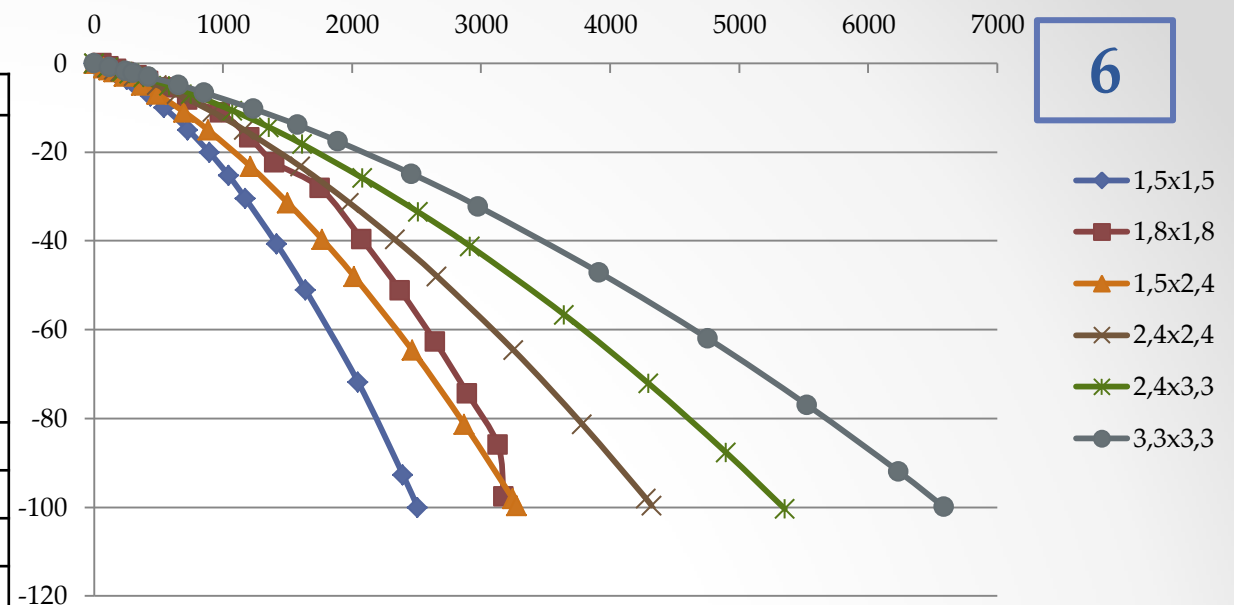
піщаний ґрунт

глинистий ґрунт

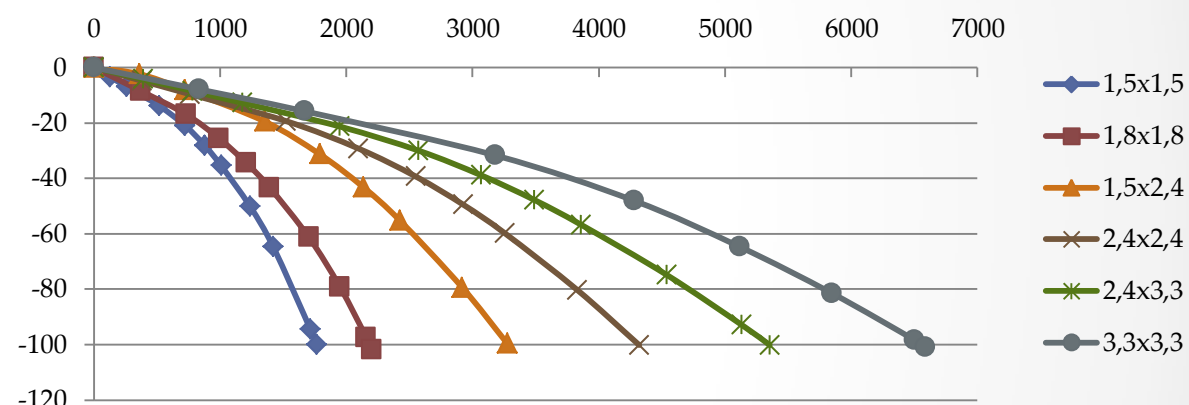
Результати моделювання стовпчастих пальових фундаментів

Вид ґрунту	Кількість паль	Несуча здатність при S = 100 мм					
		Несуча здатність куща, кН	Σ несуча здатність одиночних паль, кН	Кущовий ефект	Несуча здатність ростверку як фундаменту мілкого закладання, кН	Тиск під подошвою ростверку як фундаменту мілкого закладання, кПа	Σ несуча здатність паль +ростверк
Піщаний	4 шт.	5130	3320	1,54	2508	1115	5828
	5 шт.	6286	4150	1,51	3175	980	7325
	6 шт.	6588	4980	1,32	3276	910	8256
	9 шт.	8582	7470	1,15	4320	750	11790
	12 шт.	10375	9960	1,04	5350	675	15310
	16 шт.	12415	13280	0,93	6590	605	19870
Глинистий	4 шт.	3915	2400	1,63	1764	784	4164
	5 шт.	4892	3000	1,63	2200	679	5200
	6 шт.	5112	3600	1,42	3280	911	6880
	9 шт.	6560	5400	1,21	4320	750	9720
	12 шт.	7990	7200	1,11	5350	675	12550
	16 шт.	9580	9600	0,99	6588	607	16188

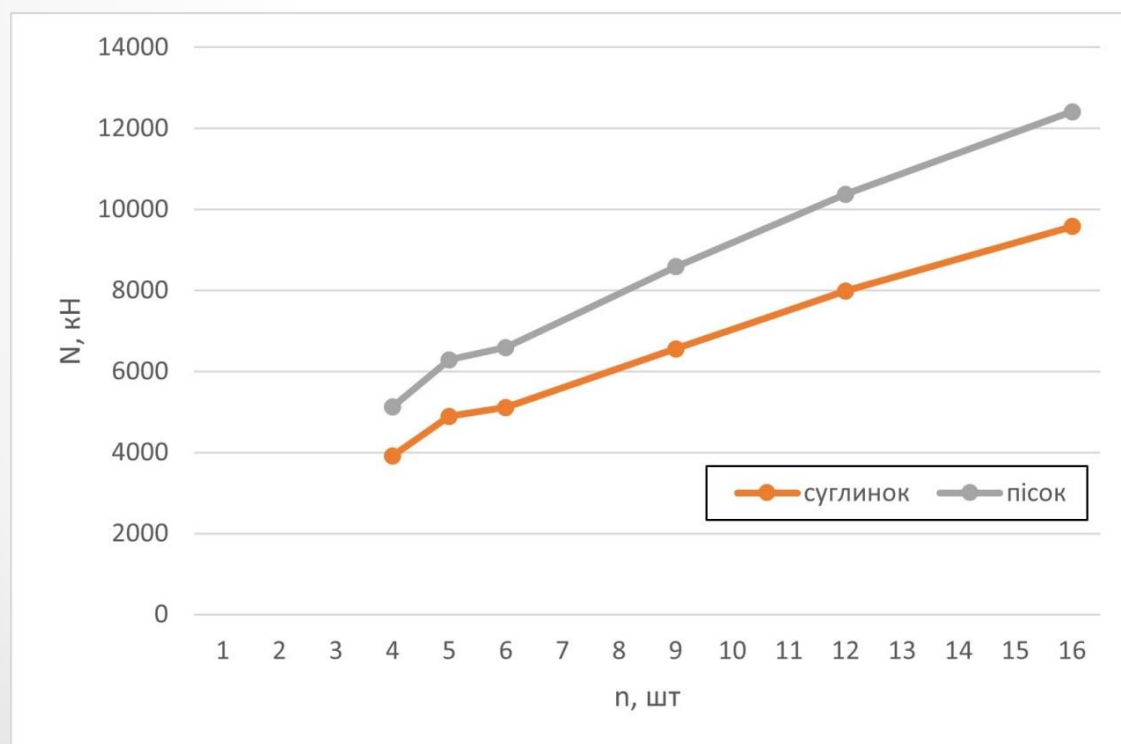
6



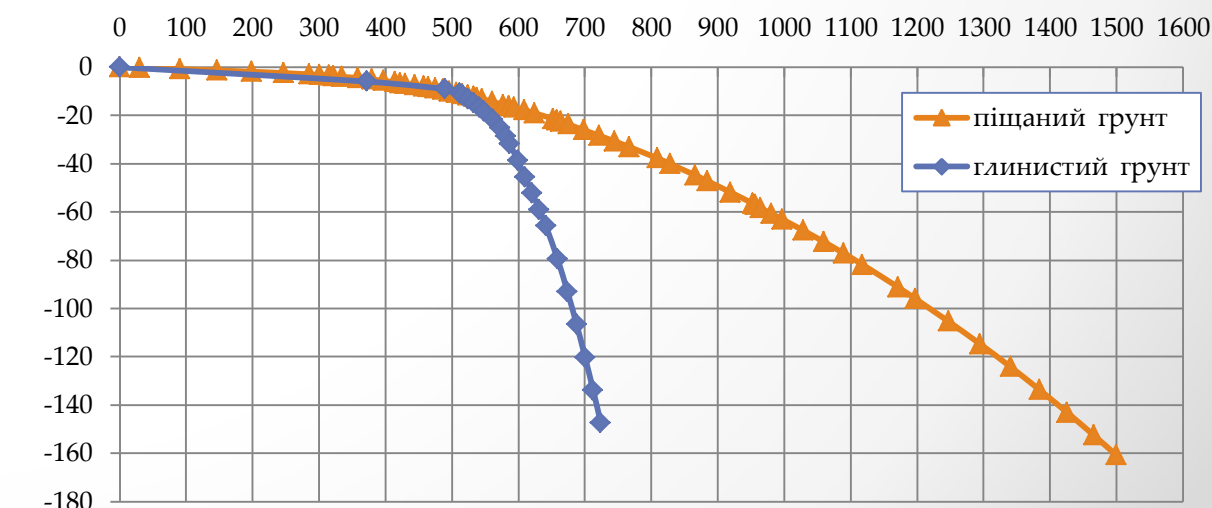
Графіки залежності осідання – навантаження для ростверків, як фундаментів мілкого закладання, в піщаному ґрунті



Графіки залежності осідання – навантаження для ростверків, як фундаментів мілкого закладання, в глинистому ґрунті



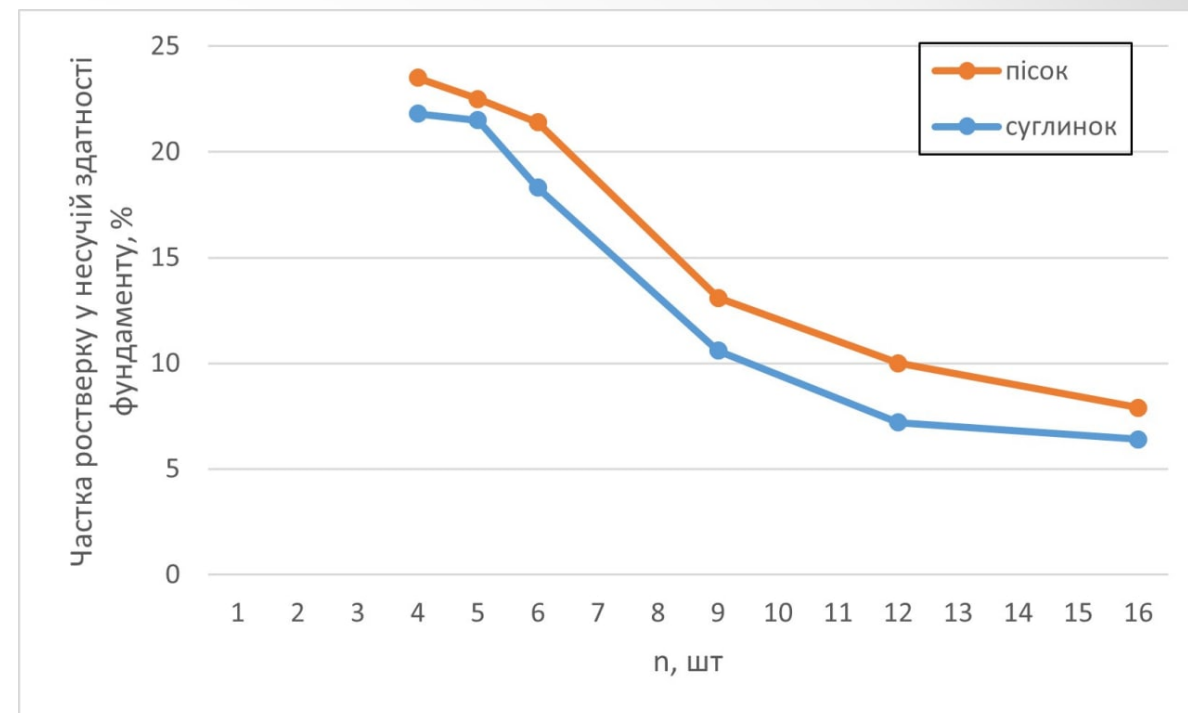
Графіки залежності несучої здатності куща від кількості паль в групі при різних ґрунтах



Графік залежності осідання – навантаження для одиночних паль довжиною 9 м в різних ґрунтових умовах

Результати чисельного математичного моделювання роботи стовпчастого пального фундаменту на піщаній основі, при змінній кількості паль ($s=10$ см)

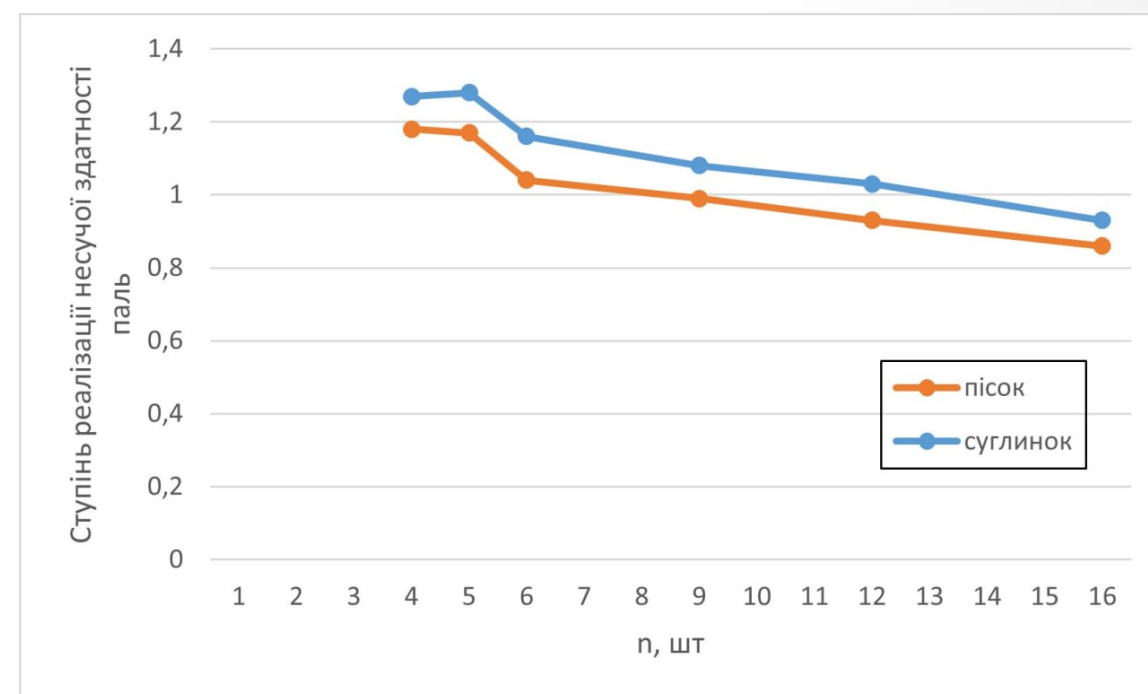
Кількість паль	Площа ростверку, м ²	Несуча здатність фундаменту, кН	Несуча здатність ростверку, кН	Середня несуча здатність палі у складі фундаменту, кН	Ступінь реалізації несучої здатності паль	Частка несучої здатності ростверку	Тиск під подошвою ростверку, кПа	Ступінь реалізації несучої здатності ростверку
4 шт.	1,89	5130	1204	982	1,18	0,235	673	0,57
5 шт.	2,79	6286	1413	875	1,17	0,225	506	0,52
6 шт.	3,06	6588	1411	863	1,04	0,214	461	0,506
9 шт.	4,95	8582	1123	829	0,99	0,131	227	0,30
12 шт.	6,84	10375	1077	774	0,93	0,100	157	0,23
16 шт.	9,45	12415	980	715	0,86	0,079	104	0,17



Залежність частки ростверку у несучій здатності фундаменту від кількості паль і виду ґрунту

Результати чисельного математичного моделювання роботи стовпчастого пального фундаменту на глинистій основі, при змінній кількості паль ($s=10$ см)

Кількість паль	Площа ростверку, м ²	Несуча здатність фундаменту, кН	Несуча здатність ростверку, кН	Середня несуча здатність палі у складі фундаменту, кН	Ступінь реалізації несучої здатності паль	Частка несучої здатності ростверку	Тиск під подошвою ростверку, кПа	Ступінь реалізації несучої здатності ростверку
4 шт.	1,89	3915	855	765	1,27	0,218	452,4	0,58
5 шт.	2,79	4892	1053	768	1,28	0,215	377,4	0,55
6 шт.	3,06	5112	936	696	1,16	0,183	305,9	0,34
9 шт.	4,95	6560	697	651	1,08	0,106	140,8	0,19
12 шт.	6,84	7990	578	617	1,03	0,072	84,5	0,125
16 шт.	9,45	9580	609	560	0,93	0,064	64,4	0,106

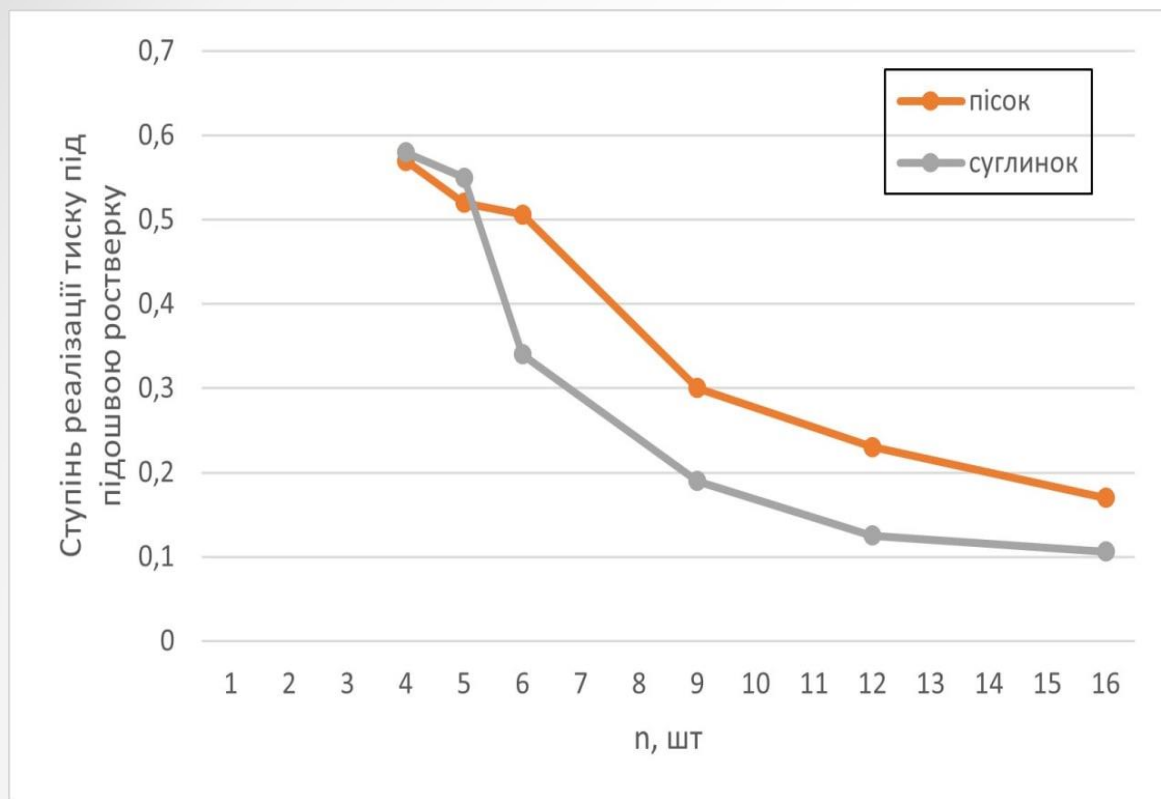


Залежність ступеню реалізації несучої здатності паль у складі пального фундаменту від кількості паль і виду ґрунту

Висновки по науковим розділам

На підставі проведених досліджень перерозподілу зусиль між елементами пальної групи з різною кількістю забивних палей можна зробити наступні висновки:

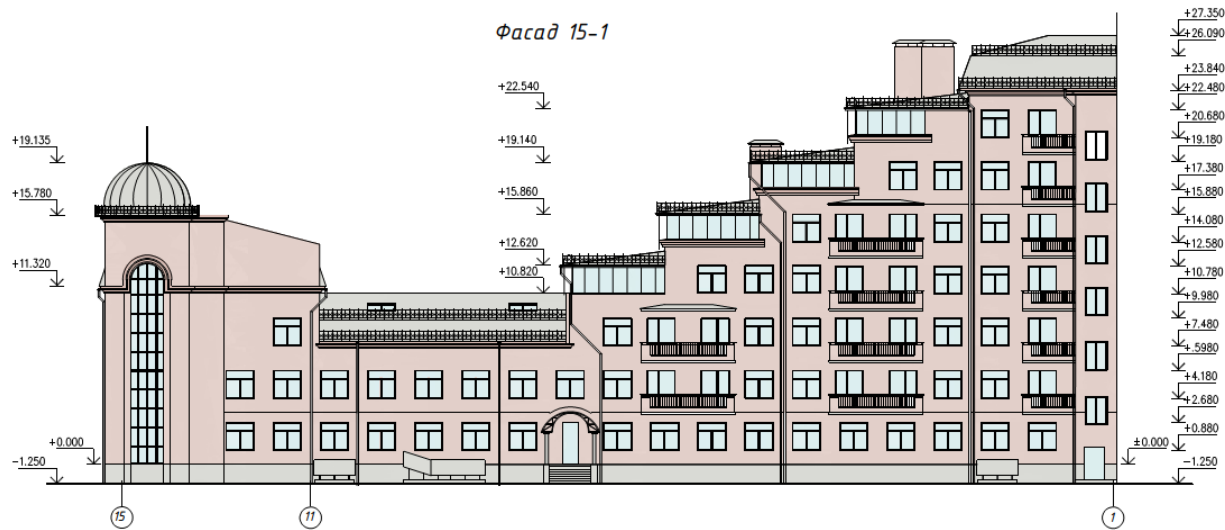
- ✓ із збільшенням кількості палей у групі гірше реалізують себе як палі, так і ростверк. Ступінь реалізації тиску під ростверком знаходиться в межах 0,1-0,58, а ступінь реалізації несучої здатності палей в межах 0,86-1,27;
- ✓ палі у складі куща реалізуються не повністю при кількості палей 12-16 шт. (крок 3d), їх несуча здатність в групі наближається до несучої здатності одиночної палі при кількості палей 9 шт. Для кущів з кількістю палей 4-6 шт. ступінь реалізації несучої здатності палей перевищує одиницю. Отже, у групах з незначною кількістю палей вони працюють у кущі краще, ніж одиночні і тим краще, чим менше їхня кількість;



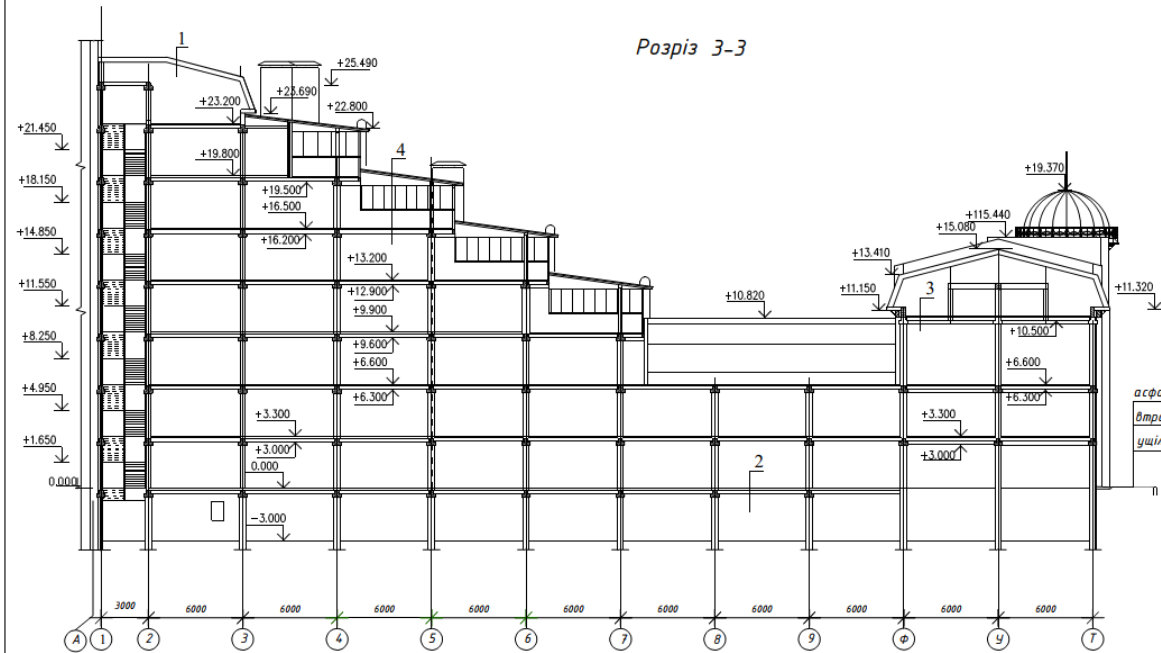
Залежність ступеня реалізації тиску під подошвою ростверку у складі стовпчастого пального фундаменту від кількості палей і виду ґрунту

- ✓ визначати несучу здатність пального фундаменту як суму несучих здатностей одиночних палей та плити ростверка як фундамента мілкового закладання некоректно, це призводить до завищення несучої здатності групи і ненадійного рішення;
- ✓ частка роботи ростверка у складі пального фундаменту збільшується із зменшенням кількості палей;
- ✓ вид ґрунту (піщаний або глинистий) суттєво не впливає на перерозподіл зусиль між елементами групи палей;
- ✓ результати визначення несучої здатності палей у програмному комплексі Plaxis 3D Foundation доцільно використовувати у проектній практиці для корегування значень, визначених теоретичним шляхом за рекомендаціями норм

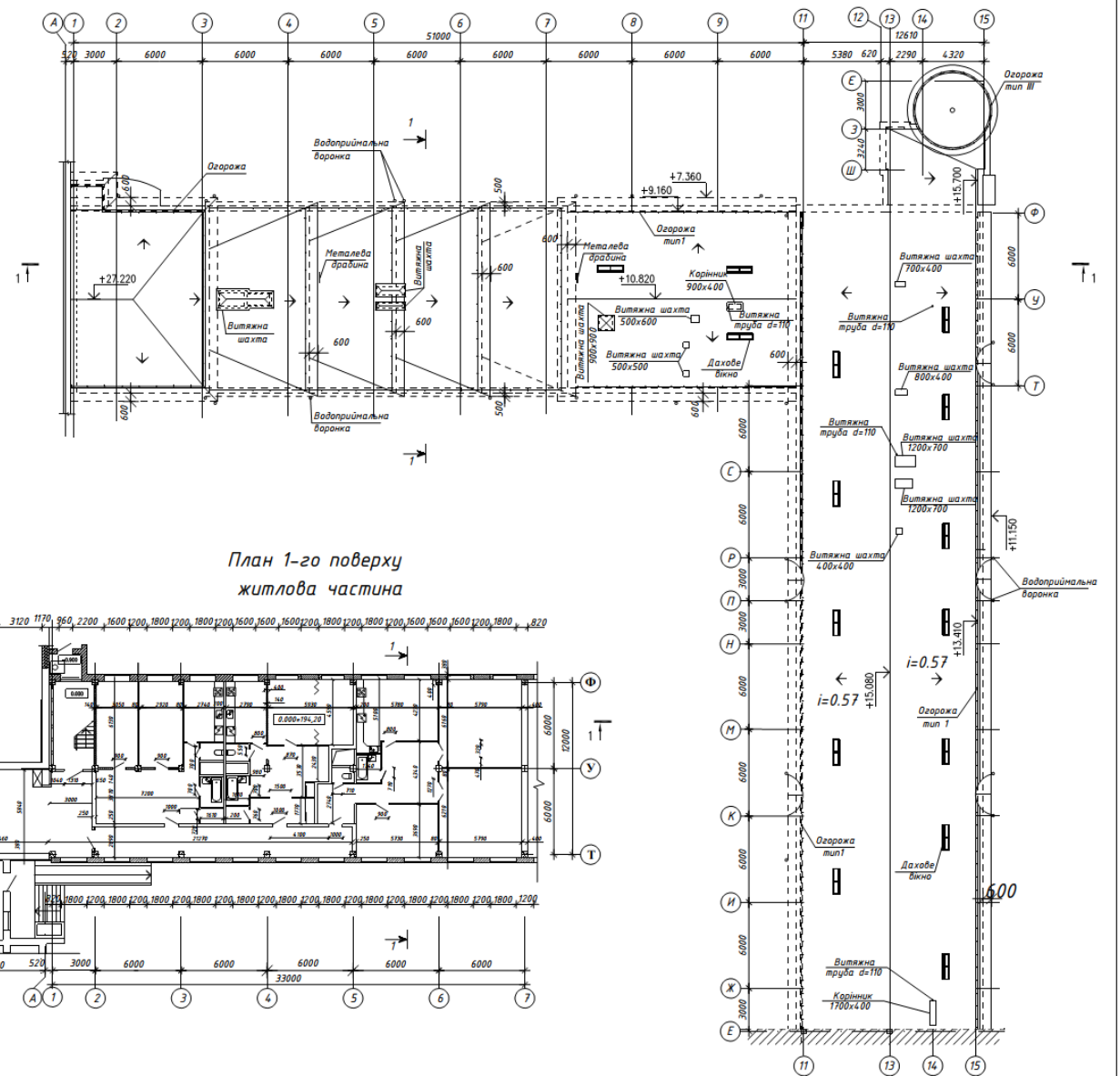
Фасад 15-1



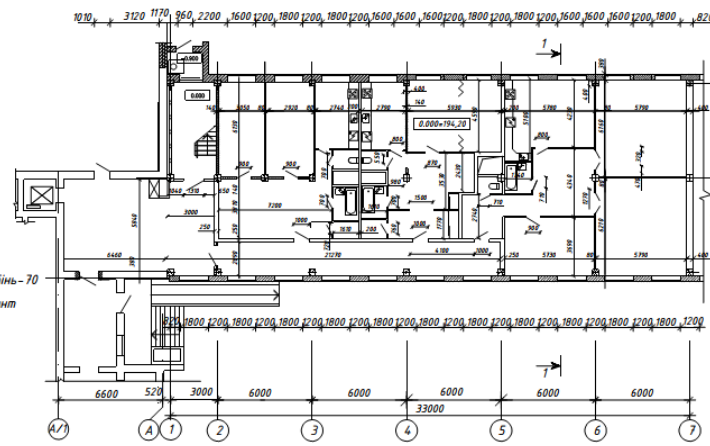
Розріз 3-3



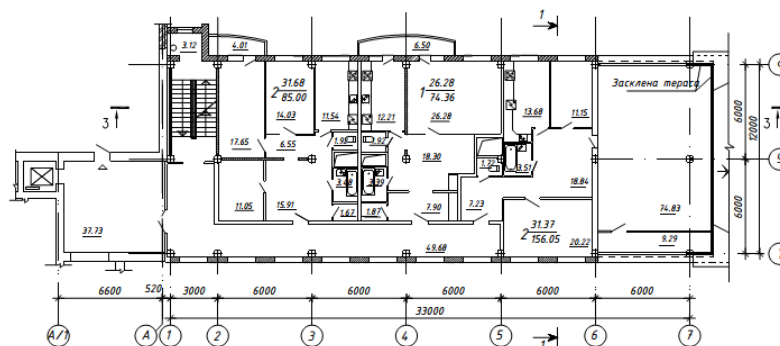
План даху



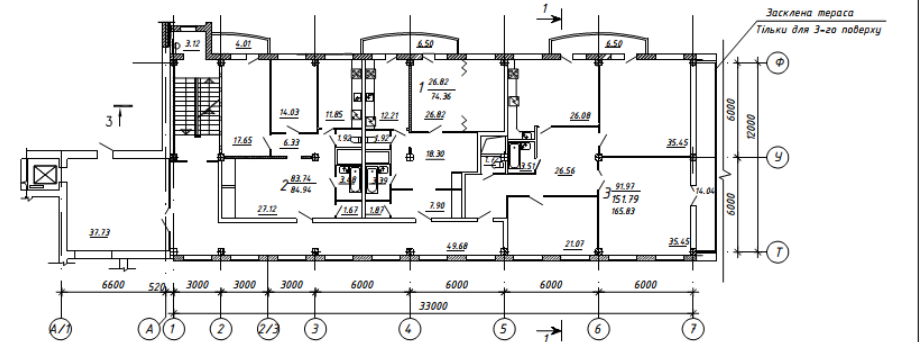
План 1-го поверху житлова частина



План 4-го поверху житлова частина



План 2-го та 3-го поверху житлова частина



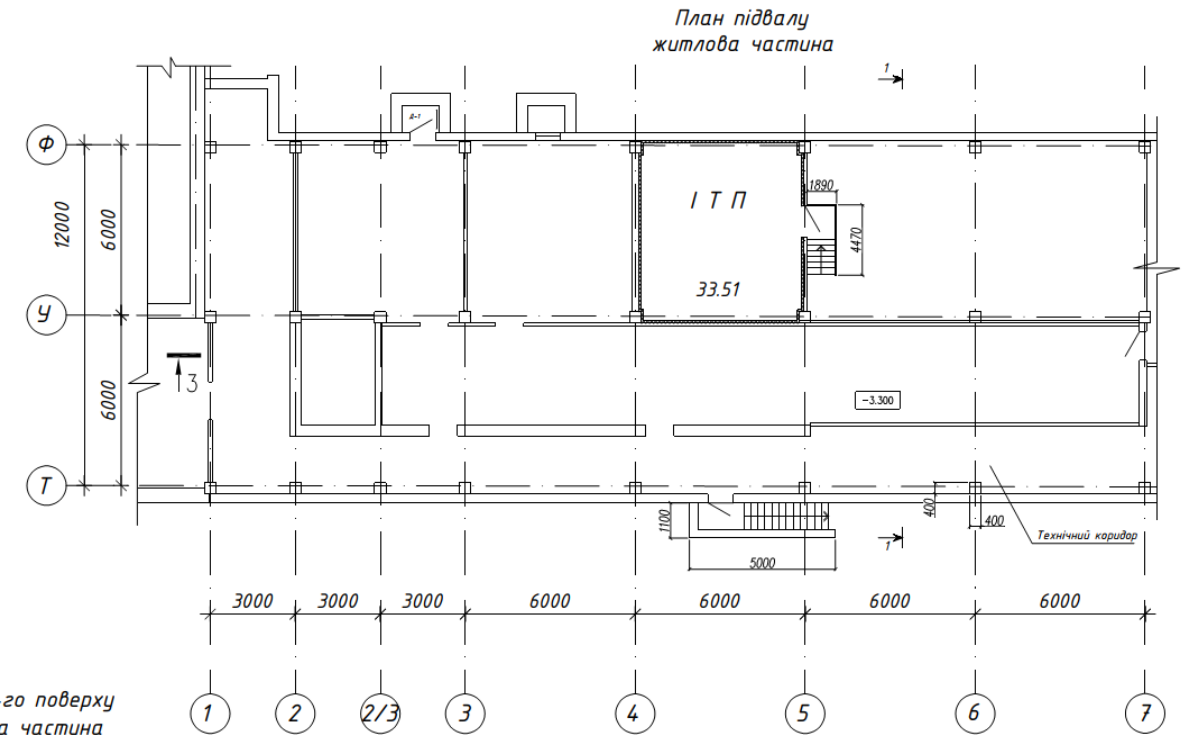
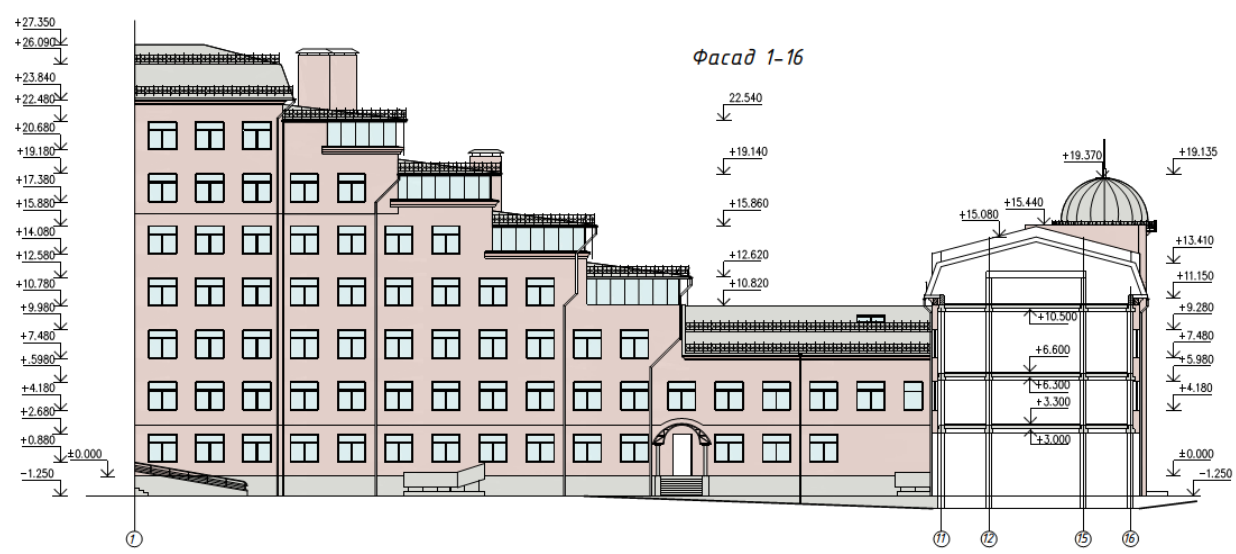
- Металочерепиця - 50
- Обрешітка 50x50 - 25
- Контрейка - 25
- Вітрозахисна плівка - 120
- Утеплювач- пінополістирол - 20
- Бруски обрешітки - 20
- Пароізоляційна плівка - 15
- Гіпсокартонні листи - 15

- Керамічна плитка - 10
- Стяжка цем.піщана М150 - 15
- Гідроізоляційна толь - 10
- Стяжка цем.піщана М150 - 15
- З.б. панель перекриття - 220
- Утеплювач- "Rockwool" - 90
- Гіпсокартонні листи - 15

- Керамічна плитка - 10
- Цементно-піщаний розчин - 20
- Стяжка цем.піщана М150 - 40
- Гідроізоляційна толь - 2
- Утеплювач- "Rockwool" - 150
- З.б. панель перекриття - 220

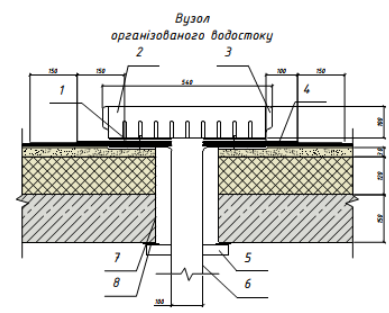
- Стяжка цем.піщана М100 - 40
- Утеплювач- "Rockwool" - 160
- Пароізоляційна плівка - 2
- З.б. панель перекриття - 220

08-08.МКР.011-АБ						
Зн.	Кільк.	Арх.	Інж.	Дата		
Розробив	Шевчук Е. О.	Проєктував	Блашук Н.В.	Перевірив		
Керівник	Блашук Н.В.	Н. хантр.	Мавська І.В.	Опонував		
Затвердив	Шевчук В. В.	Експерт	Степанова Н.Д.	Шевчук В. В.		
Житлова частина на 15 квартир багатопверхової забудови в с. Чайки Києво-Святошинського району						
Перерозподіл зусиль між елементами кущового пальового фундаменту в залежності від кількості палів				Стаття	Лист	Листів
Фасад 15-1, план даху, план 1-го - 4-го поверху, розріз 3-3				П		
				ВНТУ, гр.Б-20мз		

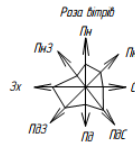


Умовні позначення

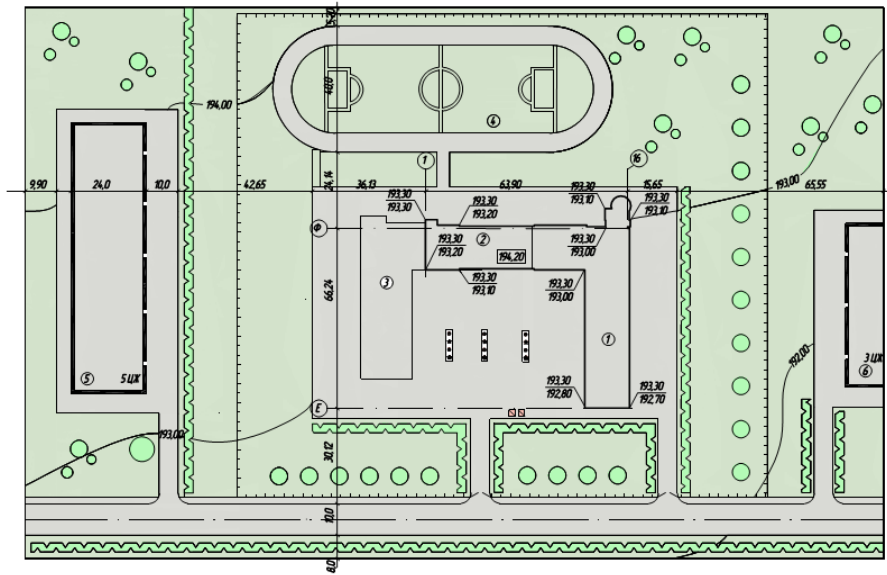
ПОЗНАЧЕННЯ	НАЙМЕНУВАННЯ
	Будівля реконструкції
	Існуюча будівля
	Спортивний майданчик
	Дорога
	Тротуар
	Паркан
	Групові насадження дерев
	Рядові насадження дерев
	Квітник
	Смітник
	Кущі
	Газон



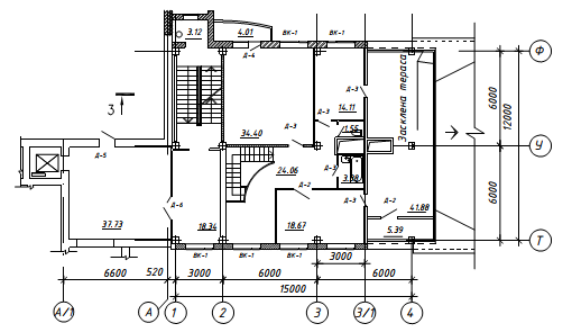
1. Заливка бітумною мастикою
2. Чаша водосточної воронки
3. Стрепівпрямовувач
4. Два додаткових шари покриття, армованих склосолоном
5. Залисний хомут
6. Слюсна труба
7. Гільза з асбестоцементної труби
8. Гумова прокладка



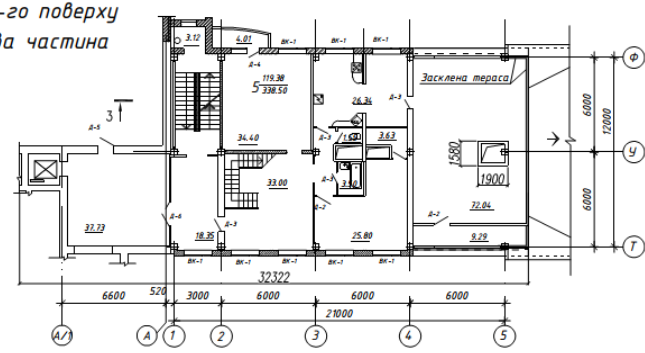
Фрагмент генерального плану



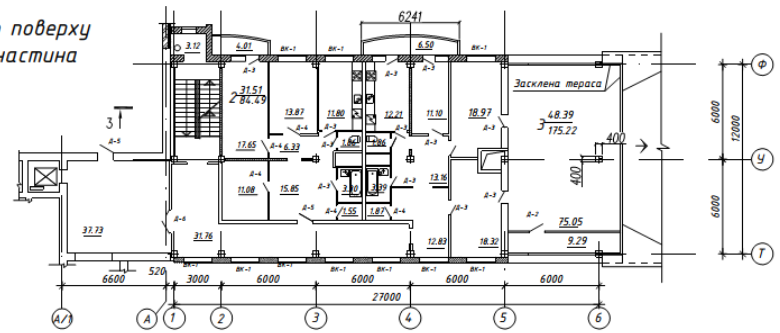
План 7-го поверху житлова частина



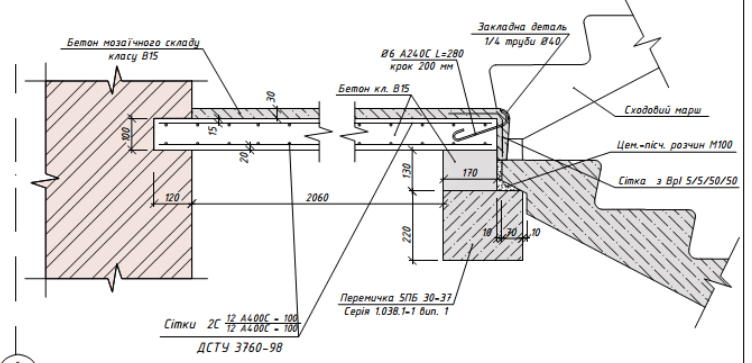
План 6-го поверху житлова частина



План 5-го поверху житлова частина



Вузол влаштування сходового маршу

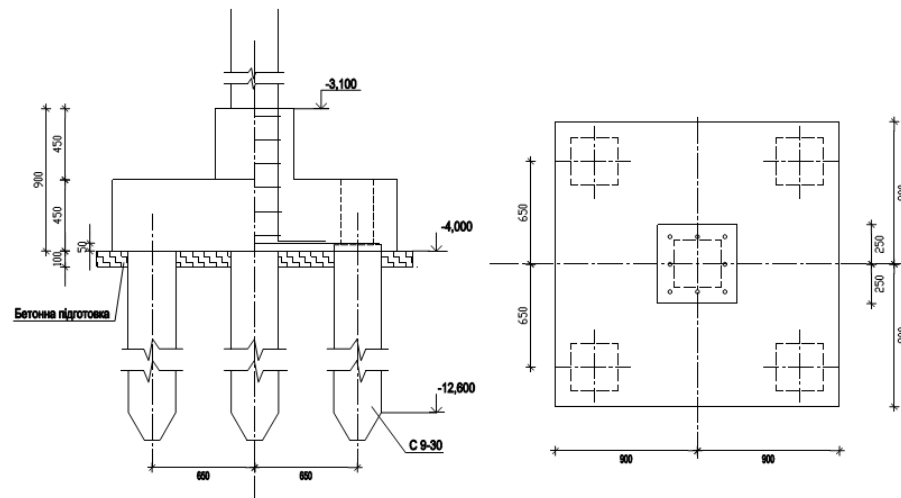


Експлікація будівель та споруд

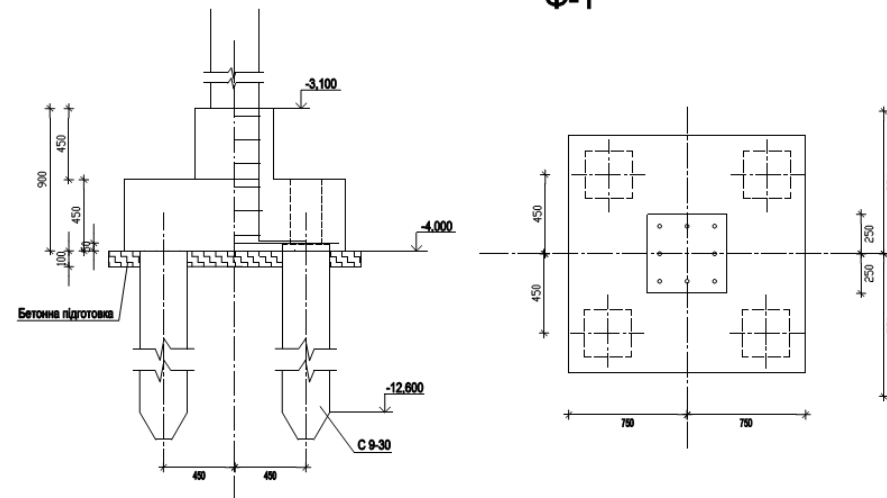
№п/п	Найменування	Примітки
1	Житлова частина на 15 квартир	Проектна
2	Заклади соцікультурного	Існуючий
3	Існуючий житловий будинок	Існуючий
4	Спортивний майданчик	Існуючий
5	Житлова будівля 5-и поверхова	Існуючий
6	Житлова будівля 3-х поверхова	Існуючий

08-08.МКР.011-А5					
Житлова частина на 15 квартир багатоповірхової забудови в с. Чайки Києво-Святошинського району					
Ек.	Кільк.	Арх.	Прод.	Підпис	Дата
Розробив	Шевчук Е. О.				
Перевірив	Блашук Н.В.				
Характеристика	Блашук Н.В.				
Н. контр.	Маєвська І.В.				
Опонував	Степанова Н.Д.				
Затвердив	Шевчук В. В.				

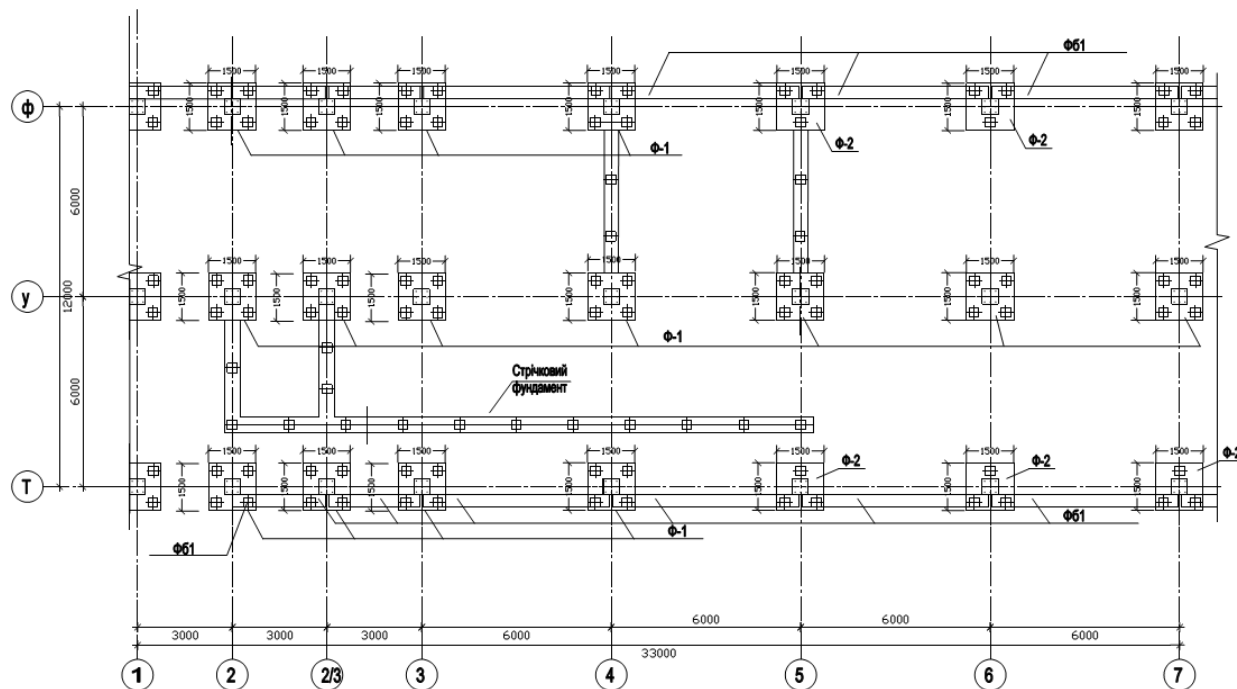
Кущовий пальовий фундамент, що запроєктований за рекомендаціями норм
Φ-1



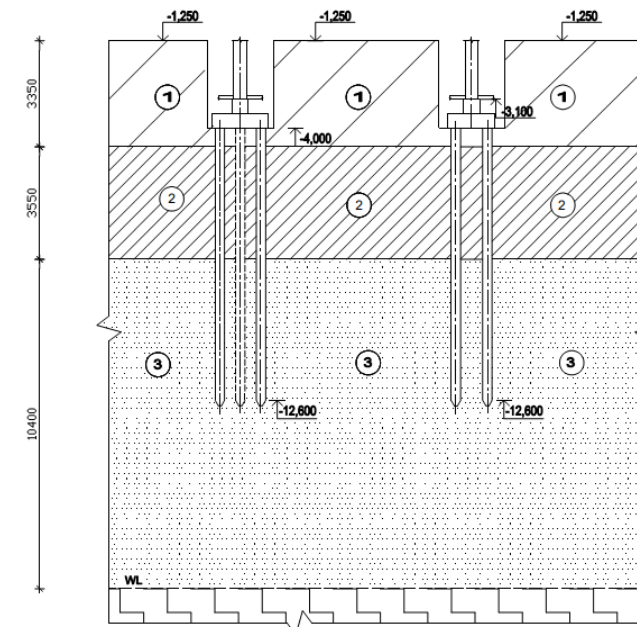
Кущовий пальовий фундамент, що запроєктований за результатами наукового дослідження
Φ-1



План фундаментів



Геологічний розріз з варіантами фундаментів



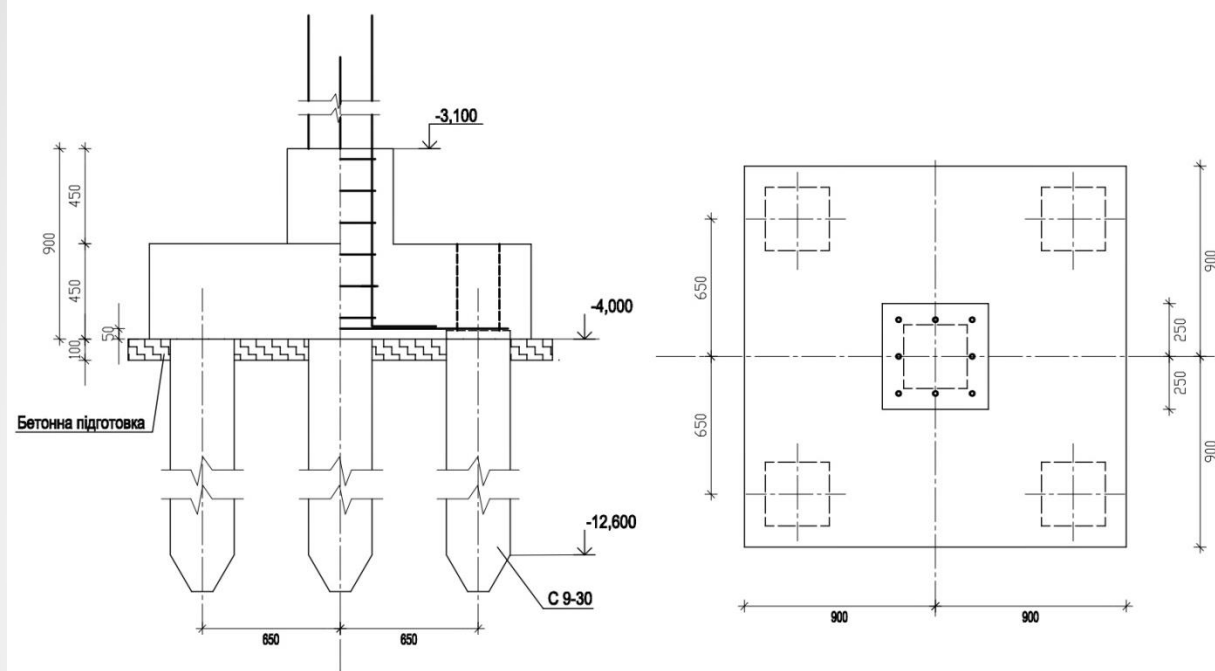
Умовні позначення

- 1 Насипний ґрунт
- 2 Супісок
- 3 Пісок середньої крупності
- WL Рівень ґрунтових вод

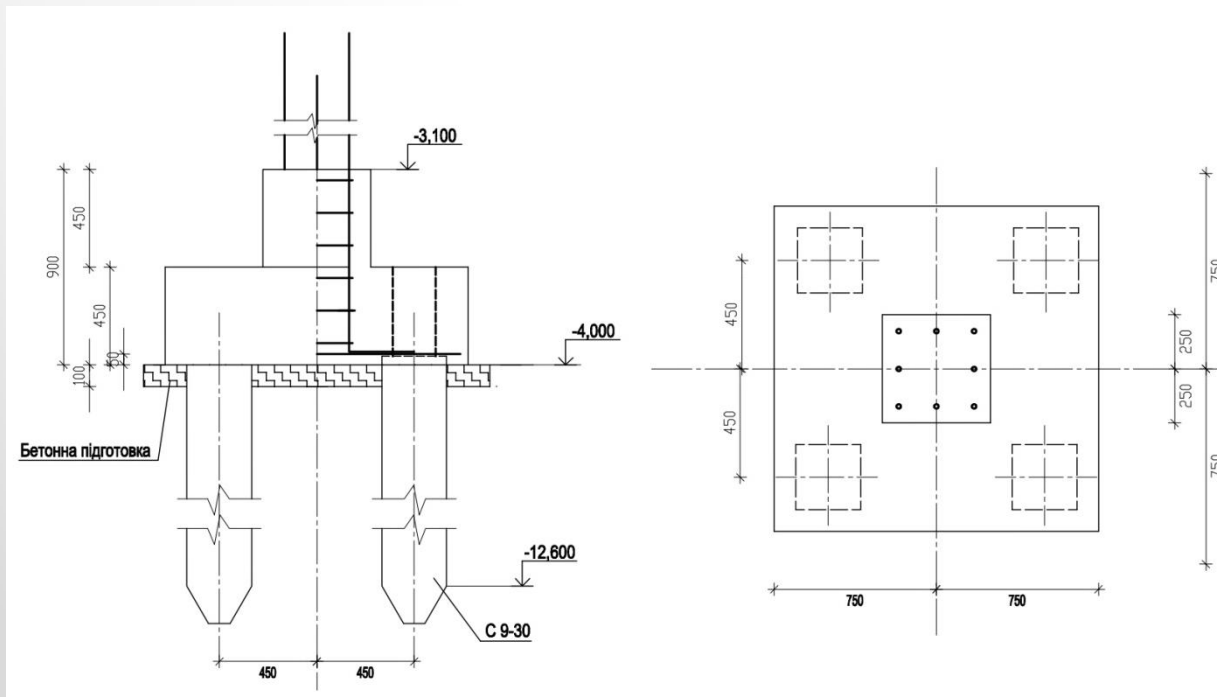
				08-08.МКР.011 - АБ				
				Житлова частина на 15 квартир багатопверхової забудови в с. Чайки Київ-Святошинського району				
Зм.	Кільк.	Лист № док.	Підпис	Дата	Перерозподіл усилля між елементами кущового пальового фундаменту в залежності від кількості палей	Стадія	Архуш	Архуші
Розробив		Шевчук С. О.				П		
Керівник		Блашук Н.В.						
ОпONENT		Степанова Н. Д.						
Н.юнкТР		Масальська І. В.						
Завершив		Шевчук В. В.			План фундаментів, геологічний розріз з варіантами фундаментів, робочі креслення варіантів фундаментів	ВНТУ, гр. Б-20мз		

Враховуючи ступінь реалізації несучої здатності палів у складі кущового пального фундаменту, запроєктовано кущовий паливий фундамент з меншою кількістю палів

I варіант
(за рекомендаціями норм)



II варіант
(за результатами досліджень)



Порівняння варіантів фундаментів

Показники	Варіант 1	Варіант 2
Прямі витрати, тис. грн.	7,962	7,26
Кошторисна трудомісткість, тис. люд.-год.	0,058	0,054
Кошторисна заробітна плата, тис. грн.	1,267	1,2
Загальновиробничі витрати, тис. грн.	0,831	0,784
Усього за кошторисом, тис. грн.	8,793	8,044
Кошторисний прибуток, грн.		
Показники (обчислені)		
Кошторисна величина ЗВВ, тис. грн.	0,831	0,784
Собівартість робіт (С), тис. грн.	8,79	8,04
Обігові кошти, тис. грн.	2,93	2,68
Основні виробничі фонди, тис. грн.	2,119	2,107
Капіталовкладення в виробничі фонди, тис. грн.	5,05	4,79
Показник приведених витрат, тис. грн.	9,40	8,62
Економічний ефект, тис. грн.	0,78	

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Великою кількістю досліджень палючих фундаментів з забивних палей встановлено, що у складі палючого фундаменту частина навантаження передається на палі, а частина – на ростверк, навантаження між палями розподіляється нерівномірно.

На підставі проведених досліджень перерозподілу зусиль між елементами палючих груп з різною кількістю забивних палей можна зробити наступні висновки:

- із збільшенням кількості палей у групі гірше реалізують себе як палі, так і ростверк. Ступінь реалізації тиску під ростверком знаходиться в межах 0,1-0,58, а ступінь реалізації несучої здатності палей в межах 0,86-1,27;
- палі у складі куща реалізуються не повністю при кількості палей 12-16 шт. (крок 3d), їх несуча здатність в групі наближається до несучої здатності одиночної палі при кількості палей 9 шт. Для кущів з кількістю палей 4-6 шт. ступінь реалізації несучої здатності палей перевищує одиницю. Отже, у групах з незначною кількістю палей вони працюють у кущі краще, ніж одиночні і тим краще, чим менше їхня кількість;
- вид ґрунту (піщаний або глинистий) суттєво не впливає на перерозподіл зусиль між елементами групи палей;
- результати визначення несучої здатності палей у програмному комплексі Plaxis 3D Foundation доцільно використовувати у проєктній практиці для корегування значень, визначених теоретичним шляхом за рекомендаціями норм [34].

У розділі "Технічна частина" розглянуто архітектурно-будівельні рішення житлової частини багатоповерхової забудови в с. Чайки Києво-Святошинського району. Виконано теплотехнічний розрахунок та конструювання складових зовнішнього утеплення. При якому було підібрано утеплювач з мінераловатних плит товщиною 100 мм, який відповідає протипожежним нормам та забезпечує потрібний термічний опір. Виконано розрахунок і проєктування кущового палючого фундаменту за рекомендаціями норм і з врахуванням результатів наукового дослідження.

Для економічної оцінки запропонованих варіантів фундаментів виконано техніко-економічне порівняння, за результатами якого встановлено, що найбільш економічним є 2 варіант фундаменту із забивних палей (за результатами наукових досліджень). Кошторисна вартість становить – 8,044 тис. грн., кошторисна трудомісткість – 0,054 тис. люд-год., приведені витрати - 8,62 тис. грн. Економічний ефект – 0,78 тис. грн.

У роботі також було розглянуто заходи та засоби з охорони праці під час виконання проєктних будівельних робіт, досліджено небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Було виконано оцінку безпеки роботи внутрішньобудинкової електромережі багатоповерхових будинків в умовах дії іонізуючих випромінювань та електромагнітного імпульсу.

ВІДГУК
керівника магістерської кваліфікаційної роботи

студента Шевчука Свєгенія Олександровича
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: «Перерозподіл зусиль між елементами кущового пального фундаменту в залежності від кількості паль»

Дослідження роботи палих фундаментів залишається актуальною задачею, оскільки ці типи фундаментів проектуються із значними резервами несучої здатності.

Магістерську кваліфікаційну роботу (МКР) виконано відповідно до завдання. Магістр під час виконання роботи показав достатній рівень інженерної підготовки, здатен самостійно у встановлені терміни вирішувати поставлені задачі.

У МКР досліджено роботу кущового пального фундаменту з різною кількістю паль і в різних ґрунтових умовах. Встановлено, що із збільшенням кількості паль у групі гірше реалізують себе як палі, так і ростверк. Також встановлено, що у групах з незначною кількістю паль, вони працюють у куці краще, ніж одиночні і тим краще, чим менше їхня кількість.

За результатами наукового розділу запропоновано рішення щодо проектування кущових палих фундаментів для технічного об'єкту. У розділі «Економічна частина» за кошторисними розрахунками встановлено позитивний економічний ефект від врахування ступеня реалізації палі у складі кущового пального фундаменту.

Основний зміст МКР висвітлений у тезах, що опубліковані у матеріалах LI (51-ої) науково-технічної конференції факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії, ВНТУ (березень, 2022 р.).

У тексті пояснювальної записки присутні незначні граматичні помилки, але магістерська кваліфікаційна робота у цілому виконана на достатньому рівні, при відповідному захисті заслуговує на оцінку «А» (90 б).

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

доцент каф. БМГА, к.т.н
(посада, науковий ступінь, вчене звання)



Н. В. Блащук
(ініціали, прізвище)

ВІДГУК ОПОНЕНТА
На магістерську кваліфікаційну роботу

студента Шевчука Євгенія Олександровича
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: Перерозподіл зусиль між елементами кушового пальового фундаменту в залежності від кількості паль

Магістерська кваліфікаційна робота (МКР) виконана згідно актуальної теми, що займає важливу роль у галузі фундаментобудування. Робота відповідає завданню, а отримані в результаті досліджень та висновки в повній мірі розкривають поставлені задачі.

При виконанні МКР було виконано числове моделювання методом скінчених елементів в програмному комплексі «Plaxis 3D foundation», результати якого підтвердили доцільність даного дослідження і встановити залежність кушового ефекту від кількості паль у складі фундаменту. Врахування результатів дослідження при проектуванні пальового фундаменту дозволило отримати економічний ефект.

Результати досліджень були апробовані на LI (51-ій) науково-технічній конференції факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання, ВНТУ (березень, 2022 р.)

До недоліків слід віднести, недостатню кількість посилань на закордонні публікації у переліку літературних джерел. За виконану роботу студент заслуговує на оцінку «А» (90 б.) та присвоєння кваліфікації магістра з будівництва.

Опонент

К.Т.Н., доц.
(імена, прізвище, ступінь, місце роботи)



Н. Д. Степанова
(ініціали, прізвище)