

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

**"ОПІР ЗА МЕТОДОМ ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КІЛЬЦЕВИХ
ФУНДАМЕНТІВ ТА ВПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ ПАЛІ НА ЙОГО ВЕЛИЧИНУ" .**

Виконав: студент VI курсу, групи Б-22-мз
спеціальності 192 «Будівництво
та цивільна інженерія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальність)

А/В Шахно О.В
(прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., професор
(науковий ступінь, посада)

Моргун. А.С
(прізвище та ініціали)

« 10 » 06 2024 р.
Опонент: к.т.н., доцент каф. ІСБ
(науковий ступінь, посада)

Слободян Н. М.

(прізвище та ініціали)

« 10 » червня 2024 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри БМГА

В. В. Швець

(прізвище та ініціали)

« 12 » 06 2024 р.

Вінниця ВНТУ – 2024 рік
Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цільної та екологічної інженерії

Кафедра будівництва, міського господарства і архітектури

Освітньо-кваліфікаційний рівень II-й (магістерський)

Галузь знань 19 – Архітектура та будівництво

(шифр і назва)

Спеціальність 192 - Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва)

Освітньо професійна програма: Промислове і цивільне будівництво

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри БМГА
Швець В.В.
"10" червня 2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА
Олександру Вікторовичу Шахну

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема проекту (роботи) «Опір за методом граничних елементів кільцевих фундаментів та вплив геометрії палі на його величину»

Рівень проекту (роботи) Моргун А. С д.т.н, професор

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

Затверджені наказом вищого навчального закладу від "11" Березня 2024 року № 81

Строк подання студентом проекту (роботи) 22.05.2024

Вихідні дані до проекту (роботи) Архітектурно-будівельні рішення, досліджується тема кільцевих фундаментів, числовий метод за методом граничних елементів, поняття напружено-деформованого стану кільцевих пальових фундаментів.

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

Вступ (актуальність та новизна наукових досліджень, об'єкт, предмет, мета і задачі, практична значимість, об'єкти дослідження).

Науково-дослідна частина - огляд та аналіз літературних джерел;

Розробка методів по оцінці доцільності використання кільцевих фундаментів;

Аналіз нормативних документів ДБН фундаментів;

Моделювання напружено-деформованого стану за методом граничних елементів

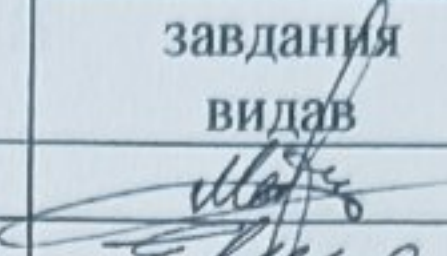
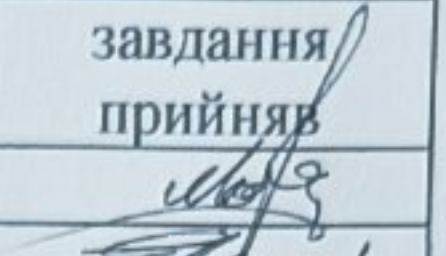
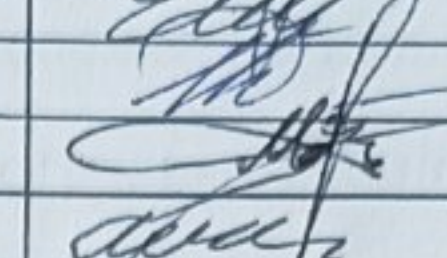
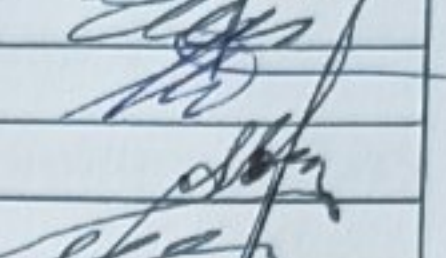
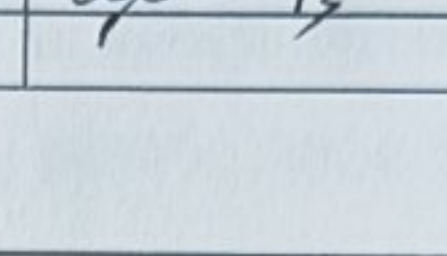
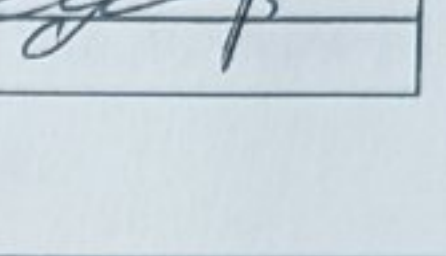
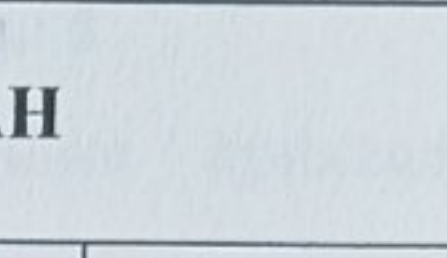
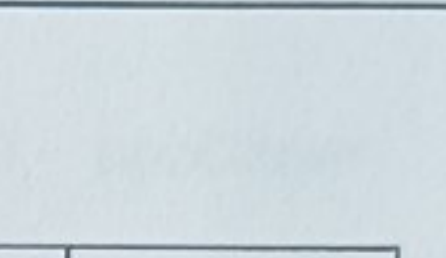
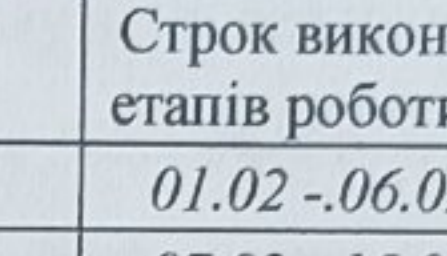
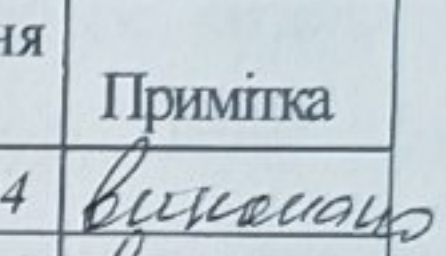
Числовий експеримент за методом граничних елементів

Технічна частина

Охорона праці

Економічна частина

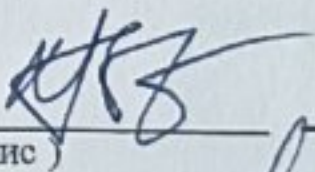
5. Консультанти розділів проекту (роботи)

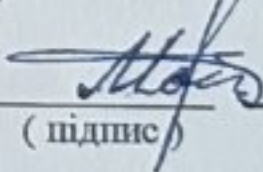
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Науковий розділ	Моргун А. С., проф.		
Економічна частина	Лялюк О.Г., доц.		
Особа праці	Кобилянська І.М		
Технічна частина	Моргун А.С		
Література	Смоляк В.В		

Дата видачі завдання 14.03.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів роботи	Примітка
Складання вступу до МКР	01.02 -.06.02.24	виконано
Науково-дослідна частина	07.02 -.15.03.24	викон.
Порівняльний аналіз запропонованого дослідження	18.03 -.29.03.24	викон.
Подання роботи на перевірку на плагіат	15.04 -.19.04.24	викон.
Економічна частина	22.04 -.30.04.24	вик.
Оформлення МКР	01.05 -.12.05.24	вик.
Подання МКР на кафедру для перевірки	13.05 -.17.05.24	вик.
Попередній захист	23.05 -.24.05.24	вик.
Опонування	27.05 -.03.06.24	вик.

Студент  Шяхно О.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)  Моргун А. С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 004.9:624.04(045)

Шахно О. В. “Опір за методом граничних елементів кільцевих фундаментів та вплив геометрії палі на його величину”. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», освітня програма – «Промислове та цивільне будівництво». Вінниця: ВНТУ, 2024. 89 с.

На укр. мові Бібліогр.: 24 назв; рис.: 6; табл.: 5.

Метою роботи є вирішення професійної прикладної проблеми з використання кільцевих паль в будівельній галузі, з застосуванням загальних методів і прийомів її вирішення з проведенням наукового пошуку. Тому тема роботи є актуальна для науки та практики фундаментобудування, містить аргументовані висновки. Будівництво – одна із головних галузей народного господарства, потребує великих матеріальних затрат. Проектування поведінки ґрунтових основ для споруд має свої особливості.

За результатами теоретичних досліджень за сучасним числовим методом граничних елементів (МГЕ) з використанням сучасних наукових досліджень проведено числові дослідження що до розв’язання актуальної прикладної задачі визначення несучої спроможності кільцевих фундаментних паль, проведено аналіз впливу товщини кільцевої палі на її опір вертикальному навантаженню, практична спрямованість отриманих результатів дозволяє використовувати в практиці проектування найбільш економічний варіант цих паль.

Експериментальних даних про НДС основ і кільцевого фундаменту недостатньо. Методи їх розрахунку, що використовуються – недосконалі. Тому напрацювання теоретичних положень розрахунку кільцевих фундаментів є актуальною задачею.

Ключові слова: напружено-деформований стан (НДС), кільцеві фундаменти, числовий метод граничних елементів (МГЕ).

ABSTRACT

Shakhno O. V. "Resistance according to the boundary element method of ring foundations and the influence of pile geometry on its value". Master's Thesis in the specialty 192 - "Construction and Civil Engineering", educational program - "Industrial and Civil Construction". Vinnytsia: VNTU, 2024.

In Ukrainian language. Bibliogr.: 24 titles; fig.: 6; tab.: 5

The purpose of the work is to solve a professionally applied problem of using ring piles in the construction industry, using general methods and techniques for solving it with scientific research. Therefore, the topic of the work is relevant to the science and practice of foundation construction, it contains reasoned conclusions. Construction is one of the main branches of the national economy, requiring enormous material costs. Designing the behaviour of soil foundations for structures has its characteristics.

The reliability of structures is ensured by their use in the design of the basic laws of the mechanics of dispersed soils, which take into account the specifics of their behavior under load.

Based on the results of theoretical studies using the modern numerical method of boundary elements (MBE) with the use of modern scientific research, numerical studies were carried out to solve the actual applied problem of determining the bearing capacity of ring foundation piles, an analysis of the influence of ring pile thickness on resistance to vertical load was carried out, practical orientation the obtained results allow us to use the most economical version of these piles in design practice. There is not enough experimental data on SSE foundations and ring foundations. The methods of their calculation used are imperfect. Therefore, the development of theoretical provisions for the calculation of ring foundations is an urgent task.

Keywords: stress-strain state (SSE), ring foundations, numerical method of boundary elements (MBE).

ЗМІСТ

Вступ.....	6
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПАЛЬОВІ	
ФУНДАМЕНТИ.....	11
1.1 Загальні відомості про пальові фундаменти.....	11
1.2 Огляд нормативної літератури по пальовим фундаментам.....	15
1.3 Кільцеві фундаменти: область застосування і приклади. Приклад власного досвіду.....	19
1.4 Детальний огляд методу граничних елементів.....	21
1.5 Оцінка трудомісткості кільцевих пальових фундаментів в порівнянні з іншими видами фундаментів.....	23
1.6 Висновки.....	27
Розділ 2. МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО	
СТАНУ ЗА МЕТОДОМ ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ.....	31
2.1 Раціональність вибору поверхні текучості.....	31
2.2 Швидкість текучості ґрунту.....	32
2.3 Процес деформування ґрунту.....	34
2.4 Апарат розрахунку реалізації кільцевих фундаментів за методом граничних елементів	37
2.5 Висновки за розділом	40
Розділ 3. ЧИСЛОВИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ЗА МЕТОДОМ ГРАНИЧНИХ	
ЕЛЕМЕНТІВ.....	40
3.1 Робота пористого ґрунту під навантаженнями.....	37
3.2 Проектування за МГЕ круглого фундаменту під силос.....	39
3.3 Прогноз за методом граничних елементів (МГЕ) для кільцевого пальового поля силосу.....	42
3.4 Висновки за розділом	44

Розділ 4. ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА.....	43
Розділ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	50
Розділ 6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	65
ВИСНОВКИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	81
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	83
Додаток А - Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	85
Додаток Б - Відомість графічної частини.....	86

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ДБН – державні будівельні норми

МГЕ – метод граничних елементів

МСЕ – метод скінченних елементів

НДС – напружено-деформований стан

ПК – програмний комплекс

САПР – системи автоматизованого проектування

СЕ – скінченний елемент

СПФ – стрічковий пальовий фундамент

ВСТУП

Актуальність теми.

Тема дослідження опору за методом граничних елементів кільцевих фундаментів та вплив геометрії палі на його величину є актуальною з кількох причин. Сучасне будівництво активно використовує різноманітні типи фундаментів, включаючи кільцеві фундаменти. Дослідження їх поведінки під навантаженням дозволяє створювати більш надійні та ефективні конструкції. Метод граничних елементів (МГЕ) є потужним інструментом для аналізу напружено-деформованого стану конструкцій. Використання цього методу для кільцевих фундаментів дозволяє більш точно моделювати їх поведінку та покращувати проектні рішення. Геометрія палі (довжина, діаметр, форма) значно впливає на розподіл навантаження та стійкість фундаменту. Дослідження цього впливу допомагає оптимізувати розміри та форму паль, що призводить до зменшення матеріальних витрат і підвищення надійності конструкцій. Оптимізація фундаментних конструкцій сприяє економії матеріалів та зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище. Це відповідає сучасним вимогам сталого розвитку та раціонального використання ресурсів. Таким чином, дослідження опору за методом граничних елементів кільцевих фундаментів та впливу геометрії палі на його величину є важливим і актуальним для підвищення ефективності, надійності та економічності будівельних проектів.

Метою дослідження є узагальнення та вдосконалення алгоритмів розрахунку по МГЕ та розрахувати ефективність даного розрахунку.

Задачі дослідження:

- Створення правил по підготовці до розрахунку
- Поетапне врахування вихідних даних для розрахунку фундаментів
- Підготовка результатів розрахунку

Об'єктом досліджень

Малоповерховний житловий будинок з монолітною безригельною схемою з кільцевим фундаментом. Методика розрахунку по МГЕ

Предмет дослідження

Предмет дослідження включає аналіз взаємодії кільцевих фундаментів і ґрунту за допомогою методу граничних елементів для оцінки їх напружено-деформованого стану.

Метод дослідження МКР

Розв'язання рівнянь граничних елементів.

За допомогою чисельних методів розв'язується система рівнянь, що виникає з умов рівноваги і законів руху для кожного граничного елементу. Це дозволяє обчислити напруження, деформації та інші параметри в областях поблизу межі контакту палиці з ґрунтом.

На основі результатів аналізу граничних елементів визначається величина опору палі в ґрунті. Це може включати в себе розрахунок силових параметрів, таких як вертикальний опір, горизонтальний опір і моменти, що діють на палю від ґрунту.

Апробація результатів роботи.

Результати роботи апробовано на: ЛІІ Науково-технічна конференція факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії (2023). ЛІІІ Науково-технічна конференція факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії (2024). Енергоефективність в галузях економіки України – 2023.

Публікації

Шахно О.В. опір за методом граничних елементів кільцевих фундаментів та вплив геометрії палі на його величину / Шахно О.В. Моргун А.С. // ЛІІ Науково-технічна конференція факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії 2024. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2023/paper/view/17878>

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПАЛЬОВІ ФУНДАМЕНТИ.

1.1 Загальні відомості про пальові фундаменти

Пальовий фундамент — фундамент з окремо стоячих вертикальних несучих конструкцій - паль, вершини яких об'єднують в одну цілісну конструкцію - ростверк.

Ростверк забезпечує рівномірну передачу навантаження від будівлі. Пальові фундаменти найчастіше використовують при будівництві будівель та споруд на слабких сипучих чи насичених водою ґрунтах. Застосування фундаментів з паль істотно зменшує обсяг земляних робіт і значно економить будівельні матеріали (метал, деревину, залізобетон).

Як згадано вище, матеріалом для паль може виступати: деревина, камінь, бетон чи залізобетон. Найбільш поширеними у наш час являються бетонні та залізобетонні, враховуючи їх найбільші конструктивні несучі спроможності, серед вищезгаданих типів паль.

Палі поділяють на два типи за характером передачі навантаження від будівлі/споруди на ґрунт:

- **Палі-стійки** - передають навантаження на несучі шари ґрунту і опором низу палі
- **Висячі палі** - передають навантаження на бічні шари ґрунту за рахунок тертя бічної поверхні палі

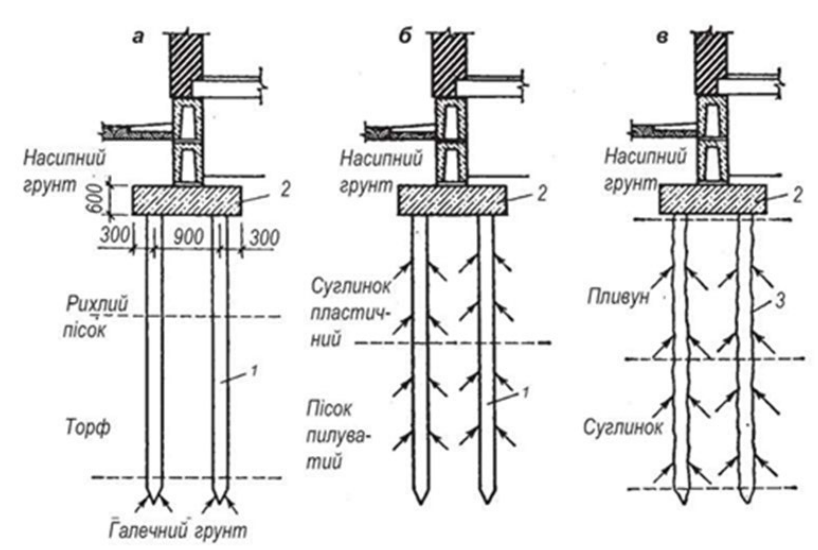


Рис.1 Види пальових фундаментів:

а - палі-стійки; б, в - висячі палі; 1 - паля забивна; 2 - ростверк; 3 - паля набивна

За способом заглиблення палі в ґрунт поділяються:

1. **Забивні** – забиваються у ґрунт за допомогою механічного молота, який вдаряє певну кількість разів по головці палі, для запобігання руйнування тіла палі одягають металевий наголовник. В разі руйнування вершини палі, арматуру з палі загинають в тіло майбутнього розтверку
2. **Набивні** – аналогічним чином, як і забивні, але без досягання несучих шарів основи
3. **Бурові** – спеціальна механічна установка пробурює скважини під габирити палі, після чого вкладають палі або каркас під ін'єкційні палі. Також майбутні ін'єкційні палі можуть бути без металевого каркасу
4. **Гвинтові** – монтаж шляхом вкручування у ґрунт основи, мають перевагу над іншими типами паль, так як вони більш економічніші, можна зводити навіть у воді.

1.2 Огляд нормативної літератури по пальовим фундаментам.

Пальові фундаменти мають довгу історію використання в будівництві, починаючи з давніх цивілізацій, таких як Єгипет, Греція та Рим. Вони забезпечують необхідну підтримку для будівель у місцях з слабкими або нестабільними ґрунтами. У сучасному будівництві пальові фундаменти набули широкого застосування завдяки вдосконаленню технологій і матеріалів. Основні нормативні документи, що регламентують проектування пальових фундаментів, охоплюють різні аспекти проектування, будівництва та експлуатації.

З початком промислової революції в Європі зросла потреба у нових технологіях будівництва. У цей період активно розвивались методи забивання паль за допомогою механічних пристроїв. З'явилися перші металеві палі, що значно збільшило їх несучу здатність і довговічність.

У 19 столітті, з розвитком залізниць та індустріалізацією, потреба у міцних фундаментах значно зросла. Були розроблені нові методи забивання паль, зокрема

парові машини для забивання паль, що дозволило збільшити глибину і точність встановлення.

У 20 столітті відбувся справжній прорив у технологіях будівництва пальових фундаментів. Винайдено бетонні палі, які забезпечують високу міцність і довговічність. Також розроблені нові методи забивання паль, включаючи використання гідравлічних і дизельних молотів. Інженери почали використовувати комп'ютерні моделі для розрахунку і проектування пальових фундаментів.

Сьогодні пальові фундаменти є невід'ємною частиною будівництва висотних будівель, мостів, портових споруд і нафтогазових платформ. Використовуються різні типи паль, зокрема залізобетонні, сталеві, композитні та навіть палі з нових матеріалів, таких як полімери. Сучасні методи розрахунку включають застосування методу скінченних елементів (МСЕ) та методу граничних елементів (МГЕ), що дозволяє точно моделювати взаємодію палі з ґрунтом і прогнозувати поведінку фундаменту під навантаженням.

Інноваційні технології, такі як використання датчиків і систем моніторингу, дозволяють в режимі реального часу контролювати стан пальових фундаментів. Це особливо важливо для великих інфраструктурних об'єктів, таких як мости і тунелі, де стабільність і безпека є критичними.

Основні нормативні документи

ДСТУ Б В.2.1-10:2009 "Фундаменти будівель і споруд. Основні положення" – цей стандарт визначає загальні вимоги до проектування фундаментів, включаючи пальові. Він містить рекомендації щодо матеріалів, конструкцій та методів розрахунку пальових фундаментів.

Розділ 6 цього документа присвячений пальовим фундаментам, де й розглядаються питання, що стосуються розрахунку паль, зокрема кільцевих. Ось деякі з ключових пунктів:

Загальні положення:

- Визначає сферу застосування пальових фундаментів, типи паль, матеріали, що використовуються, та етапи проектування.

- Встановлює вимоги до інженерних вишукувань для пальових фундаментів.

Класифікація паль:

Класифікує палі за матеріалом (залізобетонні, дерев'яні, буронабивні, забивні), типом заглиблення (глибокого та неглибокого закладення), конструктивним виконанням (суцільні, порожнисті, композитні) та способом об'єднання в фундаменти (окремо стоячі, стрічкові, кушові, кільцеві).

Несуча здатність паль:

- Визначає методи розрахунку несучої здатності паль, включаючи розрахункові опори ґрунту під оголовками та бічною поверхнею паль.
- Наводить методи розрахунку паль на стиск, вигин, стиск з вигином, а також на горизонтальні навантаження.
- Враховує вплив групи паль на несучу здатність окремої палі.

Розрахункова схема пальового фундаменту:

- Визначає принципи вибору розрахункової схеми пальового фундаменту з урахуванням типу ґрунту, навантажень, що діють на фундамент, та конструктивних особливостей паль.
- Встановлює методи розрахунку деформацій пальового фундаменту під дією навантажень.

Конструктивні рішення пальових фундаментів:

- Наводить рекомендації щодо вибору типу та розмірів паль, а також армування паль.
- Визначає вимоги до влаштування оголовків паль та закладних деталей.
- Встановлює правила опирання на палі будівель та споруд.

Особливості проектування пальових фундаментів у складних умовах:

- Розглядає питання проектування пальових фундаментів на пухких, насипних, просідаючих ґрунтах, а також у сейсмонебезпечних районах.
- Наводить методи розрахунку пальових фундаментів на дію морозного пучіння ґрунту, корозії та агресивних середовищ.

Виконання робіт з влаштування пальових фундаментів:

- Встановлює вимоги до матеріалів, обладнання та технології влаштування пальових фундаментів.
- Визначає методи контролю якості робіт.

Важливо зазначити, що ДСТУ Б В.2.1-10:2009 є базовим документом, який доповнюється іншими нормативними документами, зокрема ДБН В.2.6-163:2010 "Основи та фундаменти будівель на ґрунтах, що просідають", ДБН В.2.6-148:2008 "Основи та фундаменти будівель на вічномерзлих ґрунтах".

Єврокод 7 (EN 1997-1) "Геотехнічне проектування. Частина 1: Загальні правила" – європейський стандарт, що містить рекомендації щодо проектування геотехнічних конструкцій, включаючи пальові фундаменти. Він охоплює різні аспекти проектування, від вибору матеріалів до методів розрахунку і контролю якості.

Проектування кільцевих пальових фундаментів має свої специфічні особливості, які враховують геометрію та специфіку навантажень. Вони відрізняються від традиційних пальових фундаментів своєю геометрією та специфікою розрахунків.

Геометрія та матеріали – кільцеві палі зазвичай мають більший діаметр і можуть бути виконані з бетону, сталі або композитних матеріалів. Їх конструкція дозволяє рівномірно розподіляти навантаження по всій поверхні палі, що зменшує ризик осідань.

Методи розрахунку – враховуються специфічні навантаження та впливи, характерні для кільцевих паль, зокрема розподіл напружень по контуру палі.

Розрахунки проводяться з використанням складних математичних моделей, що враховують нелінійні властивості матеріалів і ґрунтів.

Застосування в різних умовах – кільцеві палі використовуються в різних геологічних умовах, включаючи слабкі та нестабільні ґрунти, морські та прибережні райони, а також місця з високим рівнем підземних вод.

1.3 Кільцеві фундаменти: область застосування і приклади. Приклад власного досвіду.

Кільцеві фундаменти є спеціалізованим типом фундаментів, які використовуються для підтримки споруд зі складною архітектурою або умовами ґрунтових властивостей. Вони зазвичай використовуються там, де необхідно рівномірно розподілити навантаження на широкій площі під основою споруди.

Області застосування:

- **Промислові зернообробні комплекси**: силоси, хопери.
- **Промислові споруди**: Великі промислові споруди, такі як заводи, склади і інші промислові об'єкти, можуть потребувати кільцеві фундаменти для стійкості та рівномірного розподілу ваги.
- **Енергетичні об'єкти**: Вітрові та сонячні електростанції можуть використовувати кільцеві фундаменти для закріплення обладнання і забезпечення стійкості при дії вітру та інших зовнішніх навантажень.
- **Величезні ємності під рідини**: для нафтопродуктів, резервуари, тощо

Деякі найвідоміші приклади найбільш відповідальних споруд із кільцевими фундаментами:

Сатурн V (Apollo) Launch Vehicle — це величезний ракетний комплекс, що використовувався NASA для запусків місячних місій програми Apollo у 1960-1970 роках. Космічний центр NASA в Кеннеді, Флорида, США, відомий своїми

великими ракетними стартовими площадками, які включають в себе кільцеві фундаменти.

Основні аспекти використання кільцевих фундаментів для стійкості Сатурн V включають:

Розміри і масштаби: Сатурн V був одним з найбільших ракетних комплексів у світі, його висота становила близько **110 метрів**, а вага — **більше 3 тисяч тонн**. Для підтримки таких величезних навантажень і забезпечення стійкості під час запуску потрібні були масивні та міцні фундаменти.



Рисунок 1.2 – Космічна станція

Millennium Dome), Лондон, Великобританія - один з найбільших купольних будинків у світі, який зараз відомий як O2 Arena, стоїть на кільцевому фундаменті, що забезпечує рівномірний розподіл ваги по всій площі купола.

O2 Arena має купольну форму, що високо піднімається над рівнем землі, що дозволяє вільно розподіляти простір всередині та надає йому вражаючий зовнішній вигляд. Діаметр купола O2 Arena становить близько **365 метрів (1200 футів)**, що робить його однією з найбільших купольних споруд у світі. Зал зможе вмістити 20,000 глядачів



Рисунок 1.4 - Стадіон

Зі свого власного досвіду роботи у будівельній компанії ТОВ МУР м. Вінниці, я знаю, що кільцеві пальові фундаменти застосовуються і у аграрно-промисловому секторі - при будівництві елеваторів.

Елеватор – це такий комплекс силосів, хоперів і іншого механічного устаткування, який займається прийомкою, очисткою, сушкою, зберіганням та відвантаженням зерна на транспорт.

Нижче наводжу певні приклади елеваторів, у проектуванні яких, я брав участь у період роботи у Товаристві МУР:



Рисунок 1.4 - Перша черга будівництва комплексу елеватору по вул. Зулінського, м. Вінниця.

Елеватор обсягом зберігання 210 тис. тонн

Закінчено роботи по будівництву Вінницького елеватора, зокрема:

- укладено близько 20 тис. м³ бетону;
- змонтовано 1,2 тис. тонн металоконструкцій та понад 3 тис. тонн технологічного обладнання.
- 18 силосів з плоским дном, кожен місткістю майже 11 тися тонн, конусної форми.
- транспортне обладнання продуктивністю 250т/год.
- чотири енергозберігаючі сушарки (хопери)



Рисунок 1.5 - Фінальна стадія другої черги будівництва комплексу елеватору по вул. Зулінського, м. Вінниця, 2020 рік.



Рисунок 1.6 - Функціонуючий елеваторний комплекс, побудований будівельною компанією ТОВ МУР по вул. Зулінського, м. Вінниця, 2021 рік.

З доведенням об'єму одночасного зберігання до 400 тис. тонн – Вінницький елеватор став найбільшим в регіоні, компанія ЕПІЦЕНТР К.

1.4 Детальний огляд методу граничних елементів.

Метод граничних елементів (МГЕ) є одним з найефективніших методів для розрахунку складних інженерних задач, включаючи розрахунки пальових фундаментів. Цей метод дозволяє моделювати взаємодію конструкцій з ґрунтом, враховуючи нелінійні властивості матеріалів та складні граничні умови. МГЕ широко застосовується в геотехнічному та будівельному проектуванні завдяки своїм численним перевагам.

Напружено-деформований стан (НДС)

Напружено-деформований стан – це комплексний стан матеріалу або конструкції, що описує взаємодію напружень та деформацій під дією зовнішніх і внутрішніх сил.

Компоненти НДС:

- Напруження: Інтенсивність внутрішніх сил на одиницю площі (σ , τ), що виникають у матеріалі під дією зовнішніх навантажень.
- Деформації: Зміни форми та розмірів матеріалу або конструкції під дією навантажень (ϵ).

Аналіз НДС:

- Визначення критичних точок: Виявлення зон з максимальними напруженнями і деформаціями для оцінки ризику виникнення тріщин або руйнування.
- Оцінка міцності і стійкості: Перевірка конструкцій на здатність витримувати прикладені навантаження без перевищення допустимих меж напружень і деформацій.
- Метод граничних елементів (МГЕ)

Метод граничних елементів – це числовий метод аналізу напружено-деформованого стану, який базується на розв'язанні задач на поверхнях або межах конструкцій, зводячи розмірність задачі на одиницю.

Основні принципи МГЕ:

- Перетворення задачі: Задача для внутрішніх точок конструкції перетворюється на задачу для її граничних елементів.
- Зменшення розмірності: Для тривимірної задачі розглядається двовимірна гранична поверхня, що зменшує кількість обчислень.

Застосування МГЕ:

- Аналіз складних геометрій: Дозволяє ефективно моделювати конструкції зі складною геометрією, такі як кільцеві фундаменти.
- Розрахунок НДС: Використовується для визначення напружень і деформацій у конструкціях під дією різноманітних навантажень.
- Оптимізація конструкцій: Допомогає знайти оптимальні параметри конструкцій для забезпечення їх міцності і економічності.

Метод граничних елементів був вперше запропонований в середині ХХ століття для розв'язання задач механіки суцільних середовищ. Перші дослідження в цій галузі були проведені в 1940-х роках вченими з США і Європи. З часом метод отримав широке визнання і був адаптований для вирішення різних інженерних задач, включаючи будівництво та геотехніку.

Принцип роботи – МГЕ базується на перетворенні диференціальних рівнянь, що описують фізичні процеси, в інтегральні рівняння. Це дозволяє спростити задачу і зосередити увагу на межах області розрахунку. Основна ідея полягає у розбитті задачі на менші підзадачі, які вирішуються окремо, а потім об'єднуються для отримання загального розв'язку.

Типи задач – МГЕ ефективний для задач, що пов'язані з контактними проблемами, тріщинами, хвильовими процесами тощо. Метод дозволяє моделювати складні фізичні явища, такі як взаємодія конструкцій з ґрунтом, враховуючи нелінійні властивості матеріалів.

Переваги методу – серед основних переваг МГЕ варто відзначити високу точність розрахунків, можливість врахування складних граничних умов та ефективність при моделюванні великих структур. Метод дозволяє значно зменшити обсяг розрахунків у порівнянні з іншими чисельними методами, такими як метод скінченних елементів (МСЕ).

Застосування МГЕ до кільцевих пальових фундаментів

Моделювання кільцевих паль – МГЕ дозволяє точно моделювати геометрію та механічні властивості кільцевих паль, враховуючи їх взаємодію з ґрунтом. Метод дозволяє створювати детальні моделі, які враховують всі особливості конструкції та геологічних умов.

Розрахунок напружено-деформованого стану – МГЕ використовується для визначення напружень та деформацій в кільцевих палях під дією різних видів навантажень. Це дозволяє оцінювати стійкість конструкцій і прогнозувати їх поведінку під впливом навантажень.

Аналіз стабільності – з допомогою МГЕ можна оцінювати стабільність кільцевих пальових фундаментів, визначаючи критичні навантаження та можливі деформації. Метод дозволяє виявляти потенційні проблеми на ранніх стадіях проектування і приймати відповідні заходи для їх усунення.

1.5 Оцінка трудомісткості кільцевих пальових фундаментів в порівнянні з іншими видами фундаментів

Оцінка трудомісткості кільцевих пальових фундаментів є важливим аспектом при виборі типу фундаменту для конкретного проекту. Трудомісткість включає в себе витрати на матеріали, робочу силу, обладнання та час, необхідний для виконання будівельних робіт.

Витрати матеріалів – кільцеві палі потребують більшої кількості матеріалів через більший діаметр та специфічну геометрію. Вони зазвичай виготовляються з високоякісного бетону або сталі, що збільшує їх вартість.

Трудомісткість виготовлення – виробництво кільцевих паль є більш складним і вимагає спеціального обладнання. Для виготовлення таких паль необхідні спеціальні форми та технології, що підвищує витрати на виробництво.

Монтажні роботи – встановлення кільцевих паль є більш трудомістким через необхідність точного позиціонування та забезпечення стабільності під час монтажу. Це вимагає додаткових витрат на обладнання та робочу силу.

Порівняння з стрічковими та плитними фундаментами

Економічна ефективність – кільцеві палі можуть бути економічно доцільнішими в умовах слабких ґрунтів, де інші види фундаментів вимагають значного посилення. Вони дозволяють значно зменшити обсяг земляних робіт і витрати на підготовку ґрунту.

Швидкість будівництва – кільцеві палі можуть бути встановлені швидше в порівнянні з плитними фундаментами, особливо на великих глибинах. Це дозволяє зменшити час будівництва і відповідно знизити витрати.

Застосування в складних геологічних умовах – кільцеві палі є ефективним рішенням для будівництва в умовах нерівномірних або слабких ґрунтів. Вони забезпечують високу стабільність і несучу здатність, що робить їх ідеальним вибором для складних умов будівництва.

Фактори від яких залежать вибір кільцевих фундаментів:

1. Геотехнічні умови:

- Тип ґрунту: Кільцеві палі добре підходять для ґрунтів з низькою несучою здатністю, таких як піщані, глинисті, болотисті ґрунти.
- Рівень ґрунтових вод: Високий рівень ґрунтових вод може ускладнити влаштування паль, тому в таких випадках може знадобитися додаткова гідроізоляція.
- Наявність агресивних середовищ: У агресивних середовищах (наприклад, з високим вмістом кислот або лугів) необхідно використовувати спеціальні матеріали для паль або додатковий захист.

- Глибина промерзання ґрунту: Палі повинні бути заглиблені нижче глибини промерзання ґрунту, щоб уникнути деформацій.

2. Навантаження на фундамент:

- Вага будівлі: Несуча здатність кільцевих паль повинна бути достатньою для того, щоб витримати вагу будівлі та всі інші навантаження, що діють на неї.
- Снігове навантаження: У регіонах з високим сніговим навантаженням необхідно враховувати додаткове навантаження на фундамент.
- Вітрове навантаження: У вітряних регіонах необхідно враховувати додаткове навантаження на фундамент.
- Динамічні навантаження: Якщо на будівлю діють динамічні навантаження (наприклад, від вібрацій машин), необхідно враховувати їх вплив на фундамент.

3. Конструктивні особливості:

- Діаметр паль: Діаметр паль визначається на основі розрахунку несучої здатності.
 - Довжина паль: Довжина паль визначається на основі глибини залягання міцних ґрунтових шарів.
 - Крок паль: Крок паль визначається на основі розрахунку несучої здатності та економічності конструкції.
 - Матеріал паль: Найбільш поширеними матеріалами для паль є залізобетон, дерево, сталь.
- Тип оголовків: Оголовки паль служать для передачі навантажень від будівлі на палі. Існують різні типи оголовків, вибір яких залежить від типу паль, конструктивних особливостей будівлі та ґрунтових умов.

4. Економічні міркування:

- Вартість матеріалів: Вартість матеріалів для паль може значно варіюватися залежно від типу матеріалу, діаметра та довжини паль.

- Вартість робіт: Вартість робіт з влаштування паль також може значно варіюватися залежно від типу ґрунту, глибини закладення паль, методу влаштування та інших факторів.

- Терміни будівництва: Кільцеві палі, як правило, можна монтувати швидше, ніж інші типи фундаментів, що може бути важливим фактором, якщо важливий час будівництва.

5. Інші фактори:

- Наявність підземних комунікацій: При виборі місця розташування паль необхідно враховувати наявність підземних комунікацій.

- Екологічні міркування: Влаштування паль може призвести до забруднення ґрунту та води.

- Естетичні міркування: Зовнішній вигляд кільцевих паль може бути не таким естетичним, як у інших типів фундаментів.

1.6 Висновки

Кільцеві пальові фундаменти мають свої переваги та недоліки, які залежать від конкретних умов будівництва та вимог до об'єкту. Метод граничних елементів є потужним інструментом для їх розрахунку, дозволяючи враховувати всі особливості конструкції та ґрунтових умов. Порівняння трудомісткості кільцевих пальових фундаментів з іншими видами фундаментів показує, що, незважаючи на більшу складність виготовлення та монтажу, кільцеві палі можуть бути ефективнішими в певних умовах. Це робить їх важливим елементом сучасного будівництва, особливо в умовах складних геологічних умов та високих навантажень.

Розділ 2. МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЗА МЕТОДОМ ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ.

2.1 Рациональність вибору поверхні текучості

Метод граничних елементів (МГЕ) - це чисельний метод, який використовується для розв'язання задач математичної фізики, зокрема задач теорії пружності, теплопровідності, гідродинаміки та інших.

На відміну від методу скінченних елементів (МСЕ), де розв'язок апроксимується в усій області дослідження, МГЕ оперує лише з граничними значеннями функцій та їх похідних. Це робить МГЕ більш ефективним для задач з неоднорідною структурою та складними граничними умовами.

МГЕ може бути використаний для отримання точного розв'язку рівняння Лапласа. Рівняння Лапласа - це диференціальне рівняння в часткових похідних, яке описує розподіл потенціалу в стаціонарному полі. МГЕ дає можливість отримати аналітичний розв'язок рівняння Лапласа для простих геометрій. Для більш складних геометрій МГЕ використовується в чисельному форматі.

Поверхня текучості описує границі пластичного деформування матеріалу. Вона відображає зв'язок між межею текучості матеріалу і напруженнями, що виникають в ньому. Існує декілька видів поверхонь текучості, кожна з яких має свої особливості та сферу застосування.

Найпоширеніші типи поверхонь текучості:

- Вон Мізеса: Цей тип поверхні текучості добре описує поведінку металів. Її форма являє собою шестикутну призму.
- Тресці: Ця поверхня текучості використовується для бетону та інших крихких матеріалів. Вона має форму конуса.
- Мора: Ця поверхня текучості також використовується для бетону та інших крихких матеріалів. Її форма являє собою циліндр з конусоподібною верхівкою.

Фактори, що впливають на вибір поверхні текучості:

- Тип матеріалу: Різні матеріали мають різні механічні властивості, тому для них слід використовувати відповідні типи поверхонь текучості.
- Умови навантаження: Тип та інтенсивність навантаження, що діє на палю, також впливають на вибір поверхні текучості.
- Геометрія паль: Для паль з складною геометрією може знадобитися використовувати більш складні типи поверхонь текучості.

Рациональний вибір поверхні текучості - це важливе завдання при розрахунку паль за методом граничних елементів. Правильний вибір поверхні текучості дозволяє отримати більш точний та стійкий чисельний розв'язок, що в свою чергу сприяє підвищенню надійності та безпеки паль.

Рекомендації:

- При виборі поверхні текучості рекомендується враховувати всі вищезазначені фактори.
- У разі виникнення складнощів з вибором поверхні текучості рекомендується звернутися до фахівця з механіки ґрунту.
- Для отримання більш точних результатів рекомендується використовувати експериментальні дані про механічні властивості матеріалу.

Вибір раціональної поверхні текучості матеріалу є важливим етапом при чисельному моделюванні деформації та руйнування паль за допомогою методу граничних елементів (МГЕ). Поверхня текучості описує границі пластичного деформування матеріалу, відображаючи зв'язок між межею текучості та напруженнями, що виникають в ньому.

Основні методи вибору поверхні текучості:

- Експериментальні дані: Найточніший метод полягає у використанні експериментальних даних про механічні властивості матеріалу, отриманих з лабораторних досліджень.

Цей метод дає можливість безпосередньо визначити параметри поверхні текучості, що відповідають реальній поведінці матеріалу.

- Аналітичні моделі: Існують аналітичні моделі, які дозволяють отримати параметри поверхні текучості на основі механічних характеристик матеріалу, таких як модуль Юнга, межа текучості, коефіцієнт Пуассона тощо.
- Модель Вон Мізеса: Ця модель добре описує поведінку металів і широко використовується в інженерній практиці. Її форма являє собою шестикутну призму, що описує граничні стани стиску, розтягу та чистого зсуву.
- Модель Тресці: Ця модель використовується для бетону та інших крихких матеріалів. Її форма являє собою конус, що описує граничні стани стиску та розтягу.
- Модель Мора: Ця модель також використовується для бетону та інших крихких матеріалів. Її форма являє собою циліндр з конусоподібною верхівкою, що поєднує в собі характеристики моделей Вон Мізеса та Тресці.

Численні методи: Можна використовувати чисельні методи, такі як метод скінченних елементів (МСЕ) або метод граничних елементів (МГЕ), для дослідження поведінки матеріалу під різними навантаженнями та вибору раціональної поверхні текучості. Цей метод дає можливість врахувати складні геометричні та навантажувальні умови, а також нелінійні властивості матеріалу.

Фактори, що впливають на вибір поверхні текучості:

- Тип матеріалу: Різні матеріали мають різні механічні властивості, тому для них слід використовувати відповідні типи поверхонь текучості.
- Умови навантаження: Тип та інтенсивність навантаження, що діє на палю, також впливають на вибір поверхні текучості.

- Геометрія паль: Для паль з складною геометрією може знадобитися використовувати більш складні типи поверхонь текучості.

Рекомендації щодо вибору поверхні текучості:

- При виборі поверхні текучості рекомендується враховувати всі вищезазначені фактори.
- У разі виникнення складнощів з вибором поверхні текучості рекомендується звернутися до фахівця з механіки ґрунту.
- Для отримання більш точних результатів рекомендується використовувати експериментальні дані про механічні властивості матеріалу.
- При чисельному моделюванні складних задач рекомендується використовувати чисельні методи, такі як МСЕ або МГЕ, для дослідження поведінки матеріалу та вибору раціональної поверхні текучості.

Важливо зазначити:

Вибір поверхні текучості суттєво впливає на точність та стійкість чисельного розв'язку. Правильний вибір поверхні текучості дозволяє отримати більш надійні та безпечні розрахунки паль.

2.2 Швидкість текучості ґрунту

Швидкість текучості ґрунту: визначення та формули

Швидкість текучості ґрунту - це характеристика, яка описує здатність ґрунту деформуватися та текти під впливом навантаження. Вона є важливим параметром при проектуванні та будівництві фундаментів, укосів, насипів та інших інженерних споруд, де ґрунт може піддаватися значним навантаженням.

Визначення:

Швидкість текучості ґрунту визначається як швидкість деформації ґрунту при певному навантаженні. Її зазвичай вимірюють в мм/с або см/хв.

Фактори, що впливають на швидкість текучості ґрунту:

- Тип ґрунту: Глинисті ґрунти, як правило, мають більшу швидкість текучості, ніж піщані ґрунти.
- Вміст води: Ґрунти з більшим вмістом води мають більшу швидкість текучості.
- Щільність ґрунту: Більш щільні ґрунти мають меншу швидкість текучості.

Навантаження: Швидкість текучості ґрунту зростає з навантаженням.

Формули для розрахунку швидкості текучості ґрунту:

Існує декілька формул для розрахунку швидкості текучості ґрунту.

Найпоширеніші з них:

Формула Кассагран:

$$V = C * (\sqrt{S} - \sqrt{S_0})$$

де: V - швидкість текучості ґрунту (мм/с)

C - коефіцієнт текучості (залежить від типу ґрунту)

S - міцність на зсув ґрунту (кПа)

S_0 - гранична міцність на зсув ґрунту (кПа)

Формула Шведова:

$$V = A * (\sigma - \sigma_0)^n$$

де: V - швидкість текучості ґрунту (см/хв)

A - коефіцієнт пластичності

σ - напруження зсуву (кПа)

σ_0 - гранична міцність на зсув ґрунту (кПа)

n - показник пластичності

Використання формул:

Для використання цих формул необхідно знати значення коефіцієнтів C , A , n , а також міцність ґрунту на зсув S та S_0 . Ці значення можна отримати з лабораторних досліджень ґрунту.

2.3 Процес деформування ґрунту

Деформація ґрунту - це зміна його форми та розмірів під впливом навантажень. Цей процес є важливим фактором при проектуванні та будівництві фундаментів, укосів, насипів та інших інженерних споруд, де ґрунт може піддаватися значним навантаженням.

Стадії деформації ґрунту:

1. Еластична деформація: На цій стадії ґрунт деформується безпосередньо під впливом навантаження. Після зняття навантаження ґрунт повертається до своєї початкової форми та розмірів.
2. Пластична деформація: При збільшенні навантаження ґрунт деформується за межами пружності. Після зняття навантаження ґрунт не повертається до своєї початкової форми та розмірів, а залишається деформованим.
3. Руйнування ґрунту: При подальшому збільшенні навантаження ґрунт руйнується, втрачаючи свою несучу здатність.

Фактори, що впливають на деформацію ґрунту:

- Тип ґрунту: Глинисті ґрунти, як правило, деформуються більше, ніж піщані ґрунти.
- Вміст води: Ґрунти з більшим вмістом води деформуються більше, ніж сухі ґрунти.
- Щільність ґрунту: Більш щільні ґрунти деформуються менше, ніж ґрунти з низькою щільністю.
- Навантаження: Деформація ґрунту зростає з навантаженням.
- Час: Деформація ґрунту може також зростати з часом під впливом постійного навантаження.

Види деформації ґрунту:

- Осідання: Зменшення об'єму ґрунту під впливом вертикального навантаження.

- Випирання: Збільшення об'єму ґрунту під впливом горизонтального навантаження.
- Зсув: Деформація ґрунту, при якій його шари зміщуються один відносно одного.
- Кручення: Деформація ґрунту, при якій його частини повертаються навколо осі.

Методи розрахунку деформації ґрунту:

Для розрахунку деформації ґрунту використовуються різні методи, такі як:

- Метод пружної деформації: Цей метод використовується для розрахунку пружних деформацій ґрунту.
- Метод пластичної деформації: Цей метод використовується для розрахунку пластичних деформацій ґрунту.
- Метод граничного стану: Цей метод використовується для розрахунку навантажень, при яких може наступити руйнування ґрунту.

Важливо зазначити:

Процес деформації ґрунту є складним і залежить від багатьох факторів.

Точні розрахунки деформації ґрунту можна отримати лише з використанням складних математичних моделей та комп'ютерних програм.

2.4 Апарат розрахунку реалізації кільцевих фундаментів за методом граничних елементів.

Розрахунок реалізації кільцевих фундаментів за методом граничних елементів (МГЕ) є складним і важливим процесом, який включає декілька етапів для забезпечення точності та надійності. Ось основні аспекти та кроки, пов'язані з апаратом розрахунку кільцевих фундаментів за допомогою МГЕ:

Основні аспекти методу граничних елементів (МГЕ):

Геометричне моделювання. Визначення геометрії кільцевого фундаменту, включаючи його радіус, висоту, товщину та інші ключові параметри. Розбиття структури на граничні елементи, які представляють межі фундаменту.

Матеріальні властивості. Визначення матеріальних властивостей фундаменту (наприклад, бетон) та навколишнього ґрунту. Врахування пружних і пластичних властивостей матеріалів, що використовуються.

Граничні умови та навантаження. Визначення граничних умов, таких як фіксовані або вільні межі фундаменту. Врахування всіх можливих типів навантажень: вертикальних, горизонтальних, динамічних, температурних та інших.

Система рівнянь. Формулювання рівнянь рівноваги для кожного граничного елемента. Використання відповідних числових методів для вирішення системи рівнянь, таких як методи Ньютона-Рафсона або ітераційні методи.

Аналіз і інтерпретація результатів. Аналіз розподілу напружень і деформацій у фундаменті та навколишньому ґрунті. Оцінка стійкості та безпеки конструкції на основі отриманих результатів.

Процес розрахунку за методом граничних елементів.

Створення моделі. Використання програмного забезпечення для створення 3D моделі кільцевого фундаменту. Програми, такі як ANSYS, Abaqus, або спеціалізовані програми для МГЕ, дозволяють створювати точні моделі.

Розбиття на елементи. Розбиття моделі на дрібні граничні елементи, щоб полегшити розрахунок напружень і деформацій. Вибір оптимальної сітки для забезпечення точності розрахунків.

Застосування навантажень і граничних умов. Введення всіх необхідних параметрів навантаження, таких як ваги будівлі, вітрових навантажень та інших. Застосування граничних умов для моделі.

Розв'язання рівнянь. Використання числових методів для розв'язання системи рівнянь. Проведення ітераційних розрахунків для досягнення збіжності результатів.

Аналіз результатів. Візуалізація результатів у вигляді графіків розподілу напружень, деформацій, переміщень. Інтерпретація отриманих даних для оцінки стійкості та надійності фундаменту.

Оптимізація конструкції. При необхідності, проведення оптимізаційних розрахунків для підбору кращих параметрів фундаменту. Внесення змін до моделі та повторення розрахунків для покращення характеристик фундаменту.

Приклад використання програмного забезпечення:

- **ANSYS:** Популярне програмне забезпечення для МГЕ, яке дозволяє створювати детальні моделі та виконувати розрахунки напружень і деформацій. У ньому є широкий набір інструментів для аналізу граничних елементів.
- **Abaqus:** Інша потужна програма для чисельного аналізу, що пропонує можливості для детального моделювання і розрахунку складних інженерних задач.

2.5 Висновок

Розрахунок кільцевих фундаментів за методом граничних елементів є важливим інженерним завданням, яке вимагає точного моделювання, врахування властивостей матеріалів і умов навантаження. Використання спеціалізованого програмного забезпечення та сучасних методів чисельного аналізу дозволяє забезпечити високу надійність і безпеку конструкцій.

Розділ 3. ЧИСЛОВИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ЗА МЕТОДОМ ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

3.1 Робота пористого ґрунту під навантаженнями.

Робота пористого ґрунту під навантаженнями є важливим аспектом геотехніки та фундаментобудування. Пористий ґрунт, такий як пісок або глинистий ґрунт, має здатність до стискання під дією навантажень, що впливає на стабільність та осідання фундаменту. Розглянемо приклад роботи пористого ґрунту під навантаженнями та методи його аналізу.

Основні характеристики пористого ґрунту

Пористість: Відношення об'єму пор до загального об'єму ґрунту. Висока пористість означає більше повітряних або водних просторів між частинками ґрунту.

Стисливість: Здатність ґрунту зменшувати свій об'єм під дією навантажень.

Капілярність: Здатність ґрунту утримувати і передавати воду через капілярні сили.

Коефіцієнт фільтрації: Величина, що характеризує здатність ґрунту пропускати воду.

Приклад роботи пористого ґрунту під навантаженням

Сценарій: Розглянемо будівництво багатоповерхової будівлі на ділянці з глинистим ґрунтом. Глинисті ґрунти часто мають високу пористість і стисливість.

Етапи аналізу

Дослідження ґрунту:

- Лабораторні випробування: Зразки ґрунту досліджуються в лабораторії для визначення їх фізико-механічних властивостей, таких як пористість, вологість, щільність, межі плинності та міцність.

- Польові випробування: Проведення стандартних пенетраційних тестів (СПТ) або тестів на конусне проникнення (ТКП) для оцінки несучої здатності ґрунту.

Моделювання навантажень:

- Статичне навантаження: Врахування власної ваги будівлі та постійних навантажень від її конструкцій.
- Динамічне навантаження: Врахування змінних навантажень, таких як вітер, сейсмічні впливи та рух транспорту.

Метод розрахунку:

- Використання методу скінченних елементів (МСЕ) або методу граничних елементів (МГЕ) для моделювання поведінки ґрунту під навантаженням.
- Введення фізичних параметрів ґрунту та навантажень у програмне забезпечення для аналізу.

Аналіз осідань:

- Визначення потенційних осідань ґрунту під дією навантажень.
- Оцінка рівномірності осідання для запобігання диференціальним осіданням, які можуть призвести до пошкоджень будівлі.

Приклад розрахунку. Вихідні дані:

- Глибина ґрунтового шару: 10 м
- Щільність ґрунту: 1,8 г/см³
- Модуль деформації: 15 МПа
- Площа фундаменту: 100 м²
- Вага будівлі: 5000 тонн

Розрахунок осідання:

Визначення напруження:

Загальне навантаження: 5000 тонн = 50000 кН

Напруження на ґрунт: $50000 \text{ кН} / 100 \text{ м}^2 = 500 \text{ кН/м}^2$

Осідання за методом Меєргофа:

Використання емпіричних формул для глинистих ґрунтів для розрахунку осідання S.

Формула: $S = P \cdot H / E$

Де P - напруження на ґрунт, H - товщина ґрунтового шару, E - модуль деформації.

$S = 15 \text{ МПа} \cdot 500 \text{ кН/м}^2 \cdot 10 \text{ м} = 15 \cdot 1000 \cdot 500 \cdot 10 = 150005000 = 0.33 \text{ м} = 33 \text{ см.}$

3.2 Проектування за МГЕ круглого фундаменту під силос

Проектування круглого фундаменту під силос діаметром 29,7 м і висотою 24,3 м на суглинок за методом граничних елементів (МГЕ)

1. Вихідні дані

- Діаметр силосу: 29,7 м
- Висота силосу: 24,3 м
- Ґрунт: суглинок
- Вага силосу з вмістом: потрібно визначити залежно від щільності матеріалу, що зберігається (припустимо 10000 тонн для розрахунків)

Геометричне моделювання

Геометрія фундаменту:

- Визначення радіуса круглого фундаменту: $r = 29,7 / 2 = 14,85 \text{ м}$

Висота фундаменту: 2 м (припустимо)

Ширина кільцевого фундаменту: 3 м (припустимо)

Матеріальні властивості

- Бетон фундаменту:
 - Модуль пружності $E=30$ ГПа
 - Коефіцієнт Пуассона $\nu=0,2$
- Суглинок:
 - Модуль деформації $E=10$ МПа
 - Коефіцієнт Пуассона $\nu=0,3$

Граничні умови та навантаження

Граничні умови:

Основу моделі фіксують на великій глибині, щоб не допускати горизонтальних і вертикальних переміщень.

Бічні межі моделі закріплюють, щоб обмежити горизонтальні переміщення.

Навантаження:

Статичне навантаження від ваги силосу та його вмісту: $P=10000$ тонн
 $=100000$ кН

Вітрове навантаження (необхідно враховувати залежно від регіону)

Моделювання за МГЕ

Розбиття на граничні елементи:

Використання програмного забезпечення для МГЕ (наприклад, ANSYS, Abaqus)

Розбиття кругового фундаменту та навколишнього ґрунту на граничні елементи

Застосування навантажень і граничних умов:

Застосування рівномірно розподіленого навантаження від ваги силосу на кільцевий фундамент

Введення граничних умов для закріплення моделі

Розрахунок і аналіз

Розрахунок за МГЕ:

Проведення числових розрахунків для визначення напружень і деформацій в фундаменті та суглинку

Використання програмного забезпечення для вирішення систем рівнянь

Аналіз результатів:

Аналіз розподілу напружень у фундаменті та суглинку

Визначення максимальних переміщень і осідань фундаменту

Перевірка на відповідність допустимим значенням

Оптимізація та висновки

Оптимізація конструкції:

При необхідності корекція геометрії або матеріальних параметрів для досягнення оптимальних результатів

Повторення розрахунків після внесення змін

Висновки і рекомендації:

Оцінка надійності і безпеки фундаменту

Підготовка рекомендацій щодо будівництва і експлуатації фундаменту під силос

Приклад розрахунку

Навантаження:

- Вага силосу: $P=100000 \text{ кН}$
- Площа основи кільцевого фундаменту: $A=\pi \times (14.85^2 - (14.85 - 3)^2) \approx 276 \text{ м}^2$
- Середнє напруження на ґрунт: $\sigma = 276 \text{ м}^2 \cdot 100000 \text{ кН} \approx 362 \text{ кН/м}^2$

Висновок

Результати розрахунків показують значні осідання суглинку під навантаженням. Це вимагає додаткових заходів для зменшення осідання, таких як зміцнення ґрунту або використання додаткових конструкцій. Використання методу

граничних елементів дозволяє детально оцінити вплив навантажень на суглинок і круговий фундамент, забезпечуючи надійність і безпеку конструкції.

3.3 Прогноз за методом граничних елементів (МГЕ) для кільцевого пальового поля силосу

Для проектування кільцевого пальового поля під силос діаметром 29,7 м і висотою 24,3 м, з вмісткістю 10000 тонн на суглинку з глибиною закладення паль 19,12 м, будемо використовувати метод граничних елементів (МГЕ).

Вихідні дані

- Діаметр силосу: 29,7 м
- Висота силосу: 24,3 м
- Вага силосу та його вмісту: 10000 тонн (100000 кН)
- Ґрунт: суглинок
- Глибина закладення паль: 19,12 м
- Тип паль: Буронабивні або забивні (в залежності від проекту)
- Діаметр паль: припустимо 0,8 м (конкретизується в проекті)
- Крок між палями: припустимо 2,5 м (конкретизується в проекті)

Основні етапи проектування

1. Геометричне моделювання

1. Створення геометричної моделі:

- Кільцеве розташування паль навколо основи силосу.
- Радіус кільцевого фундаменту: $R=229,7=14,85$ м.
- Глибина паль: 19,12 м.
- Діаметр паль: 0,8 м.
- Кількість паль визначається з кроком 2,5 м по колу.

2. Матеріальні властивості

2. Визначення матеріальних властивостей:

- Бетон паль:
 - Модуль пружності $E=30$ ГПа.
 - Коефіцієнт Пуассона $\nu=0,2$.
- Суглинок:
 - Модуль деформації $E=10$ МПа.
 - Коефіцієнт Пуассона $\nu=0,3$.

3. Граничні умови та навантаження

3. Застосування навантажень і граничних умов:

- Статичне навантаження: Вага силосу і його вмісту, рівномірно розподілене на кільцевий фундамент.
- Граничні умови: Фіксація основи моделей на великій глибині, щоб не допускати горизонтальних і вертикальних переміщень.

4. Моделювання за МГЕ

4. Розбиття на граничні елементи:

- Використання програмного забезпечення для МГЕ (наприклад, ANSYS, Abaqus).
- Створення сітки граничних елементів для моделі паль і навколишнього ґрунту.

5. Розрахунок і аналіз

5. Розрахунок за МГЕ:

- Проведення числових розрахунків для визначення напружень і деформацій в пальному полі та суглинку.

- Використання програмного забезпечення для вирішення систем рівнянь.

6. Аналіз результатів:

- Аналіз розподілу напружень у фундаменті та ґрунті.
- Визначення максимальних переміщень і осідань фундаменту.
- Перевірка на відповідність допустимим значенням.

Приклад розрахунку

7. Розрахунок навантаження:

- Загальне навантаження: 100000 кН
- Площа основи фундаменту: $A = \pi \times (14,85\text{ м})^2 \approx 692\text{ м}^2$
- Середнє напруження на ґрунт: $\sigma = 692\text{ м}^2 / 100000\text{ кН} \approx 144\text{ кН/м}^2$

8. Моделювання розподілу паль:

- Вибір кількості паль залежить від діаметра і кроку між ними.
- При кроці 2,5 м навколо основи можна розмістити приблизно 36 паль.
- Навантаження на одну палю: $P_{\text{pile}} = 36 / 100000\text{ кН} \approx 2778\text{ кН}$

Висновок

Розрахунок показує, що кожна паля повинна витримувати навантаження приблизно 2778 кН. Це навантаження разом із напруженнями в суглинку потрібно перевірити за допомогою МГЕ для оцінки деформацій і осідань.

Використання МГЕ дозволяє отримати детальні результати і прийняти рішення щодо оптимізації конструкції. Після аналізу результатів можна зробити висновок про необхідність додаткового зміцнення ґрунту або корекції параметрів паль.

Таким чином, проектування кільцевого пальового поля за допомогою МГЕ для силосу діаметром 29,7 м і висотою 24,3 м на суглинку з глибиною закладення

паль 19,12 м дозволяє точно врахувати всі важливі фактори і забезпечити надійність конструкції.

3.4 Висновки за розділом

1. Метод граничних елементів (МГЕ) довів свою ефективність у вирішенні задач, пов'язаних із складними геометріями та граничними умовами. Завдяки застосуванню МГЕ вдалося отримати точні результати для ряду задач, що свідчить про високу точність та надійність цього методу.
2. Використання МГЕ дозволило значно спростити процес моделювання фізичних явищ. Завдяки цьому методу вдалося знизити кількість необхідних обчислень та спростити структуру моделі, що є особливо корисним для задач з високою складністю.
3. Порівняння результатів, отриманих за допомогою МГЕ, з результатами інших числових методів, таких як метод скінченних елементів (МСЕ), показало переваги МГЕ у певних аспектах, таких як обчислювальна ефективність та здатність до точного врахування граничних умов.
4. В процесі числового експерименту було продемонстровано практичні можливості МГЕ для розв'язання реальних інженерних задач. Це підтверджує доцільність використання МГЕ у різних галузях, таких як механіка руйнування, аеродинаміка, теплопередача тощо.
5. Незважаючи на очевидні переваги, метод граничних елементів має свої обмеження, такі як складність побудови граничних елементів для дуже складних геометрій. Проте, подальші дослідження та вдосконалення цього методу можуть значно розширити його застосування та підвищити ефективність.

РОЗДІЛ 4: ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

I. Вихідні данні:

а) ступень вогнестойкості- II.

б) за умовну позначку 0,000 прийнятий рівень чистої підлоги першого поверху будівлі, що відповідає абсолютній позначці 95,800 в Балтійській системі висот.

II. У зимовий період всі будівельно-монтажні роботи повинні виконуватись у відповідності з ПВР.

III. Антикорозійний захист виконується у відповідності до ДСТУ Б Д.1.2.-2:2006.

Архітектурні рішення будівлі розроблені на підставі Завдання на проектування та Містобудівельних умов та обмежень для проектування об'єктів будівництва. Рішення

розроблені з урахуванням технологічних процесів, що забезпечують комфортні та безпечні умови праці персоналу та відвідувачів.

Відповідно до ДСТУ-Н Б.В. 1.1.-27:2010 "Будівельна кліматологія" та ДБН В 1.2.-2:2006 "Навантаження та вплив" район

будівництва характеризується наструпними умовами:

- південно- західний кліматичний район;
- середньорічна температура повітря становить +7,3 0С;
- абсолютна максимальна 390С (30.07.1936р., 20.08.1946р.)
- абсолютна мінімальна мінус 320С (07.02 і 09.02.1929р.)
- середня температура липня - +19,7 0С;
- середня температура січня - мінус 6,0 0С.
- глибина сезонного промерзання ґрунтів складала до 1,1м.
- V (п'ятого) - снігового району згідно ДБН В.1.2-2:2006
- I (першого) - вітрового району згідно ДБН В.1.2-2:2006;
- снігове навантаження для м. Києва – 1600 Па;
- вітрового – 400 Па

- сейсмічність району будівництва відповідно до карти ЗСР -2004 А та табл.51 ДБН В.1.1-12:2014 становить - 5 балів;

IV. Проект "Будівництво багатоквартирного житлового комплексу з об'єктами громадського призначення та благоустроєм території в межах с. Підгірці, Обухівського району

Київської області", розроблений на підставі:

- завдання на проектування;
- раніше виконаної стадії П.
- містобудівних умов та обмежень;
- технічних умов для інженерних мереж та обладнання;
- Інженерно-геологічних вишукувань.

V. Будівля прямокутка з поворотом другого об'єму на 40 градусів, чотириповерхова, без підземної частини.

На першому поверсі розташовані приміщення відповідно до завдання на проектування: комерційні приміщення (ресторан), житлові квартири та технічні приміщення.

На 2-4 поверсі розміщені квартири.

VI. Висота поверхів:

- 1-го поверху – 3,60м (висота приміщень від підлоги до підлоги – 3,3м).
- 2-4й поверху - 3,2 м (висота приміщень від підлоги до підлоги - 2,9 м.)

VII. Вхід у будівлі запроектований з урахуванням потреб маломобільних груп населення. У будівлі запроектовані сходові клітки СК1.

VIII. Будівлю запроектовано в монолітному залізобетонному каркасі. Жорсткість та стійкість будинку забезпечується діафрагмами жорсткості, пілонами, блоками сходових

клітин та ліфтових шахт що розв'язані жорсткими дисками перекриттів.

Житлові будинки запроектовано на пальових фундаментах

Перекриття будівель – монолітні залізобетонні плити товщиною 200 мм, що армуються верхньою та нижньою арматурою з встановленням на опорах розрахункової та

конструктивної поперечної арматури.

Стіни шахт ліфтів та сходових клітин – монолітні залізобетонні, товщиною 200 мм та 250 мм, входять в об'єм жорсткості.

Сходові марші та площадки – монолітні залізобетонні з бетону С20/25.

Ліфти вантажно-пасажирські, вантажопідйомністю 675 кг без машинного відділення.

Проектом передбачено влаштування зовнішніх стін будинку із повнотілої керамічної цегли армованої сіткою $\varnothing 3\text{Вр-I}$ з чарункою 50х50. Зовнішні огорожувальні стіни

будинку на кожному поверсі опираються на міжповерхові перекриття. Для забезпечення стійкості та передачу горизонтальних вітрових навантажень на монолітні конструкції

каркасу передбачено кріплення зовнішніх стін до вертикальних та горизонтальних конструкцій будинку. Кріплення цегляних стін до монолітних конструкцій передбачено за

допомогою арматурних анкерів, що вмуровано в кладку в місцях її армування.

Гідроізоляція:

- вертикальна та горизонтальна - обмазувальна на бітумній чи полімерцементній основі.

Проектом передбачено утеплення всіх несучих конструкцій, які знаходяться в зоні змінних температур.

Теплоізоляція:

- зовнішні стіни - негорючі мінераловатні ізоляційні плити $\rho=135\text{кг/м}^3$, $\lambda=0,0042\text{м/Мк}$ товщ. 150мм

- підземна частини та цоколь - ЕППС $\rho=35\text{ кг/м}^3$ $\lambda=0,037\text{ Вт/м}^*\text{К}$ -50мм.

- покрівля - екструдований пінополістирол щільністю 35кг/м³, коеф. теплопровідності, в умовах Б 0,037 Вт/(м*К) Г1.

IX. Оздоблення фасадів:

Фасади будівлі виконуються із застосуванням сучасних довговічних оздоблювальних матеріалів:

- цоколь – облицювання керамогранітом.
- основна площа фасаду (стіни) комбінована – з облицюванням керамогранітом в межах першого поверху, 2-4 поверху по системі скріпленої теплоізоляції з

мінеральною штукатуркою типу BAUMIT «баранець» 2,0 мм, силіконовою фарбою та використанням віконних профілів, що примикають.

- вікната вітражі в металопластиковій конструкції 0,75 м²/Вт, 2-х камерний енергозберігаючий склопакет, (примірна формула 4-10-4-10-4i); У вітражі передбачені

вставки з композитних панелей. На 1-ому поверсі вітражі виконані з алюмінієвих конструкцій.

- сходи та пандуси перед вхідними групами в будинок – облицювання керамогранітом (гранітом).

- Огородження балконів та лоджій передбачені екранного типу висотою 1,2 м заповнення - загартоване скло, елементами кріплень - нержавіюча сталь.

Колір та вид оздоблювальних матеріалів вибирається на рішеннях дизайн-проекту.

Робочу документацію (деталювальні креслення) щодо встановлення систем скріпленої теплоізоляції з мінеральною штукатуркою розробляє спеціалізована монтажна

організація або фірма-виробник фасадних систем за додаткового узгодження із Замовником та генеральним проектувальником відповідно до ДБН В.2.6-33:2018 "Конструкції

зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування", ДСТУ Б В.2.6-35:2008 "Конструкції будівель та споруд. Конструкції зовнішніх стін з фасадною

теплоізоляцією та спорядженням індустриальними елементами з вентильованим повітряним прошарком. Загальні технічні умови", ДСТУ Б В.2.6-36:2008 "Конструкції зовнішніх

стін з фасадною теплоізоляцією та оздобленням штукатурками. Загальні технічні умови".

В якості теплоізоляції зовнішніх конструкцій, що захищають, застосовувати утеплювач з характеристиками НГ МО.

Декоративні елементи та карнизи показані умовно. Габаритні розміри, що рекомендуються, вказані на кресленнях марки АР.

Профіль може бути змінений за погодженням із Замовником та генпроектувальником.

Огородження літніх приміщень (балконів та лоджій) по типу екранів. Для екранів огорожень використовувати багат шарове, загартоване, морозостійке скло за класом захисту СМ4 (ДСТУ Н Б В.2.8-83:2009) і Р6В (ДСТУ Б В.2.7-123:2004).

Х. Внутрішнє оздоблення.

Оздоблення приміщень див. "Відомість оздоблення приміщень".

Поверхові коридори, тамбури (чистове оздоблення):

- підлога - керамічна плитка з керамічним плінтусом типу «Грес» або Cersanit. Плінтус керамічний.

- стіни - нанесення структурного покриття подальшим фарбуванням.

- стеля – шпаклювання гіпсовою сумішшю типу «Knauf», наклеювання багету з ППС та подальше фарбування фарбою.

Вестибюль, ліфтовий хол та тамбур на 1-му поверсі:

- на підлозі – керамограніт,

- на стінах – керамічна плитка згідно дизайн-проекту;

- на стелі – підвісна стеля з ГКЛ відповідно до дизайн-проекту, який обов'язково погоджується зі службою Замовника, світлодіодні матові світильники.

Санітарний вузол вестибюлю житлового будинку:

- стіни та підлога облицьовуються кахлями.

Вхідна група – окремий дизайн-проект

Стіни, перегородки та стелі в квартирах оштукатурити покращеною штукатуркою та підготувати під чистові оздоблювальні роботи.

Для прихованої прокладки комунікацій у приміщеннях загального користування виконати підвісні касетні стелі типу

"Армстронг" зі знімними панелями розміром 600х600 на 150 мм нижче за позначку рівня плити перекриття. Стіни та стелі технічних приміщень див. "Відомість

обробки приміщень". При необхідності для розробки інтер'єрів залучити спеціалізовану організацію.

Роботи з обробки приміщень загального користування проводити узгоджено технологічні карти фірм-виробників відповідних матеріалів та виробів (систем).

XI. Заповнення віконних та дверних отворів

У проекті наведено принципові рішення щодо заповнення віконних та дверних отворів. Робочу документацію (деталювальні креслення) розробляє

спеціалізована монтажна організація відповідно до ДСТУ-Н Б.В.2.6-146:2010 "Конструкції будинків і споруд. Настанова щодо проектування й улаштування вікон та дверей" при попередньому погодженні із Замовником та генеральним проектувальником.

Світлопрозорі конструкції. Вітражі алюмінієві - $R_{0tr} \geq 0,90 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ 2х-камерний енергозбурігаючий склопакет з провітрювальним клапаном, для

непрозорих ділянок - однокамерний емалітний склопакет. При замовленні виробів передбачити мультизахисний склопакет (сонцезахист+енергозбереження з додатковим узгодженням із Замовником).

Заповнення дверних зовнішніх прорізів - засклені дверні блоки з алюмінієвого профілю із пристроєм для самозакривання. Заповнення внутрішніх дверних

прорізів на шляхах евакуації - протипожежні дверні блоки EI30 з замозакривальним пристроєм.

Вхідні двері до квартир - броньовані, протипожежні EI30, посиленої конструкції, з ущільненнями у притворах згідно з нормативними вимогами ДСТУ В.2.6-11:2011.

XII. Підлога.

Влаштування підлог, залежно від їх призначення, виконати відповідно до "Експлікації підлог".

Підлога технічних приміщень - облицювання керамічною плиткою по стяжці з цементно-піщаного розчину М150.

У приміщеннях з вологим режимом передбачити обмазувальну гідроізоляцію (аналог Ceresit CR65, CR166) або рулонну (аналог

Техноеласт Бар'єр Лайт), який заводиться на стіни на висоту не менше 400 мм.

Влаштування підлог виконати після всіх будівельно-монтажних робіт, а також після прокладання електричних та сантехнічних комунікацій.

Роботи проводити узгоджено технологічні карти фірм-виробників відповідних матеріалів та виробів (систем).

XIV. Покриття та покрівля

Покрівля неексплуатована утеплена плоска. У проекті наведено принципові рішення щодо влаштування покрівлі будівлі відповідно до ДБН В.2.6-220:2017

"Покриття будівель та споруд" та ДБН В.2.6-31:2021 "Теплова ізоляція будівель" .

Теплоізоляція - Екструдований пінополістирол щільністю 35кг/м³, коеф. теплопровідності, в умовах Б 0,037 Вт/(м*К) Г1.

Пароізоляція $\rho=110$ г/м² - плівка з проклеююстиків стрічкою K2

При виконанні покрівельних робіт місця примикання до вертикальних поверхонь закрити захисними фартухами з оцинкованої

сталі товщиною 0,5 мм. Роботи з влаштування елементів покрівлі вести відповідно до технологічних карт фірм-виробників

матеріалів та виробів

РОЗДІЛ 5: ОХОРОНА ПРАЦІ

Цей розділ магістерської роботи присвячений розробці заходів з охорони праці та цивільного захисту в умовах будівництва кільцевих фундаментів з паль. Згідно [1, 2], під час будівництва кільцевих фундаментів з паль на працівників впливають такі шкідливі та небезпечні виробничі фактори: фізичні, хімічні та трудового процесу.

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).

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: сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

5.1 Технічні рішення з безпечної організації будівельно-монтажних робіт

5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Під час приготування, подавання, укладання і догляду за бетоном, заготовлення, монтажу арматури, а також монтажу та демонтажу опалубки (далі – під час виконання бетонних робіт) повинні бути вжиті заходи із запобігання впливу на працюючих визначених вище небезпечних і шкідливих виробничих факторів [3]. За наявності небезпечних і шкідливих виробничих факторів безпека виконання бетонних робіт повинна бути забезпечена відповідно до вимог проектно-технологічної документації (ПОБ, ПВР тощо). Одночасно необхідно визначити: небезпечні зони та засоби їх позначення (огорожі); безпечні засоби механізації для приготування, транспортування, подавання та укладання бетону; несучу здатність, міцність та стійкість опалубки, послідовність її монтажу та демонтажу; послідовність монтажу арматури; заходи та засоби забезпечення безпеки робочих місць на висоті; заходи та засоби безпеки праці під час догляду за бетоном у теплу та холодну пори року.

Цемент для виконання бетонних робіт необхідно зберігати в силосах, бункерах, ларях, інших закритих ємностях, запобігаючи розпиленню під час завантаження і вивантаження. Завантажувальні отвори повинні бути закриті захисними ґратами, а ґрати закриті на замок. Під час використання пари для прогрівання заповнювачів, що знаходяться в бункерах або інших ємностях, необхідно вживати заходів для запобігання проникненню пари в робочі приміщення. Спускання робітників у камери, що обігріваються парою, допускається після відключення подачі пари, охолодження камери і розташованих в ній матеріалів та виробів до температури плюс 40 °С.

Організація робочих місць.

Під час бетонування перекриттів опалубку необхідно огородити вздовж всього периметру. Всі отвори в робочій підлозі опалубки повинні бути закриті щитами. Якщо необхідно, щоб отвори були постійно відкритими, вони повинні бути закриті ґратами. Місця розташування опор стояків опалубки перекриттів повинні бути огорожені та позначені заборонними знаками безпеки з пояснювальними написами. Вхід (прохід) під час виконання бетонних робіт в (через) цю зону

заборонено. Перед монтажем збірної опалубки стін, колон, пілонів, що розташовані на краю перекриття, ригелів, склепінь у випадках, коли монтажник під час виконання робіт перебуває не на робочій підлозі опалубки, повинні бути улаштовані робочі настили завширшки не менше ніж 0,8 м із захисними суцільними огорожами, конструкція яких повинна бути розрахована на можливі технологічні навантаження і бути визначена у ПВР. Після зняття частини ковзної опалубки та підвісних риштувань торцеві сторони опалубки необхідно огородити.

Для захисту працівників, що виконують роботи на підвісних риштуваннях, від предметів, що можуть падати зверху, по зовнішньому периметру ковзної опалубки повинні бути обладнані козирки шириною не менше ніж ширина риштувань. Вантажно-розвантажувальні роботи, знімні вантажозахоплювальні пристрої, стропи і тара, призначені для подавання бетонної суміші вантажопідіймальними кранами, повинні відповідати вимогам НПАОП 0.00-1.01. На ділянках натягання арматури в місцях, де можуть проходити люди, повинна бути встановлена захисна огорожа висотою не менше ніж 1,8 м.

Пристрої для натягування арматури повинні бути обладнані сигналізацією, що приводиться у дію під час включення приводу натяжного пристрою.

Забороняється перебування людей на відстані ближче ніж 1,0 м від арматурних стрижнів, що нагріваються електрострумом. Заготівлю та складання укрупнених арматурних каркасів необхідно виконувати у спеціально призначених для цього місцях. Під час застосування бетонних сумішей з хімічними добавками необхідно використовувати захисні рукавички й окуляри. Естакада для подавання бетонної суміші автосамоскидами повинна бути обладнана відбійними брусами. Між відбійними брусами й огорожами повинні бути передбачені проходи завширшки не менше ніж 0,6 м. На тупикових естакадах повинні бути встановлені поперечні відбійні бруси.

Під час вивільнення кузовів автосамоскидів від залишків бетонної суміші працівникам забороняється перебувати в/на кузові транспортного засобу. Перед початком бетонних робіт керівник зобов'язаний: перевірити стійкість, міцність,

справність риштувань, конструкцій опалубки, огорож робочих горизонтів; перевірити справність тари, бункерів, бетононасосів, маніпуляторів; забезпечити працівників необхідними засобами індивідуального захисту.

Робота змішувальних машин повинна здійснюватися з дотриманням таких вимог: очищення приямків для завантажувальних ковшів повинно здійснювати після надійного закріплення ковша в піднятому положенні; очищення барабанів і корит змішувальних машин дозволяється тільки після зупинки машини і зняття напруги.

Під час заготівлі арматури необхідно: огороджувати місця, призначені для розмотування бухт (мотків) і виправлення арматури; під час різання верстатами стрижнів арматури на відрізки довжиною менше ніж 30 см застосовувати пристрої, що запобігають їх розлітання; огороджувати робоче місце під час обробки стрижнів арматури, що виступають за габарити верстака, а у разі використання двобічних верстаків, крім цього, розділяти верстак посередині поздовжньою металевою запобіжною сіткою висотою не менше ніж 1 м; складати заготовлену арматуру в спеціально відведені для цього місця; закривати щитами торцеві частини стрижнів арматури в місцях загальних проходів, які повинні бути завширшки не менше ніж 1,0 м.

Стропування арматурних стрижнів або каркасів під час переміщення їх вантажопідіймальними кранами повинні здійснювати стропальники. Скласти арматурні каркаси вертикальних конструкцій (колон, стінової огорожі тощо) необхідно з робочих настилів шириною не менше ніж 0,8 м, що мають захисну огорожу.

Відстань між настилами по висоті повинна бути не більше ніж 2,0 м. Під час виконання робіт на висоті робоче місце арматурника повинно бути огорожено. Якщо неможливо встановити огорожу, а також якщо нахил робочої поверхні більше ніж 20°, працівники повинні користуватись запобіжними поясами і страхувальними канатами, місця закріплення яких визначаються у технологічних картах. Під час зварювання арматури у закритих приміщеннях робочі місця

зварювальників повинні бути відділені від суміжних робочих місць і проходів переносними ширмами з незаймистих матеріалів.

Відстань від конструкцій огорожувальних систем до опалубки перекриття повинна бути не більше ніж 50 мм. Опалубка зовнішніх залізобетонних стін, колон, ригелів, пілонів, склепінь повинна бути установлена зі спеціальних навісних площадок або риштовань, що прикріплені до конструкцій попереднього поверху, які здатні витримати технологічні навантаження, що при цьому виникають.

Вертикальна опалубка повинна бути обладнана жорстко закріпленими площадками, огороженими з трьох боків, для перебування на них бетонярів, і драбиною для підймання працівників.

Застосування збірних навісних площадок забороняється. Опорні стояки, що використовуються для підтримування елементів системної опалубки, повинні бути без частин, що самовільно роз'єднуються. Демонтаж системної опалубки необхідно виконувати після забезпечення надійної стійкості елементів опалубки для запобігання їх падінню під час демонтажу. Після розбирання системної опалубки ушкоджені елементи опалубки необхідно вилучити з подальшого використання. Норми відбракування цих елементів повинні визначатись в інструкції з експлуатації опалубки.

Після зняття опалубки повинні бути встановлені захисні огорожі по периметру поверху, а також огорожі прорізів у перекриттях або настили на них, які зберігаються до улаштування постійних огорож відповідно до технічної документації.

Прорізи шахт ліфтів, сходових кліток повинні бути накриті щитами, розрахунок і конструкція яких зазначаються в ПВР. Складають дрібні елементи системної опалубки в контейнерах і пакетах, що переміщуються по перекриттях у вантажних візках. Подавання елементів опалубки на наступний поверх у контейнерах і пакетах здійснюють з використанням виносних площадок.

Складають щити опалубки для вертикальних конструкцій або горизонтально на висоту не більше ніж 2,0 м, або в спеціальних касетах; під час складання на

відкосах необхідно вжити заходів із запобігання перевертанню щитів під дією вітру.

5.1.2 Електробезпека

Живлення силового будівельного обладнання та систем освітлення здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 х 220В (фазна напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В), з'єднаної з силовим трансформатором. Проектування та експлуатація електричних мереж і установок повинна здійснюватися за умови дотримання вимог з їхньої електробезпеки [4, 5]. Категорія умов за небезпекою електротравматизму – підвищеної небезпеки, у зв'язку з наявністю на об'єктах, що будуються та реконструюються, струмопровідної підлоги.

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам: 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;

використовуються також основні та допоміжні електрозахисні засоби. До основних відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками, до додаткових – діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

5.2.1 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 [6]. Параметри мікроклімату в приміщенні наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Нормування параметрів мікроклімату на непостійних робочих місцях

Період року	Категорія робіт	Температура, °C	Віднос на вологість, %	Швидкість руху, м/с
Теплий	Пб	15-29	70 при 25°C	0,2-0,5
Холодний	Пб	13-23	не більш 75	не більш 0,4

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату на робочих місцях передбачається [7]:

- в холодну пору року – використання калорифера;
- в літню пору – застосування кондиціонерів та вентиляторів обдуву,
- провітрювання приміщень.

5.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м [6]. 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

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньодобова	

Вуглецю оксид (CO)	3	1	4
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

Для забезпечення складу повітря робочої зони передбачено [7]: провітрювання приміщень; цілісність конструкції кабін будівельної техніки та вікон для перешкоджання попадання пилу в кабінні під час роботи; встановлення пиловловлюючих засобів.

5.2.3 Виробниче освітлення

Для забезпечення найбільш сприятливих умов зорової праці нормуємо освітлення на робочому місці працівника. Характеристика зорових робіт – середньої точності. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [8] розряд зорової роботи IV, підрозряд «в». Норми при штучному, природньому та суміщеному освітленні наведено в таблиці 5.3.

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 2,5 метра. При експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення приміщень, що будуються

Харак-ка зорової роботи	Най менший або еквівалент-	озряд зорової роботи	П ід- розряд з орової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Ха ракте- ристика фону	Штучне при системі комбінован ого освітлення		П рироднє Ен пр	С умісне Е сум
						сього	у т. ч. від		

	ний розмір об'єкта розр ізнення, мм						зага льного		
Се редньої точності	Ві д 0,5 до 1,0 вк лючно	V	В	М алий с ередній в еликий	с вітлий с ередній т емний	00	20 0	4	2 ,4

5.2.4 Виробничий шум

Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум Загальні вимоги безпеки» [9]. Норми звукового тиску на постійних робочих місцях в приміщеннях об'єктів будівництва наведено в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з								
							2	4	8
Постійні робочі місця в промисло	07	5	7	2	8	5	3	1	9

Для зниження шуму в приміщенні, необхідно:

- безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі (ширми, екрани тощо).

- для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.

5.2.5 Виробничі вібрації

Допустимі рівні загальної вібрації на робочих місцях приймаються за вимогами ДСН 32.23-85 [10] і наведені в таблиці 5.5. Основними методами колективного віброзахисту є зниження вібрації шляхом дії на джерело виникнення: відстрочка від режиму резонанс; динамічне гасіння коливань, заміна конструктивних елементів уставок і будівельних конструкцій. Засоби індивідуального захисту діляться на засоби для ніг, рук та тіла працюючого.

Таблиця 5.5 – Допустимі рівні вібрації на постійних місцях

Вид вібрації	Октавні смуги з середньгеометричними частотами,									
				6	1,5	3	25	50	00	000
Загальна вібрація на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях	<u>.3</u> 08	<u>.45</u> 9	<u>.22</u> 3	<u>.2</u> 2	<u>.2</u> 2	<u>.2</u> 2				

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

5.2.6 Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори визначаються відповідно до Гігієнічної класифікації праці [1]. Робота монтажника будівельних конструкцій потребує великих фізичних зусиль за важкістю та напруженістю праці.

1. Клас умов праці за показниками важкості праці – допустимий (середньої важкості): загальні енергозатрати організму (кг/м) – до 290; зовнішнє фізичне

динамічне навантаження, виражене в одиницях механічної роботи за зміну, кг/(Вт): при регіональному навантаженні (для чоловіків) – 13000; при загальному навантаженні (за участю м'язів рук, тулуба, ніг) – до 44000; маса вантажу, що постійно підіймається та переміщується вручну, кг – до 30 кг; стереотипні робочі рухи: при локальному навантаженні (участь м'язів кистей та пальців рук)- до 40000; при регіональному навантаженні(участь рук та плечового суглоба) – до 20000; статичне навантаження (кг/с): двома руками (чоловіки) – до 70000; за участю м'язів тулуба та ніг – до 100 000; робоча поза: періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаємного розташування різних частин тіла відносно одна одної) до 25% часу зміни; перебування у вимушеній позі до 10%, в позі «стоячи» – до 60% часу зміни; нахил тулуба: вимушені нахили протягом зміни – 51-100 разів; переміщення у просторі (переходи через виконання технологічного процесу) – по горизонталі більше 8, вертикалі – 4 км.

2. Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження: зміст роботи – рішення складних завдань з вибором за алгоритмом; сприймання інформації та їх оцінка – сприймання інформації з наступною корекцією дій та операцій; розподіл функцій за ступенем складності завдання – обробка, контроль, перевірка завдання; характер виконуваної роботи – робота за встановленим графіком з можливим його коригуванням під час діяльності. Сенсорні навантаження: зосередження (% за зміну) – більше 75; щільність сигналів (звукові за 1 год) – більше 300; навантаження на голосовий апарат (протягом тижня) – від 20 до 25. Емоційне навантаження: ступінь відповідальності за результат своєї діяльності – є відповідальним за функціональну якість основної роботи; ступінь ризику для власного життя – вірогідний; ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – є відповідальним за безпеку інших. Режим праці: тривалість робочого дня – 8 год; змінність роботи – однозмінна (без нічної зміни).

5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях.

5.3.1 Розрахунок надмірного тиску вибуху пилоповітряної суміші

Надлишковий тиск вибуху пилоповітряної суміші ΔP , кПа, розраховують за формулою:

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_T \cdot P_o \cdot Z}{V_{\text{вільн}} \cdot \rho_{\text{п}} \cdot C_p \cdot T_o} \cdot \frac{1}{K_n},$$

де коефіцієнт Z участі пилу у завислому стані (аерозоль) у вибуху розраховується за формулою:

$$Z = 0,5 \cdot F,$$

де F – масова частка частинок пилу розміром менше критичного. З перевищенням критичного розміру частинок пилу аерозоль стає вибухобезпечним. Приймаємо $Z = 0,5$.

H_T – теплота згоряння, $H_T = 15700$ кДж/кг (за завданням).

P_o – початковий тиск, кПа (допускається приймати таким, що дорівнює 101 кПа).

C_p – теплоємність повітря, $C_p = 1,01 \cdot 10^3$ Дж·кг⁻¹·К⁻¹.

T_o – початкова температура повітря, К.

Розрахункову масу пилу, що знаходиться у стані аерозолі в об'ємі приміщення в результаті аварійної ситуації, m , кг, визначаємо за формулою:

$$m = m_{36} + m_{ав},$$

де m_{36} – розрахункова маса частини відкладеного у приміщенні пилу, що перейшла у стан аерозолі, кг;

$m_{ав}$ – розрахункова маса пилу, що надійшла до приміщення в результаті аварійної ситуації з апаратів та технологічного обладнання, кг.

Розрахункову масу пилу, що перейшов у стан аерозолі, m_{36} визначаємо за формулою:

$$m_{36} = K_{36} \cdot m_n,$$

де K_{36} – частка пилу, що відклався у приміщенні, яка здатна перейти у стан аерозоліу результаті аварійної ситуації. Приймаємо $K_{36} = 0,9$;

m_n – маса пилу, що відклалась у приміщенні до моменту аварії.

$$m_n = 3600(\gamma_{п.д.} \cdot F_d \cdot n_d + \gamma_{п.в.} \cdot F_v \cdot n_v)(1 - K_{пр})K_r \cdot t_p,$$

де F_d, F_v – площа доступної та важкодоступної поверхні при прибиранні пилу відповідно(за завданням $F_d=378 \text{ м}^2$);

t_p – тривалість одного циклу пиловиділення (зміни), $t_p = 24$ год;

n_d, n_v – кількість циклів роботи обладнання між поточними на доступних та генеральними прибираннями на важкодоступних поверхнях відповідно;

$K_{пр}$ – коефіцієнт ефективності пилоприбирання;

K_r – частка горючого пилу в загальній масі відкладень, $K_r = 0,9$;

$\gamma_{п.д.}, \gamma_{п.в.}$ – інтенсивність відкладення пилу на доступних та важкодоступних поверхнях відповідно, $\gamma_{п.д.} = 2,06 \cdot 10^{-6} \text{ кг/с} \cdot \text{м}^2$ (за завданням).

Технологічний процес по завантаженню та розвантаженню палива ручний, видалення пилу виконується тільки вручну, тому в розрахунку приймаємо, що вся площа накопичення пилу (робоча поверхня сушарки та навколишній простір) є доступною з ефективністю пилоприбирання $K_{пр} = 0,6$.

$$m_n = 3600(2,06 \cdot 10^{-6} \cdot 378 \cdot 1)(1 - 0,6)0,9 \cdot 24 = 24,22 \text{ (кг)}.$$

Отже, розрахункова масу пилу, що перейшов у стан аерозоліу, становить:
 $m_{36} = 0,9 \cdot 24,22 = 21,8 \text{ (кг)}.$

Розрахункову масу пилу, що потрапила до приміщення з апарата в результаті аварійної ситуації, $m_{ав}$, визначаємо за формулою:

$$m_{ав} = (m_{ап} + q \cdot \tau) \cdot K_{п},$$

де $m_{ап}$ – маса горючого пилу, що викидається до приміщення з апарата (5% максимальної кількості палива в топці), $m_{ап} = 12 \text{ кг}$ (за завданням);

q – витрата, з якою продовжують надходити пилоподібні речовини до аварійного апарата до моменту припинення, $q=0,1 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1}$ (за завданням);

τ – час перекривання, який визначається за пунктом, $\tau = 30$ с;

K_{π} – коефіцієнт пилення, для пилу з дисперсністю менше ніж 350 мкм приймаємо $K_{\pi} = 1,0$.

$$m_{ae} = (12 + 0,1 \cdot 15) \cdot 1 = 13,5 \text{ (кг)}.$$

Отже, розрахункова масу пилу, що знаходиться у стані аерозолію складає:

$$m = 21,8 + 13,5 = 35,3 \text{ (кг)}.$$

Розрахуємо вільний об'єм приміщення (розміри приміщення за завданням):

$$V_{\text{в}} = 24 \times 17 \times 7 = 2856 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Розрахуємо густину повітря при температурі 20° С до вибуху:

$$\rho_{\text{в}} = \frac{352}{t_{\pi} + 273} = \frac{352}{23 + 273} = 1,18 \text{ (кг/м}^3\text{)}.$$

Розрахуємо надлишковий тиск вибуху:

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_{\text{т}} \cdot P_{\text{o}} \cdot Z}{V_{\text{вільн}} \cdot \rho_{\pi} \cdot C_{\text{p}} \cdot T_{\text{o}}} \cdot \frac{1}{K_{\text{н}}} = \frac{35,3 \cdot 15700 \cdot 101 \cdot 0,5}{2856 \cdot 1,18 \cdot 1,01 \cdot (20 + 273)} \cdot \frac{1}{3} = 9,35 \text{ (кПа)}.$$

Отже, в технологічному процесі обертається вибухопожежо-небезпечний пил, який при виникненні аварії може вибухнути, створивши надлишковий тиск 9,35 кПа. Вибух такої потужності може призвести до повного руйнування легких та слабкого руйнування капітальних конструкцій.

5.3.2 Заходи запобігання вибухів пилу

Для запобігання вибухонебезпечних ситуацій приймається комплекс заходів, які залежать від виду продукції, що випускається. Багато заходів є специфічними і можуть бути притаманні лише одного або декількох видів виробництв.

В першу чергу для всіх вибухонебезпечних виробництв, складів і т.п., що мають у своєму складі вибухові речовини, пред'являються вимоги до території для їх розміщення, які вибираються по можливості в незаселених або малозаселених районах.

Для захисту застосовуються автоматичні системи захисту, метою яких є: сигналізація і оповіщення про аварійні ситуації виробничого процесу; виведення з передаварійного стану потенційно небезпечних технологічних процесів при порушенні регламентних параметрів (температури, тиску, складу, швидкості); виявлення загазованості виробничих приміщень та автоматичного включення пристроїв, що попереджають про утворення суміші газів і парів з повітрям вибухонебезпечних концентрацій.

Джерелами аварій можуть бути припинення подачі електроенергії, зниження подачі пари і води в трубопроводах, у результаті чого порушується технологічний режим і створюються надзвичайно небезпечні аварійні ситуації. У зв'язку з цим вживаються заходи по надійному забезпеченню енергопостачання обладнання, удосконалення технологічних засобів, що забезпечують його безпечну зупинку і наступний пуск.

Неодмінною умовою надійної безаварійної роботи будь-якого виробництва є висока професійна підготовленість штатного персоналу, а також спеціальних аварійних бригад, які здійснюють ремонт, нагляд та ліквідацію аварій.

Вибуху великих обсягів пилоповітряних сумішей, як правило, передують невеликі місцеві удари і локальні вибухи всередині обладнання і апаратури. При цьому виникають слабкі ударні хвилі, струшуючі і піднімаючі у повітря великі маси пилу, що накопичилися на поверхні підлоги, стін і обладнання. Щоб виключити вибух пилоповітряних сумішей, необхідно не допускати значних скупчень пилу. Це досягається: поліпшенням технології виробництва, підвищенням надійності обладнання, правильним розрахунком і монтажем вентиляційних пиłosосних установок.

Ініціатором практично всіх вибухів газо-, паро-і пилоповітряних сумішей є іскра, тому там, де можливе утворення цих сумішей, необхідно забезпечувати надійний захист від статичної електрики, передбачати заходи проти іскріння електроприладів та іншого обладнання.

Будь-яке обладнання підвищеного тиску повинно бути укомплектовано системами вибухозахисту, які припускають: застосування обладнання, розрахованого на тиск вибуху; застосування гідрозатворів, вогнеперепиначів, інертних або парових завіс; захист апаратів від руйнування під час вибуху за допомогою пристроїв аварійного скидання тиску (запобіжні мембрани і клапани, швидкодіючі засувки, зворотні клапани і т.д.).

Вибухозахист систем підвищеного тиску досягається також організаційно-технічними заходами; розробкою інструктивних матеріалів, регламентів, норм і правил ведення технологічних процесів; організацією навчання та інструктажу обслуговуючого персоналу; контролем і наглядом за дотриманням норм технологічного режиму, правил і норм техніки безпеки, промислової санітарії та пожежної безпеки і т.п.

РОЗДІЛ 6: ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В даному розділі визначена кошторисна вартість влаштування буроін'єкційних паль. Кошторисна документація до магістерської кваліфікаційної роботи складена у відповідності до КНУ Настанова з визначення вартості будівництва. (від 01.11.2021 зі змінами) за допомогою кошторисної програми АВК.

Локальний кошторис (таблиця 6.1) складається в поточному рівні цін на трудові і матеріально-технічні ресурси. В локальному кошторисі визначено кошторисну вартість робіт, яка містить в собі прямі та загальновиробничі витрати.

Прямі витрати враховують заробітну плату робітників, вартість експлуатації будівельних машин і механізмів, вартість матеріалів, виробів і конструкцій. Загальновиробничі витрати будівельно-монтажної організації входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт. Для розрахунку загальновиробничі витрати групуються в три блоки:

- а) засоби на заробітну плату робітників;
- б) відрахування на соціальні заходи;
- в) інші статті загально - виробничих витрат.

Склад, об'єми робіт та необхідну кількість витратних матеріалів наведено у третьому розділі роботи. Основою для розробки кошторису є креслення та технічні розрахунки.

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

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

ОСНОВА: креслення(специфікації)№	Кошторисна вартість	13190.345 тис. грн.
	Кошторисна трудомісткість	19.26371 тис. люд.-год
	Кошторисна заробітна плата	1686.043 тис. грн.
	Середній розряд робіт	3.4 розряд

Складений в поточних цінах станом на 2024 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год. не зайнятих обслугову- ванням машин	
					Всього	експлуа- тації машин	Всього	заробітн ої плати	експлуа- тації машин	тих, що обслуговують машини	
заробітн ої плати	в тому числі заробітн ої плати			в тому числі заробітн ої плати	на одиницю	всього					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	КБ5-74-2	Улаштування буроін'єкційних паль БНП 1 діаметром 420 мм, довжина паль більше 12 до 21 м	1м3 конструкт ивного об'єму палі	1022.492	9093.99	5042.84	9298532	117679	5156264	1.6600	1697.34
					115.09	1042.01			1065447	12.0337	12304.36
	ТСО-3-4	Витрати труда робітників- будівельників розряду 3,4	люд-год	1.66	69.33		117676.35	117676.35			
				1697.33672							
	КБМ201-13	Автомобілі бортові, вантажопідйомність 8 т	маш-г	0.12	379.31	379.31	46540.97		46540.97		
				122.69904		117.87			14462.54	1.5600	191.4105
	КБМ202-1244	Крани на гусеничному ходу, вантажопідйомність 25 т	маш-г	1.45	649.56	649.56	963046.36		963046.36		
				1482.6134		188.48			279442.97	2.0000	2965.2268
	КБМ205-102	Компресори пересувні з двигуном внутрішнього згоряння, тиск до 686 кПа [7 ат], продуктивність 5 м3/хв	маш-г	1.45	386.14	386.14	572496.34		572496.34		
				1482.6134		84.37			125088.09	1.1600	1719.8315
	КБМ211-210	Бетононасоси при роботі на гідроенергетичному будівництві, подача 5-65 м3/год	маш-г	1.45	1713.60	1713.60	2540606.32		2540606.32		
				1482.6134		203.89			302290.05	2.5100	3721.3596
	КБМ214-1400	Пальо-бурова установка на базі крана на гусеничному ходу вантажопідйомністю 25 т	маш-г	1.45	697.13	697.13	1033574.28		1033574.28		
				1482.6134		232.13			344159.05	2.5000	3706.5335

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	C1424-11624	Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В25 [М350], крупність заповнювача більше 10 до 20 мм	м3	1.262	3051.46		3937557.92				
				1290.384904							
	C1546-67	Пропан-бутанова суміш	т	0.000053	36069.77		1954.70				
				0.054192							
	КБ5-74-2	Улаштування буропісляпальних БНП 1 (зрубка 900 мм) діаметром 420 мм, довжина паль більше 12 до 21 м	1м3 конструкторного об'єму палі	57.6	9093.99	5042.84	523814	6629	290468	1.6600	95.62
					115.09	1042.01			60020	12.0337	693.14
	ТСО-3-4	Витрати труда робітників-будівельників розряду 3,4	люд-год	1.66	69.33		6629.06	6629.06			
				95.616							
	КБМ201-13	Автомобілі бортові, вантажопідйомність 8 т	маш-г	0.12	379.31	379.31	2621.79		2621.79		
				6.912		117.87			814.72	1.5600	10.7827
	КБМ202-1244	Крани на гусеничному ході, вантажопідйомність 25 т	маш-г	1.45	649.56	649.56	54251.25		54251.25		
				83.52		188.48			15741.85	2.0000	167.0400
	КБМ205-102	Компресори пересувні з двигуном внутрішнього згоряння, тиск до 686 кПа [7 ат], продуктивність 5 м3/хв	маш-г	1.45	386.14	386.14	32250.41		32250.41		
				83.52		84.37			7046.58	1.1600	96.8832
	КБМ211-210	Бетононасоси при роботі на гідроенергетичному будівництві, подача 5-65 м3/год	маш-г	1.45	1713.60	1713.60	143119.87		143119.87		
				83.52		203.89			17028.89	2.5100	209.6352

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
		КБМ214-1400	Пальо-бурова установка на базі крана на гусеничному ході вантажопідйомністю 25 т	маш-г	1.45	697.13	697.13	58224.30		58224.30		
					83.52		232.13			19387.50	2.5000	2
		КБМ204-900	Трансформатори зварювальні з номінальним зварювальним струмом 315-500 А	маш-г	0.003	27.18		4.70				
					0.1728							
		КБМ270-106	Апарат для газового зварювання і різання	маш-г	0.003	-		-				
					0.1728							
		С111-324	Кисень технічний газоподібний	м3	0.044	58.63		148.59				
					2.5344							
		С111-962	Масило, солідол жировий "Ж"	т	0.00042	127045.35		3073.48				
					0.024192							
		С111-1315	Портландцемент загальнобудівельного призначення з мінеральними добавками до 20%, марка 300	т	0.00203	3391.72		396.59				
					0.116928							
		С111-1517	Електроди, діаметр 4 мм, марка Э50	т	0.00018	94415.63		978.90				
					0.010368							
		С130-609	Рукава гумотканеві напірновсмоктувальні для води тиском 1 МПа [10 кгс/см2], діаметр 32 мм	м	0.0018	145.21		15.06				
					0.10368							

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	C142-10-2	Вода	м3	0.103	29.58000		175.49				
				5.9328							
	C1424-11624	Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В25 [М350], крупність заповнювача більше 10 до 20 мм	м3	1.262	3051.46		221814.29				
				72.6912							
	C1546-67	Пропан-бутанова суміш	т	0.000053	36069.77		110.11				
				0.003053							
	КБ5-74-2	Улаштування буропікційних паль БНП 2 діаметром 420 мм, довжина паль більше 12 до 21 м	1м3	144.013	9093.99	5042.84	1309653	16574	726235	1.6600	239.06
			конструктивного об'єму палі		115.09	1042.01			150063	12.0337	1733.01
	ТСО-3-4	Витрати труда робітників-будівельників розряду 3,4	люд-год	1.66	69.33		16574.14	16574.14			
				239.06158							
	КБМ201-13	Автомобілі бортові, вантажопідйомність 8 т	маш-г	0.12	379.31	379.31	6555.07		6555.07		
				17.28156		117.87			2036.98	1.5600	26.9592
	КБМ202-1244	Крани на гусеничному ходу, вантажопідйомність 25 т	маш-г	1.45	649.56	649.56	135640.37		135640.37		
				208.81885		188.48			39358.18	2.0000	417.6377
	КБМ205-102	Компресори пересувні з двигуном внутрішнього згоряння, тиск до 686 кПа [7 ат], продуктивність 5 м3/хв	маш-г	1.45	386.14	386.14	80633.31		80633.31		
				208.81885		84.37			17618.05	1.1600	242.2299

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	КБМ211-210	Бетононасоси при роботі на гідроенергетичному будівництві, подача 5-65 м3/год	маш-г	1.45	1713.60	1713.60	357831.98		357831.98		
				208.81885		203.89			42576.08	2.5100	524.1353
	КБМ214-1400	Пальо-бурова установка на базі крана на гусеничному ходу вантажопідйомністю 25 т	маш-г	1.45	697.13	697.13	145573.88		145573.88		
				208.81885		232.13			48473.12	2.5000	522.0471
	КБМ204-900	Трансформатори зварювальні з номінальним зварювальним струмом 315-500 А	маш-г	0.003	27.18		11.74				
				0.432039							
	КБМ270-106	Апарат для газового зварювання і різання	маш-г	0.003	-		-				
				0.432039							
	С111-324	Кисень технічний газоподібний	м3	0.044	58.63		371.51				
				6.336572							
	С111-962	Мастило, солідол жировий "Ж"	т	0.00042	127045.35		7684.40				
				0.060485							
	С111-1315	Портландцемент загальнобудівельного призначення з мінеральними добавками до 20%, марка 300	т	0.00203	3391.72		991.56				
				0.292346							
	С111-1517	Електроди, діаметр 4 мм, марка Э50	т	0.00018	94415.63		2447.47				
				0.025922							

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	C130-609	Рукава гумотканеві напірновсмоктувальні для води тиском 1 МПа [10 кгс/см ²], діаметр 32 мм	м	0.0018 0.259223	145.21		37.64				
	C142-10-2	Вода	м ³	0.103 14.833339	29.58000		438.77				
	C1424-11624	Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В25 [М350], крупність заповнювача більше 10 до 20 мм	м ³	1.262 181.744406	3051.46		554585.79				
	C1546-67	Пропан-бутанова суміш	т	0.000053 0.007633	36069.77		275.31				
	КБ5-75-1	Установлення арматури окремими стрижнями в тіло бетону при улаштуванні буроін'єкційних паль, діаметр арматури до 18 мм	1т арматури	27.769	469.78	-	13045	9801	-	4.6000	127.74
					352.96	-			-	-	-
	ТСО-4-2	Витрати труда робітників- будівельників розряду 4,2	люд-год	4.6 127.7374	76.73		9801.29	9801.29			
	КБМ204-900	Трансформатори зварювальні з номінальним зварювальним струмом 315-500 А	маш-г	0.23 6.38687	27.18		173.60				
	КБМ270-106	Апарат для газового зварювання і різання	маш-г	0.23 6.38687	-		-				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5 6 7 8	C111-324	Кисень технічний газоподібний	м3	1.08	58.63		1758.34	18740			
				29.99052							
	C1546-67	Пропан-бутанова суміш	т	0.00131	36069.77		1312.12				
				0.036377							
	C147-1-8	Стрижнева арматура А-I, діаметр 8 мм	100кг	43.78099	3239.37		141823				
	C147-1-16	Стрижнева арматура А-I, діаметр 16 мм	100кг	204.2873	3215.65		656916				
	C147-32	Прокатний вироб 50*4	100кг	29.63028	4026.90		119318				
	КБ6-1-16	Улаштування ростверку	100м3	1.0969	321062.63	8489.25	352174		9312	249.4100	273.58
			бетону, бутобетону і залізобетону в ділі		17084.59	2709.27			2972	32.7235	35.89
	ТСО-3-3	Витрати труда робітників-будівельників розряду 3,3	люд-год	249.41	68.50		18740.08				
				273.577829							
	КБМ202-129	Крани баштові, вантажопідйомність 8 т	маш-г	20.41	334.25	334.25	7483.10		7483.10		
				22.387729		127.70			2858.91	1.5300	34.2532
	КБМ203-101	Автовантажувачі, вантажопідйомність 5 т	маш-г	0.03	532.74	532.74	17.53		17.53		
				0.032907		103.48			3.41	1.3900	0.0457
	КБМ204-502	Установка для зварювання ручного дугового [постійного струму]	маш-г	24.3	39.93	39.93	1064.32		1064.32		
				26.65467		1.48			39.45	0.0200	0.5331

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	КБМ233-345	Прес-ножиці комбіновані	маш-г	7.45	91.40	91.40	746.91		746.91		
				8.171905		8.57			70.03	0.1300	1.0623
	КБМ211-101	Бадді, місткість 2 м3	маш-г	20.9	-		-				
				22.92521							
	КБМ270-117	Вібратори глибинні	маш-г	11.0	2.89		34.87				
				12.0659							
	С111-175	Цвяхи будівельні з конічною головкою 4,0x100 мм	т	0.0017	49600.41		92.49				
				0.001865							
	С111-253	Вапно будівельне негашене грудкове, сорт 1	т	0.01	10229.00		112.20				
				0.010969							
	С111-816	Дріт сталевий низьковуглецевий різного призначення світлий, діаметр 1,1 мм	т	0.026	57390.66		1636.75				
				0.028519							
	С111-1513	Електроди, діаметр 4 мм, марка Э42	т	0.016	85196.66		1495.24				
				0.01755							
	С111-1757	Рядно	м2	30.0	44.52		1465.02				
				32.907							
	С112-61	Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 44 мм і більше, ІІІ сорт	м3	0.04	8345.97		366.19				
				0.043876							
	С123-515-У	Щити опалубки, ширина 300- 750 мм, товщина 40 мм	м2	3.6	517.85		2044.91				
				3.94884							
	С142-10-2	Вода	м3	0.73	29.58000		23.69				
				0.800737							

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9 10	C1424-11612	Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В15 [М200], крупність заповнювача більше 20 до 40 мм	м3	101.5 111.33535	2845.91		316850.39				
	C147-1-8	Стрижнева арматура А-I, діаметр 8 мм	100кг	1.7021	3239.37		5514				
	C147-2-10	Стрижнева арматура А-II, діаметр 10 мм	100кг	3.018775	3147.94		9503				
	Разом прямих витрат по кошторису						12430292	169423	6182279		2433.34
									1278502		14766.40
	Разом прямі витрати						грн.	12430292			
	в тому числі:										
	вартість матеріалів, виробів і комплектів						грн.	6078590			
	вартість ЕММ						грн.	6182279			
	в т.ч. заробітна плата в ЕММ						грн.		1278502		
заробітна плата робітників						грн.		169423			
всього заробітна плата						грн.		1447925			
Загальновиробничі витрати						грн.	760053				
трудомісткість в загальновиробничих витратах						люд-г					2063.97
заробітна плата в загальновиробничих витратах						грн.		238118			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Всього по кошторису				грн.	13190345				
		Кошторисна трудомісткість				люд-г					19263.71
		Кошторисна заробітна плата				грн.		1686043			

Висновки до розділу 6

В даному розділі розроблений локальний кошторис на влаштування буроін'єкційних паль за допомогою програмного комплексу АВК. В кошторисному документах визначена:

кошторисна вартість виконання робіт – 13190,345 тис. грн.

заробітна плата – 1686,043 тис. грн.

вартості матеріалів – 6078,590 тис. грн.

кошторисна трудомісткість – 19,26371 тис. люд-год

ВИСНОВКИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У цій роботі було проведено детальне дослідження опору кільцевих фундаментів із застосуванням методу граничних елементів. Основна увага приділялася аналізу впливу геометрії палі на величину опору. Результати досліджень дозволяють зробити кілька важливих висновків, що відображають ефективність застосованого методу та практичну значимість отриманих даних.

1. Метод граничних елементів показав високу точність у визначенні опору кільцевих фундаментів. Завдяки цьому методу вдалося отримати детальні дані про напружено-деформований стан системи "грунт-фундамент", що підтверджує його надійність та доцільність застосування у складних інженерних задачах.
2. Дослідження показало, що геометрія палі суттєво впливає на величину опору кільцевих фундаментів. Зокрема, зміна діаметра та довжини палі призводить до значних варіацій у розподілі напружень та деформацій, що вказує на необхідність ретельного підбору геометричних параметрів під час проектування.
3. Порівняння результатів, отриманих за допомогою методу граничних елементів, з результатами традиційних методів розрахунку опору фундаментів, таких як метод скінченних елементів та аналітичні методи, показало переваги МГЕ в аспекті точності та деталізації результатів.

4. На основі проведених досліджень були розроблені практичні рекомендації щодо оптимізації геометрії паль для забезпечення максимальної ефективності фундаментів. Це включає рекомендації щодо оптимального співвідношення діаметра та довжини палі для різних типів ґрунтів.
5. Робота підкреслює необхідність подальших досліджень для врахування додаткових факторів, таких як вплив неоднорідності ґрунту та динамічних навантажень. Розвиток методу граничних елементів у цьому напрямку може значно розширити його застосування в інженерній практиці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014. [Чинний від 2014-05-30]. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58073.
2. ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. [Чинний від 2007-12-01]. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->.
3. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2009-01-27]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. 116 с.
4. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.
5. НПАОП 40.1-1.32-01. (ДНАОП 0.00-1.32-01). Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. [Чинний від 2002-01-01]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.
6. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова МОЗ № 42 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.
7. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.
8. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.
9. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Постанова МОЗ № 37 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01].

URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.

- 10.10. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Постанова МОЗ № 39 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.
- 11.11. Кодекс цивільного захисту України. К.: ВР України, 2012. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.
12. Гребенюк, Н.В., та ін. "Основи проектування фундаментів." Київ: Будівельник, 2010.
13. Becker, A.A. "The Boundary Element Method in Engineering: A Complete Course." McGraw-Hill, 1992.
14. Banerjee, P.K., Butterfield, R. "Boundary Element Methods in Engineering Science." McGraw-Hill, 1981.
15. Маслов, Б.Л. "Напружено-деформований стан конструкцій." Москва: Стройиздат, 1985.
16. Bathe, K.J. "Finite Element Procedures." Prentice Hall, 1996.
17. Плотников, В.П. "Проектирование и расчёт фундаментов." Санкт-Петербург: Стройиздат, 2003.
18. Новиков, И.А. "Фундаменты для промышленных и гражданских зданий." Москва: Высшая школа, 2001.
19. Beer, G., Smith, I., Duenser, C. "The Boundary Element Method with Programming: For Engineers and Scientists." Springer, 2008.
20. Dominguez, J. "Boundary Elements in Dynamics." Elsevier, 1992.
21. Bowles, J.E. "Foundation Analysis and Design." McGraw-Hill, 1996.
22. Das, B.M. "Principles of Geotechnical Engineering." Cengage Learning, 2010.
23. Aliabadi, M.H. "The Boundary Element Method: Applications in Solids and Structures." John Wiley & Sons, 2002.
24. Cheng, A.H.D., Cheng, D.T. "Heritage and Early History of the Boundary Element Method." Engineering Analysis with Boundary Elements, Elsevier, 2005.

Додаток А (обов'язковий)

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Опір за методом граничних елементів кільцевих фундаментів та вплив геометрії
пал на його величини

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра БМГА, ФБЦЕІ
(кафедра, факультет)

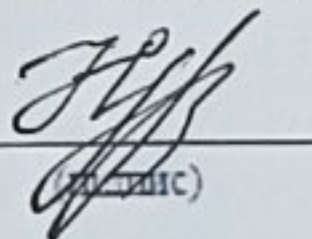
Показники звіту подібності Unischek

Оригінальність 89.8 % Схожість 10.2 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

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

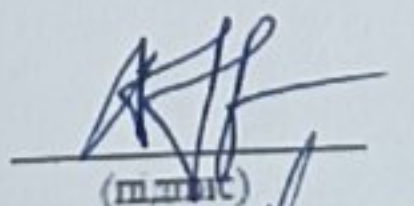
Особа, відповідальна за перевірку


(підпис)

Блашук Н.В.
(прізвище, ініціали)

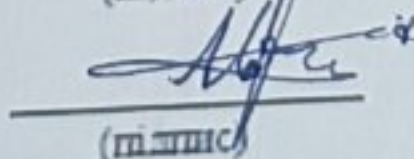
Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unischek щодо роботи.

Автор роботи


(підпис)

Шахно О.В.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Моргун А.С.
(прізвище, ініціали)

Додаток Б (обов'язковий)
Відомість графічної частини

Номер листа	Зміст листа
Лист №1	Титульний лист Вступ
Лист №2	Опис предмету дослідження, мети
Лист №3	Загальні відомості про пальові фундаменти
Лист №4	Огляд літератури
Лист №5	Кільцеві фундаменти власний досвід
Лист №6	Фасад будівлі
Лист №7	План першого поверху
Лист №8	Розріз по будівлі
Лист №9	Схема розташування паль
Лист №10	Опис об'єктів будівництва
Лист №11	Висновки

ВІДГУК

керівника магістерської кваліфікаційної роботи

магістра Шахно Олександра Вікторовича

на тему “ОПІР ЗА МГЕ КІЛЬЦЕВИХ ФУНДАМЕНТІВ ТА ВПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ ПАЛІ НА ЙОГО ВЕЛИЧИНУ”

В МКР розглянуто актуальне питання геомеханіки і фундаменто - будування – удосконалення методів розв’язку нелінійної граничної задачі поведінки під навантаженням кільцевих фундаментів висотних споруд для можливості прогнозування їх несучої спроможності. Робота виконана в рамках науково-дослідної роботи кафедри БМГА ФБЦЕІ ВНТУ.

МКР відповідає виданому завданню.

Рівень розкриття питань нелінійної роботи ґрунтових основ висячих паль відповідає сучасному рівню проектування їх роботи під навантаженням.

Результати числових досліджень роботи кільцевих фундаментів за МГЕ з використанням рішень Р. Міндліна відповідають даним експериментальних досліджень, підтверджують ефективність проведених за МГЕ процедур.

Отримані теоретичні результати МКР апробовано на конференції НТК ВНТУ, опубліковано в тезах “Молодь в науці” в 2024р.

МКР заслуговує на оцінку “добре”.

Магістр відповідає якості підготовки вимогам магістрів вищої освіти та можливості присвоєння йому кваліфікації магістра.

Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи

_Проф. каф. БМГА ФБЦЕІ

дтн., професор

(посада, науковий ступінь, вчене звання)



А.С. Моргун
(ініціали, прізвище)

ВІДГУК ОПОНЕНТА

на магістерську кваліфікаційну роботу

магістра Шахно Олександра Вікторовича

на тему **“ОПІР ЗА МГЕ КІЛЬЦЕВИХ ФУНДАМЕНТІВ ТА
ВПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ ПАЛІ НА ЙОГО ВЕЛИЧИНУ”**

Тема МКР відповідає затверджені темі та завданню.

Тема присвячена актуальному питанню фундаментобудування – напрацюванню методів розв’язання задачі нелінійної поведінки під навантаженням кільцевих фундаментів споруд для можливості прогнозування їх несучої спроможності.

В МКР удосконалено адекватну розрахункову модель для дослідження роботи **кільцевих фундаментів** за сучасним числовим методом граничних елементів (МГЕ), проведено аналіз напрацьованих в механіці ґрунтів матеріалів з врахування особливостей поведінки під навантаженням дисперсного середовища ґрунту, його дилатансійних властивостей.

Прикладання числового МГЕ до розв’язків практичних задач кільцевих фундаментів, процесу осідання основ та допустимих навантажень на них обґрунтовано теоретичними викладками, підкріплено та проілюстровано даними числового розрахунку.

МКР відповідає вимогам чинних стандартів, є можливість впровадження її в будівельну практику.

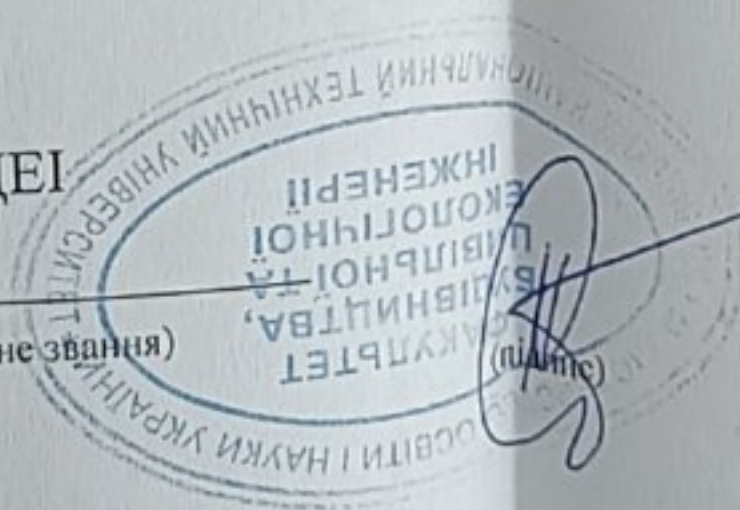
МКР заслуговує на оцінку “добре”.

Опонент

Доц. каф ТГП __ФБЦЕІ

Доц., ктн

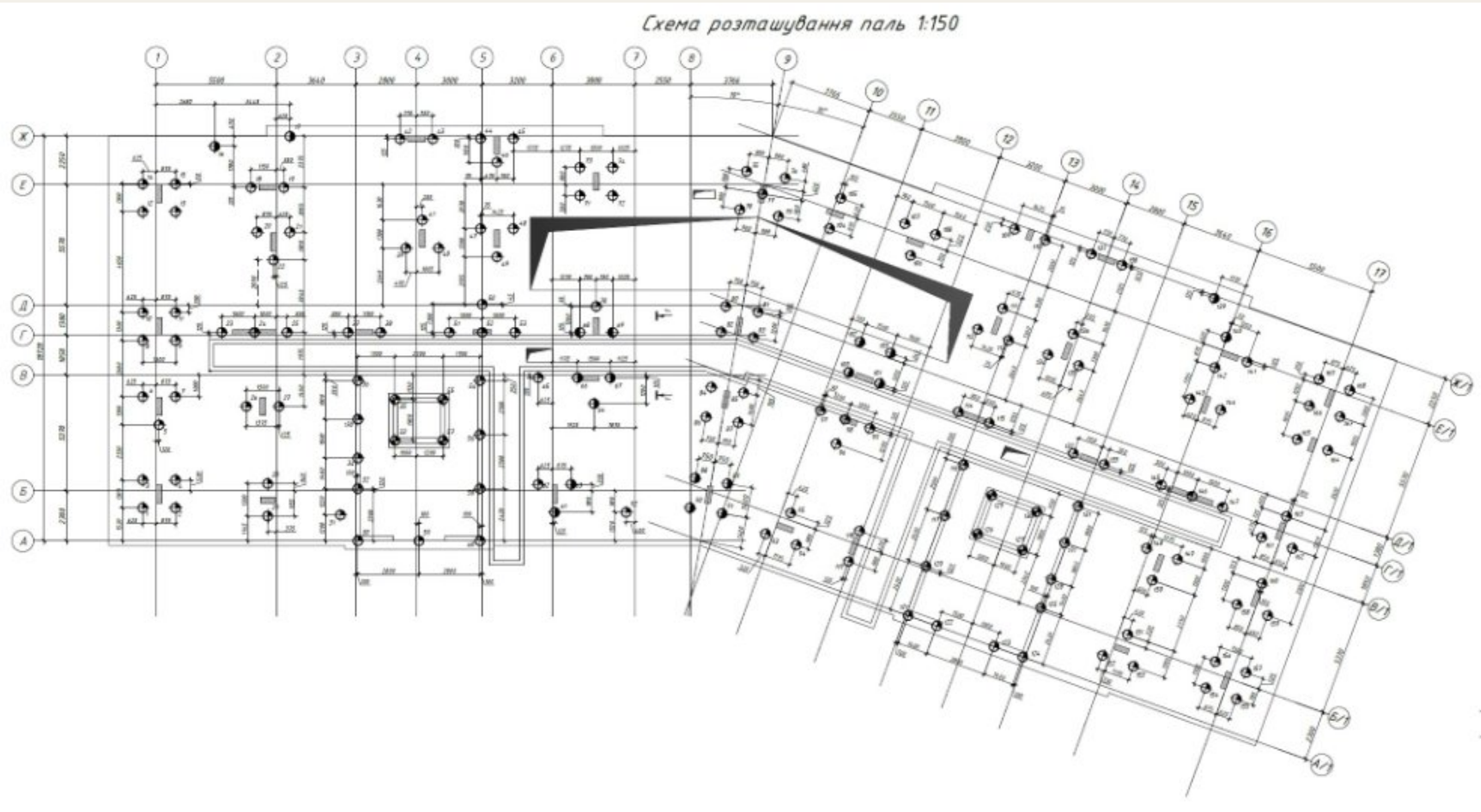
(посада, науковий ступінь, вчене звання)



Н.М. Слободян
(ініціали, прізвище)

Тема: ОПІР ЗА МЕТОДОМ ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КІЛЬЦЕВИХ ФУНДАМЕНТІВ ТА ВПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ ПАЛІ НА ЙОГО ВЕЛИЧИНУ

Мета роботи: Дослідити роботу кільцевих фундаментів в ґрунті за методом граничних елементів. Визначити оптимальні розміри кільцевого фундаменту. Визначити особливості відбору ґрунтів для проектування кільцевих фундаментів



						08-11.МКР.025. НД			
						ОПІР ЗА МЕТОДОМ ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КІЛЬЦЕВИХ ФУНДАМЕНТІВ ТА ВПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ ПАЛІ НА ЙОГО ВЕЛИЧИНУ			
Зм.	Кіл.	Арк.	№ док	Підпис	Дата	Житловий будинок	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Шахно				22.05		П	1	
Перевірів	Моргун				22.05				
Керівник	Моргун				22.05				
Опонент	Христич				22.05	Титульний лист	ВНТУ зр. Б-22-мз		
Н.контроль	Маєвська І.В				22.05				

Предмет дослідження

- + Предмет дослідження включає аналіз взаємодії кільцевих фундаментів і ґрунту за допомогою методу граничних елементів для оцінки їх напружено-деформованого стану. Основні аспекти дослідження:
 - Оцінка впливу діаметра, висоти та форми кільцевого фундаменту на розподіл напружень і деформацій.
 - Аналіз стійкості конструкцій під дією зовнішніх навантажень (вага споруди, вітрове навантаження, сейсмічні впливи).
 - Дослідження впливу різних матеріалів (бетон, сталь, композити) на поведінку кільцевих фундаментів.
 - Врахування нелінійних властивостей матеріалів та їх вплив на НДС.
 - Моделювання взаємодії кільцевих фундаментів з різними типами ґрунтів (пісок, глина, скелясті породи).
 - Аналіз впливу ґрунтових умов на стійкість і несучу здатність фундаментів.
 - Використання методу граничних елементів для точного моделювання кільцевих фундаментів.
 - Порівняння результатів з іншими методами (метод скінченних елементів, аналітичні методи).

Метод дослідження

- + За допомогою чисельних методів розв'язується система рівнянь, що виникає з умов рівноваги і законів руху для кожного граничного елемента. Це дозволяє обчислити напруження, деформації та інші параметри в областях поблизу межі контакту палиці з ґрунтом.
- + Визначення опору палі.
- + На основі результатів аналізу граничних елементів визначається величина опору палі в ґрунті. Це може включати в себе розрахунок силових параметрів, таких як вертикальне опір, горизонтальний опір і моменти, що діють на палю від ґрунту.

						08-11.МКР.025. НД			
						ОПІР ЗА МЕТОДОМ ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КІЛЬЦЕВИХ ФУНДАМЕНТІВ ТА ВПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ ПАЛІ НА ЙОГО ВЕЛИЧИНУ			
Зм.	Кіл.	Арк.	№ док	Підпис	Дата	Житловий будинок	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Шахно			22.05		П	2	
Перевірів		Моргун			22.05				
Керівник		Моргун			22.05				
Опонент		Христич			22.05	Методи дослідження	ВНТУ зр. Б-22-мз		
Н.контроль		Маєвська І.В			22.05				

1.1 Загальні відомості про пальові фундаменти

- + **Пальовий фундамент** — фундамент з окремо стоячих вертикальних несучих конструкцій - паль, вершини яких об'єднують в одну цілісну конструкцію - ростверк.
- + **Ростверк** забезпечує рівномірну передачу навантаження від будівлі. Пальові фундаменти найчастіше використовують при будівництві будівель та споруд на слабких сипучих чи насичених водою ґрунтах. Застосування фундаментів з паль істотно зменшує обсяг земляних робіт і значно економить будівельні матеріали (метал, деревину, залізобетон).
- + Як згадано вище, матеріалом для паль може виступати: деревина, камінь, бетон чи залізобетон. Найбільш поширеними у наш час являються бетонні та залізобетонні, враховуючи їх найбільші конструктивні несучі спроможності, серед вищезгаданих типів паль.
- + Палі поділяють на два типи за характером передачі навантаження від будівлі/споруди на ґрунт:
- + **Палі-стійки** - передають навантаження на несучі шари ґрунту і опором низу палі
- + **Висячі палі** - передають навантаження на бічні шари ґрунту за рахунок тертя бічної поверхні палі

За способом заглиблення палі в ґрунт поділяються:

- **Забивні** – забиваються у ґрунт за допомогою механічного молота, який вдаряє певну кількість разів по головці палі, після руйнування вершини палі, арматуру з палі загинають в тіло майбутнього розтверку
- **Набивні** – аналогічним чином, як і забивні, але без досягання несучих шарів основи
- **Бурові** – спеціальна механічна установка пробурює скважини під габитри палі, після чого вкладають палі або каркас під ін'єкційні палі.
- **Гвинтові** – монтаж шляхом вкручування у ґрунт основи, мають перевагу над іншими типами паль, так як вони більш економічніші, можна зводити навіть у воді.

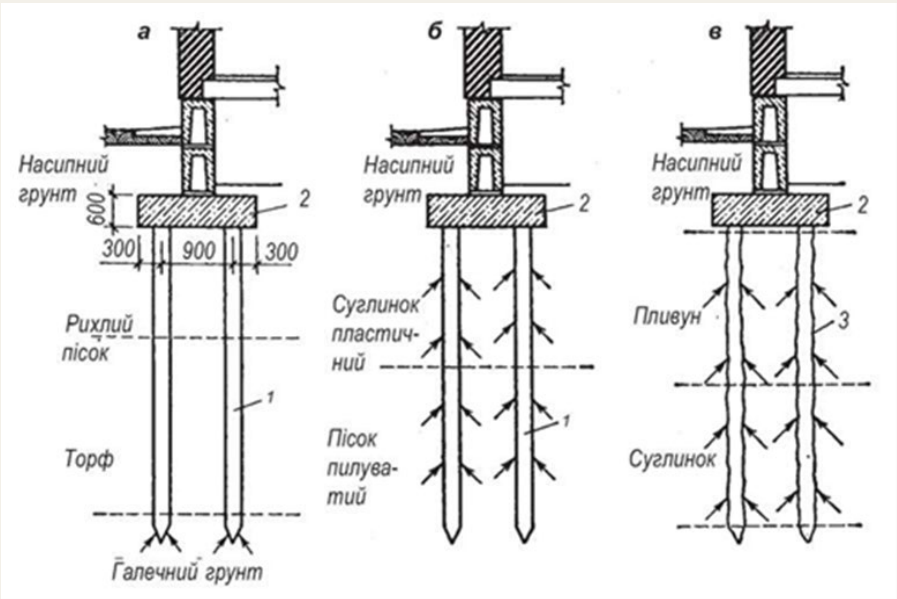


Рис.1 Види пальових фундаментів:
а - палі-стійки; б, в - висячі палі; 1 - паля забивна; 2 - ростверк; 3 - паля набивна

						08-11.МКР.025. НД		
						ОПІР ЗА МЕТОДОМ ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КІЛЬЦЕВИХ ФУНДАМЕНТІВ ТА ВПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ ПАЛІ НА ЙОГО ВЕЛИЧИНУ		
Зм.	Кіл.	Арк.	№ док	Підпис	Дата	Житловий будинок	Стадія	Аркуш
Розробив	Шахно				22.05		П	3
Перевірив	Моргун				22.05			
Керівник	Моргун				22.05			
Опонент	Христич				22.05	Загальні відомості про палі	ВНТУ гр. Б-22-мз	
Н.контроль	Маєвська І.В				22.05			

Огляд нормативної літератури по пальовим фундаментам

- + Основні нормативні документи
 - + ДСТУ Б В.2.1-10:2009 "Фундаменти будівель і споруд. Основні положення" – цей стандарт визначає загальні вимоги до проектування фундаментів, включаючи пальові. Він містить рекомендації щодо матеріалів, конструкцій та методів розрахунку пальових фундаментів.
 - + Розділ 6 цього документа присвячений пальовим фундаментам, де й розглядаються питання, що стосуються розрахунку паль, зокрема кільцевих. Ось деякі з ключових пунктів:
 - + Загальні положення:
 - + Визначає сферу застосування пальових фундаментів, типи паль, матеріали, що використовуються, та етапи проектування.
 - + Встановлює вимоги до інженерних вишукувань для пальових фундаментів.
 - + Класифікація паль:
 - + Класифікує палі за матеріалом (залізобетонні, дерев'яні, буронабивні, забивні), типом заглиблення (глибокого та неглибокого закладення), конструктивним виконанням (суцільні, порожнисті, композитні) та способом об'єднання в фундаменти (окремо стоячі, стрічкові, кушові, кільцеві).
 - + Несуча здатність паль:
 - + Визначає методи розрахунку несучої здатності паль, включаючи розрахункові опори ґрунту під оголовками та бічною поверхнею паль.
 - + Наводить методи розрахунку паль на стиск, вигин, стиск з вигином, а також на горизонтальні навантаження.
 - + Враховує вплив групи паль на несучу здатність окремої палі.
 - + Розрахункова схема пальового фундаменту:
 - + Визначає принципи вибору розрахункової схеми пальового фундаменту з урахуванням типу ґрунту, навантажень, що діють на фундамент, та конструктивних особливостей паль.
 - + Встановлює методи розрахунку деформацій пальового фундаменту під дією навантажень.
 - + Конструктивні рішення пальових фундаментів:
 - + Наводить рекомендації щодо вибору типу та розмірів паль, а також армування паль.
 - + Визначає вимоги до влаштування оголовків паль та закладних деталей.
 - + Встановлює правила опирання на палі будівель та споруд.

						08-11.МКР.025. НД			
						ОПІР ЗА МЕТОДОМ ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КІЛЬЦЕВИХ ФУНДАМЕНТІВ ТА ВПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ ПАЛІ НА ЙОГО ВЕЛИЧИНУ			
Зм.	Кіл.	Арк.	№ док	Підпис	Дата	Житловий будинок	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Шахно				22.05		П	4	
Перевірів	Моргун				22.05				
Керівник	Моргун				22.05				
Опонент	Христич				22.05	Нормативна література	ВНТУ зр. Б-22-мз		
Н.контроль	Маєвська І.В				22.05				

1.3 Кільцеві фундаменти: область застосування і приклади.

Приклад власного досвіду.



Рис. 2 Ракетний комплекс Сатурн V, штат Флорида, США

Сатурн V (Apollo) Launch Vehicle — це величезний ракетний комплекс, що використовувався NASA для запусків місячних місій програми Apollo у 1960-1970 роках. Космічний центр NASA в Кеннеді, Флорида, США, відомий своїми великими ракетними стартовими площадками, які включають в себе кільцеві фундаменти.

Розміри і масштаби: Сатурн V був одним з найбільших ракетних комплексів у світі, його висота становила близько **110 метрів**, а вага — **більше 3 тисяч тонн**. Для підтримки таких величезних навантажень і забезпечення стійкості під час запуску потрібні були масивні та міцні фундаменти.

Області застосування:

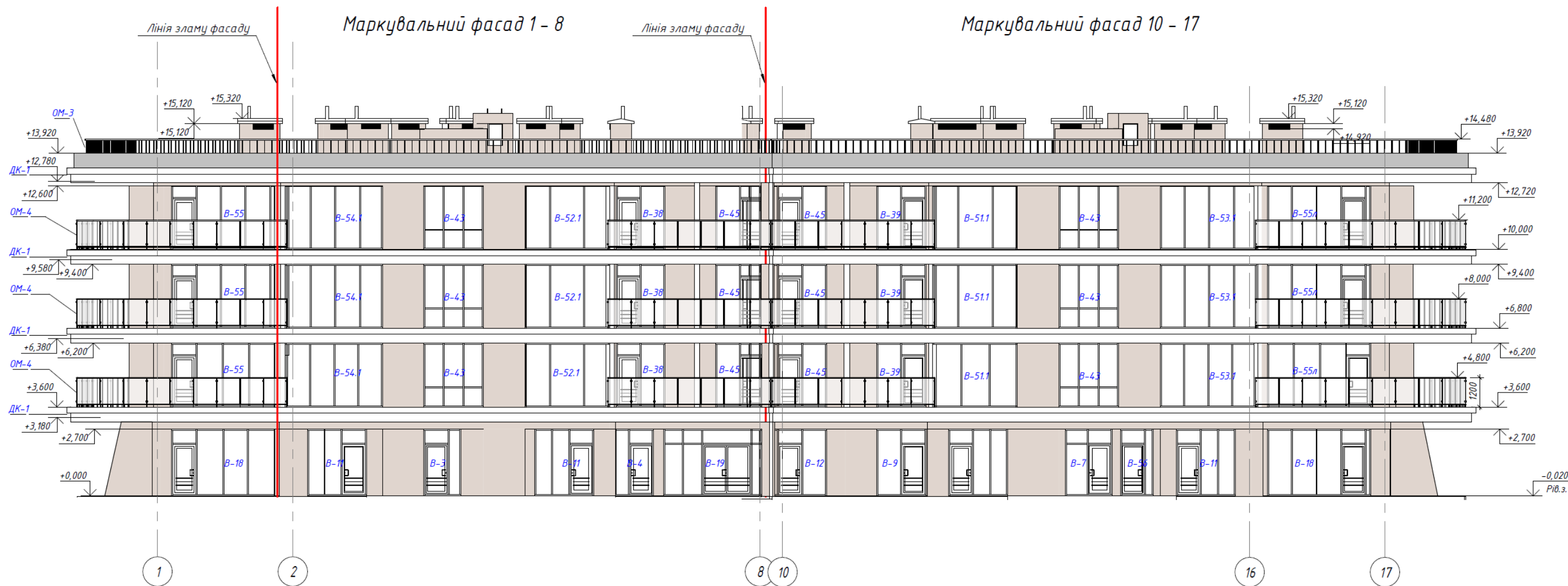
- Промислові зернообробні комплекси: силоси, хопери.
- Промислові споруди: Великі промислові споруди, такі як заводи, склади і інші промислові об'єкти, можуть потребувати кільцеві фундаменти для стійкості та рівномірного розподілу ваги.
- Енергетичні об'єкти: Вітрові та сонячні електростанції можуть використовувати кільцеві фундаменти для закріплення обладнання і забезпечення стійкості при дії вітру та інших зовнішніх навантажень.
- Величезні ємності під рідини: для нафтопродуктів, резервуари, тощо

Millennium Dome - один з найбільших купольних будинків у світі, який зараз відомий як O2 Arena, стоїть на кільцевому фундаменті, що забезпечує рівномірний розподіл ваги по всій площі купола. O2 Arena має купольну форму, що високо піднімається над рівнем землі, що дозволяє вільно розподіляти простір всередині та надає йому вражаючий зовнішній вигляд. Діаметр купола O2 Arena становить близько **365 метрів (1200 футів)**, що робить його однією з найбільших купольних споруд у світі.

Рис. 3 Концертний комплекс Millennium Dome, Лондон, Великобританія



						08-11.МКР.025. НД			
						ОПІР ЗА МЕТОДОМ ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КІЛЬЦЕВИХ ФУНДАМЕНТІВ ТА ВПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ ПАЛІ НА ЙОГО ВЕЛИЧИНУ			
Зм.	Кіл.	Арк.	№ док	Підпис	Дата	Житловий будинок	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Шахно			22.05		П	5	
Перевірів		Моргун			22.05				
Керівник		Моргун			22.05				
Опонент		Христич			22.05	Світовий досвід	ВНТУ гр. Б-22-мз		
Н.контроль		Маєвська І.В			22.05				

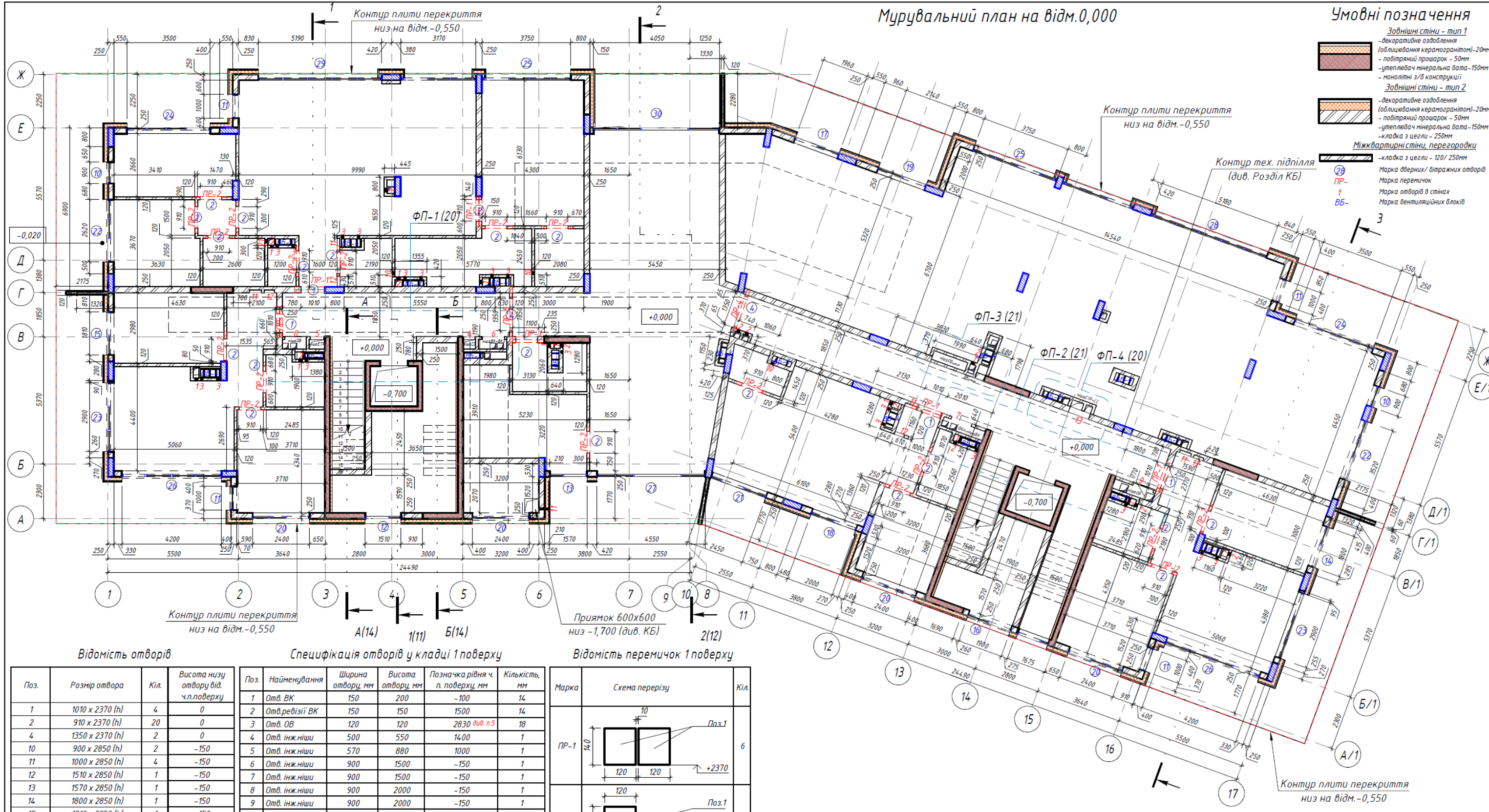


Поз.	Розміри виробу, мм		Площа виробу, м2	Кіл-ть
	Довжина	Висота		
В-3	1510	2700	4,08	1
В-4	1570	2700	4,24	1
В-11	2400	2700	6,48	2
В-18	4200	2700	11,34	1
В-19	4550	2700	12,29	1
В-38	1980	2600	5,15	3
В-43	2420	2600	6,29	3
В-45	2450	2600	6,37	3
В-52.1	3400	2600	8,84	3
В-52.2	1550	2600	4,03	3
В-54.1	3910	2600	10,17	3
В-54.2	1550	2600	4,03	3
В-55	4200	2600	10,92	3

Поз.	Розміри виробу, мм		Площа виробу, м2	Кіл-ть
	Довжина	Висота		
В-7	1900	2700	5,13	1
В-9	2000	2700	5,40	1
В-11	2400	2700	6,48	2
В-12	2450	2700	6,62	1
В-18	4200	2700	11,34	1
В-39	2000	2600	5,20	3
В-43	2420	2600	6,29	3
В-45	2450	2600	6,37	3
В-51.1	3400	2600	8,84	3
В-51.2	1550	2600	4,03	3
В-53.1	3910	2600	10,17	3
В-53.2	1550	2600	3,86	3
В-55л	4200	2600	10,92	3
В-56	1350	2700	3,65	1

1. Схеми заповнення віконних прорізів та вітражів дивись аркуш 05 АР-14. Специфікацію елементів заповнення прорізів дивись аркуш АР-32-36.
2. Колір елементів опорядження фасадів прийняти згідно паспорту опорядження фасадів.
3. Перед початком виконання фасадних робіт виконати зразки (експозитори) та погодити з Замовником
4. Фасадне освітлення дивись окремий проект розроблений спеціалізованою організацією за погодженням з Генпроектувальником та Замовником
5. В світлопрозорих конструкціях:
- дверей виходу зі сходової клітки застосовувати загартоване скло згідно п.4.4.5.17 ДСТУ-Н.Б.В.2.6.-83-2009 (НАСТАНОВА З ПРОЕКТУВАННЯ СВІТЛОПРОЗОРИХ ЕЛЕМЕНТІВ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ), ДСТУ Б.В.2.7.-14;8;
- вікон та балконних блоків застосовувати безпечне скло СМ1 (загартоване) п.4.4.5.15 ДСТУ-Н.Б.В. 2.6.-83-2009;
- огородження терас та балконів які розташовані нижче 700мм над рівнем підлоги - застосовувати безпечне скло СМ1 (загартоване багатопарове з покриттям ударостійкою плівкою) згідно вимог п.4.4.5.15 ДСТУ-Н.Б.В. 2.6.-83-2009, ДСТУ Б.В.2.7.-123:2004 та інших НД.
6. Заповнення світлопрозорих конструкцій - двокамерний склопакет з мінімальним приведеним опором конструкції теплопередачі не менше 0,75 м2К/Вт.
7. Необхідність зовнішньої ламінації вітражів, віконних, віконно-дверних виробів, видимих на фасаді, узгодити додатково.
8. Розміри конструкцій дано за отворами. При замовленні вітражів монтажні зазори примикання прийняти в залежності від конструктивних вузлів фірми-виробника віконних систем.
9. Вертикальні членування віконних виробів на схемі показано умовно. Кількість стулок, що відкриваються, тип відкривання і кут повороту узгодити додатково.
10. У місцях примикання утеплювача до фронтальної поверхні вікон передбачити дічний додатковий брус.
11. Висоту порогів дверей, що виходять на терасу (відм. низу дверного отвору), уточнити після потроїння порога покрівлі.
12. Висота та спосіб встановлення огорож виконується відповідно до ДСТУ В.2.6-49:2008 з метою забезпечення безпеки експлуатації.

						08-11.МКР.025. АР			
						ОПІР ЗА МЕТОДОМ ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КІЛЬЦЕВИХ ФУНДАМЕНТІВ ТА ВПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ ПАЛІ НА ЙОГО ВЕЛИЧИНУ			
Зм.	Кіл.	Арк.	№ док	Підпис	Дата	Житловий будинок	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Шахно			22.05		П	6	
Перевірів		Моргун			22.05				
Керівник		Моргун			22.05				
Опонент		Христич			22.05	Фасад будівлі	ВНТУ гр. Б-22-мз		
Н.контроль		Маєвська І.В			22.05				



- Умовні позначення**
- Зовнішні стіни – тип 1**
- декоративне оздоблення (облицювання керамогранітом)-20мм
 - підіграний прошарок – 50мм
 - утеплювач мінеральна вата-150мм
 - монолітні з/б конструкції
- Зовнішні стіни – тип 2**
- декоративне оздоблення (облицювання керамогранітом)-20мм
 - підіграний прошарок – 50мм
 - утеплювач мінеральна вата-150мм
 - кладка з цегли – 250мм
- Міжквартирні стіни, перегородки**
- кладка з цегли – 120/250мм
 - Марка дверних/вітражних отворів
 - Марка перемичок
 - Марка отворів в стінах
 - Марка вентиляційних блоків
- Легенда:**
- 28 – марка отворів/вітражних отворів
 - ПР-1 – марка перемичок
 - 1 – марка отворів в стінах
 - ВБ-1 – марка вентиляційних блоків

Відомість отворів

Поз.	Розмір отвору	Кіл.	Висота низу отвору від ч.п.поверху
1	1010 x 2370 (h)	4	0
2	910 x 2370 (h)	20	0
4	1350 x 2370 (h)	2	0
10	900 x 2850 (h)	2	-150
11	1000 x 2850 (h)	4	-150
12	1510 x 2850 (h)	1	-150
13	1570 x 2850 (h)	1	-150
14	1800 x 2850 (h)	1	-150
15	1810 x 2850 (h)	1	-150
16	1900 x 2850 (h)	1	-150
17	1960 x 2850 (h)	1	-150
18	2000 x 2850 (h)	1	-150
19	2140 x 2850 (h)	1	-150
20	2400 x 2850 (h)	4	-150
21	2450 x 2850 (h)	1	-150
22	2620 x 2850 (h)	2	-150
23	2900 x 2850 (h)	2	-150
24	3500 x 2850 (h)	2	-150
25	3750 x 2850 (h)	2	-150
26	4200 x 2850 (h)	2	-150
27	4550 x 2850 (h)	1	-150
28	5180 x 2850 (h)	1	-150
29	5190 x 2850 (h)	1	-150
30	5300 x 2850 (h)	1	-150

Специфікація отворів у кладці 1 поверху

Поз.	Найменування	Ширина отвору, мм	Висота отвору, мм	Позначка рівня ч.п. поверху, мм	Кількість, мм
1	Отв. ВК	150	200	-100	14
2	Отв.ревізії ВК	150	150	1500	14
3	Отв. ОВ	120	120	2830 <i>дв.п.с</i>	18
4	Отв. інж.ніші	500	550	1400	1
5	Отв. інж.ніші	570	880	1000	1
6	Отв. інж.ніші	900	1500	-150	1
7	Отв. інж.ніші	900	1500	-150	1
8	Отв. інж.ніші	900	2000	-150	1
9	Отв. інж.ніші	900	2000	-150	1
10	Отв. ОВ	140	140	2810 <i>дв.п.с</i>	3
11	Отв. ОВ	100	100	2500	1
11	ЕО щит	500	350	1500	4
12	СЗ щит	430	400	1500	4
13	Отв. інж.ніші	900	970	1000	1

Специфікація елементів перемичок 1 поверху

Поз.	Позначення	Найменування	Маса од., кг	Кільк.
Поз.1	ДСТУ Б В.2.6-55:2008	2ПБ 13-1	54	30
Поз.2	ДСТУ Б В.2.6-55:2008	2ПБ 25-3	103	1
Поз.3	ДСТУ Б В.2.6-55:2008	3ПБ 18-37	119	1

Відомість вентблоків 1 поверху

Позиція	Кількість
ВБ-2 910x300мм	4
ВБ-3 910x300мм	6
ВБ-4 910x400мм	8
Всього	18

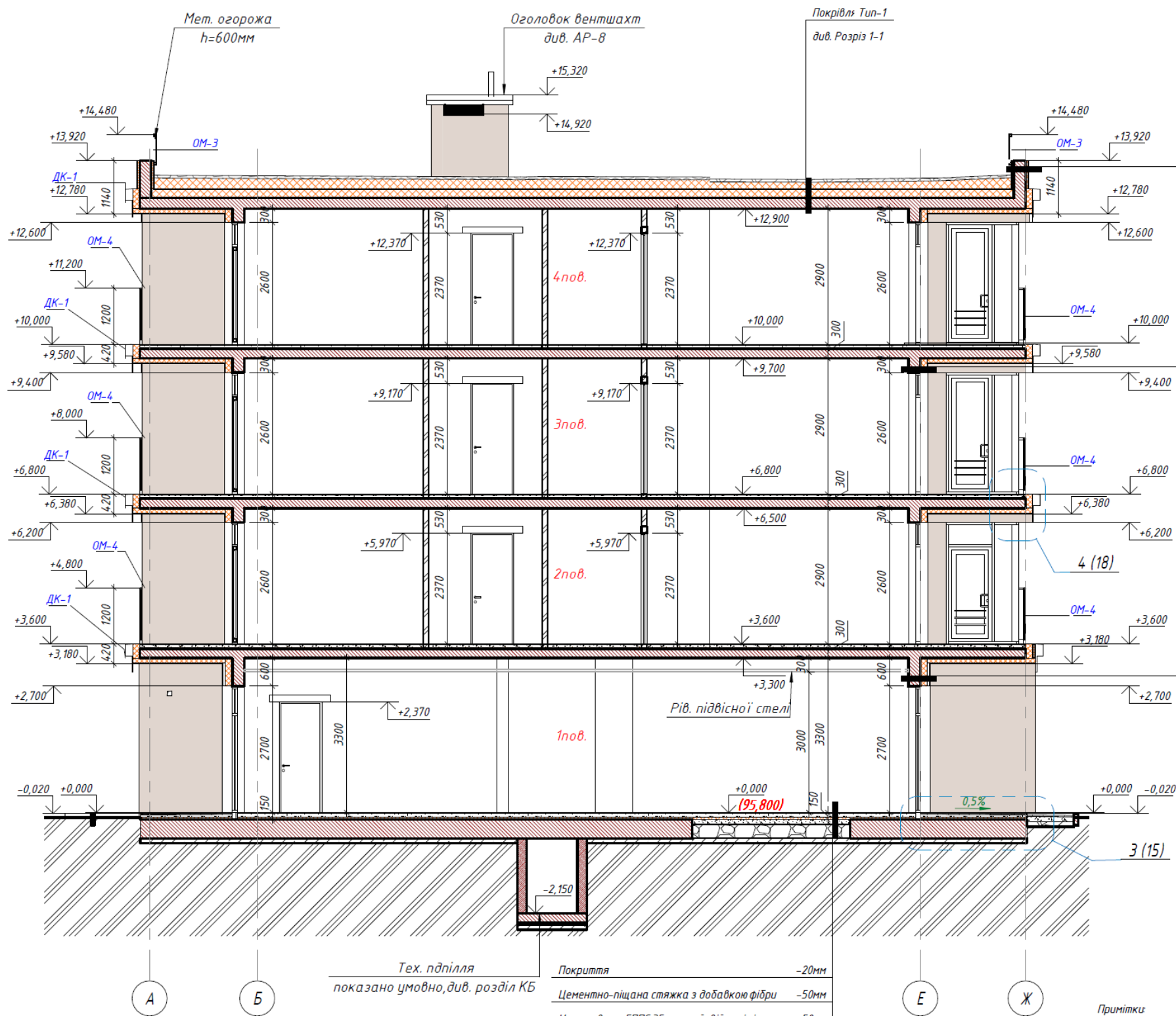
Відомість перемичок 1 поверху

Марка	Схема перерізу	Кіл.
ПР-1		6
ПР-2		18
ПР-4		1
ПР-5		1

08-11.МКР.025. АР					
ОПІР ЗА МЕТОДОМ ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КІЛЬЦЕВИХ ФУНДАМЕНТІВ ТА ВПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ ПАЛІ НА ЙОГО ВЕЛИЧИНУ					
Зм.	Кіл.	Арк.	№ док	Підпис	Дата
Розробив	Шахно				22.05
Перевірів	Моргун				22.05
Керівник	Моргун				22.05
Опонент	Христич				22.05
Н.контроль	Маєвська І.В				22.05
Житловий будинок					Стадія
					Аркуш
					Аркушів
План першого поверху					ВНТУ гр. Б-22-мз

* Розміри дверних отворів дано в кладці без урахування монтажних зазорів
** Висоти внутрішніх дверних отворів дано від позначки чистої підлоги поверху (hпідлоги=150мм).

Розріз 2-2



Туп-III Декоративна тонкошарова штукатурка	-3мм
Посилена "панцирна" сітка утоплена у клейовий розчин	-3мм
Базовий штукатурний шар	
Фасадний дюбель-зонт (4 шт./м2)	
Утеплювач - мінераловатні ізоляційні плити (miny Izovat)	
НГ р=135кг/м3, λ=0,042 Вт/(м*К)	-50мм
Клейовий шар	
Монолітна з.б. стіна парпету	-250мм
Утеплювач - мінераловатні ізоляційні плити (miny Izovat)	
НГ р=135кг/м3, λ=0,042 Вт/(м*К)	

Туп-II Декоративна тонкошарова штукатурка	-3мм
Посилена "панцирна" сітка утоплена у клейовий розчин	-3мм
Базовий штукатурний шар	
Фасадний дюбель-зонт (4 шт./м2)	
Утеплювач - мінераловатні ізоляційні плити (miny Izovat)	
НГ р=135кг/м3, λ=0,042 Вт/(м*К)	-150мм
Клейовий шар	
Монолітна з.б. стіна/ стіна з цегли	-250мм

Туп-I Керамогранітними плитами розмір 1200х600х10мм масою 25кг/м2	-20мм
Вентиляційний зазор	-50мм
Пароізоляція	
Фасадний дюбель-зонт (4 шт./м2)	
Утеплювач - мінераловатні ізоляційні плити (miny Izovat)	
НГ р=135кг/м3, λ=0,042 Вт/(м*К)	-150мм
Клейовий шар	
Монолітна з.б. стіна/ стіна з цегли	-250мм

Покриття	-20мм
Цементно-піщана стяжка з додавкою фібри	-50мм
Утеплювач - ЕППС 35 на клейовій суміші	-50мм
Бітумний праймер	
Плита підлог, армована сіткою Ø8А-500С, чарункою 200х200	
Захисний шар бетон С10/15 W8	
Геомембрана	
Ущільнений щабіль фр 5-10	
Ущільнений щабіль фр 40-70	
Ущільнений ґрунт до 1.65 (крім чорнозему буд сміття)	

Примітки
1. Даний аркуш розглядати разом з аркушами:
- вузли АР-8-10.

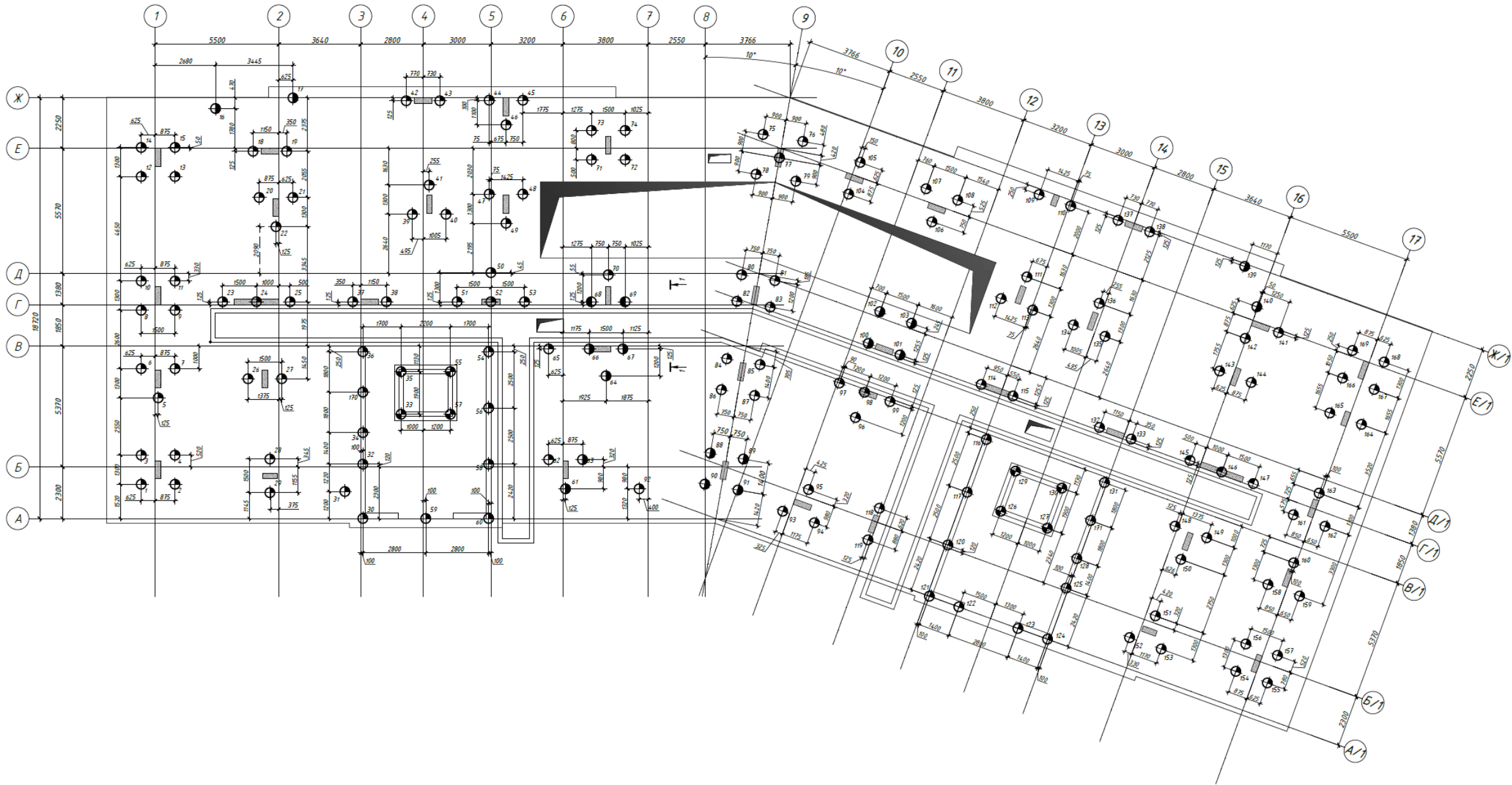
08-11.МКР.025. АР

ОПІР ЗА МЕТОДОМ ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КІЛЬЦЕВИХ ФУНДАМЕНТІВ ТА
ВПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ ПАЛІ НА ЙОГО ВЕЛИЧИНУ

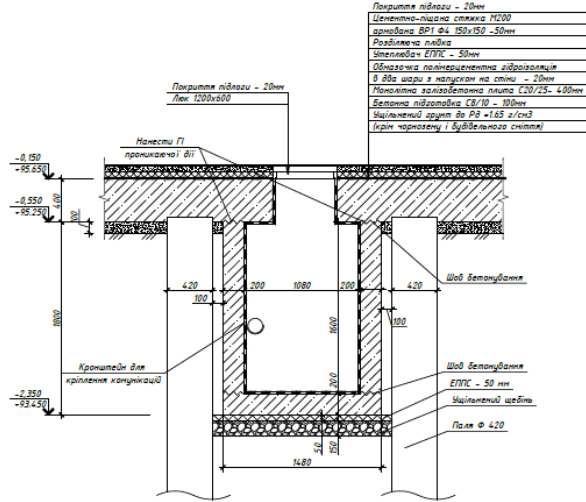
Житловий будинок	Стадія	Аркуш	Аркушів
	П	8	
Розріз будівлі	ВНТУ гр. Б-22-мз		

Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Схема розташування палі 1:150



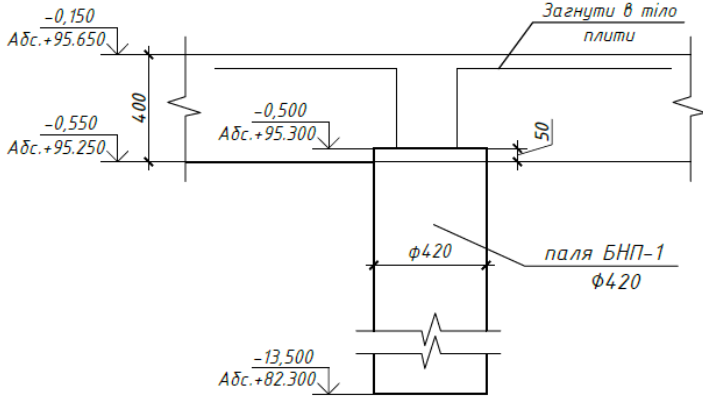
1-1
(схема влаштування техпідпілля)



Специфікація палі

Умовне Позначення палі	Назва палі	Діаметр Палі мм.	Кількість шт	Довжина палі мм.	Відмітка Верху	Відмітка низу	Армування палі
⊕	БНП-1	φ420	143	13000	-0.500	-13.500	6φ16
⊗	БНП-2	φ420	20	13000	-0.500	-13.500	6φ16 + 6φ20
⊙	БНП-1 (зрубка 550мм)	φ420	8	13000	-0.500	-13.500	6φ16

Схема з'єднання палі і розтверка



08-11.МКР.025. АБ

ОПІР ЗА МЕТОДОМ ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КІЛЬЦЕВИХ ФУНДАМЕНТІВ ТА
ВПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ ПАЛІ НА ЙОГО ВЕЛИЧИНУ

Зм.	Кіл.	Арк.	№ док	Підпис	Дата
Розробив	Шахно				22.05
Перевірів	Моргун				22.05
Керівник	Моргун				22.05
Опонент	Христич				22.05
Н.контроль	Маєвська І.В				22.05

Схема розташування палі

ВНТУ гр. Б-22-мз

Зі свого власного досвіду роботи у будівельній компанії ТОВ МУР м. Вінниця, я знаю, що кільцеві пальові фундаменти застосовуються і у аграрно-промисловому секторі - при будівництві елеваторів.

Елеватор – це такий комплекс силосів, хоперів і іншого механічного устаткування, який займається прийомкою, очисткою, сушкою, зберіганням та відвантаженням зерна на транспорт.

Нижче наводжу певні приклади елеваторів, у проектуванні яких, я брав участь у період роботи у Товаристві МУР:



Рис. 4 Перша черга будівництва комплексу елеватору по вул. Зулінського, м. Вінниця.



Фінальна стадія другої черги будівництва комплексу елеватору по вул. Зулінського, м. Вінниця, 2020 рік.



Функціонуючий елеваторний комплекс, побудований будівельною компанією ТОВ МУР по вул. Зулінського, м. Вінниця, 2021 рік.

Елеватор обсягом зберігання 210 тис. тонн

Закінчено роботи по будівництву Вінницького елеватора, зокрема:

- укладено близько 20 тис. м³ бетону;
- змонтовано 1,2 тис. тонн металоконструкцій та понад 3 тис. тонн технологічного обладнання.
- 18 силосів з плоским дном, кожен місткістю майже 11 тися тонн, конусної форми.
- транспортне обладнання продуктивністю 250т/год.
- чотири енергозберігаючі сушарки (хопери)
- З доведенням об’єму одночасного зберігання до 400 тис. тонн – Вінницький елеватор став найбільшим в регіоні, компанія ЕПЦЕНТР К.

						08-11.МКР.025. НД			
						ОПІР ЗА МЕТОДОМ ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КІЛЬЦЕВИХ ФУНДАМЕНТІВ ТА ВПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ ПАЛІ НА ЙОГО ВЕЛИЧИНУ			
Зм.	Кіл.	Арк.	№ док	Підпис	Дата	Житловий будинок	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Шахно			22.05		П	10	
Перевірів		Моргун			22.05				
Керівник		Моргун			22.05				
Опонент		Христич			22.05				
						Власний досвід використання	ВНТУ зр. Б-22-мз		
Н.контроль		Маєвська І.В			22.05				

Висновки роботи

- + Кільцевий фундамент потребує великих трудозатрат при його проектування, але це компенсується його виготовленням та вартістю матеріалів.
- + Збільшення діаметра паль зменшує напруження і деформації, покращуючи загальну стійкість системи.
- + Зменшення кроку між палями покращує розподіл навантаження і зменшує осідання.
- + Збільшення кроку між палями призводить до нерівномірного розподілу навантаження, збільшуючи напруження і осідання.
- + 5. Кільцевий фундамент з правильно підібраними геометричними параметрами та матеріалами здатен забезпечити достатню стійкість і мінімізувати деформації.
- + 6. Оптимізація геометрії паль дозволяє значно покращити розподіл навантаження та зменшити осідання.

						08-11.МКР.025. НД			
						ОПІР ЗА МЕТОДОМ ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КІЛЬЦЕВИХ ФУНДАМЕНТІВ ТА ВПЛИВ ГЕОМЕТРІЇ ПАЛІ НА ЙОГО ВЕЛИЧИНУ			
Зм.	Кіл.	Арк.	№ док	Підпис	Дата	Житловий будинок	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Шахно			22.05		П	11	
Перевірів		Моргун			22.05				
Керівник		Моргун			22.05				
Опонент		Христич			22.05				
						Висновки	ВНТУ зр. Б-22-мз		
Н.контроль		Маєвська І.В			22.05				