

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:

Оптимізація конструктивних рішень плитно-пальових фундаментів

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

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Демчура В. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., професор

(вчений ступінь, посада)

Друкований М. Ф.

(прізвище та ініціали)

« 22 » 06 2022 р.

Опонент: к.т.н., доцент

(вчений ступінь, посада)

Остапенко О. П.

(прізвище та ініціали)

« 22 » 06 2022 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри БМГА

Швєць

В. В. Швєць

(прізвище та ініціали)

« 22 » 06 2022 року

Вінниця ВНТУ - 2022 рік

Вінницький національний технічний університет  
(повне найменування вищого навчального закладу)

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри БМГА

Швець В.В.

"11" 03 2022 року

### ЗАВДАННЯ

#### НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА

Демчура Володимира Васильовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Оптимізація конструктивних рішень  
плитно-пальових фундаментів  
керівник роботи Друкований М. Ф., д.т.н., професор  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Строк подання магістрантом роботи 6.06.2022 р.
3. Вихідні дані до роботи Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту  
проектування, результати інженерно-геологічних вишукувань. Передбачається  
проектування 25 ти поверхової будівлі, з висотою поверху – 3.0 м. Повна висота  
будівлі складає 78,8 м. Передбачені квартири: однокімнатні, двокімнатні,  
трьохкімнатні. Результати попередніх досліджень роботи плитних фундаментів,  
результати огляду літературних джерел.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно  
розробити) Вступ (актуальність та новизна наукових досліджень, об'єкт, предмет,  
мета і задачі, практична значимість, методи досліджень, апробація)
1. Науково-дослідна частина (огляд літературних джерел, створення розрахункової  
моделі системи «будівля – плитно-пальовий фундамент – основа», дослідження  
напружено-деформованого стану, аналіз одержаних результатів, виявлення впливу  
кількості паль на напружено-деформований стан системи «будівля – плитно-  
пальовий фундамент – основа».
2. Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту (розрахунок планувальних  
відміток генплану, специфікації на збірні залізобетонні конструкції, віконні та дверні  
випилення, експлікація підлоги, теплотехнічний розрахунок).
3. Основи та фундаменти (розробка конструктивного рішення плитно-пальових  
фундаментів за рекомендаціями норм та за результатами досліджень)
4. Розробка заходів з охорони праці та цивільного захисту.
5. Економічна частина (економічні розрахунки на прикладі технічного об'єкту).
- Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1. Науково-дослідний розділ – 6-8 арк. (плакати, що ілюструють результати науково-дослідної роботи)
  2. Архітектурно-будівельні рішення – 2 арк. (фасад, генеральний план, плани, покрівлі, розріз, вузли)
  3. Основи і фундаменти – 1 арк. (план фундаментів, геологічний розріз з посадами фундаментів, робочі креслення)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконано прийнято
Науковий розділ	Друкований М. Ф., д.т.н., проф.		
Технічний розділ	Друкований М. Ф., д.т.н., проф.		
Розділ Економіка	Демчук В. В., к.б.н., доцент		
Розділ ОП	Кобилевська Т. М., к.пед.н., доцент		

7. Дата видачі завдання 11.03.2022 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

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

Магістрант Демчук В. В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи Друкований М. Ф.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

УДК 624.15

Демчур В. В. Оптимізація конструктивних рішень плитно-паливових фундаментів. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», освітня програма – «Промислове та цивільне будівництво». Вінниця : ВНТУ, 2022. 109 с.

Укр. мовою. Бібліогр.: 68 назв; рис. 22; табл. 25.

В магістерській кваліфікаційній роботі досліджено напружено-деформований стан системи «будівля – паливо-плитний фундамент – основа» при різній кількості палів. Встановлено, що ростверк плитного фундаменту включається в роботу і за рахунок цього можна зменшити кількість палів у складі плитно-паливового фундаменту.

В технічній частині роботи розроблена конструкторська документація багатоповерхового житлового будинку в Голосіївському районі міста Києва, що виконана із залізобетонним монолітним каркасом, з стінами та перегородками з пінобетону. Розглянуті питання архітектурно-планувальних рішень, виконано проектування фундаментів та розділ охорони праці.

Магістерська кваліфікаційна робота містить 13 аркушів графічної частини.

Ключові слова: забивна паля, ростверк, плитно-паливовий фундамент, напружено-деформований стан, перерозподіл зусиль.

## ABSTRACT

Demchur VV Optimization of constructive decisions of slab-pile foundations. Master's degree in specialty 192 - "Construction and Civil Engineering", educational program - "Industrial and Civil Engineering". Vinnytsia: VNTU, 2022. 109 p.

Ukr. language. Bibliogr .: 68 titles; Fig. 22; table 25.

In the master's qualification work the stress-strain state of the system "building - pile-slab foundation - foundation" with different number of piles is investigated. It is established that the grid of the slab foundation is included in the work and due to this it is possible to reduce the number of piles in the slab-pile foundation.

In the technical part of the work, the design documentation of a multi-storey residential building in Holiivskyi district of Kyiv has been developed, which is made with a reinforced concrete monolithic frame, with walls and partitions made of foam concrete. The issues of architectural and planning decisions are considered, the design of the foundations and the section of labor protection are performed.

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

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

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. Аналіз сучасного стану питання .....	8
Висновки за розділом 1 .....	25
РОЗДІЛ 2. Чисельне моделювання НДС системи «будівля – плитно-пальовий фундамент – основа».....	26
Висновки за розділом 2.....	35
РОЗДІЛ 3. Аналіз і узагальнення результатів досліджень.....	36
Висновки за розділом 3.....	40
Розділ 4. Технічна частина.....	41
4.1 Архітектурно-будівельні рішення .....	41
4.1.1 Вихідні дані.....	41
4.1.2 Рішення по генплану .....	42
4.1.3 Об’ємно-планувальні рішення.....	44
4.1.4 Архітектурно-конструктивні рішення.....	45
4.1.4.1 Фундаменти .....	45
4.1.4.2 Стіни.....	45
4.1.4.3 Внутрішні стіни та перегородки .....	46
4.1.4.4 Перекриття .....	46
4.1.4.5 Дах, покрівля .....	47
4.1.4.6 Підлога .....	47
4.1.4.7 Сходи.....	49
4.1.4.8 Вікна та двері.....	49
4.1.5 Зовнішнє та внутрішнє оздоблення.....	50
4.1.6 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни.....	51
4.1.7 Інженерне обладнання.....	53
4.1.7.1 Водопостачання.....	53
4.1.7.2 Каналізація.....	54

4.1.7.3 Опалення .....	54
4.2 Основи та фундаменти .....	55
4.2.1. Аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчику .....	55
4.2.2 Визначення навантажень на фундаменти .....	58
4.2.3. Розрахунок варіанту фундаменту бурових паль .....	59
4.2.3 Перевірка навантаження на палі .....	61
4.2.4. Розрахунок осідання .....	62
4.2.5 Проектування фундаменту за результатами дослідження .....	64
Висновки за розділом 4 .....	65
РОЗДІЛ 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях .....	66
5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта .....	67
5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць .....	67
5.1.2 Електробезпека .....	70
5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії .....	72
5.2.1 Мікроклімат .....	72
5.2.2 Склад повітря робочої зони .....	72
5.2.3 Виробниче освітлення .....	73
5.2.4 Виробничий шум .....	75
5.2.5 Психофізіологічні фактори .....	76
5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження стійкості роботи системи електропостачання району забудови в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій .....	78
5.3.1 Дослідження стійкості роботи системи електропостачання району житлової забудови міста в умовах дії іонізуючих випромінювань .....	79
5.3.2 Дослідження стійкості роботи системи електропостачання району житлової забудови в умовах дії електромагнітного імпульсу .....	80
Висновки за розділом 5 .....	83
РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА .....	84
6.1 Техніко-економічне порівняння варіантів фундаментів .....	84

	4
Висновки за розділом 6.....	89
Загальні висновки.....	90
Список використаних джерел.....	92
Додаток А. Технічне завдання.....	101
Додаток Б. Протокол перевірки .....	107



## ВСТУП

Пальово-плитний фундамент передбачає включення в роботу як паль, так і плити. Він застосовується у випадках, коли ґрунт під підошвою фундаменту може включитися в роботу і сприйняти частину навантаження. Даний тип фундаментів ефективний при боротьбі з креном будівлі у випадках, якщо на фундамент діють нерівномірно прикладені навантаження або фундамент під висотною частиною не поділений швами від іншої, як правило підземної частини будинку, а також для зниження впливу нового будівництва на відповідні будівлі і споруди. В цілому така конструкція фундаменту є найбільш ефективною при будівництві багатофункціональних комплексів, що складаються з висотних частин, об'єднаних єдиним стилобатом.

При проектуванні плитно-пального фундаменту враховується взаємодія ростверку і ґрунту в його основі. Порівняно з традиційними методами розрахунок і проектування пальово-плитного фундаменту вимагає застосування більш складної моделі взаємодії між основами та спорудою.

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

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

Мета і задачі дослідження. Метою даного дослідження є напружено-деформований стану системи «будівля – пальово-плитний фундамент – основа».

Для реалізації даної мети необхідно вирішити наступні задачі:

- проаналізувати стан питання та теоретичні передумови дослідження;
- виконати математичне моделювання системи «будівля–плитно-пальовий фундамент–основа»;
- дослідити вплив різних факторів на НДС системи «будівля–плитно-пальовий фундамент–основа»;
- розробити рекомендації щодо врахування взаємодії ґрунтової основи з ростверком плитно-пального фундаменту для реальних об'єктів.

Об'єкт дослідження – фактори що впливають на роботу системи «будівля–плитно-пальовий фундамент–основа».

Предмет дослідження – плитно-пальовий фундамент.

Методи дослідження. Чисельно-математичне моделювання для дослідження системи «будівля – плитно-пальовий фундамент – основа»; порівняння роботи плитно-пального фундаменту при зміні його параметрів.

Наукова новизна одержаних результатів – у роботі дістали подальшого розвитку методи дослідження НДС системи «будівля–плитно-пальовий фундамент–основа» з низьким ростверком, встановлено характер впливу різних факторів на його роботу.

Практичне значення одержаних результатів полягає в розробці рекомендацій щодо розрахунку плитно-пальових фундаментів при проектуванні.

Особистий внесок магістранта полягає у виявленні факторів, що впливають на напружено-деформований стан системи «будівля – плитно-пальовий фундамент – основа».

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

Публікації.

«Оптимізація конструктивних рішень плитно-пальових фундаментів» на LI науково-технічній конференції факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання, ВНТУ (березень, 2022 р.)  
(<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2022/paper/view/16166/13598> ).

## РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПИТАННЯ

З 2000-х років почали досліджувати та конструювати пальово-плитні фундаменти з ґрунтовими основами. Такі фундаменти почали досліджувати: В.Ф. Александрович, В.В. Бабанова, В.О. Барвашова, А.О. Бартоломей, Б.В. Бахолдін, І.П. Бойко, В.М. Голубков, Н.З. Готман, А.Ж. Жусупбеков, В.В. Знаменський, І.В. Колибін, Р.А. Мангушев, І.Т. Мирсаяпов, М.І. Никитенко, Ю.Р. Оржеховський, В.П. Петрухін, О.В. Пилягін, А.М. Рузаєв, О.В. Самородов, В.О. Сахаров, В.Л. Сєдін З.Г. Тер-Мартirosян, Ю.Ф. Тугаєнко, В.М. Улицький, В. Фіораванте, Р. Франк, Д.Ю. Чунюк, О.Г. Шашкін, О.О. Шулятьєв, S. Jamshid, R.M. Jonnson, R. Katzenbach, S.W. Lacz, G.G. Meyerhof, A. Mondolini, G.H. Poulos, M. Randolph, O. Reul, A. Tejchman та інші [2-4, 5, 7, 10, 17-31, 33-36, 38, 40-42].

На основі накопиченого досвіду в даний час вироблені наступні положення для проектування пальово-плитного фундаменту:

- застосовування меншої кількості довгих паль замість великої кількості коротких;
- палі слід розташовувати в зоні дії навантаження;
- при розрахунку несучої здатності паль слід враховувати перевантаженість кутових і периметральних паль у порівнянні з центральними;
- заходи по збереженню природного стану ґрунту під плитою повинні бути складовою частиною проекту;
- між плитною частиною ростверку і палями слід виконувати зазор, який після включення фундаментної плити у роботу замонолічується [46].

Дослідження взаємодії паль показали, що краще використовувати меншу кількість паль і розташовувати їх у зоні концентрації навантаження (під колоною або пілоном), чим більша кількість паль, тим і вищий ростверк.

Для вирівнювання навантаження між центральними і периметральними палями останні виконуються більш короткими [47], можна також збільшити несучу здатність центральних паль по бічній поверхні або під вістрям шляхом ін'єкції цементного розчину або попереднього обтиснення ґрунту під нижнім кінцем паль [48].

Збереження природного стану ґрунту під плитою можна досягти шляхом недобору ґрунту на 1-1,5 м або влаштуванням армованої бетонної підготовки товщиною 200-250 мм, в якій залишаються отвори для виконання паль. У разі застосування забивних паль їх занурення здійснюється через задалегідь пробурені свердловини глибиною 1-2 м діаметром  $0,9 d$ , де  $d$  – сторона квадратного перерізу палі [49]. Дана глибина буріння повина визначатися дослідним шляхом або розрахунком таким чином, щоб не сталося руйнування силової бетонної підготовки – з однієї сторони і ущільнився ґрунт під плитою – з іншого, тим самим більш ефективно включившись в роботу.

У статті Бамбури А.М., Ковальського Р.К., Слюсаренка Ю.С. [9] розглянуто визначення величини навантаження, яке передається ростверком пальового фундаменту на ґрунт в залежності від етапів навантаження. Врахування роботи ґрунту під низьким ростверком пальового фундаменту дозволяє збільшити навантаження або зменшити осідання такого фундаменту. При цьому в залежності від геометричних параметрів пальового фундаменту, інженерно-геологічних умов майданчику будівництва та навантаження збільшення навантаження або зменшення осідання може бути в межах 10...70 % від їх початкового значення, згідно проведених експериментальних даних. Це дає змогу проектувати більш економічні пальові фундаменти, що є актуальним з врахуванням збільшення питомої ваги такого типу фундаменту для сучасних будівель. А тому можливість прогнозування величини навантаження, яке передається ростверком

пального фундаменту на ґрунт, дасть можливість більш широко використовувати економічні палеві фундаменти.

На сьогоднішній час проведена значна кількість експериментів з визначення вищезазначеного параметру. Особливої уваги заслуговують експериментальні дані приведені в праці під редакцією Бартоломея А.А. [19]

Короткий опис результатів експериментів, які проведені Бартоломеєм А.А. Інженерно-геологічна будова майданчику, де були проведені експерименти, представлена древньо четвертинними та верхнє пермськими відкладеннями. Потужність глин та суглинків складає 14 м (6 м – потужність глин та 8 м – потужність суглинків]. Їх консистенція змінюється від туго пластичної до напівтвердої. Підземні води в межах 14 м товщі не викриті. На майданчику були випробуванні палеві фундаменти з низьким та високим ростверками з палей перерізом 30x30 см, довжиною 6 м та 12 м. Характерною особливістю майданчику є те, що суглинки та глини мають фактично однакові механічні характеристики та деякі фізичні характеристики:  $c=19$  кПа,  $\varphi=19^\circ$ ,  $E=11930$  кПа,  $e=0,78$ .

На майданчику випробувано чотири палевих фундаменти з 6 м палями при їх однорядному та двох рядному розташуванні та при високому та низькому ростверках, а також два палевих фундаменти з 12 м палями при їх однорядному та двох рядному розташуванні та при високому та низькому ростверках.

Геометричні параметри палевих фундаментів представлені в табл.1.1.

Допустиме розрахункове навантаження на палю при осіданні 40 мм складає: паля довжиною 6м - 450 кН, паля довжиною 12 м- 600 кН.

Результати випробувань восьми палевих фундаментів з високим та низьким ростверком приведені в таблиці 1.2. В таблиці приведені залежність осідань палевих фундаментів від прикладеного навантаження.

Таблиця 1.1 – Геометричні параметри пальових фундаментів

№	Довжина паль, м	Крок паль, м	Кількість рядів паль, шт.	Кількість паль в одному ряді, шт.	Загальна кількість паль, шт.	Розмір ростверку в плані, dxl, м	Глибина закладення підшви ростверку, м
1	6	0,9	1	4	4	0,4x3,10	0
2	6	0,9	2	5	10	1,4x4,00	0
3	12	0,9	1	4	4	0,4x3,10	0
4	12	0,9	2	4	8	1,4x3,15	0

Таблиця 1.2 – Результати випробування пальових фундаментів статичним вдавлюючим навантаженням.

Тип фундаменту	Стрічковий однорядний				Стрічковий двохранний			
	Тип ростверку при довжині паль 6м,		Тип ростверку при довжині паль 12м,		Тип ростверку при довжині паль 6м,		Тип ростверку при довжині паль 12м,	
	високий	низький	високий	низький	високий	низький	високий	низький
Величина навантаження, кН								
0	0	0	0	0	0	0	0	0
400	5	4	2	2	-	-	-	-
800	11	8	3	3	8	6	3	3
1200	20	13	6	4	-	-	-	-
1600	28	20	12	9	17	13	6	5
2000	40	30	18	15	-	-	-	-
2400	66	54	30	26	27	21	8	6
2800	-	-	54	44	-	-	-	-
3200	-	-			38	30	19	13
4000	-	-			47	38	30	24
4800	-	-			62	50	44	37
5600	-	-					70	54

Теоретичне визначення величини навантаження, яке передається ростверком пального фундаменту на ґрунт та порівняння з експериментальними даними Бартоломея А.А.

Визначення величини включення в роботу ґрунту під ростверком визначається за формулою (теоретичні викладки формули представлені в праці [Ошибка! Закладка не определена.]):

$$\alpha = \frac{\left( \frac{h_{a,y.f.} \cdot m_{v,y.f.} \cdot k_4}{A_{y.f.}} (N_{II} + G_{zp}) - \sigma_{zg,y.f.} \cdot h_{a,y.f.} \cdot m_{v,y.f.} \cdot k_4 + \sigma_{zg,p.} \cdot h_{a,p} \cdot m_{v,p} \cdot k_1 \cdot k_3 \right)}{N_{II} \left( \frac{h_{a,y.f.} \cdot m_{v,y.f.} \cdot k_4}{A_{y.f.}} + \frac{h_{a,p} \cdot m_{v,p} \cdot k_1 \cdot k_3}{A_p \cdot k_2} \right)} \quad (1.1)$$

де  $\alpha$  - коефіцієнт, що визначає величину від загального навантаження, що передається підшоною ростверку на ґрунт;

$N_{II}$  - величина нормативного вертикального навантаження в рівні підшоши ростверку, кН;

$A_p$  - площа підшоши ростверку, м<sup>2</sup>;

$\sigma_{zg,p.}$  - побутовий тиск ґрунту в рівні підшоши ростверку, кПа;

$h_{a,p}$  - потужність активної зони основи ростверку, м;

$m_{v,p}$  - коефіцієнт відносної стисливості, м<sup>2</sup>/кН;

$k_1$  - коефіцієнт, що визначається з умови рівності осадки, яка порохована за методом лінійно-деформованого шару осадці, яка порохована за методом еквівалентного шару, для ростверку;

$k_2$  - коефіцієнт, який враховує площу ростверку, що контактує з ґрунтом;

$k_3$  - коефіцієнт, що враховує підйом поверхні ґрунту при розробці глибоких котлованів, для котлованів глибиною до 5 м зазначений коефіцієнт рівний 1;



$A_{y.ф.}$  - площа підошви умовного фундаменту,  $m^2$ , визначається згідно положень ДБН В2.1-10-2009;

$G_{sp}$  - вага ґрунту в умовному фундаменті, кН;

$\sigma_{zg.y.ф.}$  - побутовий тиск ґрунту в рівні підошви умовного фундаменту, кПа;

$h_{a.y.ф.}$  - потужність активної зони основи умовного фундаменту, м;

$m_{v.y.ф.}$  - коефіцієнт відносної стисливості умовного фундаменту,  $m^2/kH$ ;

$k_4$  - коефіцієнт, що визначається з умови рівності осадки, яка порахована за методом лінійно-деформованого шару осадці, яка порахована за методом еквівалентного шару, для умовного фундаменту.

Однак, при розрахунку коефіцієнту, що визначає величину від загального навантаження, яке передається підошвою ростверку на ґрунт, необхідно врахувати той факт, що навантаження на основу під ростверком не повинно перевищувати її розрахункового опору. В таблиці 3 представлено величини розрахункового опору ґрунту та допустимого розрахункового навантаження.

Таблиця 1.3 – Величина розрахункового опору та допустимого розрахункового навантаження на ґрунт під ростверками пальових фундаментів.

Розмір ростверку в плані, $d \times l$ , м	Площа ростверку, $A$ , $m^2$	Розрахунковий опір ґрунту, $R$ , кПа	$R \times A$ , кН	Несуча здатність ґрунту, $\square_c N_u / \square_{II}$ кН
0,4x3,10	1,24	129	160	278
1,4x4,00	5,60	140	784	1573
1,4x3,15	4,41	140	617	1252

Осідання пального фундаменту з врахуванням роботи ґрунту під ростверком визначаємо за формулою (теоретичні викладки формули представлені в праці [Ошибка! Закладка не определена.]):

$$s_p = \left( \frac{\alpha N_{II}}{A_p k_2} - \sigma_{zg,p} \right) h_{a,o} m_{v,p} k_1 k_3 \quad (1.2),$$

позначення у формулі див. вище.

Визначення величини коефіцієнта, що визначає величину навантаження, яке сприймає ґрунт під ростверком, і як наслідок зменшення осадки, за результатами експериментальних даних визначали, як відношення різниці величин осадок паливих фундаментів з високим та низьким ростверком до величини осадки пального фундаменту з високим ростверком.

Величини коефіцієнта, що визначає навантаження, яке сприймає ґрунт під ростверком, які отримані розрахунковим та експериментальним шляхом представлено в табл. 1.4.

В табл. 1.4 розрахунок коефіцієнта  $\alpha$  виконувався до величини навантаження, яке не перевищувало допустимого розрахункового навантаження на палю:

- для однорядного фундаменту з палями довжиною 6м – 1800 кН;
- для однорядного фундаменту з палями довжиною 12м – 2400 кН;
- для двохрядного фундаменту з палями довжиною 6м – 4500 кН;
- для двохрядного фундаменту з палями довжиною 12м – 4800 кН.

З таблиці 1.4 видно, що величина  $\alpha$ , як згідно експериментальних даних, так і розрахункових, має загальну тенденцію - із збільшенням навантаження абсолютна величина зменшується, це ще раз підтверджує той факт, що навантаження, яке сприймає на себе ґрунт під ростверком не може перевищувати його несучої здатності.

Таблиця 1.4 – Величина коефіцієнта  $\alpha$ , визначеного за експериментальними даними та представленою методикою

Тип фундаменту	Стрічковий однорядний				Стрічковий дворядний			
	$\alpha$ , довжина паль 6м,		$\alpha$ , довжина паль 12м,		$\alpha$ , довжина паль 6м,		$\alpha$ , довжина паль 12м,	
	Експеримент	За формулою (1.1)	експеримент	За формулою (1.1)	експеримент	За формулою (1.1)	експеримент	За формулою (1.1)
Величина навантаження, кН								
0	0	0	0	0	0	0	0	0
400	0,200	0,291	0	0,192	-	-	-	-
800	0,273	0,200*	0	0,200*	0,250	0,339	0	0,216
1200	0,350	0,133*	0,333	0,133*	-	-	-	-
1600	0,285	0,100*	0,250	0,100*	0,235	0,332	0,167	0,214
2000	0,250	0,080*	0,167	0,080*	-	-	-	-
2400	0,182		0,133	0,067*	0,222	0,329	0,250	0,213
2800	-	-	0,185		-	-	-	-
3200	-	-			0,211	0,245*	0,263	0,193*
4000	-	-			0,191	0,196*	0,200	0,154*
4800	-	-			0,194	0,163*	0,159	0,129*
5600	-	-					0,228	

Примітка: \* - величина  $\alpha$  отримана з умови не перевищення тиску під ростверком від зовнішнього навантаження розрахункового опору ґрунту (див. табл. 1.3).

Значна розбіжність між експериментальним та теоретичним значенням  $\alpha$  особлива помітна на кінцевих етапах навантаження, це пояснюється тим, що в розрахунковій формулі як критерій, що обмежує максимальну величину

навантаження, що може бути передане на ґрунт, прийнято розрахунковий опір ґрунту (оскільки робота розглядається в лінійній стадії). Хоча в реальності на цих ступенях навантаження ґрунт під ростверком частково переходить в пластичну стадію, але не досягає граничного стану.

На рис. 1.2 та 1.3 представлено графіки «навантаження – осідання» згідно експериментальних даних та згідно запропонованої методики. Як видно з приведених графіків в межах лінійної залежності осідання від навантаження, осідання пальових фундаментів, яке пораховано за приведеною методикою має гарну збіжність з експериментальними даними, максимальна похибка складає 35 %. При цьому абсолютна величина осідання, яке пораховано, має більші значення, ніж згідно експериментальних даних, що йде у запас.

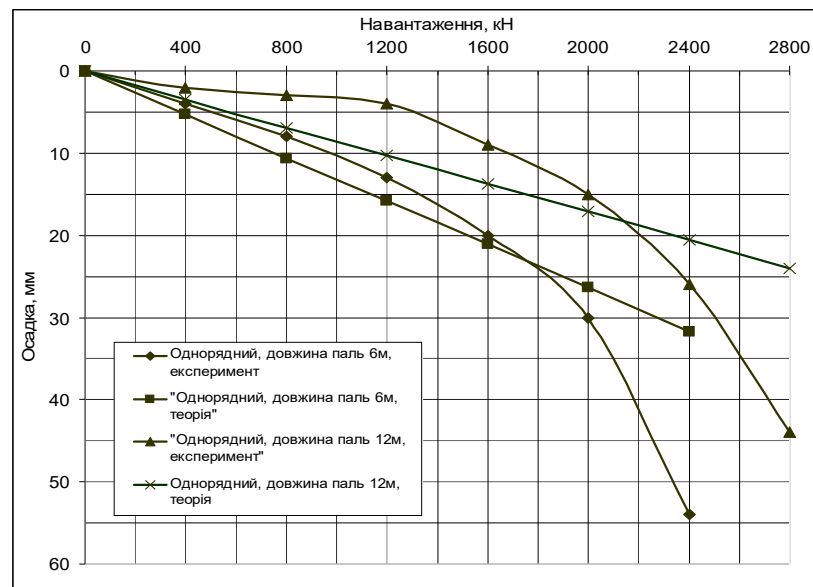


Рисунок 1.2 – Залежність „навантаження-осідання” для однорядних пальових фундаментів при довжині паль 6 м та 12 м

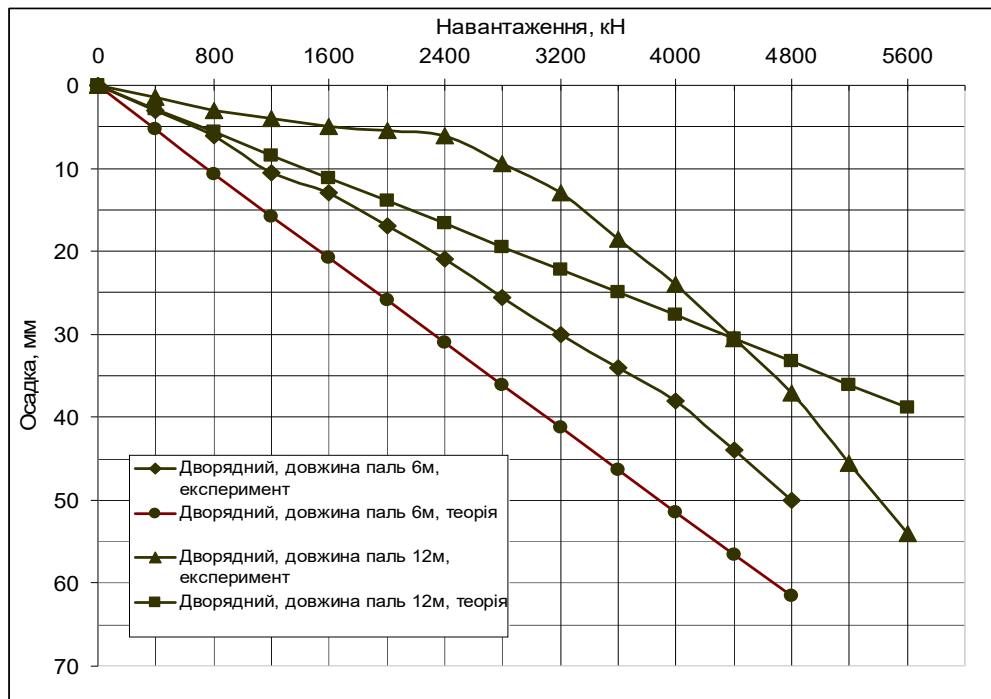


Рисунок 1.3 – Залежність „навантаження-осідання” для дворядних пальових фундаментів при довжині паль 6 м та 12 м

Така розбіжність може бути викликана наступними факторами: неточністю визначення фізико-механічних характеристик ґрунтів на майданчиках; не виявленої неоднорідності ґрунтової основи; не достатньою чутливістю приладів при вимірюванні та інше.).

У статті В.В. Знаменського і А.М. Рузаєва [42] наводяться дані відомих фахівців-геотехніків з ряду країн, які допускають істотну (35-50%) участь роботи низького ростверку в передачі навантаження на ґрунт в пальово-плитному фундаменті.

У ході досліджень у сфері роботи плитно-пальових фундаментів виділилося два основних напрями: дослідження фундаментів, що влаштовані за класичною технологією (тобто виконання ростверку на ґрунтовій основі), і розробка вдосконалених видів пальових фундаментів, що працюють стабільно.

Пропонуються різні способи зведення плитно-пальових фундаментів [1, 11 та ін.], що передбачають зазори між плитою і палями з метою або

ущільнення «слабких» ґрунтів під плитою, або попереднім навантаженням одиничних паль і подальшим поєднанням плити ростверку з палями.

В.В. Лушніковим та І.А. Мареніновим [1] запропонований спосіб зведення пального фундаменту з прокладками між палею та ростверком з пластичного матеріалу (рис 1.4).

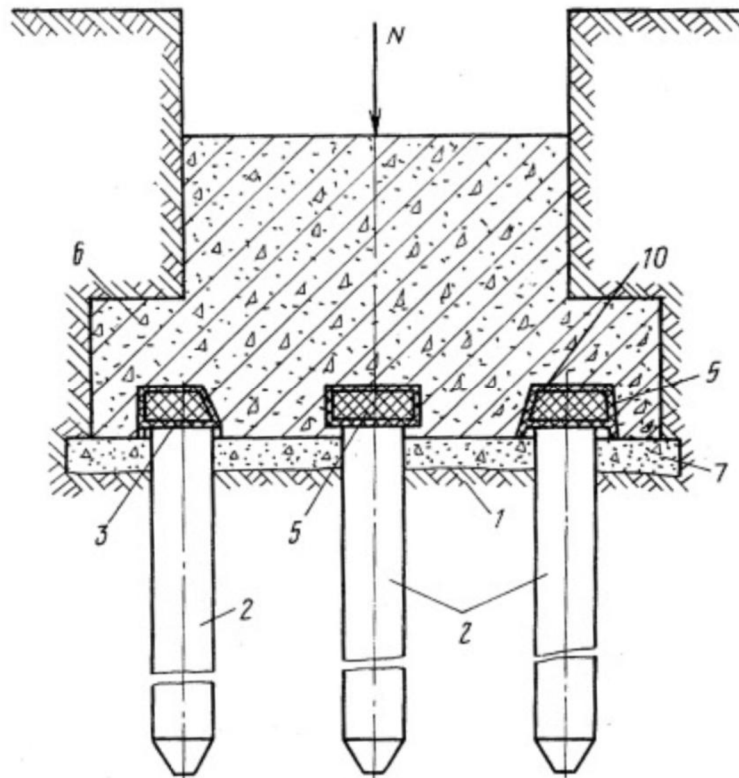


Рисунок 1.4 – Спосіб зведення пального фундаменту, запропонований В.В. Лушніковим та І.А. Мареніновим: 1 - ґрунт; 2 - палі; 3 - торці паль; 5 - прокладки з пластичного матеріалу (бітуму); 6 - ростверк; 7 - бетонна підготовка; 8 - скоси; 9 - зазор; 10 - гніздо після утворення зазору

В.В. Лушніковим, Ю.Р. Оржеховським, М.В. Сметаніним та А.С. Ярдяковим у 2007 р. була запропонована конструкція плитно-пального фундаменту [40], що включає палі та залізобетонну плиту або ростверк,

демпфуючі прокладки між головами паль та залізобетонною плитою або ростверком з матеріалу, що легко деформується (рис. 1.3).]

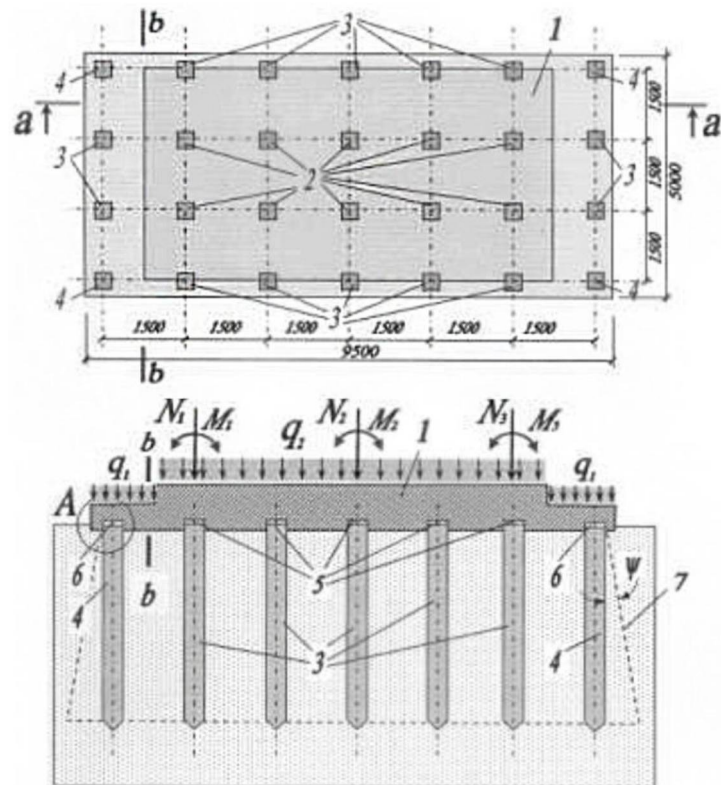


Рисунок 1.5 – Плитно-пальовий фундамент В.В. Лушнікова: а) схема в плані; б) розріз; 1 - плита; 2 - центральні палі; 3 - крайні палі; 4 - кутові палі; 5, 6 - прокладки; 7 - умовний фундамент

Як демпфуючі прокладки пропонується використовувати екструдований пінополістирол. Розрахункова товщина демпфуючих прокладок береться в межах від 10 мм до 60 мм зі збільшенням у напрямку від центральних і середніх рядів паль до крайніх рядів паль та кутових паль зі співвідношенням 1: 2: 3, або з однаковою товщиною в межах від 10 до 60 мм, причому співвідношення модуля деформації матеріалу прокладок над головами середніх рядів паль, крайніх рядів паль та над кутовими палями приймається як 3:2:1.

Застосування в конструкції В.В. Лушнікова досить міцного пінополістиролу дозволяє повністю зберегти проектну висоту прокладок при відносно невеликих навантаженнях, що виникають при бетонуванні

залізобетонної плити або ростверку. Окрім того, виготовленням прокладок з чітко паралельними поверхнями забезпечується надійна якість контакту голів паль із залізобетонною плитою або ростверком після утворення повного осідання плити або ростверку.

У патенті на корисну модель І.В. Колибіна, І.Г. Ладиженського та В.П. Петрухіна [48] пропонується конструкція плитно-пального фундаменту, що включає залізобетонну плиту-ростверк з наскрізними отворами і розташовані в них палі із заглибленням не більше 0,1-0,15 товщини плити ростверку з можливістю в процесі зведення будівлі вертикального переміщення плити-ростверку на 20 -80% величини гранично допустимого осідання будівлі щодо паль з подальшим замонолічуванням отворів і зазорів бетоном врівень з поверхнею плити-ростверку і завершенням зведення будівлі.]

Г.Ф. Пеньковським, І.І. Сахаровим та А.В. Єршовим [46] пропонується спосіб зведення плитно-пального фундаменту, який полягає в улаштуванні зазорів навколо кожної палі в процесі влаштування плити ростверку на поверхні ґрунту (рис. 1.6).

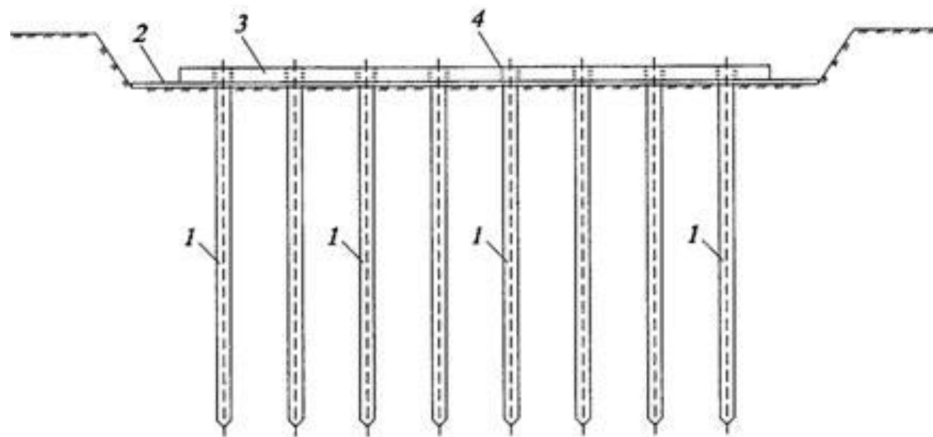


Рисунок 1.6. – Спосіб зведення плитно-пального фундаменту, запропонований Г.Ф. Пеньковським, І.І. Сахаровим та А.В. Єршовим: 1 - палі; 2 - спланована поверхня дна котловану; 3 - монолітна залізобетонна плита; 4 - зазор навколо палі



При послідовному зведенні надземної конструкції допускається осідання ґрунту під плитою, після чого здійснюється об'єднання паль з плитою ростверку шляхом подачі бетонної суміші через отвори в стінах підвалу. Таким чином, запропонована конструкція плитно-пального фундаменту дозволяє більш раціонально розподілити навантаження між плитою і палями, що може підвищити несучу здатність фундаменту до 50%.

К.Ш. Шадунцом і М.Б. Мариничевим запропонований спосіб зведення пально-плитного фундаменту [43], що включає облаштування пального поля та фундаментної плити з улаштованими в ній конічними порожнистими отворами (рис. 1.7), що вирізняються тим, що при зведенні будівлі забезпечують доступ до конічних отворів плити-ростверку і через час, впродовж якого плита-ростверк досягає розрахункового осідання, яке дорівнює 50% від допустимої величини для даного типу будівель, всі конічні отвори заповнюються бетоном.

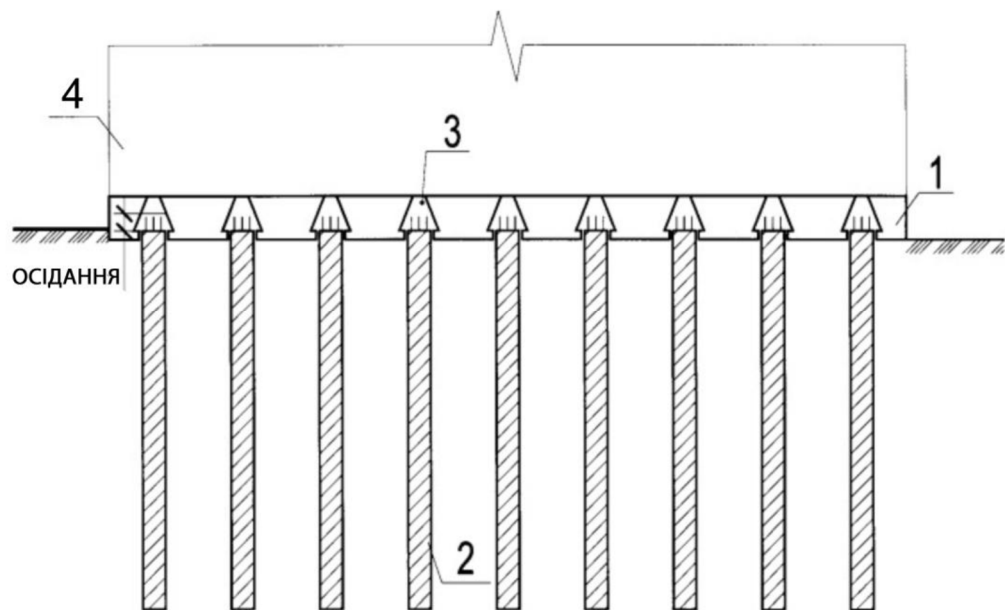


Рисунок 1.7. – Спосіб зведення пально-плитного фундаменту, запропонований К.Ш. Шадунцом і М.Б. Мариничевим: 1 - плита-ростверк; 2 - паля; 3 - отвір; 4 - будівля, що зводиться.

Така ідея була запропонована як метод зниження й розподілу навантажень, що діють в елементах пальово-плитних фундаментів висотних будівель, які розташовані в сейсмічних районах. Серед інших методів авторами розглянуті зміна форми фундаментної конструкції, розміщення паль у плані, включення в роботу при сприйнятті сейсмічних навантажень стилобатних частин будівлі, а також нові винаходи в галузі реалізації пальово-плитних фундаментів, що базуються на запропонованому способі.

Запропоновані в результаті цих робіт конструктивні рішення застосовні до комбінованих пальово-плитних фундаментів, проте, замало вивчені характеристики матеріалу прокладки в умовах граничного обтиснення; немає заходів щодо захисту демпфуючої прокладки від зсувів і пошкоджень при виконанні робіт; ускладнена або відсутня методика визначення оптимальних параметрів таких конструкцій фундаменту.

Спільною негативною ознакою запропонованих способів є відсутність досліджень у сфері дії на палі довантажувального тертя при ущільненні ґрунтів під плитою при передачі на неї частини навантаження до включення в роботу паль.

Також у практиці будівництва пропонуються деякі способи, що базуються на попередньому навантаженні паль для поліпшення міцнісних характеристик основ або на навантаженні-розвантаженні при послідовному зведенні будівель, або на зміні геометричних параметрів паль і раціональному їх розташуванні.

Так, у роботах [23-27] під керівництвом І.П. Бойко проведені дослідження впливу послідовності будівництва окремих секцій висотної будівлі на формування напружено-деформованого стану плитно-пальових фундаментів, а також представлені особливості перерозподілу зусиль у палях фундаменту при взаємодії декількох частин висотної будівлі з різною кількістю поверхів. На підставі досліджень встановлено, що в зоні стику секцій висотної будівлі відбувається розвантаження паль секції, що була

побудована раніше, і збільшення навантаження на палі секції, яка побудована наступною. Також відзначено зменшення зусиль у периферійних палях і збільшення зусиль на палі в центральній зоні при врахуванні взаємного впливу фундаментів сусідніх секцій. У роботах [23-27] наведені результати досліджень, на підставі яких встановлено, що влаштування фундаментів з короткими периферійними палями призводить до зменшення максимальних зусиль у фундаментних конструкціях на відміну від варіанту палей однакової довжини або з короткими в центральній зоні, і надані рекомендації по раціональному розташуванню палей у проекті пального поля.

О.А. Шулятьєвим і І.А. Боковим запропонований спосіб спорудження пально-плитного фундаменту висотної будівлі [33], що включає влаштування котловану і пального поля з наступним бетонуванням плити фундаменту (рис. 1.8). Пропонується влаштовувати палеве поле по всій площі котловану з буронабивних або забивних палей однієї довжини, після чого на кожну палю центральної зони котловану влаштовувати домкрати і по черзі прикладати навантаження величиною, рівною 0,8-1,0 розрахункового навантаження на палю, з подальшим зняттям навантаження після умовної стабілізації осідання палей для вирівнювання коефіцієнтів жорсткості між палями центральної та периферійної зон фундаментної плити.

Схожі передумови розглядали й досліджували К.М. Бікус під керівництвом В.Л. Седіна [19]. Авторами запропонований метод раціонального розташування палей у плитно-пальному фундаменті з використанням попередньо навантажених палей. Як і в роботах, що розглянуті вище, пропонується влаштування пального поля і плити на поверхні ґрунту з отворами в місцях розташування палей, після чого проводять будівництво надземної частини споруди, навантаження від якої сприймається тільки плитою. Після неможливості сприйняття плитою навантаження в роботу включають палі, попередньо застосувавши до них кілька циклів «навантаження-розвантаження» для зниження й вирівнювання нерівномірних

їх осідань у межах будівельного майданчика. Також інтерес представляють проведені під керівництвом В.Л. Сєдіна [19] лабораторні й польові дослідження взаємодії фрагментів плитно-пальових фундаментів з ґрунтовою основою при відсутності контакту паль з ростверком. Як при лабораторних дослідженнях на моделях, так і в польових на повномасштабному фрагменті плитно-пального фундаменту було встановлено включення в роботу паль, тобто їх переміщення під навантаженою на поверхні ділянкою, штампом або ростверком при відсутності першого контакту зі штампом або ростверком. Авторами експериментально доведено, що при відсутності контакту паль з ростверком при його навантаженні мають місце деформації ґрунтової основи під самим ростверком, внаслідок чого на бічній поверхні паль реалізуються додаткові дотичні напруги, що спричиняють початкові осідання паль.

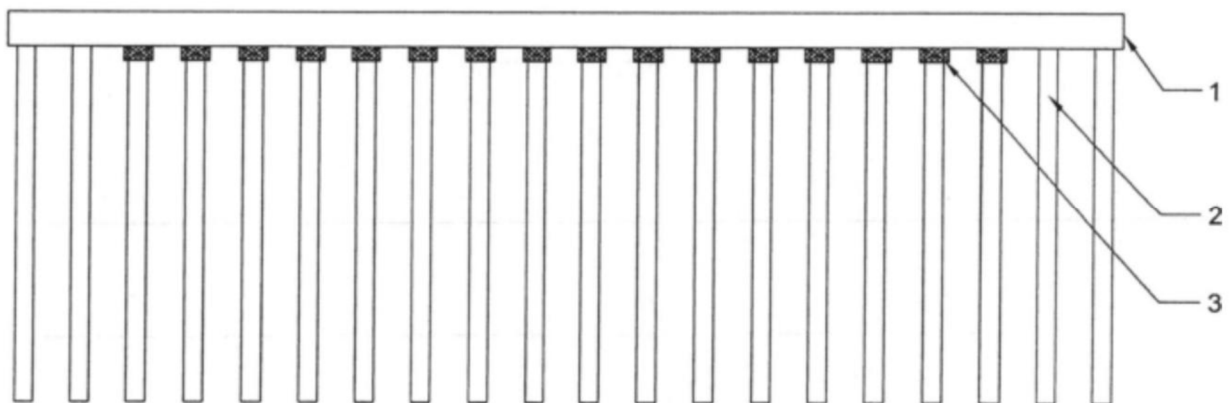


Рисунок 1.8. – Спосіб спорудження пальово-плитного фундаменту висотної будівлі, запропонований О.А. Шулятьєвим і І.А. Бойко: 1 - фундаментна плита; 2 - паля; 3 – домкрат

Застосування плитно-пальових фундаментів також дає можливість керувати параметрами фундаменту в процесі будівництва. Так, наприклад, запропонований метод «відкладеного рішення» дозволяє приймати рішення про розбудову підкріпних паль не на стадії проектування, а в процесі зведення будівлі в ході і за результатами моніторингу при виявленні несприятливих ефектів в основі.

## Висновки за розділом 1

Великою кількістю досліджень плитно-пальових фундаментів встановлено, що у складі пальового фундаменту частина навантаження передається на палі, а частина – на ростверк, навантаження між палями розподіляється нерівномірно. При проектуванні слід враховувати взаємовплив паль один на одного, перевантаженість кутових і периметральних паль щодо центральних, з допомогою конструктивних і технологічних заходів вирівнювати зусилля в палях.

Врахування перерозподілу навантаження між палями в плитно-пальовому дозволяє досягнути більш економічних рішень при проектуванні і влаштуванні фундаментів висотних будівель.

## **РОЗДІЛ 2. ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НДС СИСТЕМИ «БУДІВЛЯ – ПЛИТНО-ПАЛЬОВИЙ ФУНДАМЕНТ – ОСНОВА»**

Для чисельного моделювання НДС системи «будівля – плитний фундамент – основа» був використаний програмний комплекс «ЛИРА САПР 2016 R5» [50].

«ЛИРА САПР» - багатофункціональний програмний комплекс для моделювання, проектування та розрахунку будівельних та машинобудівних конструкцій різного призначення [50]. Реалізований метод розрахунку – метод кінцевих елементів (МКЕ). Виконується розрахунок на статичні (силові та деформаційні) та динамічні впливи. Проводиться підбір та перевірка перерізів сталевих конструкцій, армування перерізів залізобетонних та сталезалізобетонних конструкцій. Множинні спеціалізовані системи дозволяють моделювати роботу масивів ґрунту, розраховувати мостові споруди, моделювати роботу споруди в процесі монтажу, досліджувати поведінку конструкції під динамічними впливами у часі та багато іншого.

Виконано моделювання будівлі технічного об'єкту (див. розділ 4).

Перевірка несучої здатності і стійкості конструкцій виконується відповідно до діючих нормативних документів.

Розрахункова схема прийнята у вигляді просторової конструктивної системи, що складається із: стержневих елементів, які моделюють роботу паль, плит ростверків; одновузлових елементів, що моделюють роботу ґрунту в горизонтальному напрямку.

Загальний вигляд та фрагменти моделі будівлі наведено на рисунках 2.1 -2.4.

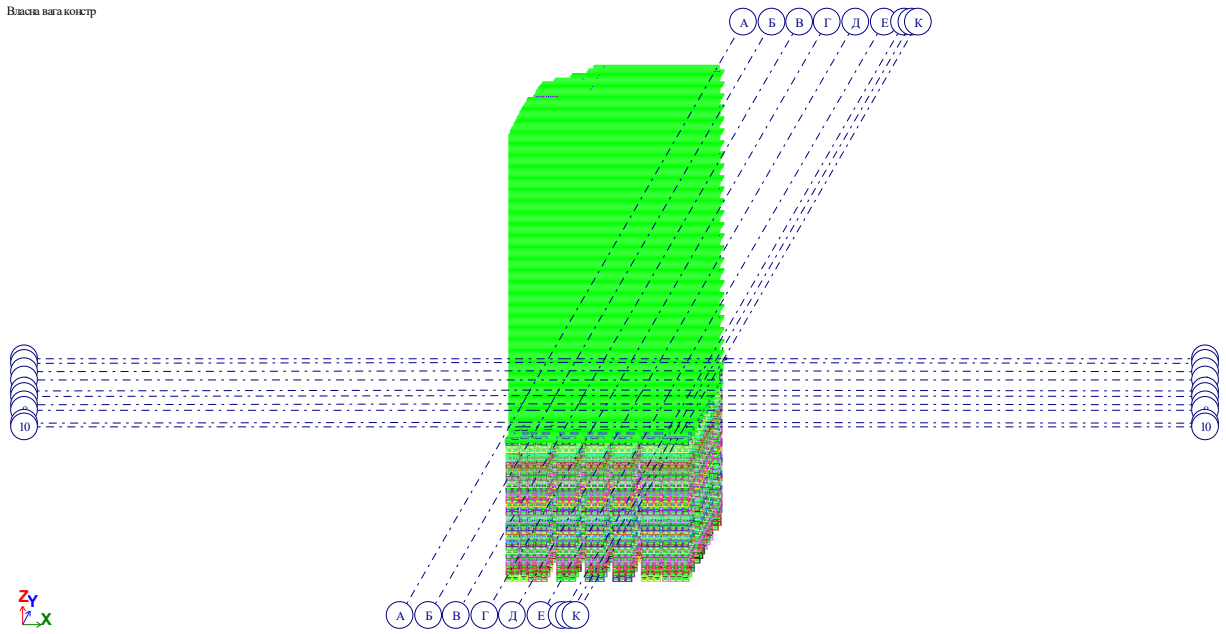


Рисунок 2.1 – Розрахункова модель системи «будівля–плитно-пальовий фундамент–основа»

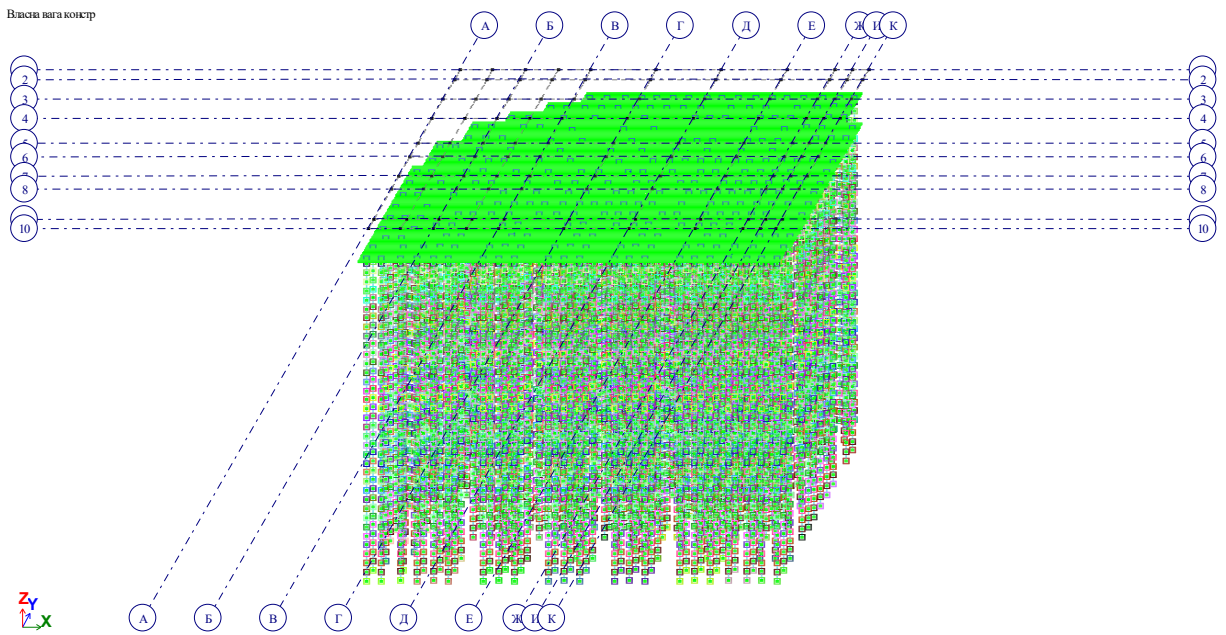


Рисунок 2.2 – Розрахункова модель плитно-пального фундаменту

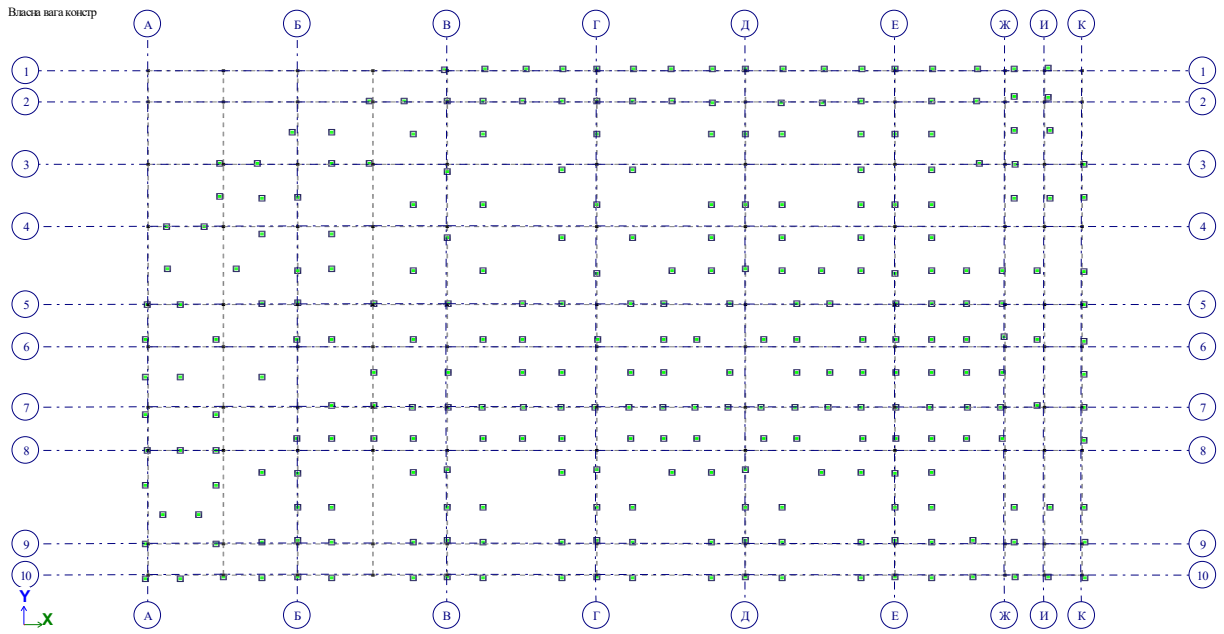


Рисунок 2.3 – Розрахункова модель пальового поля

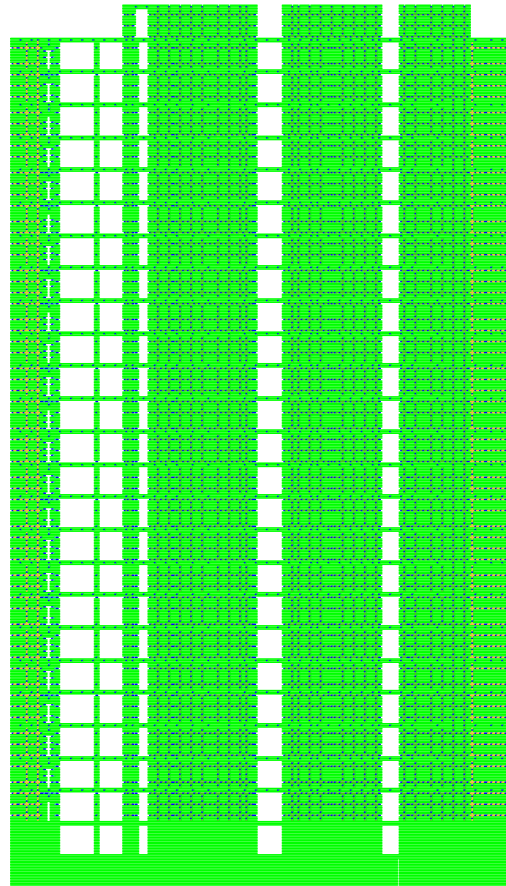


Рисунок 2.4 – Розрахункова модель надфундаментної частини будівлі



Жорсткісні та геометричні характеристики елементів моделі призначались за даними розділу 2, результатів інженерно-геологічних вишукувань, а також з урахуванням нелінійної роботи матеріалів (повних діаграм деформування).

Розрахунок каркасу будівлі, виконано з передумовою, що палі у ростверку задані жорстко затисненими.

Розрахунок системи «будівля–плитно-пальовий фундамент–основа» виконувався методом послідовного наближення.

На першому етапі жорсткість елементів, якими моделюється ґрунт, була задана досить високою. В результаті розрахунку були отримані навантаження на палі, і по методиці, приведеній в розділі 2, визначені осідання фундаменту та коефіцієнти постелі. Отримані жорсткісні характеристики вводилися в комп'ютерну модель і розрахунок виконувався знову.

Таким чином, для отримання остаточних результатів було зроблено декілька постановок задачі. Розрахунки було виконано на усі основні сполучення навантажень.

Розрахункові значення коефіцієнтів жорсткості  $C_z$  ґрунту по бічній поверхні палі у горизонтальному напрямку без врахування сейсмічних навантажень визначались за наступними формулами:

$$c_z = \frac{K \times z}{\gamma_c}, \quad (2.1)$$

$$K_{x,y} = C_z \times A, \quad (2.2)$$

де  $K$  – коефіцієнт пропорційності,  $\text{кН/м}^4$  ( $\text{тс/м}^4$ ) який приймається в залежності від виду ґрунту, який оточує палю, по таблиці Н.8.1 зміна №1 ДБН В.2.1-10-2009 [51];

$z$  – глибина розташування перерізу палі в ґрунті, м, для якої визначається коефіцієнт жорсткості, від поверхні ґрунту при високому ростверку або від підшови ростверку при низькому ростверку;

$\gamma_c$  – коефіцієнт умов роботи;

$A$  – вантажна площа палі, м<sup>2</sup>.

З врахуванням аналізу наявних інженерно-геологічних вишукувань прийняті наступні вихідні дані для розрахунку.

Початкові коефіцієнти пропорційності представлені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Початкові коефіцієнти пропорційності для інженерно-геологічних елементів

ІГЕ	Найменування ґрунту	Коефіцієнт пористості, $e$	Показник текучості, $I_L$	Коефіцієнт пропорційності, $K$ (кН/м <sup>4</sup> )
1	насипний ґрунт	-	-	4000
2	супісок твердий	-	0,49	9550
3	суглинок твердий	-	0,51	11800
4	супісок піщаний твердий	-	0,53	9350
5	суглинок напівтвердий	0,646	-	16160
6	суглинок твердий	-	0,53	11400
7	пісок мілкий середньої щільності	0,576	-	19960
8	пісок середньої крупності середньої щільності	-	0,39	13320
9	супісок пластичний	0,598	-	15600
10	супісок тугопластичний	-	0,40	10000
11	суглинок напівтвердий	-	0,22	15360

Розрахунок проводиться по найбільш несприятливій свердловині. Початкові коефіцієнти жорсткості одно-вузлових елементів для будинку представлені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 - Початкові коефіцієнти жорсткості ґрунту для будинку

№ розрахункового вузла	№ ІГЕ	Глибина розташування, z, м	Довжина ділянки і h, м	Коефіцієнт пропорційності K, кН/м <sup>4</sup>	Площа бічної поверхні м <sup>2</sup>	Коефіцієнт постелі, c <sub>x</sub> , c <sub>y</sub> , кН/м <sup>3</sup>	Жорсткість для 56-го елемента, кН/м
1	2	3	4	5	6	7	8
1	4	3	1.5	9350	1,43	9350	20056
2	4	4	1	9350	1,43	12467	17827
3	4	5	1	9350	1,43	15583	22284
4	4	6	1	9350	1,43	18700	26741
5	4	7	1	9350	1,43	21817	31198
6	4	8	1	9350	1,43	24933	35655
7	4	9	1	9350	1,43	28050	40112
8	6	10	1	11400	1,43	38000	54340
9	6	11	1	11400	1,43	41800	59774
10	6	12	1	11400	1,43	45600	65208
11	6	13	1	11400	1,43	49400	70642
12	6	14	1	11400	1,43	53200	76076
13	6	15	1	11400	1,43	57000	81510
14	6	16	1	11400	1,43	60800	86944
15	6	17	1	11400	1,43	64600	92378
16	6	18	1	11400	1,43	68400	97812
17	7	19	1	16960	1,43	107413	153601
18	7	20	1	16960	1,43	113067	161685
19	7	21	1	16960	1,43	118720	169770
20	8	22	1	13320	1,43	97680	139682
21	12	23	1	17400	1,43	133400	190762
22	12	24	1	17400	1,43	139200	199056
23	12	25	0.75	17400	1,43	145000	155513
24	12	26	0.25	17400	0,64	150800	53911

Для моделювання роботи ростверків в комп'ютерній моделі використані кінцеві елементи №44 (пластина). Для моделювання роботи палі та ґрунтової основи в комп'ютерній моделі використані кінцеві елементи

№10 (стержневий елемент) та №56 (зв'язок кінцевої жорсткості у напрямках  $Ox$ ,  $Oy$  та  $Oz$ ). Кінцевий елемент №56 дозволяє змоделювати роботу ґрунту навколо палі у горизонтальних та вертикальному напрямках.

Жорсткість для кінцевого елемента №56 в горизонтальному напрямку (лінійні переміщення вздовж осей  $X$ ,  $Y$ ) задавалися з врахуванням положень додатку Н.8 [1].

Лінійна податливість вздовж осі  $Oz$  визначалася наступним чином. Пальовий фундамент розбивався на умовні ділянки. Для кожної палі умовної ділянки визначалися розміри підошви умовного пальового фундаменту. Далі для кожного умовного пальового фундаменту визначалися перемінні коефіцієнти жорсткості. Для умовної ділянки приймалося усереднене значення (по кількості паль, що входять в умовну ділянку) перемінного коефіцієнта жорсткості. Розрахунок коефіцієнтів жорсткості виконувався ітераційним методом. Згідно з цим методом на першому кроці обчислень знаходять осідання основи від рівномірно розподіленого середнього тиску та визначення коефіцієнтів жорсткості. Потім виконують розрахунок фундаменту з обчисленими значеннями коефіцієнта жорсткості основи. На другому кроці розрахунку виконують ті ж розрахунки, що і на першому кроці, але від нерівномірно розподіленого навантаження, як реакції в КЕ № 56, що знайдені в результаті розрахунку комп'ютерної моделі. Розрахунки закінчуються тоді, коли відповідні величини перемінного коефіцієнта жорсткості основи, отриманні за двома останніми ітераціями, відрізняються не більше, ніж на 5-10%.

При розрахунку системи «будівля–плитно-пальовий фундамент–основа» розглянуто дві розрахункові ситуації:

1) на будівельний період та початковий термін експлуатації – в цьому випадку розглядається здатність над фундаментної частини будівлі розподілити навантаження на палі (особливо між центральною та

периферійною частинами пальового фундаменту) без появи понаднормативних тріщин;

2) на експлуатаційний період – розглядається період коли реалізуються всі осадки будівлі.

Остаточні коефіцієнти жорсткості при розрахунку системи «основа – пальовий фундамент – надфундаментна частина будівлі» представленні в табл. 2.3 для розрахункових ситуацій №1 та №2.

Таблиця 2.3 – Коефіцієнти жорсткості

№ ділянки	Коефіцієнт жорсткості, $K_z$ , кН/м	№ ділянки	Коефіцієнт жорсткості, $K_z$ , кН/м
1	2	3	4
1-а розрахункова ситуація			
1	68325	27	28681
2	51168	28	27331
3	44792	29	29679
4	32911	30	32715
5	32790	31	29382
6	30266	32	30813
7	21468	33	30489
8	50001	34	36797
9	23533	35	37330
10	21563	36	38774
11	40609	37	38592
12	37452	38	42444
13	30732	39	40933
14	28391	40	45939
15	47228	41	37472
16	35880	42	41628
17	43638	43	64884
18	46297	44	30401
19	39172	45	36757
20	30853	46	36055
21	30165	47	38956
22	21914	48	33302
23	25678	49	37958

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
24	27480	50	32310
25	31771	51	46297
26	32790	52	53981
2-а розрахункова ситуація			
1	64372	27	28681
2	48207	28	27331
3	43510	29	29679
4	32911	30	32715
5	32790	31	29382
6	30266	32	30813
7	21468	33	30489
8	50001	34	36797
9	23533	35	37330
10	21563	36	38774
11	40609	37	38592
12	37452	38	42444
13	30732	39	40933
14	28391	40	45939
15	47228	41	37472
16	35880	42	41628
17	43638	43	58583
18	43042	44	30401
19	39172	45	36757
20	30853	46	36055
21	30165	47	38956
22	21914	48	33302
23	25678	49	37958
24	27480	50	32310
25	31771	51	46297
26	32790	52	51547

Для вирішення задач наукового дослідження було виконано моделювання плитно-пального фундаменту без (модель 1) та з врахуванням роботи ґрунту під подошвою ростверку (модель 2). Врахування роботи ростверку виконувалося за допомогою призначення коефіцієнтів постелі під подошвою ростверку. Вони призначалися за результатами моделювання

інженерно-геологічних умов будівельного майданчику в підпрограмі «ГРУНТ».

#### Висновки за розділом 2

Була складена програма чисельного моделювання напружено-деформованого стану системи «будівля – плитно-пальовий фундамент – основа» в програмному комплексі «ЛИРА САПР 2015 R5».

Програма передбачає дослідження напружено-деформованого стану системи «будівля – плитно-пальовий фундамент – основа» при врахуванні роботи ґрунту під подошвою ростверку і без такого врахування.

### РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

При розв'язанні поставлених задачі були використані результати чисельного моделювання системи «будівля – плитно-пальовий фундамент – основа» за допомогою програмного комплексу «ЛИРА САПР 2015» [50]. Розглянуті варіанти з врахуванням роботи ґрунту під подошвою ростверку і без.

Осідання плитного ростверку моделі 1 представлено на рис. 3.1. Величина абсолютних значень осідань (104...128 мм) та їх нерівномірність (0,0019) не перевищують рекомендованих граничних значень, які згідно табл. И.1 [51] становлять – середнє осідання 150 мм, нерівномірність 0,003.

Осідання плитного ростверку моделі 2 представлено на рис. 3.2. Величина абсолютних значень осідань (94,8...111 мм) та їх нерівномірність (0,0015) не перевищують рекомендованих граничних значень, які згідно табл. И.1 [51] становлять – середнє осідання 150 мм, нерівномірність 0,003.

Як видно з рис. 3.1 та 3.2, при врахуванні роботи ґрунту під подошвою ростверку змінилися величина і характер розвитку деформацій плити ростверку.

Врахування роботи ґрунту під подошвою ростверку зменшило деформації системи «будівля–плитно-пальовий фундамент–основа». Для визначення економічного ефекту від врахування роботи ростверку було зменшено кількість паль у складі моделі 2. Це робилося шляхом покрокових ітерацій із послідовним зменшенням кількості паль, виходячи з умови рівності осідань для моделі 1 і 2. На рис. 3.3 показано оптимізоване пальове поле.



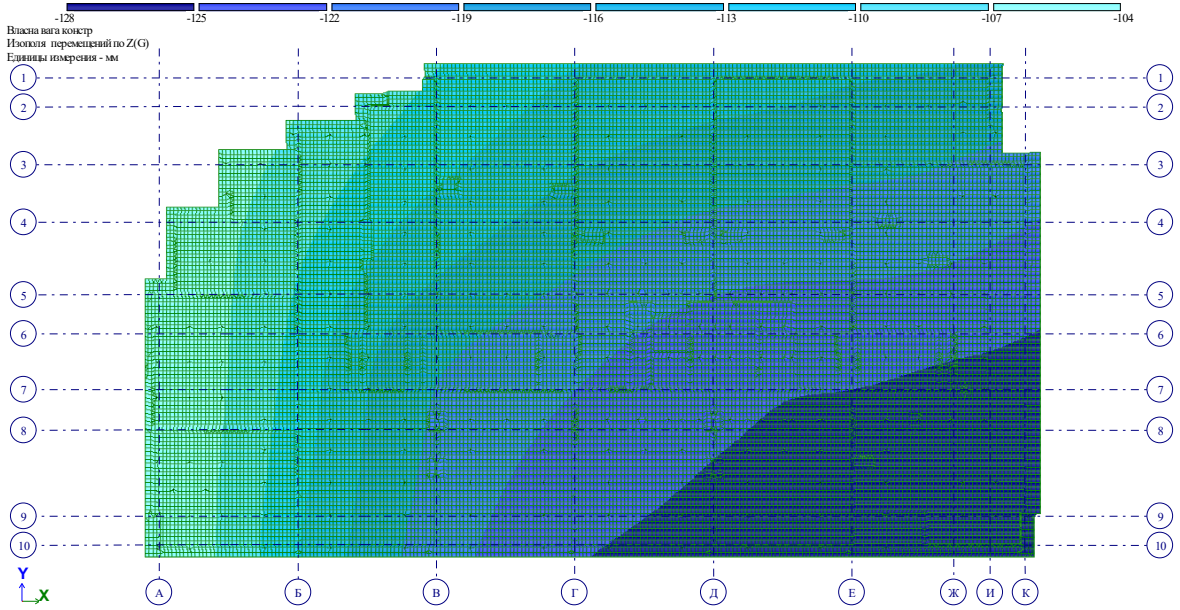


Рисунок 3.1 – Осідання ростверку для моделі 1 (без врахування роботи ґрунту під підшоною ростверку)

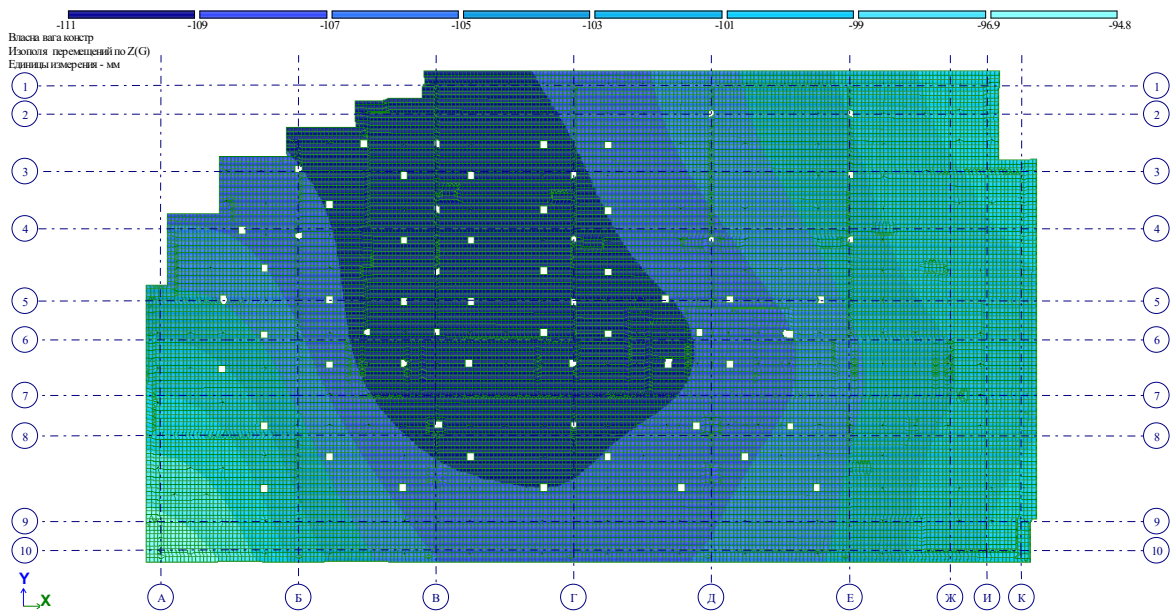


Рисунок 3.2 – Осідання ростверку для моделі 2 (з врахуванням роботи ґрунту під підшоною ростверку)

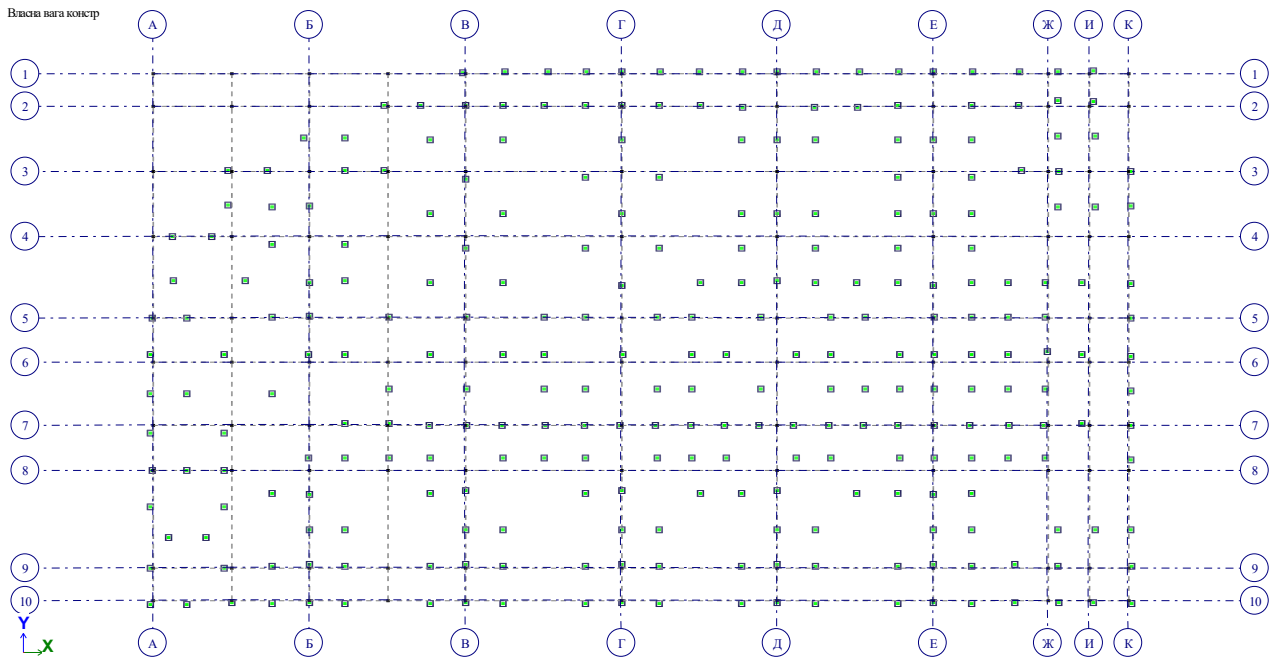


Рисунок 3.3 – Розрахункова модель 2 пальового поля

Осідання плитного ростверку моделі 2 при оптимізації пальового поля представлено на рис. 3.4. Величина абсолютних значень осідань (108...128мм) та їх нерівномірність (0,0011) не перевищують рекомендованих граничних значень, які згідно табл. И.1 [51] становлять – середнє осідання 150 мм, нерівномірність 0,003.

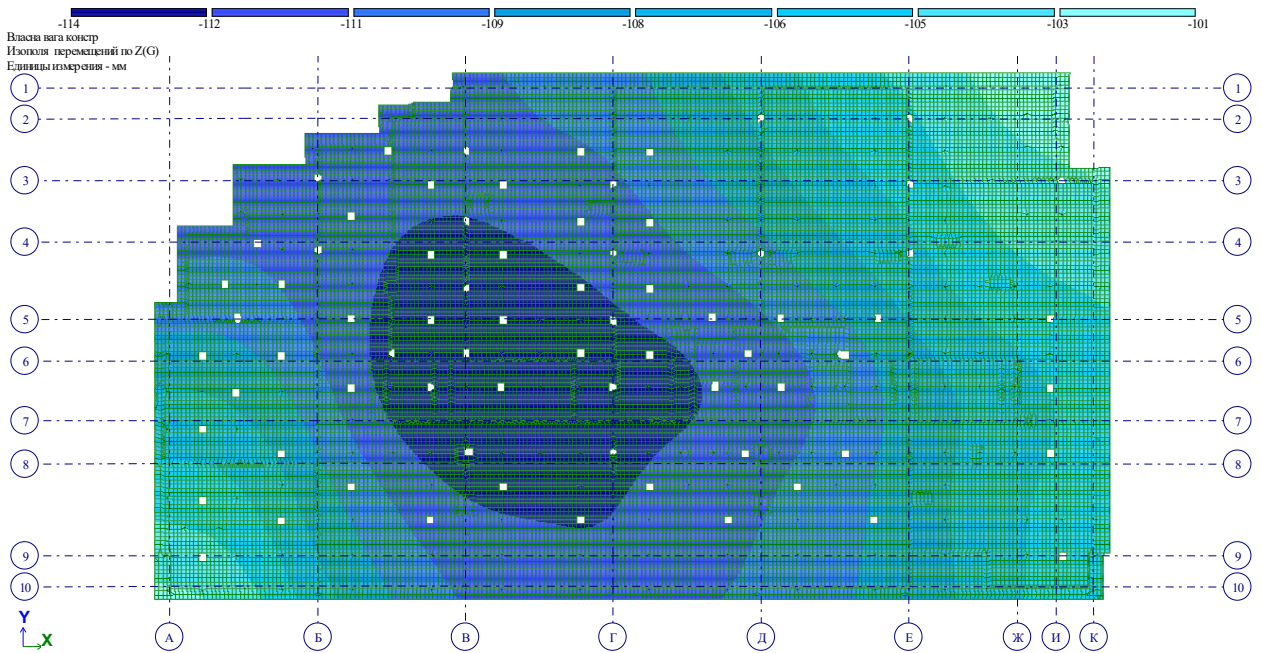


Рисунок 3.4 – Осідання ростверку для моделі 2 (з врахуванням роботи ґрунту під підшовою ростверку) після оптимізації пальового поля

Згідно підрозділу 4.2, на основі проведених розрахунків, допустиме вертикальне розрахункове навантаження на палю становить - 917 кН при граничних поєднаннях навантажень.

Розрахункові величини вертикальних навантажень на палі для моделі 2 після оптимізації пальового поля від граничних розрахункових сполучень навантажень представлені на рис. 3.5.

Згідно рис. 3.5, вертикальне розрахункове навантаження на палі змінюється в межах 680...826 кН. Навантаження на палі не перевищує допустиму величину 917 кН. В цьому випадку пальове поле придатне для сприйняття проектних навантажень.

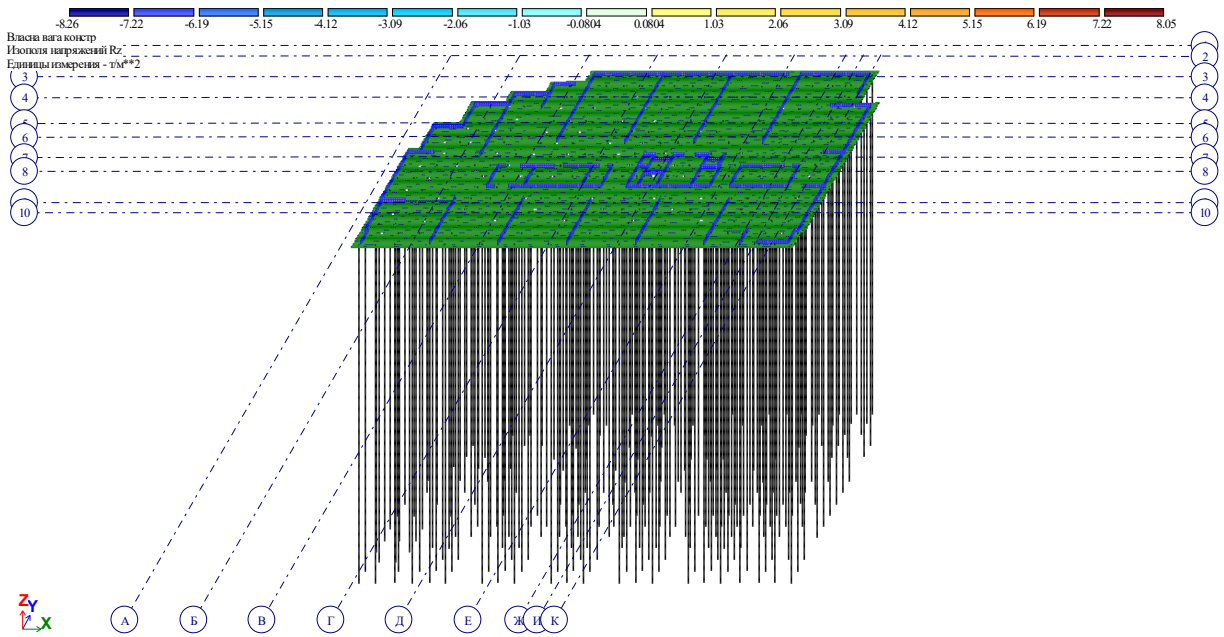


Рисунок 3.5 – Розрахункові величини вертикальних навантажень на палі для моделі 2 після оптимізації пальового поля

### Висновки за розділом 3

1. Результати чисельного моделювання підтвердили доцільність врахування роботи ґрунту під подошвою ростверку при незначних відстанях між палями.
2. При чисельному моделюванні зафіксовано зниження осідань і збільшення несучої здатності фундаментів при врахуванні роботи ґрунту під подошвою ростверку.
3. Числове моделювання показало, що є резерв у порівнянні з нормами для збільшення навантаження на плитно-пальовий фундамент. Цей резерв можна використати для зменшення кількості палей, що дасть позитивний економічний ефект.

## РОЗДІЛ 4. ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

### 4.1 Архітектурно-будівельні рішення

#### 4.1.1 Вихідні дані

В магістерській кваліфікаційній роботі передбачається будівництво 25-ти поверхового житлового будинку по провулку Моторний в Голосіївському районі м. Києва.

Рельєф – рівнинний, з крутизною схилів 1,7%.

Кліматичні дані:

- кліматичний район – I [54];
- нормативне снігове навантаження – 1400 Па для 4-го району [58];
- вітрове навантаження – 500 Па для 3-го вітрового району [58];
- глибина промерзання – 0,1 м;
- сейсмічність району менше 6 балів.

Розрахункова температура зовнішнього повітря[54]:

- середня, найбільш холодної п'ятиденки – мінус 21°C;
- найбільш холодної доби – мінус 26 °C;
- абсолютно мінімальна – мінус 36 °C.
  - Клас відповідальності будівлі – СС2 [57].
  - Категорія складності будівлі – III [57].
  - Ступінь вогнестійкості будівлі – II [57].

За відносну відмітку 0.000 прийнятий рівень підлоги першого поверху, що відповідає абсолютній відмітці 248,70 по генплану для даної будівлі.

#### 4.1.2 Рішення по генплану

Будівельний майданчик характеризується наявністю спокійного рельєфу, горизонталі проходять через 0,5 м. Ділянка вільна від забудови існуючими будинками та спорудами, на ділянці відсутні цінні породи дерев.

Елементами благоустрою є насадження дерев, кущів, газонів, влаштування тротуарного покриття [53].

Роботи по благоустрою заплановано виконувати після закінчення робіт з вертикального планування і очищення території від будівельного сміття.

Відведення поверхневих вод здійснюється по дорогах і площадках на прилягаючу територію.

Підземні інженерні мережі йдуть вздовж проїздів в смузі між проїздами і забудовою.

До під'їздів транспорту мешканців будинку, пожежних машин та іншого транспорту забезпечення, запроектовані два проїзда шириною 3,5 м вздовж дворового фасаду проектуемого будинка. Проїзди мають в'їзди з двох паралельних вулиць квартала. Проектом влаштована стоянка автомобільного транспорту мешканців на 13 машиномісць, розворотний майданчик для транспорту магазину. Для забезпечення пішохідної доступності мешканців будинку до майданчиків та прилеглої території кварталу запроектовані пішохідні доріжки, тротуари. Для пересування інвалідів та колясок при входах до житлової будівлі запроектовані пандуси.

Поверховість та компоновка секцій в плані запроектованого будинку, дозволяють забезпечити нормативну інсоляцію прилеглих житлових будинків, під'їзди та проходи в існуючій та перспективній забудові кварталу.

Водовідвід проходить по проїжджій частині по лотках з ухилом в  $i=0,04\%$ . Водовідвід з ділянки забудови забезпечується методом проектних точок організації рельєфу.

Відведена під будівництво ділянка відповідає стандартним вимогам.

Основні показники параметрів генерального плану наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Показники до генплану

Назва показника	Одиниця виміру	Кількість
Площа забудови	м <sup>2</sup>	1385,20
Площа ділянки	га	0,924
Щільність забудови	%	14,99
Площа озеленення	м <sup>2</sup>	1899,50
Площа покрівлі проїздів , тротуарів, майданчиків	м <sup>2</sup>	2062,3

Визначаємо чорні відмітки на розі будівлі Блок 1 згідно формули:

$$H_{ч} = H_{\text{мол гор}} + n \cdot h / m, \quad (4.1)$$

де  $H_{\text{мол гор}}$  – відмітка молодшої горизонталі в метрах;

$n$  – відстань від молодшої горизонталі до точки в м;

$m$  – відстань між горизонталями в м;

$h = 0,5$  м – крок горизонталей.

$$H_{\text{чор.1}} = 224,0 + \frac{2,6}{32} \cdot 0,5 = 223,78$$

$$H_{\text{чор.2}} = 224,0 + \frac{2,9}{4934} \cdot 0,5 = 224,43$$

$$H_{\text{чор.3}} = 224,0 + \frac{2,8}{34} \cdot 0,5 = 224,41$$

$$H_{\text{чор.4}} = 224,0 + \frac{2,8}{39} \cdot 0,5 = 224,36$$

Визначаємо червоні позначки за формулою:

$$H_{\text{чер.1}} = H_{\text{чор.max}} + 0,2 \text{ (м)}$$

Всі інші позначки підраховуємо за формулою:

$$H_{\text{чер.}} = H_{\text{чер.поп.}} - i \cdot L \text{ (м)} = 239,54 + 0,4 = 239,94$$

де:  $H_{\text{чер.поп.}}$  – червона позначка попередньої точки в метрах;

$i = l\% = 0,01$  – похил;

$L$  – відстань між точками в метрах.

$$H_{\text{чер.2}} = 224,18 - 0,01 \cdot 47,5 = 209,18$$

$$H_{\text{чер.3}} = 209,18 - 0,01 \cdot 11,4 = 209,11$$

$$H_{\text{чер.4}} = 209,11 - 0,01 \cdot 11,4 = 208,75$$

Перевірка:  $H_{\text{чер.3}} = H_{\text{чер.4}} - i \cdot L$  (м)

$$H_{\text{чер.3}} = 209,18 - 0,01 \cdot 47,5 = 209,11$$

Висновок: підрахунок відміток виконано правильно.

Визначаємо відмітку рівня підлоги першого поверху –  $H_{\pm 0.000}$ :

$$H_{\pm 0.000} = H_{\text{чер.max}} + 1,0 \text{ (м)} = 209,18 + 1,2 = 225,38$$

Визначаємо висоту цоколя:

$$H_{\text{ц}} = H_{\pm 0.000} - H_{\text{чер.}} \text{ (м)}$$

$$H_{\text{ц.1}} = 225,38 - 224,18 = 1,2$$

$$H_{\text{ц.2}} = 225,38 - 209,18 = 1,68$$

$$H_{\text{ц.3}} = 225,38 - 209,11 = 1,79$$

$$H_{\text{ц.4}} = 225,38 - 208,75 = 1,31$$

#### 4.1.3 Об'ємно-планувальні рішення

По планувальних рішеннях, конструктивних особливостях, будинок запроектовано 25 ти поверховий з висотою поверху – 3.0 м. Повна висота будівлі складає 78,8 м. Передбачені квартири: однокімнатні, двокімнатні, трьохкімнатні. В кожній квартирі запроектований: передпокій, загальна кімната, кухня з суміжним санітарним вузлом, лоджія, або балкон з виходом з кухні та кімнати. Лоджії запроектовані як зони відпочинку.

Під будинком передбачено техпідпілля для прокладання технічних комунікацій, висота техпідпілля в чистоті становить – 2,2 м.



#### 4.1.4 Архітектурно-конструктивні рішення

Конструктивна схема житлового будинку – монолітний залізобетонний каркас з діафрагмами жорсткості.

Несучі елементи каркасу – монолітні залізобетонні пілони, стіни та діафрагми жорсткості, по яким влаштовується плита перекриття. Просторова жорсткість каркасу забезпечується пілонами, діафрагмами жорсткості та ліфтовими шахтами (ядра жорсткості) об'єднаними монолітною плитою перекриття.

##### 4.1.4.1 Фундаменти

Фундаменти виконані з буронабивних залізобетонних паль  $\varnothing 600$  мм довжиною 20,0 м. Влаштування паль виконується під захистом обсадних труб (при необхідності може бути додатково використаний бентонітовий розчин). Основою для спирання вістря паль служить суглинок (ІГЕ-12). По палям влаштовано монолітний залізобетонний ростверк у вигляді монолітної плити товщиною 500 мм. Матеріал бетон С20/25 та арматура класу А400С та А240С. Під плитою підлоги та ростверком виконуються бетонна підготовка товщиною 100 мм, яка влаштовується по пластовому дренажу товщиною 300 мм.

##### 4.1.4.2 Стіни

Стіни будівлі призначені для огороження і захисту від дії навколишнього середовища.

Кладка стін здійснюється на цементно-піщаному розчині. Товщина зовнішніх стін визначається на основі теплотехнічного розрахунку.

Горизонтальну гідроізоляцію виконати з цементно-піщаного розчину у співвідношенні 1:2 (цемент М400) товщиною 20 мм з додаванням 5% рідкого скла.

Віконні прорізи в стінах запроектовані з четвертями по бокам та зверху, призначеними для зручності влаштування віконних блоків.

Пілони – монолітні залізобетонні, товщиною 600 мм з бетону С25/30. Вертикальна арматура Ø14 А400С.

#### 4.1.4.3 Внутрішні стіни та перегородки

Внутрішні стіни і перегородки – це внутрішні вертикальні огорожуючі конструкції в будівлях. Стіни в сходовій клітці виконують в будівлі огорожуючі та несучі функції, внутрішні стіни і перегородки – тільки огорожуючі функції.

Міжкімнатні перегородки – гіпсокартонні, товщиною 80 мм, по металевому каркасу комплектного постачання.

Перегородки між кімнатами передбачені з гіпсобетонних блоків товщиною 80 мм, між квартирами – з гіпсобетонних блоків 2х80 мм

Перегородки в санвузлах та ванних кімнатах товщиною 65 мм виконати в чверть керамічної цегли М-75 на розчині М-50 з армуванням в кожному ряду кладки.

Зовнішні стіни – самонесучі, виконуються з газобетонних блоків товщиною 300 мм марки D500. Армування кладки виконується через 3 ряди блоків арматурними стрижнями з дроту Ø6 ВР-1.

Внутрішні стіни – з газобетонних блоків товщиною 300 мм марки D500

На поверхні внутрішніх стін і перегородок будівлі наноситься шар штукатурки товщиною 10 мм.

#### 4.1.4.4 Перекриття

Перекрыття - це горизонтальна внутрішня несуча захисна конструкція, що розділяє будівлю по висоті на поверхи

Плита перекриття (покриття) – монолітна залізобетонна, товщиною 200 мм з бетону С25/30. Нижня арматура Ø14 А500С крок 200 мм, верхня арматура Ø12 А500С крок 200 мм. Між сітками встановлюються каркаси з арматури Ø12 А500С з кроком 1000 мм.

На опорах (пілонах, діафрагмах) виконується підсилення верхньої арматури за допомогою додаткових стрижнів Ø18 А500С з кроком 200 мм. На опорних ділянках плит встановлюється поперечна арматура Ø10 А500С з кроком 100 мм.

Над віконними та дверними прорізами покладені залізобетонні перемички - по серії 1.038.1-1, В.1, 3, 6. Вони передають навантаження від вище лежачих конструкцій на стіни чи простінки.

#### 4.1.4.5 Дах, покрівля

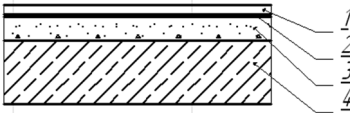
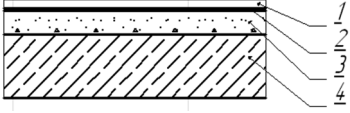
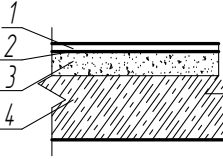
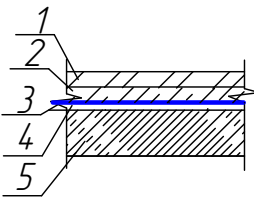
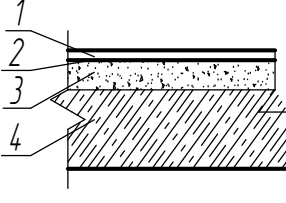
Покрівля в житловому будинку – суміщений дах покритий шаром руберойду.

Водозливи вікон, водостічні воронки та труби – системи "Plastmo".

#### 4.1.4.6 Підлога

Підлога – це конструкція, що постійно піддається механічним діям (стиранню). Підлоги по міжповерховими перекриттями повинні мати звукоізоляційні властивості. В санвузлах покриття підлоги виконується із керамічної плитки. Експлікація підлоги наведена в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Експлікація підлоги

Назва або номер приміщень	Тип підлоги	Схема підлоги	Елементи підлоги і їх товщина	Площа м <sup>2</sup>
Спальня, передпокій, житлові приміщення	1		1. Лінолеум (10мм); 2. Самовирівнююча гідроізолююча суміш Ceresit (10 мм) 3. Цементно-піщана стяжка (60 мм); 4.Залізобетона плита 220 мм.	3723,5
Кухня, комори	2		1 – керамічна плитка (10 мм); 2 –стяжка із звукоізоля-ційним ефектом на основі Ceresit (50 мм); 3- шар грунтовки Ceresit; 4– з/б плита 220мм	1790,78
Коридор, тамбур, електро-щитова ,	3		1. Бетон мозаїчний 20 мм. 2. Два шари ізолу И-БД на гарячій бітумній мастиці МБК-Г-55 ( 6 мм). 3. Підстилаючий шар з бетону (54 мм). 4. Залізобетона плита 220мм.	272,48
Ванна кімната, санвузол, смігте-камери	4		1.Плитка керамічна метласька (10 мм). 2.Підстилаючий шар з бетону (40 мм). 3.Два шари ізолу И-БД ГОСТ 10296-79 на гарячій бітумній мастиці МБК-Г-55 (6 мм). 4.Стяжка з цементно-піщаного розчину марки М150 – 24 мм. 5.Залізобетона плита 220 мм.	3608,72
Сходова клітка, ліфтовий хол	5		1 – затирка швів Ceresit CE 35 2–керамогранітна плитка(20 мм); 3 – клеї Ceresit CM; 4– шар самовирівнюваної стяжки Ceresit CN 178 (50 мм); 5–грунтовка Ceresit; 7– з/б плита (220мм).	236,5

#### 4.1.4.7 Сходи

Сходові марші – збірні залізобетонні по серії 1.151.1-7, в.1, сходові площадки – збірні залізобетонні по серії 1.038.1-1, в.1,6. Ширина сходинок рівна 275 (мм), висота всіх сходинок рівна 155 мм. Сходи розташовані на сходовій клітці і запроектовані збірні з/б. Сходи мають перила висотою 950 (мм). Ширина маршу рівна 1220 (мм), що являється достатнім для експлуатації.

Сходові клітини – монолітні залізобетонні, товщиною 300 мм з бетону В25. Вертикальна арматура Ø12 та Ø12 А500С встановлюється з кроком 200 мм, горизонтальна та поперечна арматура Ø8 А500С крок 300 мм.

#### 4.1.4.8 Вікна та двері

Вікна – це конструкції, призначені для освітлення і провітрювання приміщень. Запроектовані з четвертями. Вікна запроектовані металопластикові засклені склопакетами з опором теплопередачі не менше 0,5 м<sup>2</sup>К/Вт. Віконні блоки складаються з 2-х камерних склопакетів, що відповідає тепло- та звукоізоляційним вимогам. Передбачені вікна одно- і двостворчаті. В віконних прорізах встановлюються також пластикові підвіконні плити і зливи з оцинкованої сталі.

Двері слугують для зв'язку між приміщеннями і для входу в будівлю. Запроектовані одно- та двопільні двері типу Г та О. Всі дверні блоки влаштовані з врізними замками та дверними ручками. Специфікація елементів заповнення прорізів наведена в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Специфікація елементів заповнення прорізів

Поз.	Позначення	Найменування	Кільк. на поверх				Маса од., кг	Примітка
			1	типов	25	Всього		
		<i>Двері</i>						
Д1	ДСТУБ.В.2.6-11-97	Д121-9	1	-	-	1	протиуд.	
Д2	ГОСТ 6629-88	ДГ 21-13	8	-	-	8	металопл.	
Д3	ГОСТ 6629-88	ДГ 21-9	18	-	-	18	металопл.	
Д4	ГОСТ 6629-88	ДГУ 21-9	6	24	4	34	металопл.	
Д5	ГОСТ 6629-88	ДГ 21-8	10	55	6	72	металопл.	
Д6	ГОСТ 6629-88	ДО21-13	7	16	5	48	металопл.	
Д7		Двері балконні	7	44	6	57	металопл.	
Д8	ГОСТ 6629-88	ДО 21-9	11	70	5	86		
		<i>Вікна</i>						
В-1	ДСТУБ.В.2.6-15-99	О.Ж.1,5x0,9		-	-	132	металопл.	
В-2	ДСТУБ.В.2.6-15-99	О.Ж.1,5x1,5		-	-	165	металопл.	
В-3	ДСТУБ.В.2.6-15-99	О.Ж.1,5x1,8				36	металопл.	

#### 4.1.5 Зовнішнє та внутрішнє оздоблення

Цоколь будинку – керамічний граніт, елементи цоколю - штукатурка з фарбуванням фасадною фарбою.

Для зовнішнього оздоблення поверхні стін житлових поверхів прийнята цегляна кладка з облицювальної силікатної цегли, з подальшим фарбуванням фасадною фарбою. Елементи стін фасадів – штукатурка з фарбуванням фасадною фарбою по утеплювачу.

Поверхні екранів лоджій, балконів – затирання, фарбування кремнійорганічною емаллю КО-174 за два рази, по штукатурці.

Внутрішні поверхні екранів огорожі лоджій і балконів – затирання-фарбування водоемульсійною фарбою ВА-17 за два рази.

Водозливи вікон, парапети козирків входів – оцинкована покрівельна сталь.

Стіни житлових приміщень, передпокоїв, коридори квартир – зашивка

гіпсокартонними листами, які покриваються клеєвим розчином покращеної якості на всю висоту.

Стіни кухонь – із гіпсобетонних блоків, у верхній частині, покращене клейове фарбування, покриття емалями на висоту 1,5 м, облицювання білою глазурованою плиткою по довжині кухонного фронту на висоту 0,6 м між підлоговими та навісними шафами.

Стіни сходових кліток, технічних приміщень, тамбурів, електрощитової для чергового, коридорів – штукатурка, затирання, покращене клейове фарбування, водоемульсійне фарбування.

Стіни сміттекамер – облицювання глазурованою керамічною плиткою на висоту 2,20 м, вище – покриття олійною фарбою.

Стелі житлових приміщень, кухонь, коридорів, ванних кімнат, сходових кліток, електрощитової, приміщення чергового, комор – затирання, фарбування клейовим розчином.

Підлоги житлових приміщень, передпокоїв, коридорів – лінолеум.

Підлоги кухонь, комор – керамічна плитка

Підлоги ванних кімнат, санвузлів, сміттекамер – керамічна плитка.

Підлоги сходових кліток (сходових площадок) – мозаїчний декоративний шар.

Підлоги загальних коридорів, тамбурів, технічних приміщень, приміщень для чергових, електрощитової – мозаїчне покриття.

Підлога водомірного вузла – бетонна.

#### 4.1.6 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Об'єкт проектується у м. Києві. Згідно карти-схеми температурних зон України м. Київ відноситься до першої температурної зони. Нормативне значення опору теплопередачі для даної температурної зони  $R_n=3,3(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт})$  [55].

Попередньо визначивши конструкцію стіни, в залежності в

конструктивних особливостей навантаження на стіну, призначення стін матеріалу шарів.

Зовнішні стіни існуючої частини будівлі виконані з газоблоків товщиною 600 мм. Розрахункова конструкція стіни показана на рис. 4.1

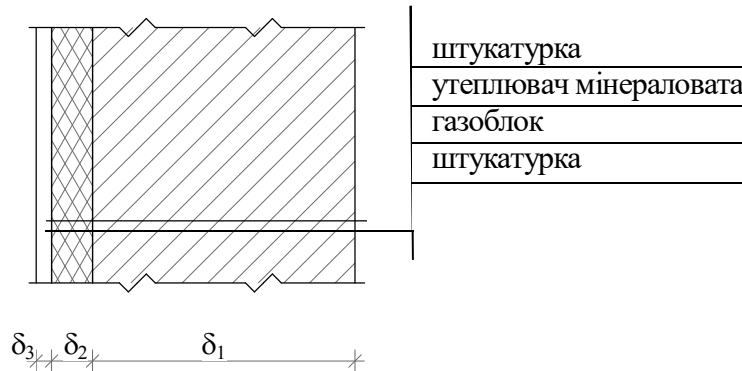


Рисунок 4.1 – Розрахункова конструкція стіни

Стіна виконана з газобетонних блоків товщиною 300 мм

$$\gamma_1 = 1800 \text{ кг/м}^3, \lambda_1 = 0,81 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}.$$

Утеплювач мінераловатні плити  $\gamma_2 = 35 \text{ кг/м}^3, \lambda_2 = 0,045 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ .

Зовнішня штукатурка з цементно-піщаного розчину  $\gamma_3 = 2400 \text{ кг/м}^3, \lambda_3 = 0,81 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ .

Загальний опір теплопередачі визначається як:

$$R_n = \frac{1}{\alpha_в} + R_K + \frac{1}{\alpha_3}, \quad [55] \quad (4.3)$$

де  $\alpha_в$  – коефіцієнт теплосприйняття, прийнятий незалежно від призначення для внутрішніх поверхонь приміщення  $\alpha_в = 8,7 \text{ Вт/ м}^2\cdot\text{C}$  [55];

$\alpha_3$  – коефіцієнт тепловіддачі із зовнішньої поверхні для зимових умов,  $\alpha_3 = 23 \text{ Вт/ м}^2\cdot\text{C}$  [55];

$$R_K = R_1 + R_2 + R_3, \quad (4.4)$$

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

Визначаємо термічний опір 1-го шару стіни:

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,3 / 0,81 = 0,37 \text{ (м}^2\cdot\text{C/Вт)}.$$

Визначаємо термічний опір 3-го шару стіни:



$$R_3 = \delta_3 / \lambda_3 = 0,02 / 0,81 = 0,0247 \text{ (м}^2 \cdot \text{C/Вт)}.$$

Опір теплопередачі утеплювача згідно формули (4.3)

$$R_{\text{ут}} = 3,3 - (0,115 + 0,37 + 0,0347 + 0,0435) = 2,321 \text{ (м}^2 \cdot \text{C/Вт)}.$$

Товщина шару утеплювача:

$$\delta_2 = R_2 \cdot \lambda_2 = 2,321 \cdot 0,045 = 0,11 \text{ м}.$$

Приймаємо  $\delta_2 = 0,12 \text{ м}$ .

За формулою (1.4):

$$R_k = 0,37 + 2,321 + 0,0347 + 0,115 + 0,0435 = 3,34.$$

$$R_n = 3,3 < 3,34 - \text{ умова виконується.}$$

#### 4.1.7 Інженерне обладнання

##### 4.1.7.1 Водопостачання

У житловому будинку передбачаються такі внутрішні системи водопостачання:

- В1 – господарсько-питний водопровід (холодної води);
- Т3 – трубопровід подачі гарячої води (від котла до сантехприладів);

Згідно ТУ водопостачання житлового будинку здійснюється від існуючих внутрішньоквартальних мереж.

Господарсько-питний водопровід запроектований для подачі води до санітарно-технічного обладнання житлового будинку

Стояки і підведення до санітарно-технічних приладів прокладаються приховано в монтажних штрабах стін. Після монтажу трубопроводів штраби закладаються огорожувальними конструкціями, за виключенням лицевої панелі, яка забезпечує доступ у штрабу, виконується з матеріалу, що не горить і замазуються аналогічними матеріалами.

Діаметр трубопроводу для гарячого водопостачання становить  $d=57 \times 3 \text{ мм}$  ( $d_y 50$ ). Підібрано циркуляційні насоси фірми Grundfos. Розраховано і

вибрано розширювальний бак Reflex NG 140. Спроековано ємкісний підігрівник води для гарячого водопостачання. Визначено такі параметри: масову витрату мережної води  $G_v=0,3$  кг/с; площу поверхні нагріву  $F=6,3$  м<sup>2</sup>; загальну довжину труб  $l = 60$  м; загальні втрати тиску в теплообмінному апараті  $\Delta P=79$  кПа.

#### 4.1.7.2 Каналізація

У житловому будинку передбачається внутрішня система водовідведення – К1 – побутова каналізація.

Для відведення побутових стоків від санітарно-технічного обладнання будинку проектується система побутової каналізації.

Внутрішні мережі побутової каналізації – стояки; збірні магістральні мережі в підвалі; випуски – передбачені з труб і фасонних частин (фітінгів) з пластичного матеріалу. Випуски каналізації підлягають герметизації.

У зв'язку з тим, що мережі систем ВК прийняті з неметалевих труб, та для захисту жителів від ураження електричним струмом (у випадку його витікання), проектом передбачається заземлення ванн шляхом влаштування перемичок від ванн з сталеві смуги 4x25 мм до сталеві смуги 4x25 мм, яка прокладається по всіх поверххах поряд зі стояком системи К1. У технічному підпіллі смуги заземлення заводяться в електрощитову з подальшим приєднанням до вирівнювача електричних потенціалів.

Відведення дощових і талих вод з покрівлі житлового будинку вирішується будівельною частиною проекту.

#### 4.1.7.3 Опалення

Опалення сходової клітки, сміттекамери здійснюється електрорадіаторами.

Витрати тепла на опалення квартир:

- однокімнатних – 2400...3000Вт;
- двокімнатних – 3900...5000 Вт;
- трикімнатних – 5800...7800 Вт.

Питома теплова потужність – 55 Вт/м<sup>2</sup>.

Теплова потужність опалення  $Q_{\text{опал}} = 142,5$  кВт.

## 4.2 Основи та фундаменти

### 4.2.1. Аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчику

Рельєф ділянки рівнинний.

Архітектурно-будівельний кліматичний район – I (Північно-західний)

Кліматична характеристика району будівництва наведена в таблиці 4.7

№ п/п	Найменування показників	Величина показників
1	Температура повітря найбільш холодної п'ятиденки, °С	мінус 22
2	Характеристичне значення снігового навантаження $S_o$ для 5 району, Па	1550
3	Характеристичне значення вітрового тиску $W_o$ для 2 району, Па	370
4	Характеристичними значеннями товщини стінки ожеледі $B$ , для 3 району, мм	19
5	Сейсмічність району, бали	5

У фізико-географічному відношенні територія, що розглядається, розташована на правому березі р. Дніпро, на схилі Київського плато - одного з морфологічних елементів Придніпровської височини. Київське плато являє собою платоподібну лесову рівнину.

Верхня частина схилу забудована та спланована. Абсолютні відмітки денної поверхні землі на ділянці вишукувань у верхній частині схилу

змінюються від 144,02 до 148,04 м. Абсолютні відмітки поверхні землі у нижній частині схилу змінюються від 106,8 до 107,35 м. Перепад висот на схилі складає 40-45 м. Схил досить крутий, в нижній частині вкритий чагарниками болотної рослинності. За опитуванням місцевих мешканців на схилі періодично спостерігаються обвали-зсуви ґрунтів.

Згідно з інженерно-геологічними вишукуваннями у геологічній будові на розвідану глибину беруть участь наступні інженерно-геологічні елементи:

- голоценові техногенні насипні ґрунти ( $tH$ ) - супісок та суглинок жовтувато-сірі, з домішками будівельного сміття до 30%, з поверхні місцями асфальт чи ґрунтово-рослинний шар, потужність шару змінюється від 0,6 до 12,7 м;
- голоценові делювіальні відклади ( $dH$ ) – представлені зеленувато-сірими пілуватими супіском пластичним та суглинком важким м'якопластичним з лінзою глини, потужністю 7,0 м;
- верхньоплейстоценові еолово-делювіальні відклади ( $vdP_{III}$ ) – супісок та суглинок жовтувато-сірі, пілуваті, тверді, макропористі, карбонатні, володіють властивостями просідання, потужність шару - 11,3-13,0 м. Початковий тиск просідання ( $P_{s1}$ ) становить 0,239 МПа.

У таблиці 4.8. представлені фізико-механічні характеристики ґрунтів (примітка: в числівнику - показники властивостей ґрунтів при природній вологості в знаменнику - показники властивостей ґрунтів при повному водонасиченні (у випадку замочування)).

Ділянка відноситься до III категорії складності інженерно-геологічних умов.

Таблиця 4.8 - Фізико-механічні характеристики ґрунтів

№ ПГЕ	Характеристика інженерно-геологічного елемента (ПГЕ)	Природна вологість, W	Вологість на межі		Число пластичності, I <sub>p</sub>	Показник текучості, I <sub>L</sub>	Щільність часток ґрунту, $\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	Щільність ґрунту, $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Кут внутрішнього тертя, $\varphi^0$	Питоме зчеплення $c$ , кПа	Модуль деформації E, МПа
			текучості, W <sub>L</sub>	розкошування, W <sub>p</sub>							
1	Насипной ґрунт	0.28	0.33	0.2	0.13	0.62	2.67	1.53	20	9	8
		0.33				1.00		1.61	17	8	6
2	Супісок лесовидний, пілуватий, твердий, володіє властивостями просідання	0.12	0.26	0.19	0.07	< 0	2.67	1.71	25	32	25
		0.27				> 1,0		1.92	19	17	1
3	Суглинок лесовидний, пілуватий, твердий, володіє властивостями просідання	0.16	0.27	0.18	0.09	< 0	2.67	1.74	23	35	18
		0.28				> 1,0		1.92	20	20	12
4	Супісок піщанистий, твердий	0.08	0.19	0.15	0.04	< 0	2.67	1.80	26	15	20
		0.21				> 1,0		1.97	22	10	18
5	Суглинок легкий, піщанистий, напівтвердий та твердий	0.16	0.26	0.15	0.11	0.09	2.68	1.84	21	25	19
		0.25				0.91		2.00	18	21	15
6	Супісок піщанистий, твердий	0.04	0.26	0.24	0.02	< 0	2.67	1.70	25	13	25
		0.26				> 1,0		2.07	21	10	22
7	Пісок мілкий, однорідний за гранулометричним складом, середньої щільності, малого та середнього ступеню водонасичення	0.03					2.65	1.69	32	2	30
		0.21						1.99	30	1	28
8	Пісок середньої крупності, однорідний за гранулометричним складом, середньої щільності, середнього ступеню водонасичення та насичений водою	0.20					2.65	1.85	34	2	32
9	Супісок пілуватий, пластичний	0.24	0.27	0.22	0.05	0.55	2.67	1.83	25	14	20
10	Суглинок важкий, пілуватий, тугопластичний	0.29	0.39	0.24	0.15	0.36	2.68	1.90	24	25	16
11	Наглинок - суглинок важкий, пілуватий, напівтвердий	0.28	0.47	0.26	0.22	0.12	2.70	1.92	15	10 0	26

## 4.2.2 Визначення навантажень на фундаменти

$A_{\text{вант.}} = 18,3 \text{ м}^2$ . Результати розрахунків представлені у таблиці 4.9. Навантаження збирались на рівні обрізу фундаментів.

Таблиця 4.9 – Навантаження на фундамент під внутрішню несучу стіну по осі Б

Вид навантаження	Характеристичне навантаження, кН/м	$\gamma_{fe}$	Експлуатаційне навантаження, кН/м	$\gamma_{fm}$	Граничне навантаження, кН/м
Постійні					
1.Власна вага $0,2 \cdot 18,3 \cdot 25 \cdot 18$	1141	1	1141	1,1	1256
2.Вага підлоги $0,86 \cdot 18,3 \cdot 24$	173	1	173	1,3	225
3.Покрівля	18,3	1	18,3	1,3	23
Всього			1332		1504
Тимчасові Довготривалі Корисне $0,64 \cdot (11 \cdot 1,5 \cdot 18,3 + 0,7 \cdot 18,3)$	309	1	309	1,3	401
Перегородки $2,7 \cdot 11 \cdot 18,3$	543	1	543	1,1	651
Всього			842		1052
Короткочасне Снігове Київ $1,55 \cdot 18,3$	28	0,49	14	1,14	16

Снігове навантаження, згідно з [58] на  $1 \text{ м}^2$  покриття складає

$$s_m = \gamma_{fm} s_0 C, \quad (4.5)$$

де  $C = \mu C_e C_{alt}$ ;

$C_e = 1$ , оскільки покрівля утеплена,  $C_{alt} = 1$ , оскільки висота над рівнем моря  $H < 0,5 \text{ км}$ ;

Коефіцієнт форми покрівлі  $\mu$  приймаємо за схемою 8 додатку Ж [58] для будівель з плоскою покрівлею  $\mu = 1$ .

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

Враховуємо також коефіцієнт надійності за призначенням ( $\gamma_n$ ) [56]

$$N_e = (\sum N_i^{\text{пост.}} + 0,9 \sum N_i^{\text{тим.корот.}} + 0,95 \sum N_i^{\text{тим.трив.}}) \gamma_n;$$

$$N_m = (\sum N_i^{\text{пост.}} + 0,9 \sum N_i^{\text{тим.корот.}} + 0,95 \sum N_i^{\text{тим.трив.}}) \gamma_n..$$

$$N_e = (\sum N_i^{\text{пост.}} + 0,9 \sum N_i^{\text{тим.корот.}} + 0,95 \sum N_i^{\text{тим.трив.}}) \gamma_n = (1332 + 0,9 \cdot 14 + 0,95 \cdot 842) \cdot 0,975 = 2870 \text{ (кН/п.м);}$$

$$N_m = (\sum N_i^{\text{пост.}} + 0,9 \sum N_i^{\text{тим.корот.}} + 0,95 \sum N_i^{\text{тим.трив.}}) \gamma_n = (1504 + 0,9 \cdot 16 + 0,95 \cdot 1052) \cdot 1,1 = 2769 \text{ (кН/п.м).}$$

#### 4.2.3. Розрахунок варіанту фундаменту бурових палей

Визначення потрібної кількості палей

Приймаємо бурову палю діаметром 0,6 м, довжиною 20 м.

$$\gamma_c = 1 [51]; \gamma_{cr} = 1 [51]; \gamma_{cf} = 0,64 [51]; A = \pi(d/2)^2 = 2,83 \text{ (м}^2\text{);}$$

$$U = \pi d = 1,88 \text{ (м).}$$

Розрахунковий опір під нижнім кінцем палі для глинистого ґрунту [51]:

$$R = 3845 \text{ (кПа).}$$

Несуча здатність висячої бурової палі:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cr} \cdot R \cdot A + U \cdot \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i)$$

$$F_{d1} = 1(1 \cdot 38,45 \cdot 0,28 \cdot 1,88 \cdot 467,79) = 103 \text{ (кН)}$$

Допустиме навантаження на палю визначаємо по несучій здатності:

$$N = 103/1,4 = 73 \text{ (кН).}$$

Потрібна кількість палей для фундаменту:

$$n = \frac{N_m \cdot 1,15}{N} = \frac{2769 \cdot 1,15}{73} = 344,5 = 345 \text{ (шт.)}$$

$$l = \frac{1}{n} = \frac{1}{345} = 0,0029 \text{ (м)}$$

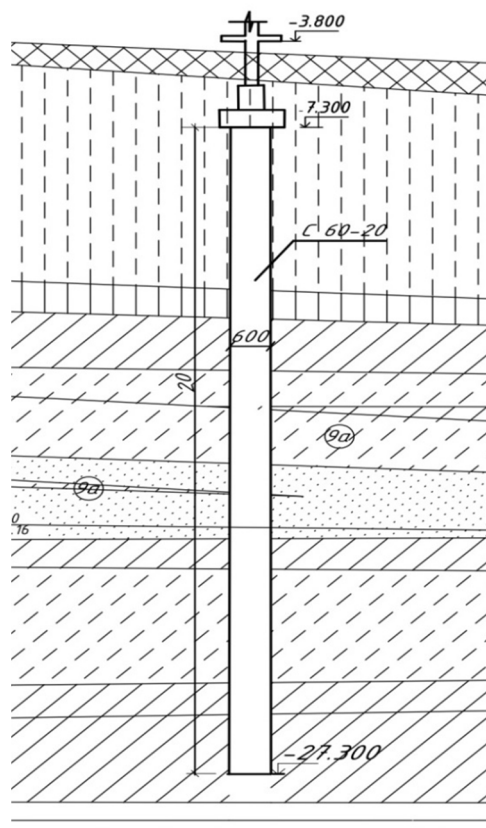


Рисунок 4.3 - Розміщення в ґрунті пальового фундаменту

Таблиця 4.10 – Розрахунок опору по бічній поверхні бурової палі

$H_i$ , м	$h_i$ , м	$f_{li}$ , кПа (за табл. Н.2.2)	$\gamma_{cf}$	$\gamma_{cf} \cdot f_{li} \cdot h_i$ , кН/м
2,25	1,0	3,0	0,7	2,1
3,75	2,0	5,0	0,7	7
5,15	0,8	6,0	0,7	3,36
5,8	0,5	6,0	0,7	2,1
6,55	1,0	7,0	0,7	4,9
7,55	1,0	7,0	0,7	4,9
8,55	1,0	26,27	0,6	18,38
9,5	0,9	6,0	0,7	3,78
10,95	2,0	27,19	0,7	37,92
12,1	0,3	35,68	0,6	7,49
12,65	0,8	36,12	0,6	17,33
12,05	2,0	70,67	0,7	98,93
15,1	0,1	72,14	0,7	5,04
16,15	2,0	74,1	0,7	103,74
18,15	2,0	76,41	0,7	106,97
19,55	0,8	78,31	0,7	43,85

1

 $\Sigma = 467,79$



Розмістимо палі у плані з дотриманням вимоги мінімальної відстані між ними – 1 м між гранями палей (рис.4.2).

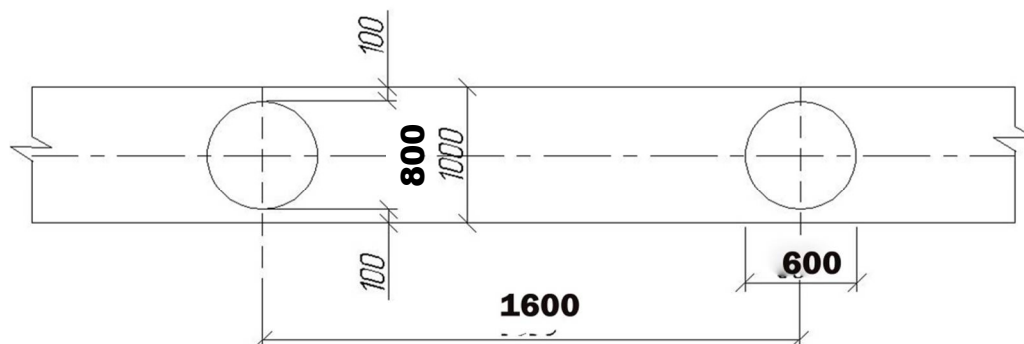


Рисунок 4.2 – Розміщення бурових палей у ростверку

#### 4.2.3 Перевірка навантаження на палі

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

Вага палей  $G_n = (0,6^2 \cdot 3,14/4) \cdot 20 \cdot 25 \cdot 4 = 565,2 \cdot 1,1 = 621,72$  (кН).

Вага ростверку  $G_p = 2,7 \cdot 2,7 \cdot 1,75 \cdot 20 \cdot 1,1 = 280,66$  (кН).

Загальне максимальне розрахункове навантаження на одну палю:

$$N = \frac{N_m + G_n + G_p}{n} \leq N = \frac{F_d}{\gamma_k}$$

$$N = \frac{2769 + 280,66 + 621,72}{0,0029} = 1269(\text{кН}) > 3950,52(\text{кН})$$

Умова виконується, перевищення 5 %.

Отже, несуча здатність палей при обраному їх розташуванні забезпечена.

#### 4.2.4. Розрахунок осідання

Визначаємо осідання одиночної палі.

Вертикальне навантаження на палю приймаємо середнім для куца при розрахунковому експлуатаційному значенні навантажень.

Вертикальне навантаження  $N_e=2300\text{кН}$

Вага ростверку ґрунту на його уступах:

$$G_p=4,68 \cdot 20=93,6 \text{ кН}$$

Середнє навантаження на палю

$$p = \frac{2300 + 93,6}{6} = 339(\text{кН})$$

Середнє значення коефіцієнта Пуансона в межах напруженої зони

$$v = \frac{\sum v_i h_i}{\sum h_i} = \frac{0.35 \cdot 2.5 + 0.3 \cdot 5.0 + 0.3 \cdot 3.55}{11.05} = 0.311$$

Граничний опір палі

$$p_u=1.25F_d=1.25 \cdot 803.7=104.6 \text{ кН}$$

Навантаження на палю на межі пропорційності

$$p_e=0,5 \quad p_u=0,5 \cdot 1004,6=502,3 \text{ кН}$$

Модуль деформації в ґрунті під нижнім кінцем палі в межах одного діаметру вище чотирьох діаметрів нижче позначки нижнього кінця пілі

$$E_p=43 \text{ МПа}$$

Осереднений в межах довжини палі модуль деформації ґрунтової основи

$$v = \frac{\sum v_i h_i}{\sum h_i} = \frac{11 \cdot 2.5 + 10 \cdot 5.0 + 0.43 \cdot 3.55}{9,85} = 18,13 \text{ МПа}$$

Відношення усереднених модулів деформації ґрунтової основи під нижнім кінцем і в межах бічної поверхні палі

$$k_e = \frac{E_p}{E_f} = \frac{43}{18.13} = 2.37$$

Приведений радіус палі

$$r = \frac{r_0}{l} = \frac{0.6}{26.7} = 0.22$$

Модуль деформації матеріалу палі

$$E_0 = 2450 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт що визначає частину навантаження, яка передається нижнім кінцем палі (за табл П 1.2 [51] в залежності від  $r$  та  $k_e$ :  $b = 0.203$ )

Коефіцієнт умов роботи ґрунту вздовж бічної поверхні палі за табл. П1.5:

$$K_p = 1,79$$

Приведений модуль деформації ґрунту

$$E = (1-b)k_f E_f + k_p b E_p = (1-0.203) \cdot 1.4 \cdot 18.3 + 1.79 \cdot 0.203 \cdot 43 = 35.85 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт осідання ( за таблицею П1.1(17) в залежності від  $r$  та  $k_e$ )

$$C = 0,628$$

Потужна складова осідання

$$S_e = 2(1+\nu) \frac{PeC}{EL} + \frac{Pe(1+b)}{2E_0F} = 2(1+0.311) \frac{502.3 \cdot 0.628}{35850 \cdot 9.82} + \frac{502.3 \cdot 9.85 \cdot (1+0.203)}{2 \cdot 24500 \cdot 10 \cdot 0.3} = 0.0369 \text{ (М)}$$

Осідання одиночної палі

$$Sl = Pu - P = \frac{0.00369 \cdot 399}{1004.6 - 399} = 0.00243$$

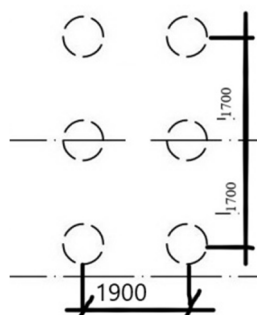


Рисунок 4.3 - Розміщення палі у куці

Визначаємо осідання куца з 6 палі, взявши за основу 1 з середніх палі (див. рис. 4.3).

Палі мають такі відстані від середньої

$$a_1 = 1700 - 3 \text{ шт}$$

$a_2=2570 - 2$  шт

Визначаємо коефіцієнт впливу сусідніх паль за табл П1.3 та П1.4 в залежності від приведеної відстані

$$\frac{a1}{2r0} = \frac{1,7}{0,6} = 2,8 \quad W_1=0.439 \quad k_{b1}=1.058$$

$$\frac{a2}{2r0} = \frac{2570}{0,6} = 4,28 \quad W_2=0.3906 \quad k_{b2}=1.0438$$

Осідання середньої палі від одиночного навантаження на і-ту:

$$S_{i,j} = 2(1+\nu) \frac{W_j K b_j}{El}$$

Для відповідних паль

$$S_{1,1} = 2(1+\nu) \frac{W_j K b_j}{El} = 2(1+0,311) \frac{0,439 * 1,058}{35850 * 9,85} = 3,449 * 10$$

$$S_{1,1} = 2(1+\nu) \frac{W_j K b_j}{El} = 2(1+0,311) \frac{0,3906 * 1,0438}{35850 * 9,85} = 3,0273 * 10$$

Осідання пального куща

$$S_i = S_1 + \sum_{j=1}^n P_j S_{ij} = 0.00243 + 3 * 399 * 3449 + 2 * 399 * 3.0273 = 0.00897$$

Допустиме значення осідання для будівель  $S_u=10$ см

Умова  $S=0,897$ см  $<$   $S_u=10$  см виконується.

#### 4.2.5 Проектування фундаменту за результатами дослідження

За результатами моделювання в ПК «ЛИРА САПР» можна зменшити кількість паль у складі плитно-пального фундаменту на 62 палі до 286 шт (рис. 4.4).

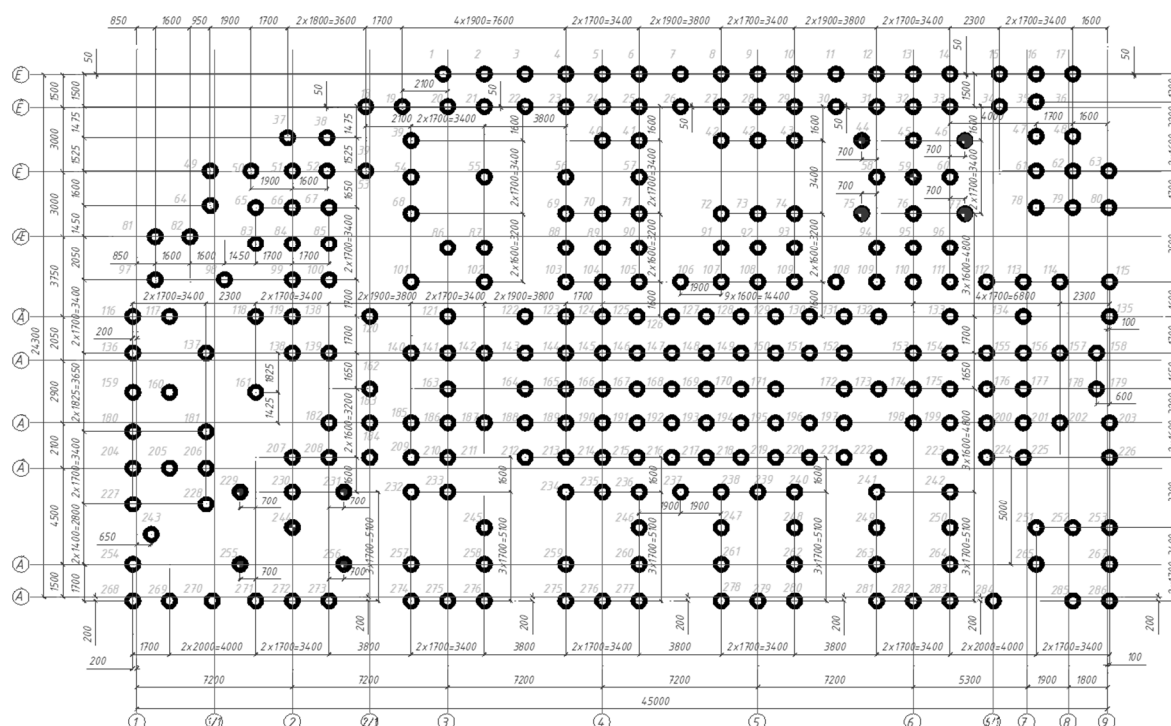


Рисунок 4.4 – Розміщення паль у ростверку за результатами досліджень

#### Висновки за розділом 4

В розділі "Технічна частина" розглянуто архітектурно-будівельні рішення багатоповерхового житлового будинку в Голосіївському районі міста Києва. Виконано теплотехнічний розрахунок та конструювання складових зовнішнього утеплення. При якому було підібрано утеплювач з мінераловатних плит товщиною 120 мм, який відповідає протипожежним нормам та забезпечує потрібний термічний опір.

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

## РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У цьому розділі магістерської кваліфікаційної роботи розробляються заходи з охорони праці в процесі реалізації конструктивних рішень стосовно плитно-пальових фундаментів.

Охорона праці належить до соціально-економічних систем, головним завданням яких є врахування громадських та особистих інтересів людей. Соціальне значення охорони праці полягає в сприянні росту ефективності суспільного виробництва шляхом безперервного вдосконалення і поліпшення умов праці, підвищення їх безпеки, зниження виробничого травматизму і профзахворювань. Економічне значення охорони праці визначається ефективністю заходів з покращення умов і підвищення безпеки праці та є економічним виразом соціальної значущості охорони праці.

Роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці. Це забезпечить не лише безпечність умов праці, а й створить відповідний настрій всередині колективу.

На будівельно-монтажний персонал, який здійснює влаштування плитно-пальових фундаментів, впливають такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори [56, 60]:

1) фізичні: машини та механізми, що рухаються; незахищені елементи виробничого обладнання, що рухаються; обвалення гірських порід (грунтів); підвищений рівень шуму на робочому місці; підвищена та знижена температура повітря робочої зони; підвищена та знижена швидкість руху повітря; підвищений та знижений рівень вологості повітря; підвищений рівень вібрації; небезпечне значення напруги в електричному колі, замикання якого може відбутись через тіло людини; нестача природного освітлення; недостатнє освітлення робочої зони;

розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі (підлоги); гострі кромки, задирки та шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів та обладнання.

2) психофізіологічні: фізичні перевантаження (динамічні); нервово-психічні перенавантаження (монотонність праці, перенапруга аналізаторів).

## 5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта

### 5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

За наявності небезпечних та шкідливих виробничих факторів, зазначених вище факторів, безпека улаштування штучних основ і фундаментів повинна бути забезпечена відповідно до вимог [60] і проектно-технологічної документації (ПОБ, ПВР тощо) на виконання цих робіт зокрема: дотримання вимог допуску працюючих до виконання робіт; дотримання безпечних способів і методів виконання робіт з улаштування штучних основ і фундаментів; вибір засобів механізації для виконання робіт; розроблення та дотримання схем монтажу, демонтажу, переміщення по будівельному майданчику засобів механізації; забезпечення безпечної експлуатації бурового інструменту, палубних механізмів, віброзанурювачів, механізмів із вдавлювання паль; забезпечення безпеки занурення віброзанурювачів, опускних колодязів, забивання та витягання обсадних труб; забезпечення безпечного виконання робіт у зонах обводнених ґрунтів, штучного закріплення ґрунтів, діючих підземних комунікацій; забезпечення безпеки праці під час виконання робіт на одному будівельному майданчику кількома машинами, механізмами; забезпечення безпеки праці під час використання спеціального обладнання для зведення протифільтраційних завіс, споруд типу «стіна у ґрунті», хімічного, термічного та інших видів закріплення ґрунтів; визначення номенклатури та забезпечення необхідної кількості засобів колективного та індивідуального захисту працівників.

До початку робіт наказом роботодавця повинна бути призначена особа, відповідальна за безпечне виконання робіт. Ця особа повинна вивчити геологічні та гідрогеологічні умови, розміщення підземних та наземних комунікацій.

Під час виконання робіт особливу увагу необхідно приділяти: підземним комунікаціям; старим виробкам і фундаментам; поверхневим водам (зі швидким підніманням їх рівня); напірним підземним водам; незатампованим розвідувальним свердловинам; наземним установкам, що призводять до вібрації ґрунту; повітряним електричним мережам.

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

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

Установлювати бурову машину для улаштування бурових паль дозволяється на спланованому майданчику з урахуванням категорії та характеру ґрунту. Машиніст бурової установки під час забивання паль зобов'язаний використовувати устаткування і методи, що забезпечують його особисту безпеку та безпеку членів бригади. Він несе безпосередню відповідальність за порушення норм і правил безпечної експлуатації установки, а також за безпеку працівників, що беруть участь у виконанні робіт. У бригаді (ланці) у складі осіб, які зайняті на забиванні бурових паль, повинно бути не менше двох стропальників.

Палейні та бурові машини повинні бути обладнані обмежувачами висоти піднімання бурового інструменту або вантажозахоплювального пристрою та звуковою сигналізацією.



На канати повинен бути сертифікат виробника або акт про їх випробування; вантажозахоплювальні засоби повинні бути випробувані та мати бирки або клейма, що підтверджують їх вантажопідіймальність і дату випробування. Гранична маса молота та палі для копра відповідно до паспорта копра повинна бути зазначена на його фермі або рамі. Відстань між палейними або буровими машинами та розташованими поблизу них будівлями визначається ПВР. Небезпечна зона під час роботи зазначених машин повинна бути визначена в радіусі не менше ніж 15 м від гирла свердловини або місця забивання палі.

Пересування палейних і бурових машин необхідно виконувати по заздалегідь спланованому горизонтальному шляху та за умови перебування конструкцій машин у транспортному положенні.

Улаштування бурових палей у зоні діючих підземних комунікацій необхідно виконувати за нарядом-допуском під керівництвом особи, що відповідає за безпечне виконання робіт, а в охоронній зоні діючого газопроводу або кабелів електроживлення – ще і у присутності представників організацій, що експлуатують ці комунікації.

Віброзанурювачі для занурення палей повинні бути обладнані підвісними інвентарними площадками для розміщення робітників, які виконують приєднання наголовника віброзанурювача до палі (оболонки). Ширина настилу площадки повинна бути не менше ніж 0,8 м. Настил площадки повинен бути огорожений на висоту не менше ніж 1,1 м. Перед використанням віброзанурювача необхідно перевірити цілісність ізоляції живильних проводів, заземлення. Пробурені свердловини у разі припинення робіт повинні бути закриті щитами або огорожені. На щитах і огорожах повинні бути нанесені попереджувальні знаки безпеки та встановлено сигнальне освітлення згідно з вимогами ДБН В.2.5-28, ГОСТ 12.1.046.

Під час виконання робіт на одному робочому майданчику двома механізмами (бурова установка і кран) відстань між ними повинна бути не менше довжини стріли крана або башти бурильної установки плюс 5,0 м. За неможливості

дотримання цих умов під час монтажу арматурного каркаса палі машиніст бурової установки та бурильники, які не беруть участі у монтажі каркаса, повинні вийти за межі небезпечної зони. Після завершення монтажу каркаса кран необхідно вивести з небезпечної зони. У разі виникнення аварійної ситуації під час забивання бурових палей бурильник повинен залишити небезпечну зону, а машиніст – діяти відповідно до інструкції з експлуатації установки.

Починати роботи методом «стіна у ґрунті» дозволяється за наявності затвердженого та погодженого із зацікавленими організаціями ПВР, а також дозволу на виконання цих робіт. На місцях виконання робіт необхідно вивісити плакати зі схемами та зображенням засобів стропування, обмежувальних пристроїв, арматурних каркасів, бетоновозів, бункерів, іншого обладнання.

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

Зведення підпірних стін, стін підвалів і кріплень котлованів на будівельних об'єктах, у тому числі під час геотехнічних реконструкцій у зоні розміщення підземних комунікацій, дозволяється з письмового дозволу організації, що експлуатує ці комунікації. Роботи з пневматичними установками необхідно виконувати відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.07.

### 5.1.2 Електробезпека

Живлення силового обладнання заводу та системи освітлення здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 х 220В (фазна напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В).

Категорія умов по небезпеці електротравматизму – особливо небезпечні, так як виконуються назовні.

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам [63]:

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

2) При живленні однофазних споживачів струму від трипровідної мережі при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі;

### 3) Електрозахисні засоби захисту

Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється.

Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками.

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

## 5.2 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.

Нормуються параметри мікроклімату в виробничих приміщеннях та гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони. Тяжкість роботи розділяється на категорії залежно від загальних енерговитрат організму, ккал/с (Вт) [60]. Параметри мікроклімату в виробничому приміщенні, де встановлена лінія, наведено в таблиці 5.1.

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату на робочому місці технологічного персоналу передбачається [60]: в холодну пору року використання калорифера; в літню пору застосування вентиляторів обдуву; провітрювання приміщення.

Таблиця 5.1 – Нормування параметрів мікроклімату на непостійних робочих місцях

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість	Швидкість руху
Теплий	Пб	15-29	70 при 25°С	0,2-0,5
Холодний	Пб	13-23	не більш 75	не більш 0,4

### 5.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м. В умовах роботи на граничнодопустимих концентраціях можливими забруднювачами повітря робочої зони можуть бути пил та шкідливі гази, їх ГДК [60] наведено в таблиці 5.2.

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

Назва речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0.5	0.15	4
Вуглець (II) оксиду	20		4

Для забезпечення складу повітря робочої зони передбачено [60]: провітрювання приміщення; цілісність вікон для перешкодження попадання пилу в приміщення під час роботи лінії; встановлення пиловловлюючих засобів.

### 5.2.3 Виробниче освітлення

#### Природне освітлення.

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

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

#### Штучне освітлення.

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

Характеристика зорових робіт – малої точності. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [60] розряд зорової роботи IV, підрозряд «Г».

Для загального освітлення приміщень рекомендується використовувати головним чином, світлодіодні лампи, що обумовлюється наступними перевагами: високою світловою віддачею (до 75 лм/Вт і більше); довгим часом використання (до 10000 годин); малою яскравістю поверхні, що світиться; спектральним складом випромінюючого світла (для деяких видів ламп цей склад є близьким до природного світла, що забезпечує гарну передачу кольорів). Разом з тим необхідно врахувати і недоліки цих ламп: висока пульсація світлого потоку та пов'язана з цим можливість стробоскопічного ефекту; для запалювання та горіння лампи необхідно включення послідовно з ним пускорегулюючих апаратів; працездатність ламп залежить від температури оточуючого середовища, до кінця часу роботи світловий потік зменшується більш ніж на половину від номінального.

Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Х-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Х-ка фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Малої точності	Від 1,0 до 5 включно	V	г	середній великий великий	світлий світлий середній	-	200	3	1,8

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

#### 5.2.4 Виробничий шум

Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки» [62] (таблиця 5.4).

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

Таблиця 5.4 – Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постійні робочі місця в промислових приміщеннях	107	95	87	82	78	75	73	71	69

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

Для зниження шуму в приміщенні, необхідно:

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

### 5.2.5 Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори визначаються відповідно до Гігієнічної класифікації праці [56]. 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 мязів 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 взаєморозташування 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 у надзвичайних ситуаціях. Дослідження стійкості роботи системи електропостачання району забудови в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій

Всі системи електропостачання (СЕП) житлових і промислових об'єктів є досить вразливими до дії загрозливих чинників, що виникають у надзвичайних ситуаціях. Тому важливим питанням є забезпечення високої стійкості роботи СЕП. В даному випадку оцінка її стійкості може бути проведена за допомогою моделювання його ураження, що враховують можливі наслідки ураження людей, виникнення пожеж, виходу з ладу елементів енергетичних систем.

Дія радіації на матеріали залежить від виду випромінювання, дози, природи опроміненої речовини та від умов навколишнього середовища. В енергетичних системах використовують різні матеріали: метали, напівпровідники та різні органічні сполуки (діелектрики, смоли), найбільш чутливими до радіації є метали, бо в них велика концентрація вільних носіїв. Основними заходами підвищення радіаційної стійкості є: використання радіаційно-стійких елементів та матеріалів; застосування різних екранів, або активного захисту від дії радіації.

При взаємодії гама-випромінювань та деяким середовищем, цьому середовищу надається певна кількість енергії. Більша частина цієї енергії йде на поступальний рух електронів та іонів, що були утворені в процесі іонізації. Подальшу іонізацію викликають первинні електрони, що мають велику енергію. Як наслідок виникають тимчасові електричні та магнітні поля.

Виникнення електромагнітного імпульсу (ЕМІ), може викликати високі імпульси струму та напруги в кабельних лініях електропередачі, системи зв'язку, обчислювальних машин, антен радіостанцій тощо. В результаті імпульс струму чи напруги проникає в систему і спричиняє пошкодження, ступінь яких залежить від чутливості складових системи вузлів. ЕМІ може поширюватись на десятки кілометрів в навколишньому середовищі і по різних комунікаціях, здійснюючи вплив на об'єкти там, де ударна хвиля, світлове вимірювання і проникаюча радіація втрачають своє значення, як вражаючі фактори.

Результатом такого впливу може бути вихід із ладу різних пристроїв та спорядження. Особливо негативний вплив електромагнітного імпульсу на обладнання, яке не має спеціального захисту (вимикачі, різні «домішки» до системи проводів, електромагнітне екранування тощо).

Електромагнітний імпульс являє собою велику небезпеку для елементів СЕП, зокрема вимикачі та трансформатори, добре захищених від дії інших вражаючих факторів. Тому захист елементів від механічних пошкоджень не захищає від дії електромагнітного імпульсу. Саме тому, обов'язковим для обладнання СЕП є дослідження стійкості його роботи в умовах впливу електромагнітного імпульсу та іонізуючих випромінювань.

5.3.1 Дослідження стійкості роботи системи електропостачання району житлової забудови міста в умовах дії іонізуючих випромінювань

Критерієм стійкості роботи енергетичного обладнання СЕП є граничне значення експозиційної дози ( $D_{гр, P}$ ), при якому в елементній базі можуть виникати зворотні зміни. Визначаємо граничні значення експозиційних доз для елементів СЕП. По мінімальному значенню  $D_{гр}$ , визначаємо границю стійкості системи в цілому. Так як трансформатори та вимикачі мають мінімальне значення  $D_{гр}$ , то далі для них розрахована Дослідження стійкості роботи при дії ІВ та ЕМІ, а кабельні лінії та повітряна лінія мають грозозахист, і стійкі до дії ЕМІ, то подальші розрахунки для них не виконуються. Результати заносимо у таблицю 5.5.

Таблиця 5.5 – Граничні дози для елементів житлової забудови

№	Елементи СЕП	$D_{гр, P}$	$D_{гр, P}$
1	Кабельні лінії ААБ (3x70 мм <sup>2</sup> )	$10^8$	10 <sup>2</sup>
2	Кабельна лінії ААБ (3x120 мм <sup>2</sup> )	$10^9$	
3	Трансформатори	$10^2$	
4	Вимикачі	$10^4$	

Розрахуємо можливу дозу для СЕП, граничний час експлуатації 10р.

$$D_{em} = \frac{2 \cdot P_{1max} \cdot (\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})}{k_{ocл}} = \frac{2 \cdot 4,92 \cdot (\sqrt{87660} - \sqrt{1})}{1} = 2903,53 (P).$$

Таким чином система буде працювати стійко, так як, можлива експозиційна доза менша за граничну  $2903,53 < 100000$ .

Визначаємо допустимий час роботи елементів СЕП за формулою:

$$t_{дон} = \left( \frac{D_{ep} \cdot K_{ocл} + 2 \cdot p_{1max} \cdot \sqrt{t_p}}{2 \cdot p_{1max}} \right)^2.$$

$$\text{Отже, } t_{донтр-р} = \left( \frac{10^2 \cdot 1 + 2 \cdot 4,92 \cdot \sqrt{1}}{2 \cdot 4,92} \right)^2 = 116,7 \cdot 10^2 \text{ год} = 13,3 (\text{років}),$$

$$\text{а } t_{донвим} = \left( \frac{10^4 \cdot 1 + 2 \cdot 4,92 \cdot \sqrt{1}}{2 \cdot 4,92} \right)^2 = 9631 \cdot 10^4 \text{ год} = 10,9 (\text{років}).$$

Отже, допустимий час роботи трансформаторів складатиме не менше 13 років, а вимикачів – близько 11 років.

5.3.2 Дослідження стійкості роботи системи електропостачання району житлової забудови в умовах дії електромагнітного імпульсу

Напруга наводки в горизонтальній і вертикальній струмопровідній частині:

$$U_{Г} = E_{в} \cdot l_{Г},$$

$$U_{В} = E_{в} \cdot l_{В},$$

де  $E_{в}$  – величина електромагнітного імпульсу (кВ/м);

$l_{Г}$  – довжина горизонтальної струмопровідної частини системи (м),

$l_{В}$  – довжина вертикальної струмопровідної частини системи (м).

Розрахуємо  $U_{Г}$  для трансформаторів та вимикачів:

$$U_{ГТр-р} = 11,78 \cdot 1,48 \cdot 10^3 = 17460 (\text{кВ/м}),$$

$$U_{ГВим} = 11,78 \cdot 0,68 \cdot 10^3 = 8051 (\text{кВ/м}).$$

Допустиме коливання напруги живлення:

$$U_{\text{дон}} = U_{\text{ж}} + \frac{U_{\text{ж}}}{100} \cdot N,$$

де  $N$  – відсоток допуску,

$U_{\text{ж}}$  – напруга живлення;

$$U_{\text{дон}} = 10 + \frac{10}{100} \cdot (\pm 5) = 9,5 - 10,5 (\text{кВ})$$

За критерієм стійкості роботи радіоелектронних систем, або окремих їх елементів в умовах дії електромагнітних випромінювань можна прийняти коефіцієнт безпеки, який для нормальної роботи механізму повинен бути рівним:

$$K_{\text{б}} \geq 40 \text{ (дБ)}.$$

Визначаємо коефіцієнти горизонтальної і вертикальної безпеки:

$$K_{\text{б}ei} = 20 \cdot \lg(U_{\text{д}} / U_{ei}),$$

$$K_{\text{б}zi} = 20 \cdot \lg(U_{\text{д}} / U_{zi}).$$

$$K_{\text{б}Тр-р} = 20 \lg\left(\frac{9500}{17460}\right) = -9,3 \text{ (дБ)},$$

$$K_{\text{б}ГВшм} = 20 \lg\left(\frac{9500}{8051}\right) = 5,43 \text{ (дБ)}.$$

Так як для трансформатора і вимикача  $K_{\text{б}з} < 40$  дБ, то обладнання не буде працювати стійко.

Для збільшення стійкості слід застосувати екранування. Перехідне затухання екрану:

$$A = K_{\text{Бном}} - K_{\text{Бмін}}, \text{ (дБ)};$$

де  $K_{\text{Бном}}$  – номінальний коефіцієнт безпеки (40 дБ),

$K_{\text{Бмін}}$  – мінімальний коефіцієнт безпеки, отриманий при розрахунку;

$$A = 40 - 5,43 = 34,57 \text{ (дБ)}.$$

Товщина захисного екрану

$$t = \frac{A}{5,2 \cdot \sqrt{f}}$$

де  $f$  – частота,

$$t = \frac{34,57}{5,2 \cdot \sqrt{15000}} = 0,12 \text{ (см)}.$$

Розрахуємо  $U_b$  трансформатора 630 кВА:

$$U_{bTP} = 11,58 * 0,251 = 2,91 \text{ (кВ/м)}.$$

Визначаємо коефіцієнти горизонтальної безпеки для трансформатора:

$$K_{бзTr-p} = 20 \lg \left( \frac{9500}{2,91} \right) = 70,2 \text{ (дБ)}.$$

Так як  $K_{бз} < 40$  дБ, то обладнання буде працювати не стійко.

Розрахуємо  $U_b$  для вимикача 10 кВ:

$$U_b = 11,58 * 0,335 = 3,88 \text{ (кВ/м)}.$$

Визначаємо коефіцієнти безпеки для вимикача:

$$K_{б} = 20 \lg \left( \frac{9500}{3,88} \right) = 67,7 \text{ (дБ)},$$

Так як  $K_{бз} < 40$  дБ, то обладнання буде працювати не стійко.

Результати зведемо у таблицю 5.6.

Таблиця 5.6 – Результати розрахунків пасивного екрану елементів СЕП

Елементи СЕП	$U_r, \text{кВ}$	$U_b, \text{кВ}$	$K_{бв}, \text{дБ}$	$K_{б,г}, \text{дБ}$	Товщина захисного екрану, см
Трансформатори	17460	2,91	70,2	-9,3	0,12
Вимикачі	8051	3,88	67,7	5,43	0,11

Приймаємо, що вибір товщини захисного екрану для кабельних ліній не розглядається.

Отже, спроектована система електроспоживання буде працювати стійко до дії іонізуючих випромінювань. А до дії ЕМП – не стійко, але при застосуванні захисного екрану для трансформаторів та вимикачів (0,12см), буде працювати стійко.

Відповідно, наша система при застосуванні вище вказаних заходів буде працювати стійко в умовах НС. Провівши аналіз, щодо стійкості системи електропостачання до дії ЕМП, видно, що трансформатори та вимикачі найбільш уразливі, тому передбачила застосування захисного екрану (0,11см). Інші

елементи (кабельні лінії) стійкі до дії ЕМІ, з коефіцієнтами безпеки 70,2 та 67,7 відповідно. Отже дія ЕМІ та іонізуючого випромінювання негативно впливають на роботу СЕП, що призводить до виходу з ладу, або ж повного знищення елементів системи електропостачання району житлової забудови, зокрема трансформатори та вимикачі.

#### Висновки за розділом 5

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

Також в даному розділі було проведене дослідження стійкості роботи системи електропостачання району житлової забудови в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій. Досліджена стійкість роботи СЕП в умовах дії іонізуючих випромінювань, час роботи якої в заданих умовах становить 13 років, для трансформаторів та 11 років для вимикачів, при рівні радіації 4,92 Р/год. Досліджена стійкість роботи СЕП в умовах впливу електромагнітного імпульсу.

## РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 6.1 Техніко-економічне порівняння варіантів фундаментів

При проектуванні багатоповерхового житлового будинку в Голосіївському в технічній частині роботи розглянуто кущові паль в районі міста Києва, розраховано плитно-пальовий фундамент. Розрахунок виконано у відповідності до чинних нормативних документів та з урахуванням результатів дослідження роботи плитно-пальових фундаментів.

I варіант. У підрозділі 4.2 «Основи та фундаменти» було виконано проектування плитно-пальових фундаментів за вимогами чинних норм без врахування роботи ґрунту під подошвою плитного ростверку. На рис. 6.1 показано пальове поле для цього варіанту. Загальна кількість паль для цього варіанту складає 348 шт.

У магістерській кваліфікаційній роботі на тему «Оптимізація конструктивних рішень плитно-пальових фундаментів» виявлено, що при врахуванні роботи ґрунту під подошвою плитного ростверку спостерігається збільшення несучої здатності плитно-пальового фундаменту в цілому. В зв'язку з цим є можливість прийняти більш економічне рішення.

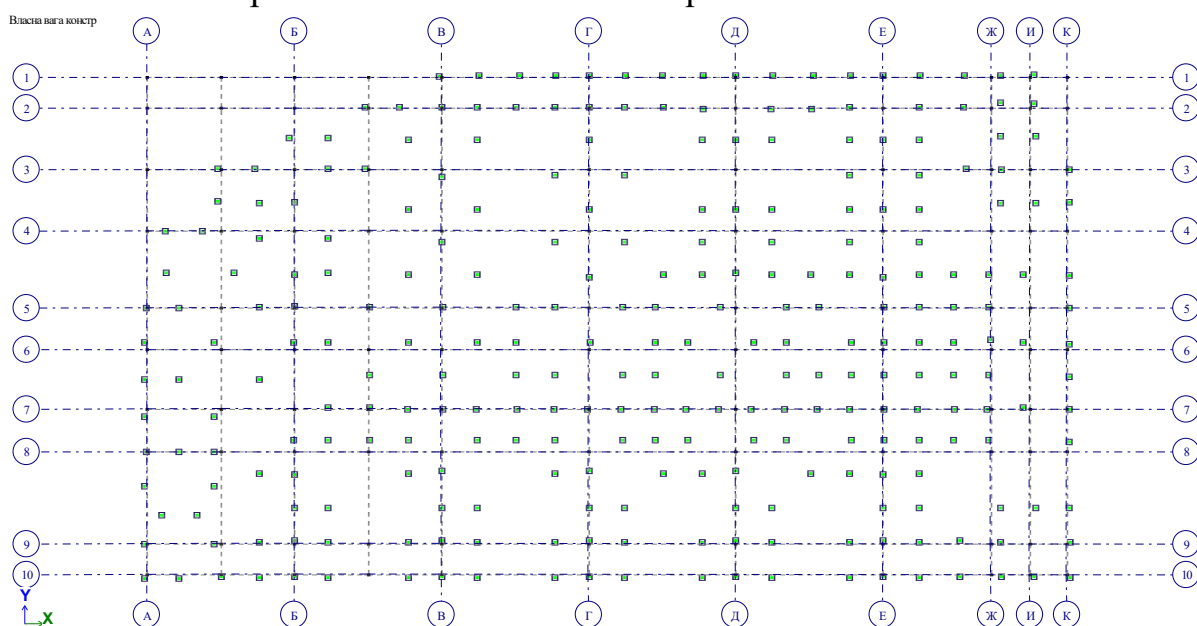


Рисунок 6.1 - Схема розташування паль у плитно-пальовому фундаменті (варіант I)



II варіант. Опіраючись на результати проведених досліджень та враховуючи результати досліджень роботи ростверка у складі пальових фундаментів, запроєктовано плитно-пальовий фундамент меншою кількістю паль. Як видно в розділі 3, загальну кількість паль за рахунок врахування роботи ростверку можна зменшити до 286 шт.

Отже, для визначення економічного ефекту треба поррахувати кошторисну вартість влаштування 62 бурових паль діаметром 600 мм і довжиною 20 м. Всі інші роботи для влаштування цих двох варіантів фундаменту абсолютно однакові.

Кошторисний розрахунок влаштування фундаментів виконуємо за допомогою програмного комплексу АВК (таблиця 6.1).

Локальний кошторис розроблявся на основі:

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

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

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

Прямі витрати ( ПВ) враховують в своєму складі заробітну плату робочих, вартість експлуатації будівельних машин та механізмів, вартість матеріалів, виробів та конструкцій. Загальновиробничі витрати ( ЗВВ ) – це витрати будівельно-монтажної організації, які входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт. Усі затрати, які відносяться до ЗВВ, згруповані в три групи.

Таблиця 6.1 - Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-33 з розрахунками одиничної вартості на фундаменти бурові

Основа:  
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 862,816 тис. грн.  
Кошторисна трудомісткість 4,357 тис.люд.-год.  
Кошторисна заробітна плата 90,713 тис. грн.  
Середній розряд робіт 3,4 розряд

Складений в поточних цінах станом на 2022 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
									на одиницю	всього	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	E5-74-4	Улаштування бурових паль	м3	350,3	1913,31	870,56	670232	9801	304957	1,44	504,43
					27,98	186,53			65341	9,602	3363,58
		<i>Розрахунок одиничної вартості</i>					<i>E5-74-4</i>				
		<i>Заробітна плата</i>									
		<i>Витрати труда робітників - будівельників</i>		1,44						19,43	27,98
		<i>Середній розряд робіт 3,4</i>									
		<i>Машини та механізми</i>									
	CH201-13	Автомобілі бортові, вантажопідйомність 8 т	маш-год	0,08		78,11			6,25		
	CH202-1244	Крани на гусеничному ході, вантажопідйомність 25 т	маш-год	1,16		26,44			2,12		
						146,08			169,45		
	CH205-102	Компресори пересувні з двигуном внутрішнього згоряння, тиск до 686 кПа [7 ат], подача 5 м3/хв	маш-год	1,16		42,28			49,04		
						72,20			83,75		
						18,92			21,95		
	CH211-210	Бетононасоси при роботі на гідроенергетичному будівництві, подача 5-65 м3/год	маш-год	1,16		355,34			412,19		
						45,73			53,05		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	CH214-1400	Пальо-бурова установка на базі крана на гусеничному ході вантажопідйомністю 25 т Разом машин та механізмів	маш-год	1,16		171,48 52,05			198,92 60,38		
		Машины, враховані в складі загальнопромислових витрат							870,56 186,53		
	CH204-900	Трансформатори зварювальні з номінальним зварювальним струмом 315-500 А	маш-год	0,003							
	CH270-106	Апарат для газового зварювання і різання М а т е р і а л и	маш-год	0,003							
	C111-324	Кисень технічний газоподібний	м3	0,046	2,35		0,11				
	C111-962	Масило, солідол жировий "Ж"	т	0,00029	4269,19		1,24				
	C111-1315	Портландцемент загальнобудівельного призначення з мінеральними добавками до 20%, марка 300	т	0,00233	656,18		1,53				
	C111-1517	Електроди, діаметр 4 мм, марка Э50	т	0,00013	12849,30		1,67				
	C130-609	Рукава гумотканеві напірновсмоктувальні для води тиском 1 МПа [10 кгс/см <sup>2</sup> ], діаметр 32 мм	м	0,0018	39,66		0,07				
	C142-10-2	Вода	м3	0,068	8,55		0,58				
	C1424-11624	Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В25 [М350], крупність заповнювача більше 10 до 20 мм	м3	1,262	799,56		1009,04				
	C1546-67	Пропан-бутанова суміш Енергоносії машин, врахованих в складі загальнопромислових витрат	т	0,000055	9288,48		0,51				
	C1999-9001	Електроенергія Разом матеріалів	кВт-год	0,0165	0,956		0,02 1014,77				
2	E5-75-1	Установлення арматури окремими стрижнями в тіло бетону при улаштуванні буроін'єкційних паль, діаметр арматури до 18 мм	т	4,836	26948,02 98,90	- -	130321	478	- -	4,6 -	22,25 -
		Розрахунок Заробітна плата	одиничної	вартості			E5-75-1				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		<i>Витрати труда робітників - будівельників Середній розряд робіт 4,2</i>		4,6						21,5	98,90
	СН204-900	<i>Машина, враховані в складі загальнопромислових витрат Трансформатори зварювальні з номінальним зварювальним струмом 315- 500 А</i>	<i>маш-год</i>	0,23							
	СН270-106	<i>Апарат для газового зварювання і різання М а т е р і а л и</i>	<i>маш-год</i>	0,23							
	С111-324	<i>Кисень технічний газоподібний</i>	<i>м3</i>	1,08	2,35		2,54				
	С147-1-8 варіант 3	<i>Стрижнева арматура</i>	<i>100кг</i>	12	2236,10		26833,20				
	С1546-67	<i>Пропан-бутанова суміш</i>	<i>т</i>	0,00131	9288,48		12,17				
	С1999-9001	<i>Енергоносії машин, врахова- них в складі загальнопромис- лових витрат Електроенергія Разом матеріалів</i>	<i>кВт-год</i>	1,265	0,956		1,21 26849,12				
		Разом прямі витрати по кошторису					800553	10279	<u>304957</u> 65341		<u>526,68</u> 3363,58
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальнопромислові витрати, грн. трудомісткість в загальнопромислових витратах, люд.год. заробітна плата в загальнопромислових витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.					800553 485317 75620 62263 466,83 15093 862816				
		Кошторисна заробітна плата, грн. Всього по кошторису					90713 862816				
		Кошторисна трудомісткість, люд.год.					4357				

## Висновки за розділом 6

В даному розділі виконано техніко-економічне порівняння фундаментів. В результаті порівняння обраний другий варіант із влаштуванням 286 бурових паль. Економічний ефект визначався при розробки локального кошторису на влаштування 62 паль. Економічний ефект відповідає кошторисній вартості робіт 862,816 тис. грн., економії в трудомісткості – 4,357 тис. люд-год, економії в заробітній платі – 90,713 тис. грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Великою кількістю досліджень плитно-пальових фундаментів встановлено, що у складі пальового фундаменту частина навантаження передається на палі, а частина – на ростверк, навантаження між палями розподіляється нерівномірно. При проектуванні слід враховувати взаємовплив паль один на одного, перевантаженість кутових і периметральних паль щодо центральних, з допомогою конструктивних і технологічних заходів вирівнювати зусилля в палях. Врахування перерозподілу навантаження між палями в плитно-пальовому дозволяє досягнути більш економічних рішень при проектуванні і влаштуванні фундаментів висотних будівель.

2. Результати чисельного моделювання підтвердили доцільність врахування роботи ґрунту під подошвою ростверку при незначних відстанях між палями.

3. При чисельному моделюванні зафіксовано зниження осідань і збільшення несучої здатності фундаментів при врахуванні роботи ґрунту під подошвою ростверку.

4. Числове моделювання показало, що є резерв у порівнянні з нормами для збільшення навантаження на плитно-пальовий фундамент. Цей резерв можна використати для зменшення кількості паль, що дасть позитивний економічний ефект.

5. У розділі "Технічна частина" розглянуто архітектурно-будівельні рішення багатоповерхового житлового будинку в Голосіївському районі міста Києва. Виконано теплотехнічний розрахунок та конструювання складових зовнішнього утеплення. Виконано розрахунок і проектування плитно-пальового фундаменту за рекомендаціями норм і з врахуванням результатів наукового дослідження.

6. У розділі роботи «Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто заходи та засоби з охорони праці під час виконання будівельних робіт нульового циклу. Проведено дослідження стійкості роботи системи електропостачання району житлової забудови в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій.

7. В економічній частині виконано техніко-економічне порівняння фундаментів. В результаті порівняння обраний другий варіант із влаштуванням 286 бурових паль. Економічний ефект визначався при розробки локального кошторису на влаштування 62 паль. Економічний ефект відповідає кошторисній вартості робіт 862,816 тис. грн., економії в трудомісткості – 4,357 тис. люд-год, економії в заробітній платі – 90,713 тис. грн.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Ковальський Р. К. Визначення осадок при розрахунку системи "Основа – пальовий фундамент – будівля" за розрахунковою схемою умовного фундаменту з врахуванням даних випробувань паль / Р. К. Ковальський // Будівельні конструкції. - 2016. - Вип. 83(2). - С. 28-37.
- 2 Моргун А. С., Меть І. М., Задорожнюк В. О., Morgun A. S., Met I. M., Zadorozhniuk V. O. Дослідження за мге несучої спроможності буронабивних паль з камуфлетним розширенням Моргун А. С. Дослідження за мге несучої спроможності буронабивних паль з камуфлетним розширенням [Текст] / А. С. Моргун, І. М. Меть, В. О. Задорожнюк // Будівельні конструкції. – 2018. – № 1. – С. 30-35.
- 3 Меть І. М. Градієнтний аналіз сумісної роботи системи "будівля–фундамент–основа" в просторовій постановці Меть І. М. Градієнтний аналіз сумісної роботи системи "будівля–фундамент–основа" в просторовій постановці [Текст] / І. М. Меть // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2010. - № 2. - С. 71-73.
- 4 Моргун А. С., Меть І. М. Числові методи розв'язку крайових задач у проектуванні об'єктів фундаментобудування Моргун А. С. Числові методи розв'язку крайових задач у проектуванні об'єктів фундаментобудування [Електронний ресурс] / А. С. Моргун, І. М. Меть // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2009. №3. -Режим, доступу:  
<http://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/161>.
- 5 Титко О. В. Експериментальні дослідження деформацій основи для оцінки сумісної роботи пальових груп / О. В. Титко // Науково-технічний збірник «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві». - 2012 - №1 -С. 56-61.



6 Ковальський Р.К. Визначення осадок системи «основа – пальовий фундамент – над фундаментна частина будівлі» з врахуванням даних випробувань паль // Світ геотехніки №4 (44). – Запоріжжя. – 2014. - С.26-30.

7 Ковальський Р.К. Визначення величини навантаження, яке сприймає ґрунт під низьким ростверком, за даними польових випробувань вертикальним статичним навантаженням // Збірник наукових праць. Серія: галузеве машинобудування, будівництво. Випуск 2 (51)'. Полтава 2018. С. 59-67.

8 Ковальський Р.К. Визначення середнього осідання та величини навантаження, яке сприймає ґрунт під ростверком комбінованого пальово-плитного фундаменту // Будівництво України №2. – К.: - 2010. С. 31-33.

9 Бамбура А.М., Ковальський Р.К., Слюсаренко Ю.С., Черний Г.І Принципові положення методичних рекомендацій по розрахунках основ висотних будівель на комбінованих пальово-плитних фундаментах // Будівельні конструкції № 66 – К.: НДІБК. – 2007. - С. 279-286

10 Ковальський Р.К. Дослідження роботи ґрунту під низьким ростверком пальового фундаменту // Будівельні конструкції № 65. – К.: НДІБК. – 2006. - С. 284 – 290.

11 Грутман М.С. Свайные фундаменты. Киев, «Будівельник», 1969. – С. 146-149.

12 Самородов А.В. Парадоксы нормативных положений и новый метод оценки эффективности комбинированных свайных и плитных фундаментов многоэтажных зданий: [текст] / А.В. Самородов // Будівельні конструкції: Міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць (будівництво). – Київ: ДП НДІБК, 2016. – Вип. 83, кн. 2. – С. 82-94.

13 Мониторинг и анализ осадок многоэтажных зданий на свайно-плитных фундаментах в г. Харькове: [текст] / [А.В. Самородов, Т.А. Наливайко, А.В. Конюхов, В.Б. Никулин, С.В. Табачников] // Тези за матеріалами VII міжнародної наукової конференції «Ресурс і безпека

експлуатації конструкцій, будівель та споруд» (20-21 жовтня 2015 р.). – Харків, 2015. – С. 101-102.

14 Самородов А.В. Новая конструкция плитно-свайного фундамента: [текст] / А.В. Самородов // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – № 1 (214). – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2016. – С. 58-65.

15 Самородов А.В. Метод оптимального проектирования свайно-плитных фундаментов многоэтажных зданий по предельно допустимым осадкам: [текст] / А.В. Самородов // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2015. – Вип. 1 (79). – С. 96-100.

16 Несущая способность буроналивных свай в сложных инженерногеологических условиях г. Харькова: [текст] / [А.В. Самородов, И.Я. Лучковский, Д.А. Чепурной, А.И. Дукер, Н.Г. Шевякин, Ю.Н. Семенов, Е.Н. Герасимович] // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2008. – Вип. 49. – С. 189-196.

17 Бабанов В.В. Расчетный анализ работы свайных фундаментов с низким и высоким ростверками и с учетом нелинейной работы основания / В.В. Бабанов, В.А. Шашкин // ОФМГ. – Москва: 2012. - No2. – Стр. 2-7.

18 . Барвашов В. А. Экспериментально-теоретические исследования расчетных моделей свайно-плитных фундаментов / В.А. Барвашов, Г.Г. Болдырев// Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2009. – No 5. – С. 32–40.

19 Бартоломей А.А. Основы прогноза осадок свайных фундаментов /А. А. Бартоломей // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1995. – No3. –С.8-10.

20 Бартоломей Л.А., Глушков И.В., Кузнецов А.Г. Повышение эффективности способов проектирования массивных свайных фундаментов. //Развитие городов и геотехническое строительство, 2006. – С. 48-53.

21 Бахолдин Б.В. Принципы оценки сопротивления грунтов оснований в случае совместного применения буронабивных свай и плитных фундаментов /119 Б.В. Бахолдин, П.И. Ястребова, Е.А. Парфенов // Труды международной конференции по геотехнике “Геотехнические проблемы мегаполисов”. – Т. 5. –Москва: ПИ «Геореконструкция», 2010. – С. 1661-1666.

22 Бікус К.М. Вплив попереднього навантаження паль на зниження їх осідань : дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.23.02 / К.М. Бікус. – Дніпропетровськ,2015. – 210 с.

23 Бойко И.П., Носенко В.С., Подлущкий В.Л. Исследование перераспределения усилий в свайном фундаменте при его взаимодействии с нелинейно-деформируемым основанием // Труды международной конференции по геотехнике “Геотехнические проблемы мегаполисов”. – Т. 5. – Москва: ПИ«Геореконструкция», 2010. – С. 1667-1674.

24 . Бойко І.П. Дослідження влаштування паль у фундаменті різної довжини/ І.П. Бойко, В.Л. Підлущкий // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – полтава: ПолтНТУ. – 2012. - №4(34). – С. 42-48.

25 Бойко І.П. Дослідження перерозподілу зусиль у фундаменті при різних варіантах розташування паль / І.П. Бойко, В.Л. Підлущкий // Основи та фундаменти: Міжвідомчий науково-технічний збірник. – Вип. 37 / За загальною редакцією І.П. Бойка. – К.: КНУБА, 2015 – С. 64-73.

26 Бойко І.П. Напружено-деформований стан фундаментів багатосекційних будинків / І.П. Бойко, В.С. Носенко // Будівельні конструкції. – К.: НДІБК – 2011– Вип. 75. – Книга 2. – С. 159-163

27 Бойко И.П. Свайные фундаменты на нелинейно-деформируемом основании : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.23.02 / И.П. Бойко. – Москва :НИИОСП, 1988. – 45 с.

- 28 Винников Ю.Л. Моделирование процессов уплотнения грунта при висесимметричному напружено–деформованому стані основ: дис. ... докт. техн. наук : спец. 05.23.02 / Ю.Л. Винников. – Київ, 2005. – 468 с.
- 29 . Голубков В.Н. Вопросы исследования свайных фундаментов и проектирования по деформациям / В.Н. Голубков. - Одесса: ОГАСА, 2009. – 43с.
- 30 Голубков В.Н. Некоторые особенности совместной работы свай, свайных фундаментов и их оснований / В.Н. Голубков, А.И. Догадайло /Межвузовский сборник научных трудов. – Воронеж: – Издательство ВГУ. – 1988.– С. 55-63.
- 31 Готман Н.З. Расчет свайно-плитных фундаментов из забивных свай с учетом образования карстового провала: дис. ... докт. техн. наук: спец. 05.23.02 /Н.З. Готман. – Уфа, 2004. – 348 с.
- 32 Сваи и свайные фундаменты: [спр. пособие]/ [Н. С. Метелюк, Г. Ф. Шишко, А. Б. Соловьева, В. В. Грузинцев].- К.: "Будівельник", 1977. – 256 с.
- 33 Абелев М. Ю. Устройство свайных фундаментов / М. Ю. Абелев. – М. : МИСИ им. В. В. Куйбышева, 1979. – 40 с.
- 34 Аршакуни Д. Е. Влияние низкого ростверка на повышение сопротивления одиночных свай нагрузке в слабых грунтах / Д. Е. Аршакуни, И. М. Нагорных. // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1975. – № 6. – С. 8–9.
- 35 Бойко М. Д. Диагностика повреждений и методы восстановления эксплуатационных качеств зданий / М. Д. Бойко. – Л. : Стройиздат, 1975. – 335 с.
- 36 Варвак А. П. Расчет плит на упругом основании и сваях / А. П. Варвак. // Строительство и архитектура. – 1963. – Вып. 8. – С. 33–36.
- 37 Голубков В. Н. Несущая способность свайных оснований / В. Н. Голубков. – М. : Машстройиздат, 1950. – 144 с.

38 Грутман М. С. Учет работы ростверка и несущей способности свайного фундамента / М. С. Грутман. // Основания и фундаменты : Республиканский межведомственный научно-технический сборник – К. : Будівельник. – 1975. – Вып.8. – С. 25–31.

39 Основания и фундаменты : Справочник / [Г. И. Швецов, И. В. Носков, А. Д. Слободян и др.]; под ред. Г. И. Швецова. – М. : Высш.шк., 1991. – 383 с.

40 Рекомендации по расчету свайных фундаментов с несущими ростверками : Р 5.01.015.05. – Срок действия: с 1.01.2006 г. по 1.01.2011 г. – Минск : Научно-проектно-производственное республиканское унитарное предприятие «СТРОЙТЕХНОРМ», 2005. – 24 с.

41 Сваи и свайные фундаменты: справочное пособие/ [Н. С. Метелюк, Г. Ф. Шишко, А. Б. Соловьева, В. В. Грузинцев]. – К. : «Будівельник», 1977. – 256 с.

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

43 Яблочков В. Д. К вопросу об учете работы низкого ростверка в расчетах свайных фундаментов на коротких забивных висячих сваях / В. Д. Яблочков. // Тр. Пермского политехнического института. – Пермь, 1964. – Вып. 16. – С. 87–98.

44 Катценбах Р. Основные принципы проектирования и мониторинга высотных зданий Франфурта-на-Майне. Случаи из практики / Катценбах Р.

45 Шмитт А., Рамм Х. // Реконструкция городов и геотехническое строительство. – 2005. – № 9. – С. 80–99.

46 .Петрухин В.П., Шулятьев О.А., Боков И.А. Обзор методов преднапряжения и цементации основания пяты сваи и анализ возможности

их применения / Сб. науч. тр. № 100 НИИОСП им. Н.М. Герсванова. – М., 2011.

47 Петрухин В. П. Геотехнические особенности проектирования и строительства высотных зданий в Москве / Петрухин В. П., Шулятьев О. А. // Рос. ар-хит.-строит. энцикл. Т. XIII. Строительство высотных зданий и сооружений. – М., 2010.

48 Егоров К. Е. Фактические осадки высотных зданий и сравнение их с расчетными / Егоров К. Е., Попов Б. П., Кузьмин И. Г. // Материалы к IV Международному конгрессу по механике грунтов и фундаментостроению / Академия наук СССР. – М., 1957.

49 Демчур В. В. «Оптимізація конструктивних рішень плитно-пальових фундаментів» -[Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2022/paper/view/16166/13598>.

50 <https://www.liraland.ua/>

51 ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування зі зміною №1 та №2. [Чинний від 2012-07-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 161 с. (Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення).

52 ДБН В.2.2-15-2005. Житлові будинки. Основні положення. [Чинний від 2006-01-10]. Київ: Держбуд України, 2005. 36 с. (Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення).

53 ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. [Чинний від 2019-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 179 с.

54 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 123 с. (Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі).

- 55 ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. [Чинний від 2017-05-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2017. 30 с.
- 56 ДБН В.1.1.7-2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2017-01-06]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2017. 35 с.
- 57 ДБН В.1.2-14-2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 30 с. (Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів).
- 58 ДСТУ Б А.2.4.-6:2009. Правила виконання робочої документації генеральних планів. [Чинний від 2010-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 34 с. (Система проектної документації для будівництва).
- 59 ДБН В.1.2.-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. [Чинний від 2007-01-01]. Київ : Мінбуд України, 2006. 59 с. (Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів).
- 60 ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
- 61 ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2012-04-01]. Київ : Мінрегіон України, 2012. 115 с. (Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів).
- 62 Про затвердження Мінімальних вимог безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці. Наказ Міністерствf соціальної політики України від 29.11.2018 № 1804
- 63 ДБН В.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд. – К. : Мінбуд України, 2006. – 154 с.
- 64 Правила улаштування електроустановок - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.energiy.com.ua/PUE.html>

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

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

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

67 Наказ від 08.04.2014 № 248 Про затвердження Державних санітарних норм та правил Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу - [Електронний ресурс] - Режим доступу: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/topiccatalogua/labor-protection/14.\\_nakazy\\_ta\\_rozpor\\_183575/248+58074-detail.html](http://online.budstandart.com/ua/catalog/topiccatalogua/labor-protection/14._nakazy_ta_rozpor_183575/248+58074-detail.html)

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



Додаток А

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри БМГА,

к.т.н., доц. \_\_\_\_\_ В. В. Швець

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ  
НА НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ  
«ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ПЛИТНО-ПАЛЬОВИХ  
ФУНДАМЕНТІВ»

ПОГОДЖЕНО

Керівник МКР,

д.т.н., проф. \_\_\_\_\_ М. Ф. Друкований

Відповідальний виконавець,

магістрант \_\_\_\_\_ В. В. Демчур

Вінниця 2022

## 1. Підстава для виконання роботи

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

Дата початку роботи - 31.01.2022 р.

Дата закінчення роботи - 06.06.2022 р.

## 2. Мета і призначення НДР

Пальово-плитний фундамент передбачає включення в роботу як паль, так і плити. Він застосовується у випадках, коли ґрунт під подошвою фундаменту може включитися в роботу і сприйняти частину навантаження. Даний тип фундаментів ефективний при боротьбі з креном будівлі у випадках, якщо на фундамент діють нерівномірно прикладені навантаження або фундамент під висотну частину не поділений швами від іншої, як правило підземної частини будинку, а також для зниження впливу нового будівництва на відповідні будівлі і споруди. В цілому така конструкція фундаменту є найбільш ефективною при будівництві багатофункціональних комплексів, що складаються з висотних частин, об'єднаних єдиним стилобатом.

При проектуванні плитно-пального фундаменту враховується взаємодія ростверку і ґрунту в його основі. Порівняно з традиційними методами розрахунків і проектування пальово-плитного фундаменту вимагає застосування більш складної моделі взаємодії між основами та спорудою.

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

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

Мета і задачі дослідження. Метою даного дослідження є напружено-деформований стан системи «будівля – пальово-плитний фундамент – основа».

Для реалізації даної мети необхідно вирішити наступні задачі:

- проаналізувати стан питання та теоретичні передумови дослідження;
- виконати математичне моделювання системи «будівля–плитно-пальовий фундамент–основа»;
- дослідити вплив різних факторів на НДС системи «будівля–плитно-пальовий фундамент–основа»;
- розробити рекомендації щодо врахування взаємодії ґрунтової основи з ростверком плитно-пального фундаменту для реальних об'єктів.

Об'єкт дослідження – фактори що впливають на роботу системи «будівля–плитно-пальовий фундамент–основа».

Предмет дослідження – плитно-пальовий фундамент.

Методи дослідження. Чисельно-математичне моделювання для дослідження системи «будівля – плитно-пальовий фундамент – основа»; порівняння роботи плитно-пального фундаменту при зміні його параметрів.

Наукова новизна одержаних результатів – у роботі дістали подальшого розвитку методи дослідження НДС системи «будівля–плитно-пальовий фундамент–основа» з низьким ростверком, встановлено характер впливу різних факторів на його роботу.

Практичне значення одержаних результатів полягає в розробці рекомендацій щодо розрахунку плитно-пальових фундаментів при проектуванні.

Особистий внесок магістранта полягає у виявленні факторів, що впливають на напружено-деформований стан системи «будівля – плитно-пальовий фундамент – основа».

### **Вихідні дані для проведення НДР**

Науково-дослідна робота буде проводитись вперше.

Під час проведення НДР будуть використані матеріали таких публікацій:

1. Ковальський Р.К. Визначення середнього осідання та величини навантаження, яке сприймає ґрунт під ростверком комбінованого пальово-плитного фундаменту// Будівництво України №2. – К.: - 2010. С. 31-33.
2. Бамбура А.М., Ковальський Р.К., Слюсаренко Ю.С., Черний Г.І Принципові положення методичних рекомендацій по розрахунках основ висотних будівель на комбінованих пальово-плитних фундаментах // Будівельні конструкції № 66 – К.: НДІБК. – 2007. - С. 279-286
3. Ковальський Р.К. Дослідження роботи ґрунту під низьким ростверком пальового фундаменту // Будівельні конструкції № 65. – К.: НДІБК. – 2006. - С. 284 – 290.
4. Грутман М.С. Свайные фундаменты. Киев, «Будівельник», 1969. – С. 146-149.
5. Самородов А.В. Парадоксы нормативных положений и новый метод оценки эффективности комбинированных свайных и плитных фундаментов многоэтажных зданий: [текст] / А.В. Самородов // Будівельні конструкції: Міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць (будівництво). – Київ: ДП НДІБК, 2016. – Вип. 83, кн. 2. – С. 82-94.
6. Мониторинг и анализ осадок многоэтажных зданий на свайно-плитных фундаментах в г. Харькове: [текст] / [А.В. Самородов, Т.А. Наливайко, А.В. Конюхов, В.Б. Никулин, С.В. Табачников] // Тези за матеріалами VII міжнародної наукової конференції «Ресурс і безпека експлуатації конструкцій, будівель та споруд» (20-21 жовтня 2015 р.). – Харків, 2015. – С. 101-102.
7. Самородов А.В. Новая конструкция плитно-свайного фундамента: [текст] / А.В. Самородов // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – № 1 (214). – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2016. – С. 58-65

#### **4. Виконавці НДР**

Організація –виконавець – кафедра БМГА ВНТУ.

Відповідальний виконавець - магістрант Демчур В. В.

## 5. Вимоги до виконання НДР

Передбачається дослідження напружено-деформованого стану кушових пальових фундаментів.

## 6. Етапи НДР і терміни її виконання

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

## 7. Очікувані результати та порядок реалізації НДР

Дослідження напружено-деформованого стану системи «будівля – плитно-пальовий фундамент – основа». Результати НДР можуть бути використані:

- проектно-конструкторськими організаціями при проектуванні плитно-пальових фундаментів;

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

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

Текст пояснювальної записки МКР та ілюстраційний матеріал у вигляді плакатів.

Підготовлені статі і доповіді на науково-технічні конференції.

## **9. Порядок приймання НДР та її етапів**

Подання результатів кожного етапу на розгляд наукового керівника.

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

Захист МКР на засіданні ДЕК.

## **10. Вимоги до розроблення документації**

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

## **11. Вимоги щодо технічного захисту інформації з обмеженим доступом**

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

## Додаток Б

ПРОТОКОЛ  
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА  
НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬНазва роботи: Оптимізація конструктивних рішень плитно-пальових фундаментівТип роботи: Міжвузська кваліфікаційна робота  
(к.р. мкр)Підготував: кафедра БМГА, ФБЦЕІ  
(кафедра, факультет)

## Показники звіту подібності Unicheck


Оригінальність 97,6% Схожість 2,4%

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)

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

Автор роботи   
(підпис)Демчук В.В.  
(прізвище, ініціали)Керівник роботи   
(підпис)Друкований М.Ф.  
(прізвище, ініціали)

## Відомість аркушів графічної частини

Аркуш	Найменування	Примітки
1	Мета, об'єкт, предмет дослідження, методи дослідження, наукова новизна, практичне значення результатів, особистий внесок магістранта	Плакат
2	Чисельне моделювання системи «будівля – плитно-пальовий фундамент – основа»	Плакат
3	Початкові коефіцієнти пропорційності та жорсткості, що прийняті при моделюванні	Плакат
4	Осідання ростверку для моделі 1 (без врахування роботи ґрунту під подошвою ростверку). Осідання ростверку для моделі 2 (з врахуванням роботи ґрунту під подошвою ростверку).	Плакат
5	Осідання ростверку для моделі 2 (з врахуванням роботи ґрунту під подошвою ростверку) після оптимізації пальового поля. Розрахункові величини вертикальних навантажень на палі для моделі 2 після оптимізації пальового поля	Плакат
6	Фасад 1-9	
7	Фасад А-Л, Л-А.	
8	План першого та типового поверхів	
9	План покрівлі. Розріз 1-1. Генплан. Конструкція покриття. Деталь оздоблення сходів	
10	План пальового поля (варіант І). План пальового поля (варіант ІІ), умовні позначення, геологічний розріз	
11	Висновки	Плакат



**ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії**  
**Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури**

**Оптимізація конструктивних рішень плитно-пальових  
фундаментів**

**Магістрант:** Демчур В. В.  
**Науковий керівник:** Друкований М. Ф.

м. Вінниця, 2022

**Мета і задачі дослідження.** Метою даного дослідження є напружено-деформований стан системи «будівля – пальово-плитний фундамент – основа».

Для реалізації даної мети необхідно вирішити наступні задачі:

- проаналізувати стан питання та теоретичні передумови дослідження;
- виконати математичне моделювання системи «будівля–плитно-пальовий фундамент–основа»;
- дослідити вплив різних факторів на НДС системи «будівля–плитно-пальовий фундамент–основа»;
- розробити рекомендації щодо врахування взаємодії ґрунтової основи з ростверком плитно-пальового фундаменту для реальних об'єктів.

Об'єкт дослідження\_– фактори що впливають на роботу системи «будівля–плитно-пальовий фундамент–основа».

**Предмет дослідження** – плитно-пальовий фундамент.

**Методи дослідження.** Чисельно-математичне моделювання для дослідження системи «будівля – плитно-пальовий фундамент – основа»; порівняння роботи плитно-пальового фундаменту при зміні його параметрів.

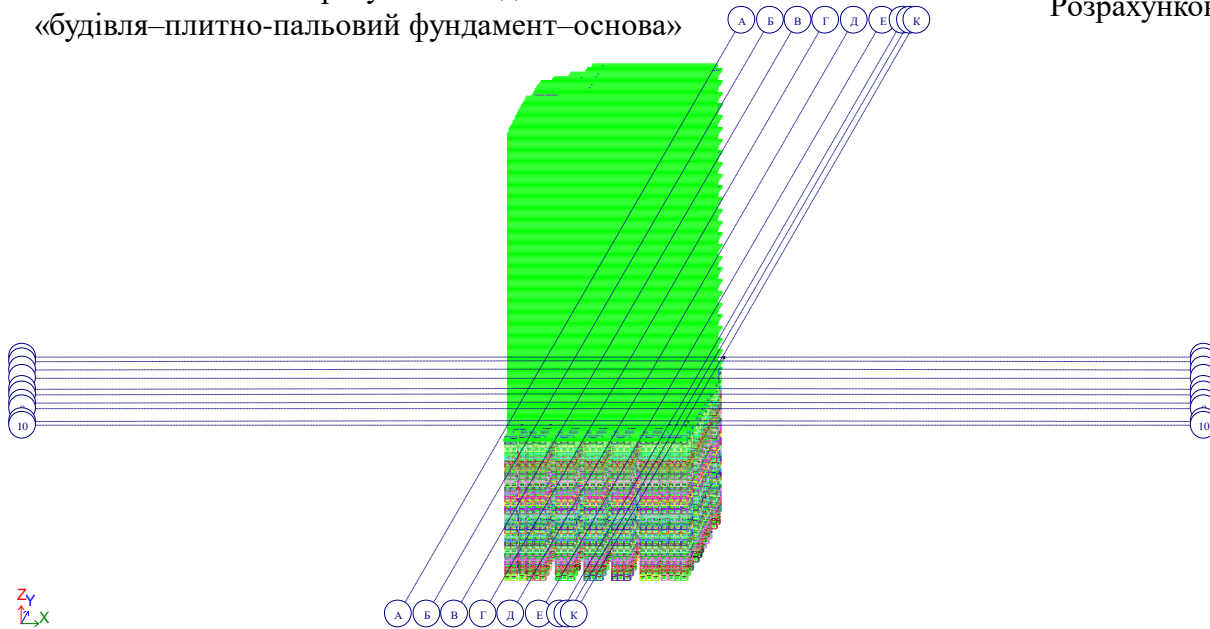
**Наукова новизна одержаних результатів** – у роботі дістали подальшого розвитку методи дослідження НДС системи «будівля–плитно-пальовий фундамент–основа» з низьким ростверком, встановлено характер впливу різних факторів на його роботу.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в розробці рекомендацій щодо розрахунку плитно-пальових фундаментів при проектуванні.

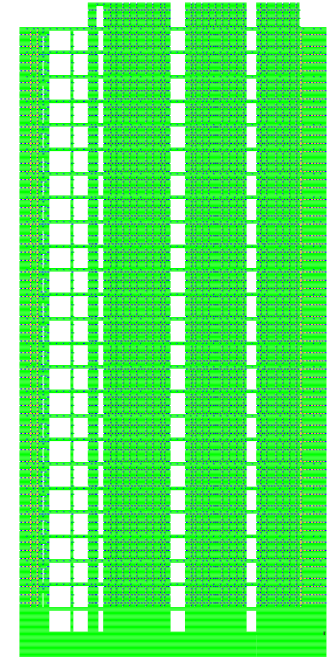
**Особистий внесок магістранта** полягає у виявленні факторів, що впливають на напружено-деформований стан системи «будівля – плитно-пальовий фундамент – основа».

# ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НДС СИСТЕМИ «БУДІВЛЯ – ПЛИТНО-ПАЛЬОВИЙ ФУНДАМЕНТ – ОСНОВА»

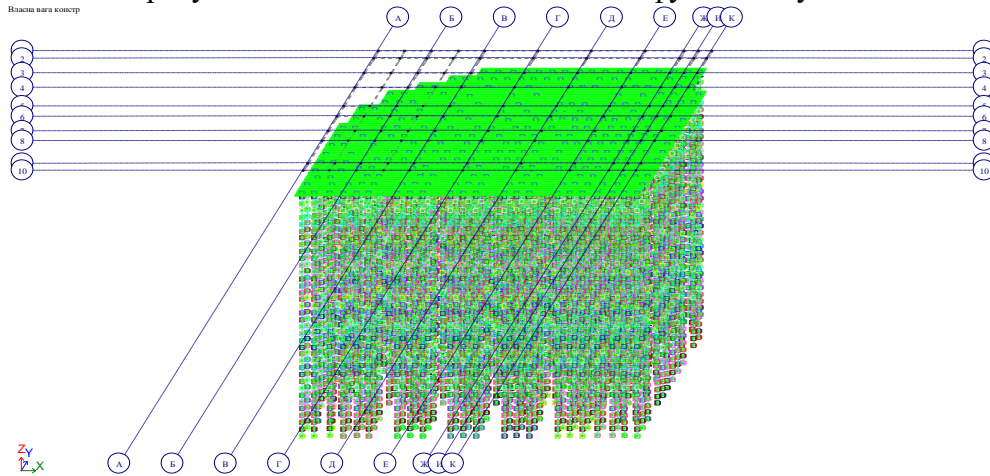
Розрахункова модель системи  
«будівля–плитно-пальовий фундамент–основа»



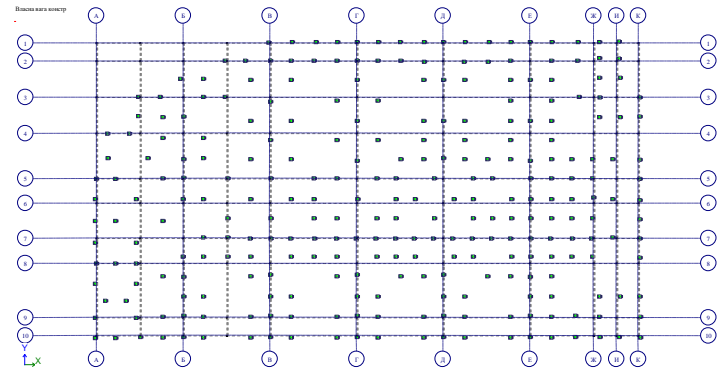
Розрахункова модель надфундаментної частини будівлі



Розрахункова модель плитно-пального фундаменту



Розрахункова модель пальового поля

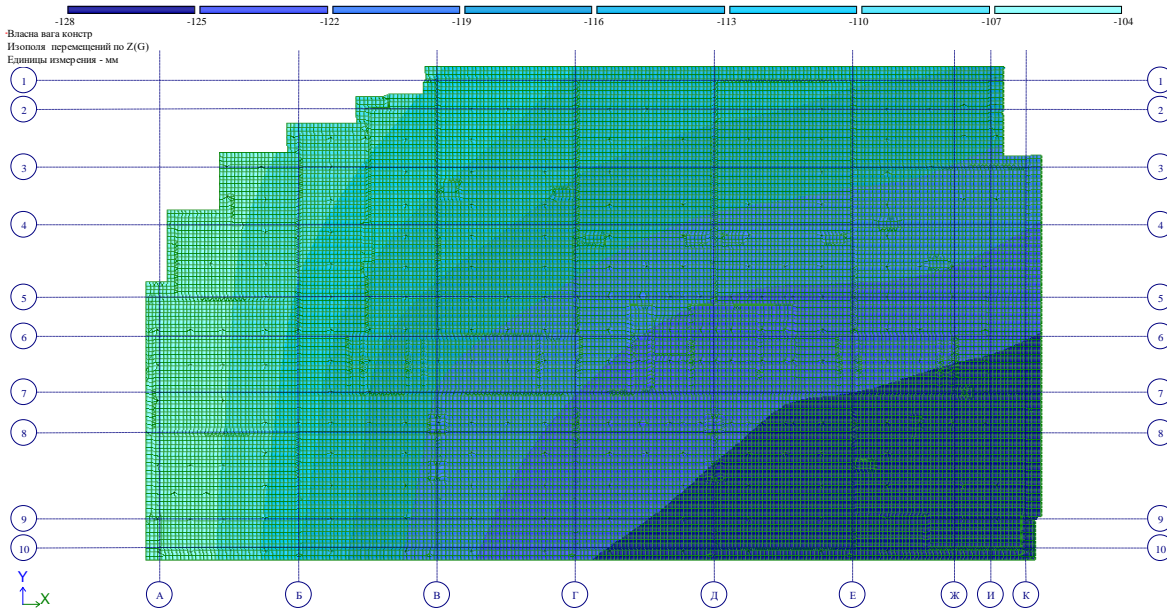


Початкові коефіцієнти пропорційності  
для інженерно-геологічних елементів

ІГЕ	Найменування ґрунту	Коефіцієнт пористості, $e$	Показник текучості, $I_L$	Коефіцієнт пропорційності, $K$ (кН/м <sup>4</sup> )
1	насипний ґрунт	-	-	4000
2	супісок твердий	-	0,49	9550
3	суглинок твердий	-	0,51	11800
4	супісок піщаний твердий	-	0,53	9350
5	суглинок напівтвердий	0,646	-	16160
6	суглинок твердий	-	0,53	11400
7	пісок м'який середньої щільності	0,576	-	19960
8	пісок середньої крупності середньої щільності	-	0,39	13320
9	супісок пластичний	0,598	-	15600
10	супісок тугопластичний	-	0,40	10000
11	суглинок напівтвердий	-	0,22	15360

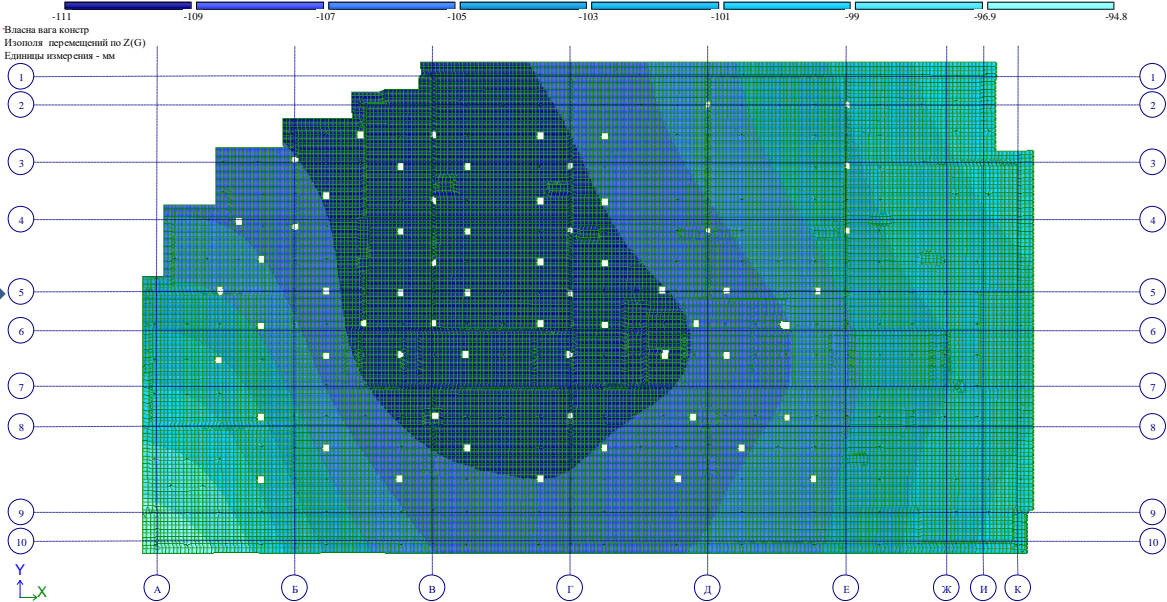
Початкові коефіцієнти жорсткості ґрунту для будинку

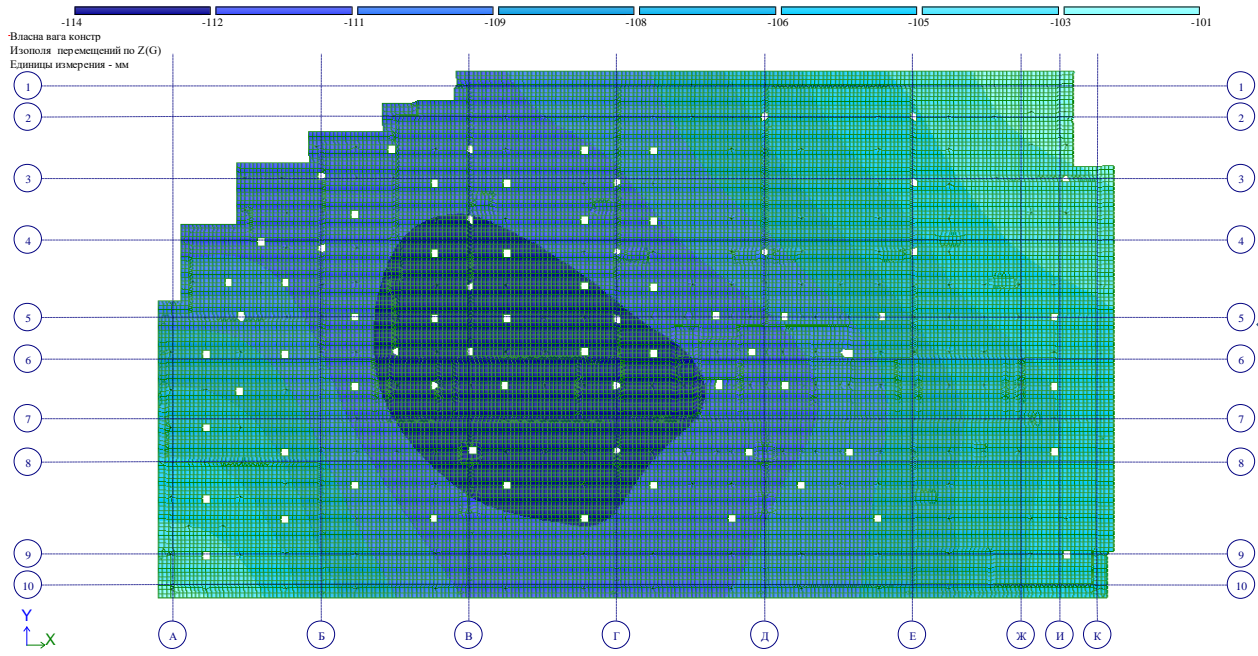
№ розрахунку вогю вузла	№ ІГЕ	Глибина розташування, $z$ , м	Довжина ділянки $h$ , м	Коефіцієнт пропорційності $K$ , кН/м <sup>4</sup>	Площа бічної поверхні м <sup>2</sup>	Коефіцієнт постелі, $C_{\text{пост}}$ , кН/м <sup>3</sup>	Жорсткість для 56-го елемента, кН/м
1	2	3	4	5	6	7	8
1	4	3	1.5	9350	1,43	9350	20056
2	4	4	1	9350	1,43	12467	17827
3	4	5	1	9350	1,43	15583	22284
4	4	6	1	9350	1,43	18700	26741
5	4	7	1	9350	1,43	21817	31198
6	4	8	1	9350	1,43	24933	35655
7	4	9	1	9350	1,43	28050	40112
8	6	10	1	11400	1,43	38000	54340
9	6	11	1	11400	1,43	41800	59774
10	6	12	1	11400	1,43	45600	65208
11	6	13	1	11400	1,43	49400	70642
12	6	14	1	11400	1,43	53200	76076
13	6	15	1	11400	1,43	57000	81510
14	6	16	1	11400	1,43	60800	86944
15	6	17	1	11400	1,43	64600	92378
16	6	18	1	11400	1,43	68400	97812
17	7	19	1	16960	1,43	107413	153601
18	7	20	1	16960	1,43	113067	161685
19	7	21	1	16960	1,43	118720	169770
20	8	22	1	13320	1,43	97680	139682
21	12	23	1	17400	1,43	133400	190762
22	12	24	1	17400	1,43	139200	199056
23	12	25	0.75	17400	1,43	145000	155513
24	12	26	0.25	17400	0,64	150800	53911



Осідання ростверку для моделі 1  
(без врахування роботи ґрунту під  
підпошвою ростверку)

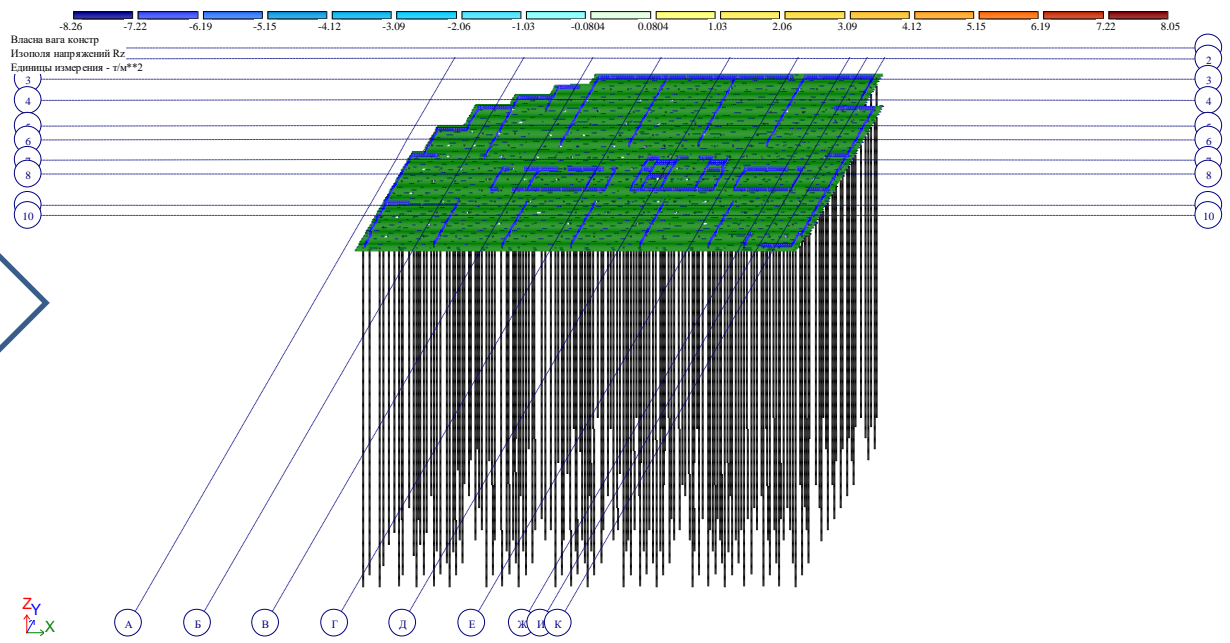
Осідання ростверку для моделі 2  
(з врахуванням роботи ґрунту під  
підпошвою ростверку)



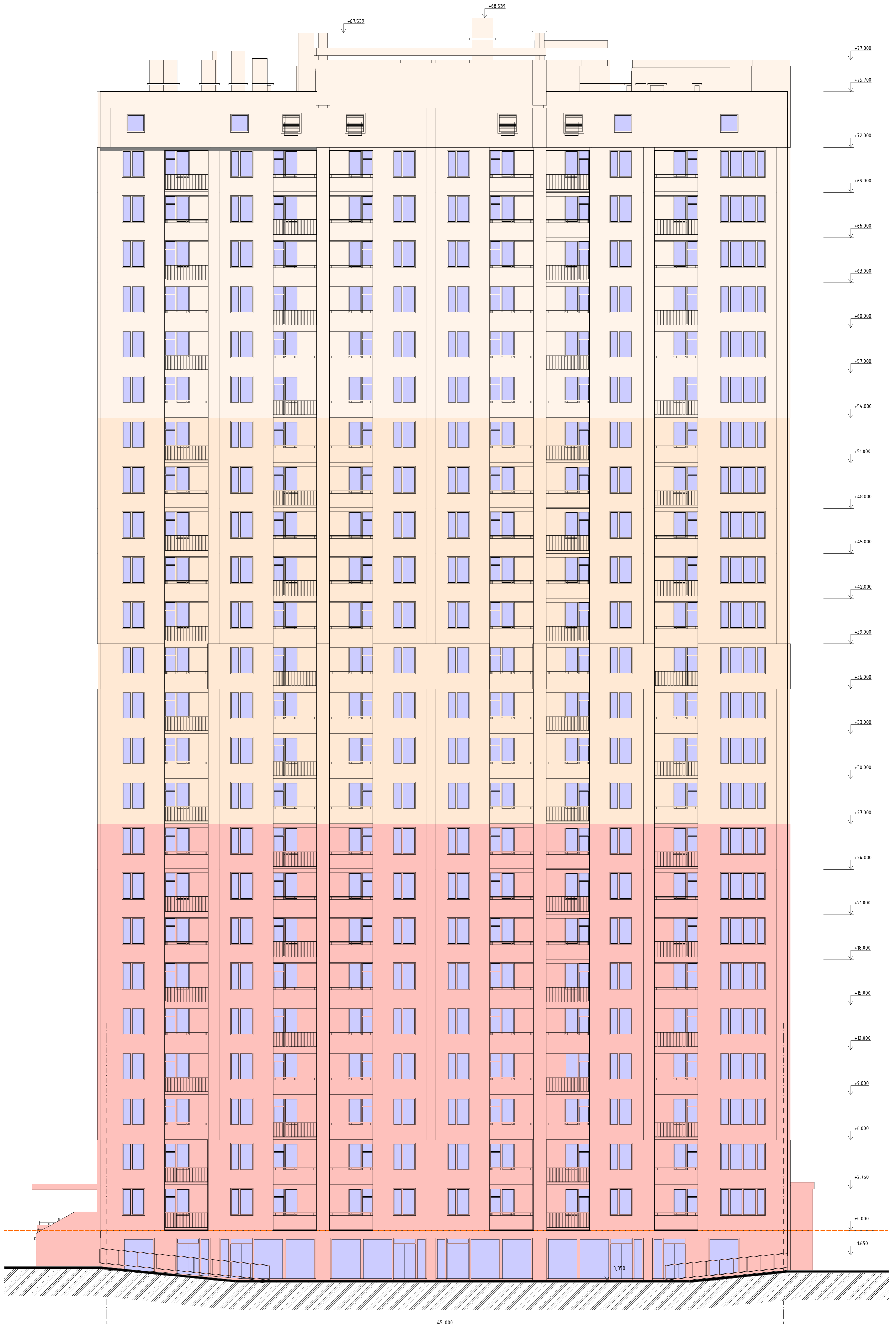


Осідання ростверку для моделі 2 (з врахуванням роботи ґрунту під підшвою ростверку) після оптимізації пальового поля

Розрахункові величини вертикальних навантажень на палі для моделі 2 після оптимізації пальового поля



Фасад 1-9



ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ЗОВНІШНІХ ОЗДОБЛЮВАНИХ РОБІТ

1. СТОПОРНИ ВИРОБИ ФАРАБІВАНІТЬСЯ НАПЛИВНИМИ ФАЛГАМИ У ЗАВОДСЬКИХ УМОВАХ
2. МЕТАЛЕВІ ЕЛЕМЕНТИ ФАРАБІВАНІТЬСЯ СІРИМОВИМ ФАРБОЮ ПО ГРУНТОВАНИЙ ПОВЕРХНІ
3. ПІДВКОННИ ЗІБНИ ВИКОНУВАТИ З ОБОВ'ЯЗКОВИМ ЗАВЕДЕННЯМ
4. БОКОВИХ КРОКІВ ЗА ШТІКАТУРКУ ВІДКОСІВ НА ВИСОТІ 25см
5. ШТІКАТУРКУ (ОБЛИЦЮВАННЯ) СЛІДЬЕ ВИКОНУВАТИ ПО КЛАДІВ НА ПОРШОВИЙ СТИК
6. ШТІКАТУРКУ СТИ ВИКОНУВАТИ ПО РЕЦЕПТУ З ВІДОМСТІ ОЗДОБЛЕННЯ ФАСАДІВ
7. ВСІ ВИСТУПАЮЧІ ЕЛЕМЕНТИ ФАСАДІВ ПОКРИВАТИ МЕТАЛПРОФИЛЕМ
8. СТИКИ ЧАСТИН ЗАКРИТИ ПОВЕРХНІВ ІЗ ОЦИНКОВАНОЇ СТАЛІ ВИКОНУВАТИ З
9. ОБЛАДНАВАННЯ ПІДВІСНОГО ЛІСАЧОГО ФАЛДІВ І ПРОМІЖОК
10. ПОВЕРХНІ КАМ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ, ПІДЛІГАЮЧИХ ОЗДОБЛЕННЯ, ПОВИННІ
11. РЕГІСТРОВАТИ ВІД ПИЛІ, БРИДІ, ЖИРОВОК І БІЛЮЩИХ ПЛЯКІВ А ТАКОЖ ВІД
12. ВИСТУПАЮЧИХ НА ПОВЕРХНІ ОБОЄ ПОВІ ТЕМПЕРАТУРИ +25 С І БІЛЬШЕ ОМІВАННЯ
13. ДІЛЯЧКИ СТИ ІЗ ЦЕГЛИ НЕОБХІДНО ЗВОЛОЖУВАТИ ДЛЯ ПОПЕРЕДЖЕННЯ
14. ВИКОНУВАННЯ ВОДИ ІЗ РОЗЧІНІ
15. ПОВЕРХНІ З ОЦИНКОВИХ КОРУЖИ ВИКОНУВАТИ ПО ШАБЛОНІ ІЗ ДОШОК
16. ОБВ'ЯТИ ПОВЕРХНЮ СТАЛІ
17. ОЗДОБЛЕННЯ ФАСАДНИХ ПОВЕРХНІ ЗОВНІШНІХ СТИ ІЗ ЦЕГЛИ ВИКОНУВАТИ З
18. РЕГІСТРОВАНИМ ВІНТІВІДПОВІТНОЮ РАСКІВНОЮ ШІВ

ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ВНУТРІШНІХ ОЗДОБЛЮВАНИХ РОБІТ

1. МОНТАЖ ЕЛЕКТРОПРОВІДКИ З ЗАСОБАМИ ЗАХИСТУ ВІД СТИВІВАННЯ ЧАСТИН ВИКОРИСТАТИ
2. ЗАКРИТИВАТИ ТРОМБОВАНОЮ ТА ЗАКРИТИВАТИ В ЯКОСТІ НЕОБХІДНИХ ПРІСМІТІВ
3. ЗВІСНОВЛЕННЯ ДЕРЕВ'ЯНИХ ТА МЕТАЛЕВИХ ДВЕРНИХ КОНСТРУКЦІЙ З МАКСИМАЛЬНОЮ
4. ТІСНОСТІ СТИК МІЖ ДВЕРНОЮ КОРІЖОЮ ЗАЛИТИ МОНТАЖНОЮ ПІШОЮ ТА ОШТІКАТУРИТИ
5. ОШТІКАТУРИТИ ВНУТРІШНІ СТИ ТА СТЕЛІ ШПАКІВАННЯ СИМІШНИМ (СТАРТ, ФІНІШ)
6. КЛЕЙТИ ШПАКІВЕРИ ПО ОШТІКАТУРЕННЯ ГРУНТОВАНИЙ ПОВЕРХНІ
7. ВІСНОВЛЕННЯ ВНУТРІШНІХ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ, ОПАЛЕННЯ ТА ГАЗОПОСТАЧАННЯ
8. СІСНОВЛЕННЯ САНТЕХНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ З ДОТРИМАННЯ ГЕРМЕТИЧНОСТІ З'ЄДНАНЬ
9. БІЛЮВАННЯ ПІДЛІЖИ ЖИЛОВОЇ КІМНАТ, КОРІДОРІВ, КУХОНЬ ПАРКЕТІВ, А ВАНИКИ КІМНАТ
10. ОБЦІВАННЯ ПЛІТКОЮ ПІД РОЗКІВКУ

45 000

1

9

08-08 МКР.003-АБ					
Багатопверховий житловий будинок в Голосіївському районі міста Києва					
Зм	Кільк	Аркш	№Док	Підпис	Дата
Виконав	Лещук В. В.				
Перевірив	Даркований М. Ф.				
Керівник	Даркований М. Ф.				
Н.Контр.	Москська І. В.				
Опонент	Остапенко О. П.				
Заствердив	Швець В. В.				
Оптимізація конструктивних рішень плитно-пальових фундаментів				Стадія	Аркш
Фасад 1-9				П	1
				ВНТУ, гр. Б-20мз	

Фасад А-Л

Фасад Л-А

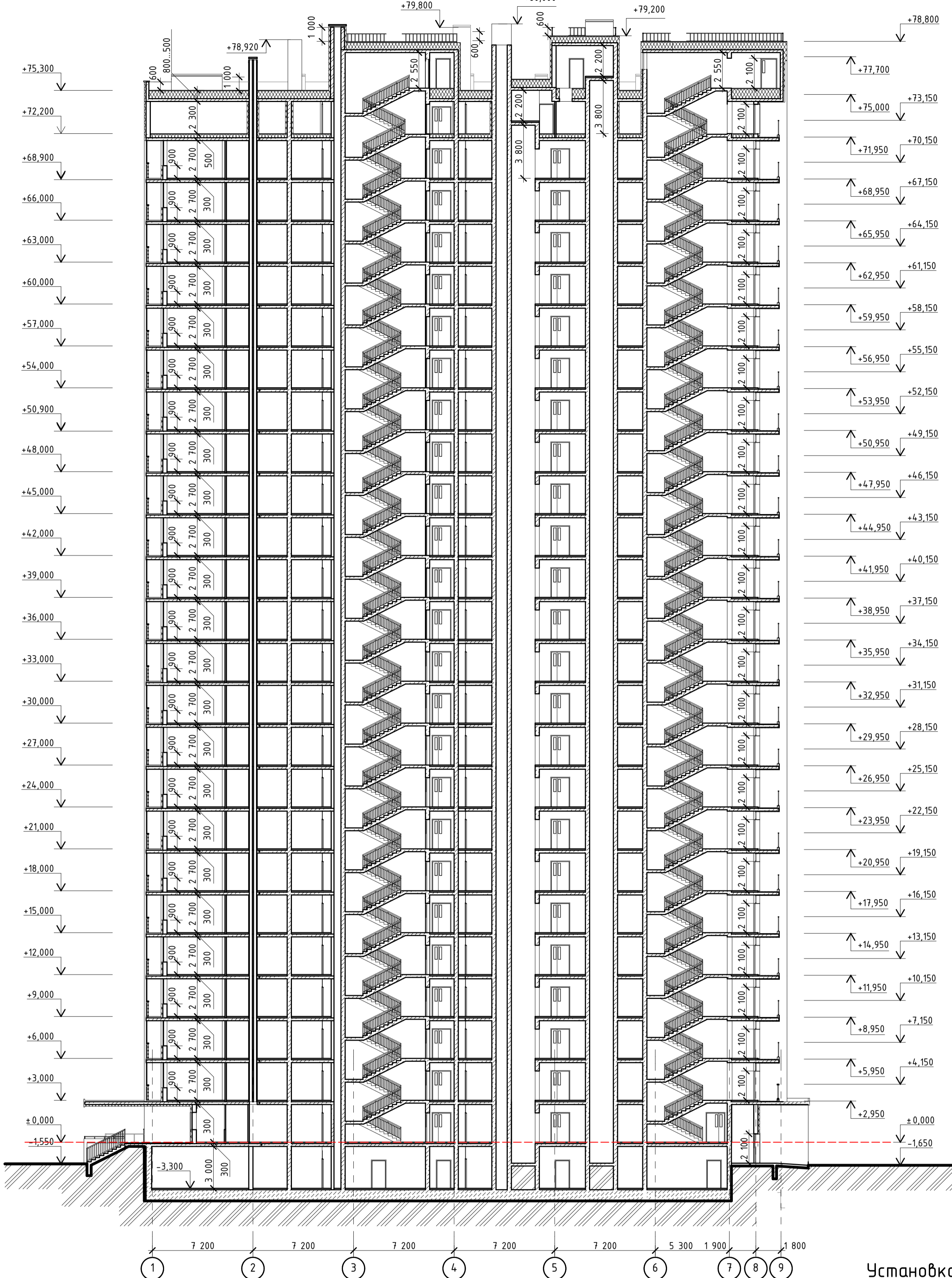


						08-08 МКР.003-АБ			
						Багатоповерховий житловий будинок в Голосіївському районі міста Києва			
Зм.	Кільк.	Аркш.	№Док.	Підпис	Дата	Оптимізація конструктивних рішень плитно-пальових фундаментів	Стадія	Аркш.	Аркшів
Виконала	Девчир В. В.						П	2	
Перевірив	Джуканів М. П.								
Керівник	Друкобаний								
Н.Контр.	Масська І. В.					Фасад А-Л, Л-А	ВНТУ, гр. Б-20мз		
Опінент	Оглопенко О. П.								
Затвердив	Швець В. В.								

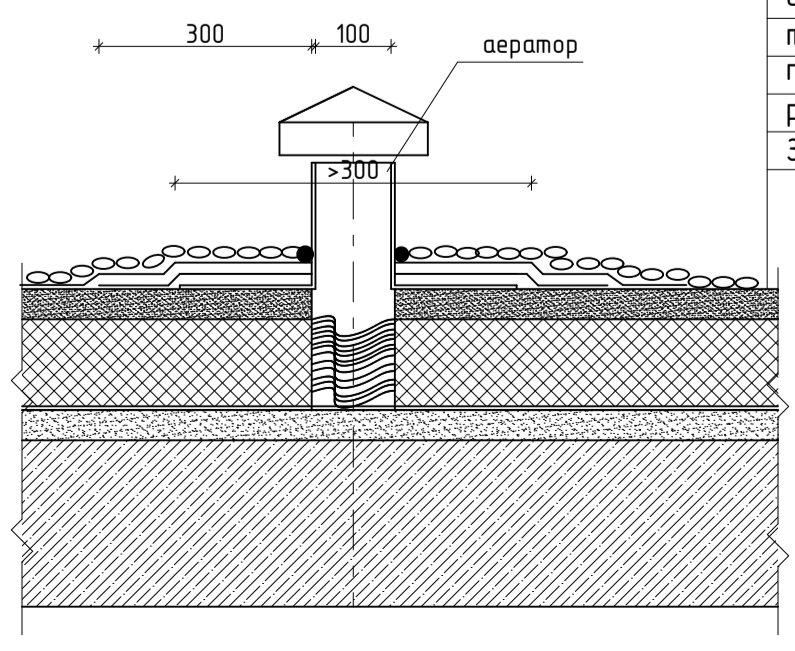




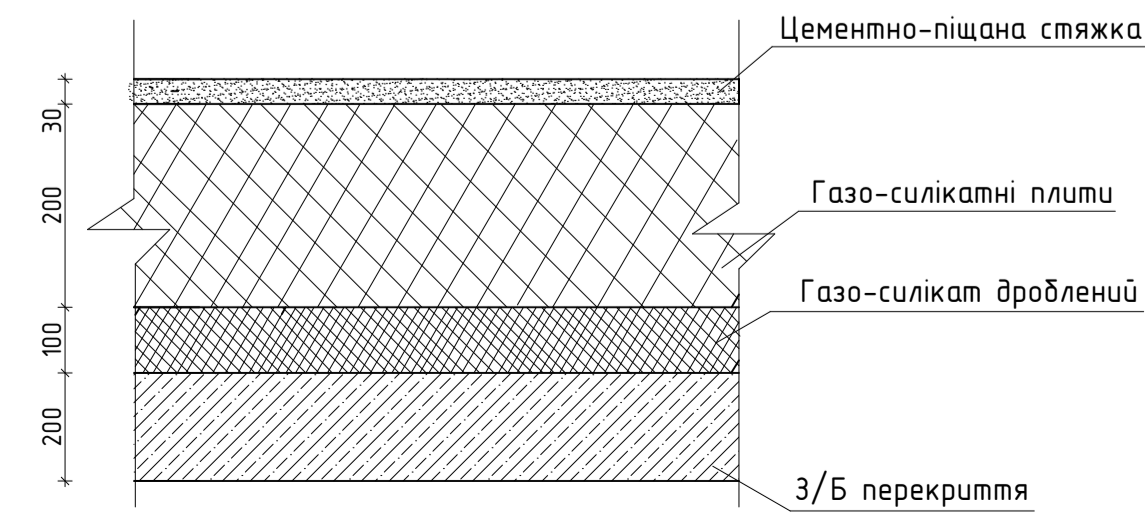
Розріз 1-1



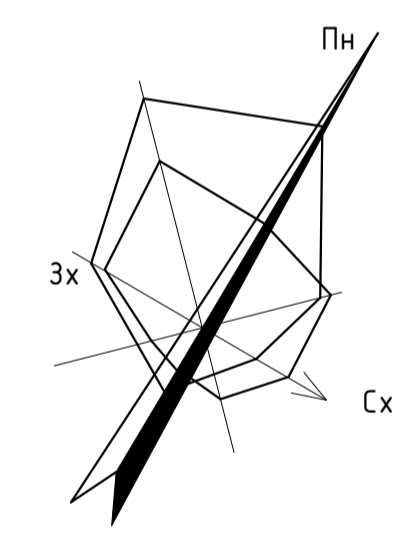
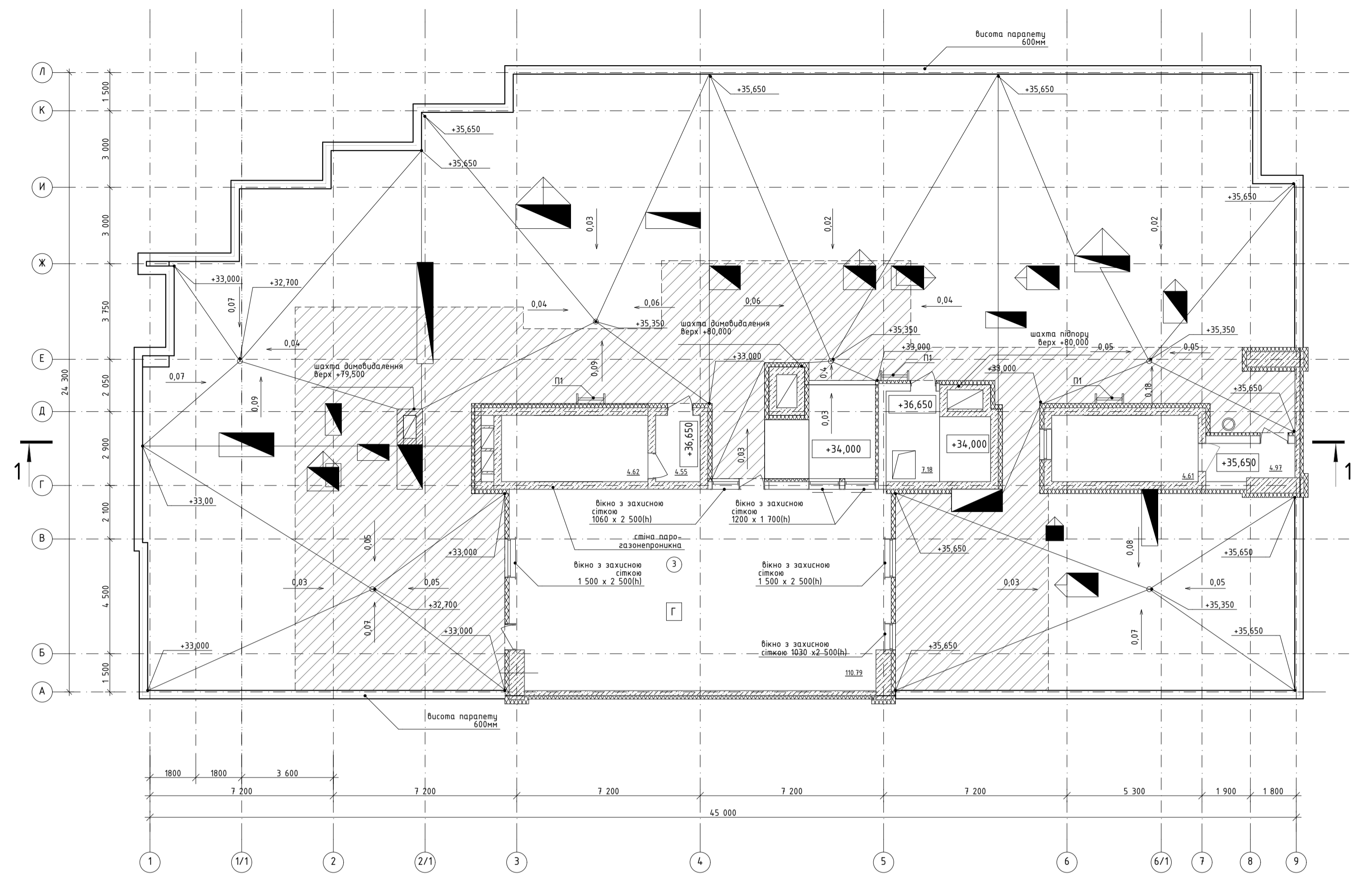
Установка аератора



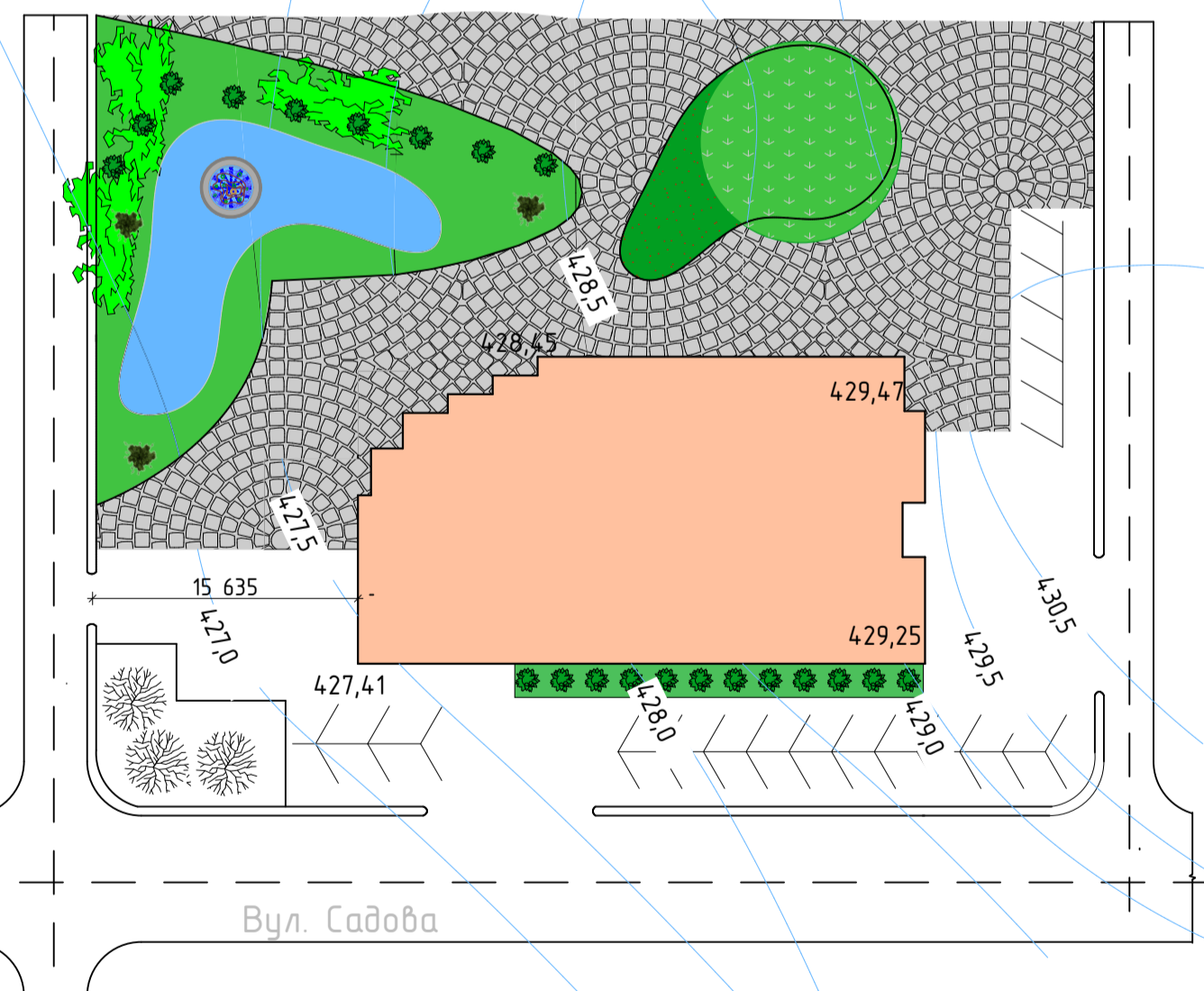
Конструкція покриття



План покрівлі



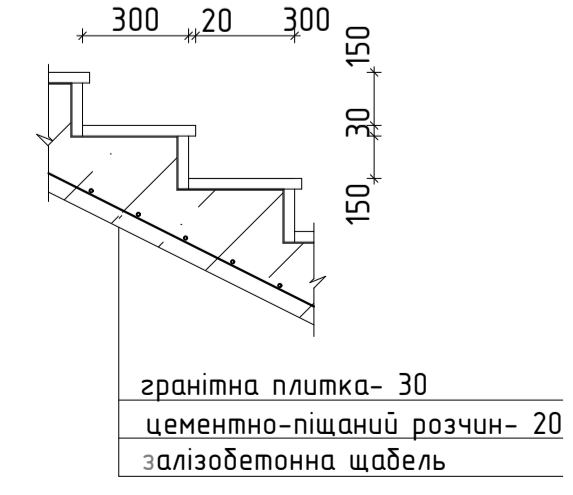
Генплан



Умовні позначення до генплану

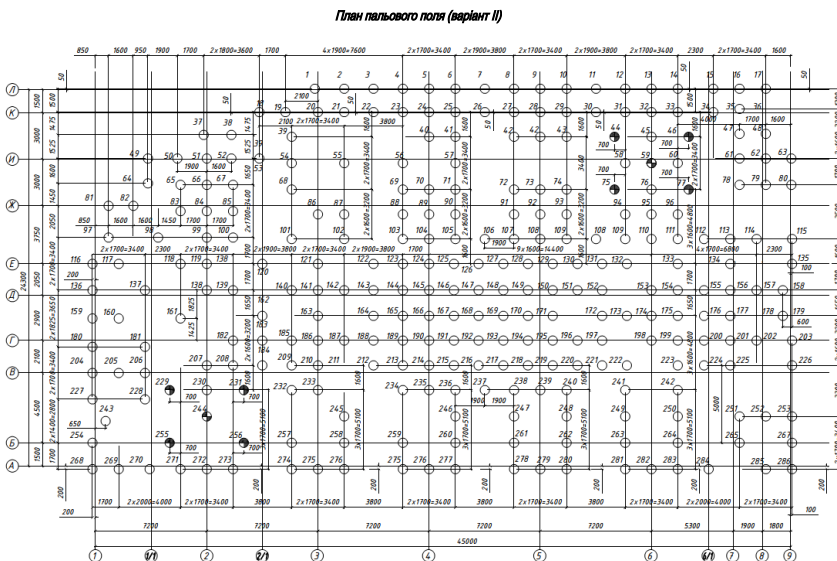
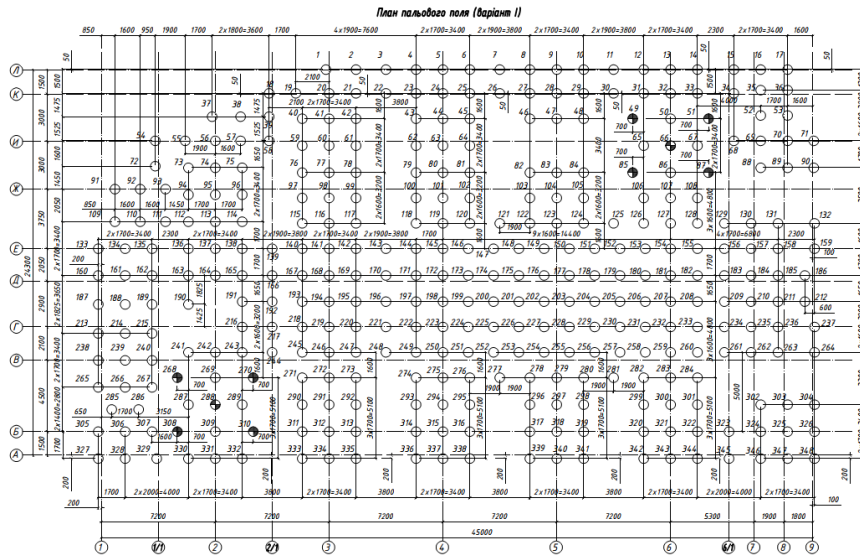
Позначення	Найменування	Прим.
	Офісний центр	615,09м²
	Гостьові автостоянки	31 шт.
	Квітник	183 м²
	Декоративний фонтан	220 м2
	Газон	2000 м²
	Плитка	3420 м²
	Пріжджа частина	
	Бризок бархатистий	21 шт
	Ялівець козачий	4 шт
	Береза повисла	3 шт

Деталь оздоблення сходів

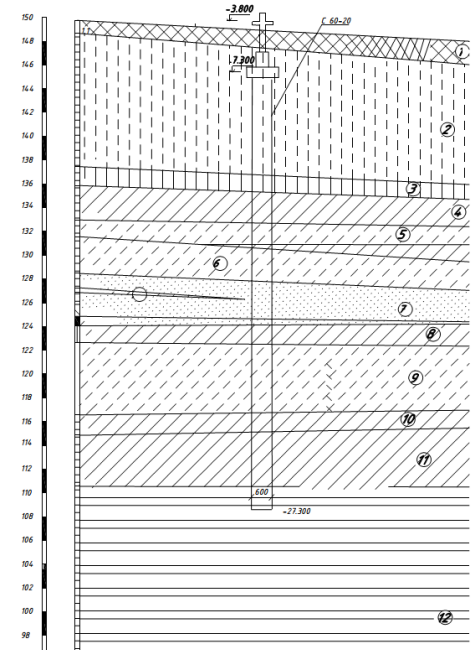


водоізоляційний двошаровий ковер  
стяжка цементнопіщана Н=40  
теплоізоляція керамзитобетон Н=300  
пароізоляція 1 шарогорілкокрібельного матеріала  
разуклонка із легкого бетона  
3/Б перекриття Н=200

08-08 МКР.003-АБ				
Базаліноверховий житловий будинок в Голосіївському районі міста Києва				
Зм.	Кільк.	Арх.	№Док.	Підпис
Виконав	Денчук В. В.			
Перевірив	Даркований М. Ф.			
Керівник	Даркований М. Ф.			
Н.Контр.	Майська І.В.			
Опонець	Остапенко О. П.			
Замовив	Швець В. В.			
Оптимізація конструктивних рішень плитно-пальових фундаментів			Сталя	Арх.
План покрівлі. Розріз 1-1. Генплан. Конструкція покриття. Деталь оздоблення сходів.			П	4
ВНТУ, гр. Б-20мз				



**Посадка пальм на инженерно-геологический разрез**



**Условные обозначения к инженерно-геологическому разрезу**

- Местный тектонический разрыв - смещение по склону жальтата-сри, с промерзшими песками, с доминантой буроватого цвета до 30% с полярными песчаными осадками
- Склонные жальтата-сри, важик, пильчатый, и' ивоплатичный, с низкими глинами
- Склонные жальтата-сри, важик, пильчатый, и' ивоплатичный, с низкими глинами
- Склонные жальтата-сри, важик, пильчатый, и' ивоплатичный, с низкими глинами
- Склонные жальтата-сри, важик, пильчатый, и' ивоплатичный, с низкими глинами
- Склонные жальтата-сри, важик, пильчатый, и' ивоплатичный, с низкими глинами
- Склонные жальтата-сри, важик, пильчатый, и' ивоплатичный, с низкими глинами
- Склонные жальтата-сри, важик, пильчатый, и' ивоплатичный, с низкими глинами
- Склонные жальтата-сри, важик, пильчатый, и' ивоплатичный, с низкими глинами
- Склонные жальтата-сри, важик, пильчатый, и' ивоплатичный, с низкими глинами
- Склонные жальтата-сри, важик, пильчатый, и' ивоплатичный, с низкими глинами
- Склонные жальтата-сри, важик, пильчатый, и' ивоплатичный, с низкими глинами

08-08 МКР 003 КБ				
Базовопроектный жилой домик				
Госспроектного района міста Києва				
Зм.	Місяц	Арх.	Місце	Дата
Розробий	Демчук В. В.			
Перевірив	Архиванови			
Проєктував	Мельник І. В.			
Виконав	Олександр С.			
Затвердив	Шинько В. В.			
Оптимізація конструктивних рішень пильно-пальмової фундації				
План пильного поля (варіант I), план пильного поля (варіант II), умовні позначення геологічного розрізу				
Етапи Архиванови Архиванови				
ВНУ № 5-104				

1. Великою кількістю досліджень плитно-пальових фундаментів встановлено, що у складі пальового фундаменту частина навантаження передається на палі, а частина – на ростверк, навантаження між палями розподіляється нерівномірно. При проектуванні слід враховувати взаємовплив паль один на одного, перевантаженість кутових і периметральних паль щодо центральних, з допомогою конструктивних і технологічних заходів вирівнювати зусилля в палях. Врахування перерозподілу навантаження між палями в плитно-пальовому дозволяє досягнути більш економічних рішень при проектуванні і влаштуванні фундаментів висотних будівель.
2. Результати чисельного моделювання підтвердили доцільність врахування роботи ґрунту під подошвою ростверку при незначних відстанях між палями.
3. При чисельному моделюванні зафіксовано зниження осідань і збільшення несучої здатності фундаментів при врахуванні роботи ґрунту під подошвою ростверку.
4. Числове моделювання показало, що є резерв у порівнянні з нормами для збільшення навантаження на плитно-пальовий фундамент. Цей резерв можна використати для зменшення кількості паль, що дасть позитивний економічний ефект.
5. У розділі "Технічна частина" розглянуто архітектурно-будівельні рішення багатоповерхового житлового будинку в Голосіївському районі міста Києва. Виконано теплотехнічний розрахунок та конструювання складових зовнішнього утеплення. Виконано розрахунок і проектування плитно-пальового фундаменту за рекомендаціями норм і з врахуванням результатів наукового дослідження.
6. У розділі роботи «Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто заходи та засоби з охорони праці під час виконання будівельних робіт нульового циклу. Проведено дослідження стійкості роботи системи електропостачання району житлової забудови в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій.
7. В економічній частині виконано техніко-економічне порівняння фундаментів. В результаті порівняння обраний другий варіант із влаштуванням 286 бурових паль. Економічний ефект визначався при розробки локального кошторису на влаштування 62 паль. Економічний ефект відповідає кошторисній вартості робіт 862,816 тис. грн., економії в трудомісткості – 4,357 тис. люд-год, економії в заробітній платі – 90,713 тис. грн.

**ВІДГУК**  
**керівника магістерської кваліфікаційної роботи**

студента Демчура Володимира Васильовича  
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: «Оптимізація конструктивних рішень  
плитно-пальових фундаментів»

Дослідження роботи плитно-пальових фундаментів залишається актуальною задачею, оскільки ці типи фундаментів проектуються для прийняття значних навантажень, досить матеріаломісткі і можуть проектуватись в різних конструктивних рішеннях.

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

У МКР досліджено роботу плитно-пального фундаменту 25-ти поверхової будівлі при різній товщині фундаменту. Встановлено, що за рахунок включення в роботу ґрунту під подошвою ростверку можна досягнути більш економічних рішень зменшивши при цьому кількість паль у складі плитно-пального фундаменту. Кількість паль зменшена майже на 20%.

За результатами наукового розділу запропоновано рішення щодо проектування плитно-пального фундаменту для технічного об'єкту.

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

У тексті пояснювальної записки присутні незначні граматичні помилки, але магістерська кваліфікаційна робота у цілому виконана на достатньому рівні, при відповідному захисті заслуговує на оцінку «С» (75 б).

**Керівник магістерської кваліфікаційної роботи**

професор каф. БМГА, д.т.н  
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

  
(підпис)

М. Ф. Друкований  
(ініціали, прізвище)

Доп.  
Заві.  
М.  
(підпис)

**ВІДГУК ОПОНЕНТА**  
**На магістерську кваліфікаційну роботу**

студента Демчура Володимира Васильовича  
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: «Оптимізація конструктивних рішень плитно-пальових фундаментів»

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

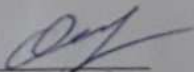
При виконанні МКР було виконано числове моделювання методом скінчених елементів в програмному комплексі «ЛИРА САПР 2015», результати якого підтвердили доцільність даного дослідження і встановлено, що оптимізація кількості паль у складі плитно-пального фундаменту сприяє досягненню більш економічних рішень з проектування.

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

До недоліків слід віднести, недостатню кількість посилань на закордонні публікації у переліку літературних джерел, на кресленнях фундаментів варто було показати контури фундаментної плити. За виконану роботу студент заслуговує на оцінку «С» (75 б.) та присвоєння кваліфікації магістра з будівництва.

**Опонент**

К.Т.Н., доц.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

  
(підпис)

О. П. Остапенко  
(ініціали, прізвище)