

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:

Ефективні конструктивні рішення двоцільних фундаментів мілкового закладання

Виконав: студент 2 курсу, групи Б-21м  
спеціальності 192 «Будівництво  
та цивільна інженерія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Сорока М.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., професор

(вчений науковий ступінь, посада)

Друкований М.Ф.

(прізвище та ініціали)

« 17 » 20.12. 2022 р.

Опонує: к.т.н., доц.

(вчений науковий ступінь, посада)

Слободян Н.М.

(прізвище та ініціали)

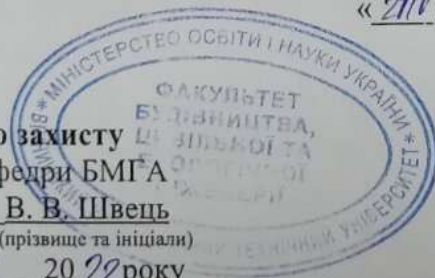
« 21 » 12 2022 р.

Допущено до захисту  
Завідувач кафедри БМГА

В. В. Швець

(прізвище та ініціали)

« 21 » 12 2022 року



Вінницький національний технічний університет  
(повне найменування вищого навчального закладу)

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри БМГА  
Швець В.В.  
"21" \_\_\_\_\_ 2022 року

### ЗАВДАННЯ

#### НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА

Сороки Максима Васильовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Ефективні конструктивні рішення двошлітинних фундаментів мілкового закладання

керівник роботи Друкований М. Ф., д.т.н., професор  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "14" 09 2022 року № 203

2. Строк подання магістрантом роботи 5.12.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту проектування, результати інженерно-геологічних вишукувань. Передбачається двоповерхової будівлі кафе. Фундаменти будівлі – стрічкові мілкового закладання.

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. Аналіз сучасного стану питання (огляд літературних джерел)

2. Чисельне моделювання (побудова розрахункової схеми двошлітинного фундаменту мілкового закладання у програмному комплексі Plaxis 3D Foundation, планування чисельного експерименту з визначення впливу геометричних чинників фундаменту та характеристик ґрунту основи, чисельне моделювання роботи фундаменту при варіюванні відстані між щілинами, характеристик ґрунту основи)

3. Аналіз і узагальнення результатів дослідження (аналіз одержаних результатів, виявлення найбільш впливових чинників)

4. Технічна частина (архітектурно-будівельні рішення - розрахунок планувальних відміток генплану, основні архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту; основи та фундаменти - розробка конструктивного рішення підсилення фундаменту короткими палями з використанням результатів досліджень).

5. Розробка заходів з охорони праці та цивільного захисту.

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

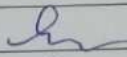
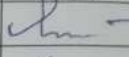
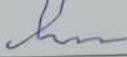
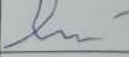




Висновки

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

1. Науково-дослідна частина (розділи 1-3) – 6-8 арк. (плакати, що ілюструють результати науково-дослідної роботи)

2. Технічний розділ – 3 арк. (фасад, генеральний план, розрізи, техніко-економічні показники генплану, план фундаментів для двох варіантів, робочі креслення фундаментів, поперечні перерізи фундаментів)

#### 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1-3	Друкований М. Ф., проф., д.т.н.		
Технічний розділ	Друкований М. Ф., проф., д.т.н.		
Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	Кобилянська І. М., доц., к.пед.н.		
Економічна частина	Лялюк О. Г. доц., к.т.н.		

7. Дата видачі завдання 05.10.2020 р.

#### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Приміт
1	Складання вступу до МКР	01.09-09.09.22	
2	Науково-дослідна частина	02.09-30.09.22	
3	Архітектурно-будівельні рішення	03.10-17.10.22	
4	Основи та фундаменти	18.10-25.10.22	
5	Охорона праці та цивільний захист	26.10-16.11.22	
6	Економічна частина	17.11-24.11.22	
7	Оформлення МКР	25.11-01.12.22	
8	Подання МКР на кафедру для перевірки	02.12-09.12.22	
9	Попередній захист	05.12-08.12.22	
10	Рецензування	12.12-16.12.22	

Магістрант

(підпис)

Сорока М. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Друкований М.

(прізвище та ініціали)

## Анотація

УДК 624.15

Сорока М.В. Ефективні конструктивні рішення двощілинних фундаментів мілкового закладання. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 - «Будівництво та цивільна інженерія», освітня програма - «Промислове та цивільне будівництво». Вінниця, 2022. 99с

На укр. мові. Бібліогр.: 56 назв; Рисунок: 32; табл. 19.

В магістерській кваліфікаційній роботі на тему «Ефективні конструктивні рішення малозаглиблених двощілинних фундаментів» досліджене осідання двощілинних фундаметів при різних геометричних параметрах щілин, глибини закладання і відстань між щілинами.

Встановлено, що двощілинний фундамент показує менше осідання при однаковому навантаженні при різних розмірах ширини та глибиною закладання фундаменту в порівнянні зі стрічковим. Відповідно до рекомендацій щодо проектування щілинних фундаментів робота ростверку не враховується, несуча здатність визначається як несуча здатність щілин. Проведені дослідження підтвердили доцільність використання двощілинних фундаметів а ніж традиційних варіантів.

В технічній частині роботи розроблена конструкторська документація на трьохповерхове кафе в селі Якушинці з цегляними стінами та збірними залізобетонними перекриттями. Розглянуті питання архітектурно-планувальних рішень, виконано проектування фундаментів.

Розроблений розділ охорони праці, та було розроблено техніко-економічне порівняння різних варіантів влаштування фундаментів.

Магістерська кваліфікаційна робота складається з 15 аркушів графічної частини форматів А-3.

**Ключові слова:** щілинні фундаменти, стрічковий фундамент, двощілинні, напружено-деформований стан, перерозроділ зусиль

## ABSTRACT

Soroka M.V. Effective constructive solutions of shallow two-slot foundations. Master's degree in specialty 192 - construction and civil engineering, educational program - industrial and civil construction. Vinnytsia: VNTU, 2022. 99p.

In Ukrainian language. Bibliogr .: 56 titles; fig .: 32; table 19

In the master's qualification thesis on the topic "Effective constructive solutions of shallow two-slot foundations", the settlement of two-slot foundations with different geometric parameters of the slots, the depth of the laying and the distance between the slots was determined.

It was established that the two-slot foundation shows less settlement under the same load at different dimensions of the width and depth of laying the foundation in comparison with the strip foundation. According to the recommendations for the design of slotted foundations, the operation of the grid is not taken into account, the bearing capacity is defined as the bearing capacity of the slots. The conducted studies confirmed the expediency of using double-slit foundations rather than traditional options.

In the technical part of the work, design documentation was developed for a three-story cafe in the village of Yakushintsi with brick walls and prefabricated reinforced concrete floors. The issues of architectural and planning solutions were considered, the design of the foundations was completed.

A section on labor protection was developed, and a technical and economic comparison of various options for arranging foundations was developed.

The master's qualification work consists of 15 sheets of the graphic part of A-3 format.

**Key words:** slotted foundations, strip foundation, double-slotted, stressed-deformed state, redistribution of forces

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ЩІЛИННИХ ФУНДАМЕНТІВ.....	6
1.1 Огляд літературних джерел.....	6
1.1 Щілинні фундаменти, їх види, застосування, особливості і проектування.....	6
Висновки по розділу 1.....	17
2 МОДЕЛЮВАННЯ.....	18
Висновки по розділу 2.....	27
3 АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	28
3.1 Розрахунок щілинних фундаментів мілкового закладання.....	28
3.1.1 Розрахункові схеми взаємодії двощілинних фундаментів з ґрунтом основи.....	28
3.1.2 Визначення частки вертикальних тисків, що передаються по підшві низького ростверку на поверхню ґрунту, укладеного між стінками.....	30
3.1.3 Визначення частки вертикальних тисків, що передаються на ґрунти основи по підшві стінок, їх бічних поверхнях і по підшві ґрунтового ядра.....	33
3.1.4 Визначення зони поширення вертикальних напружень від сил тертя і зчеплення з зовнішнім бічним поверхням, оптимального відстані між стінками і ширини умовного фундаменту.....	37
3.2 Аналіз моделювання.....	41
Висновки по розділу 3.....	42
4 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА.....	43
4.1 Архітектурно-будівельні рішення.....	43
4.1.1 Загальні відомості про об'єкт будівництва.....	43
4.1.2 Загальні відомості про об'єкт.....	43
4.1.3 Рішення генерального плану.....	44
4.1.4 Архітектурно-планувальні рішення.....	46
4.1.5 Архітектурно – конструктивні рішення.....	49
4.1.5.1 Стіни.....	50
4.1.5.2 Колони.....	50
4.1.5.3 Перегородки.....	50
4.1.5.4 Перекриття.....	51
4.1.5.5 Дах, покрівля.....	51
4.1.5.6 Сходи.....	51
4.1.6 Зовнішнє та внутрішнє оздоблення.....	52

4.1.6.1 Вікна та двері.....	52
4.1.6.2 Підлога.....	55
4.1.7 Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій.....	57
4.1.8 Інженерні обладнання.....	59
4.1.8.1 Опалення.....	59
4.1.8.2 Вентиляція.....	60
4.1.8.3 Водопостачання.....	60
4.1.8.4 Каналізація.....	60
4.1.8.5 Електропостачання.....	61
4.2 Основи і фундаменти.....	61
4.2.1 Аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчику.....	61
4.2.2 Збір навантажень на фундаменти.....	61
4.2.3 Розрахунок фундаменту в варіанті мілкого закладання.....	63
4.2.3.1 Вибір глибини закладання.....	63
4.2.3.2 Вибір розміру подошви.....	64
4.2.3.3 Розрахунок осідання фундаменту.....	65
4.2.4 Розрахунок фундаменту в варіанті мілкого закладання по несучій здатності.....	67
Висновки по розділу 4.....	68
<b>5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....</b>	<b>69</b>
5.1 Технічні рішення з безпечного виконання роботи.....	70
5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	72
5.2.1 Мікроклімат.....	73
5.2.2 Склад повітря робочої зони.....	74
5.2.3 Виробниче освітлення.....	75
5.2.4 Виробничий шум.....	76
5.2.5 Виробничі вібрації.....	77
5.2.6 Психофізіологічні фактори.....	78
5.3 Розрахунок сейсмічних впливів на двощільний фундамент мілкого закладання.....	80
Висновки по розділу 5.....	82
<b>6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....</b>	<b>83</b>
Висновки по розділу 6.....	90
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....</b>	<b>91</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>92</b>
Додаток А – Протокол перевірки на антиплагіат.....	97
Додаток Б – Відомість графічної частини.....	98

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Одним зі способів збільшення ефективності фундаментів є розробка нових видів або форм фундаментів, що дозволяють підвищити несучу здатність або знизити їх осідання, знизити витрати, спростити технологію влаштування. Розробка більш ефективних конструктивних форм з одного боку, і вдосконалення методів розрахунку, які дадуть кількісний та якісні результати поведінки навантажених фундаментів, - з іншого, дають можливість значно зменшити витрати матеріалів, а тим самим і загальну вартість будівництва. Малий досвід застосування мало заглиблених (глибиною до 4 м) двощілинних фундаментів показав, що такі фундаменти можуть бути економічно ефективними та при певних ґрунтових умовах, бути конкурентами класичним типам фундаментів. На теперішній час відсутні методи розрахунку мало заглиблених двощілинних фундаментів. Усі перераховані вище проблеми говорять про актуальність досліджень мало заглиблених двощілинних фундаментів.

**Метою роботи.** Визначення залежності несучої здатності двощілинного фундаменту від геометричного положення щілин у плані.

### **Задачі дослідження:**

- виконати огляд літературних джерел та визначитись з конструктивними особливостями;
- виконати аналіз результатів проведених раніше випробувань щілинних фундаментів;
- провести аналітичне моделювання.

**Об'єкт дослідження.** Двощілинний фундамент.

**Предмет дослідження.** Вплив геометричних параметрів на несучу здатність двощілинного фундаменту.

**Метод дослідження.** чисельний метод кінцевих елементів для моделювання напружено-деформованого стану системи «ґрунт – двощілинний стрічковий фундамент».



**Наукова новизна одержаних результатів.** В ході роботи зазнали подальшого розвитку методики дослідження напружено-деформованого стану малозаглибленого двощілинного фундаменту зі змінними геометричними параметрами, характер впливу різних факторів на його роботу та дослідження зміни несучої здатності.

**Практичне значення отриманих результатів.** Результати, що були отримані в ході виконання досліджень дозволяють прийняти найбільш ефективне конструктивне рішення малозаглибленого двощілинного фундаменту та отримати економічний ефект у порівнянні з класичними видами фундаментів.

**Особистий внесок здобувача.** Було виконано числове моделювання роботи двощілинних стрічкових фундаментів при вертикальному навантаженні методом кінцевих елементів з врахуванням різних геометричних параметрів моделі фундаменту.

**Апробація результатів** Результати магістерської кваліфікаційної роботи завантажено на міжнародній науково-технічній конференції «Інноваційні технології в будівництві-2022» (листопад, 2022 р.).

#### **Публікації.**

«Двощілинні фундаменти» на міжнародній науково-технічній конференції «Інноваційні технології в будівництві-2022»

(<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2022/index>)

## 1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ЩІЛИННИХ ФУНДАМЕНТІВ

### 1.1 Огляд літературних джерел

#### 1.1 Щілинні фундаменти, їх види, застосування, особливості і проектування

Щілинний фундамент – це фундамент, який виконується методом заливки розчину в підготовлену траншею чи підземні стіни, виконані шляхом механізованої розробки вузьких траншей у ґрунті . Спочатку щілинні фундаменти застосовувались в основному як фундаменти підземних споруд[1-20].

Щілинні фундаменти можуть бути мілкою закладання: ширина 0,15-0,6м з глибиною закладання від 1 до 3м, та глибокою закладання: ширина 0,4-1м з глибиною закладання до 20-35м.

В Україні розвиток та застосування щілинних фундаментів мілкою закладання почався з 1980 року завдяки роботам таких авторів Е.М. Перлея, Е.А. Сорочана, В.Ф. Раюка, В.К. Ярутіна та інших [4-7, 12, 16,18-20].

Розвиток щілинних фундаментів глибокою закладання в інших країнах світу [34-35] і це сприяло розвитку робіт Е.М. Перлея, І.В. Колибіна, В.Д. Іванова та інших [8-11, 13-15, 17,21-22].

В цій роботі розглядається двощілинні фундаменти мілкою закладання з різними параметрами: відстанню між щілинами, глибиною закладання і різною шириною щілин.

Особливостями щілинних фундаментів [4-7, 12, 16,18] мілкою закладання є передача навантаження по підшві і по бічних поверхонь фундаменту та в нього підвищенна поверхня яка торкається основу ґрунту на одиницю його об'єму.

Переваги щілинних фундаментів в порівнянні з іншими є:

-Зниження обсягу земляних робіт, як розробка так і зворотня засипка у Зрази і більше полягає у тому що щілинні фундаменти улаштовують в котловани виритих на мінімальну глибину;

-Для щілинних фундаментів не потрібна опалубка, тільки для опорної частини колони або інших конструкцій які потребують її.

-Доступність для будь яких будівельних організацій із за технології виконання робіт по зведенню фундаменту та в непотрібності спеціальних інструментів та обладнань.

Під колони каркасних та інших будівель і споруд застосовують однощілинні або двощілинні фундаменти невеликих розмірів по довжині, які називають шліцьовими. Найхарактерніші їх види і конструкції наведені на рис. 1.4 і являють собою:

- однощілинний фундамент з поглибленням для опори трьохшарнірної рами (рис. 1.4, а);

- двощілинний фундамент під залізобетонну колону будівлі зі стаканом для її закладання (рис. 1.4, б);

- трьохщілинний траншейний фундамент двотаврової форми в плані (рис. 1.4, в) зі стаканом для закладання колон (зазвичай в місцях деформаційного шва).

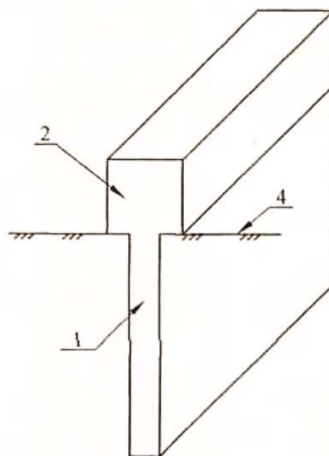


Рисунок 1.1 – Однощільний фундамент

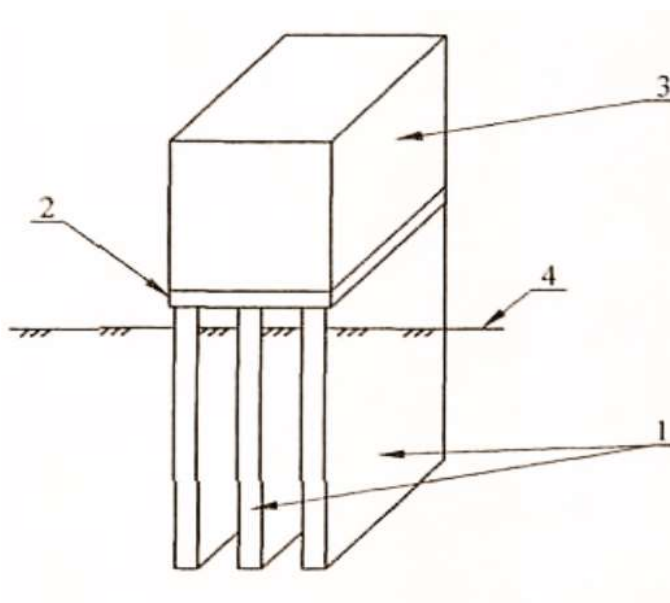


Рисунок 1.2 – Трьохщільний фундамент

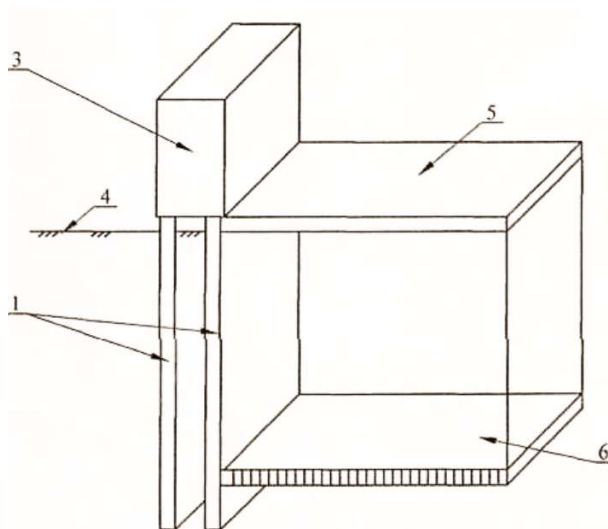


Рисунок 1.3 – Трьохщільний траншейний фундамент

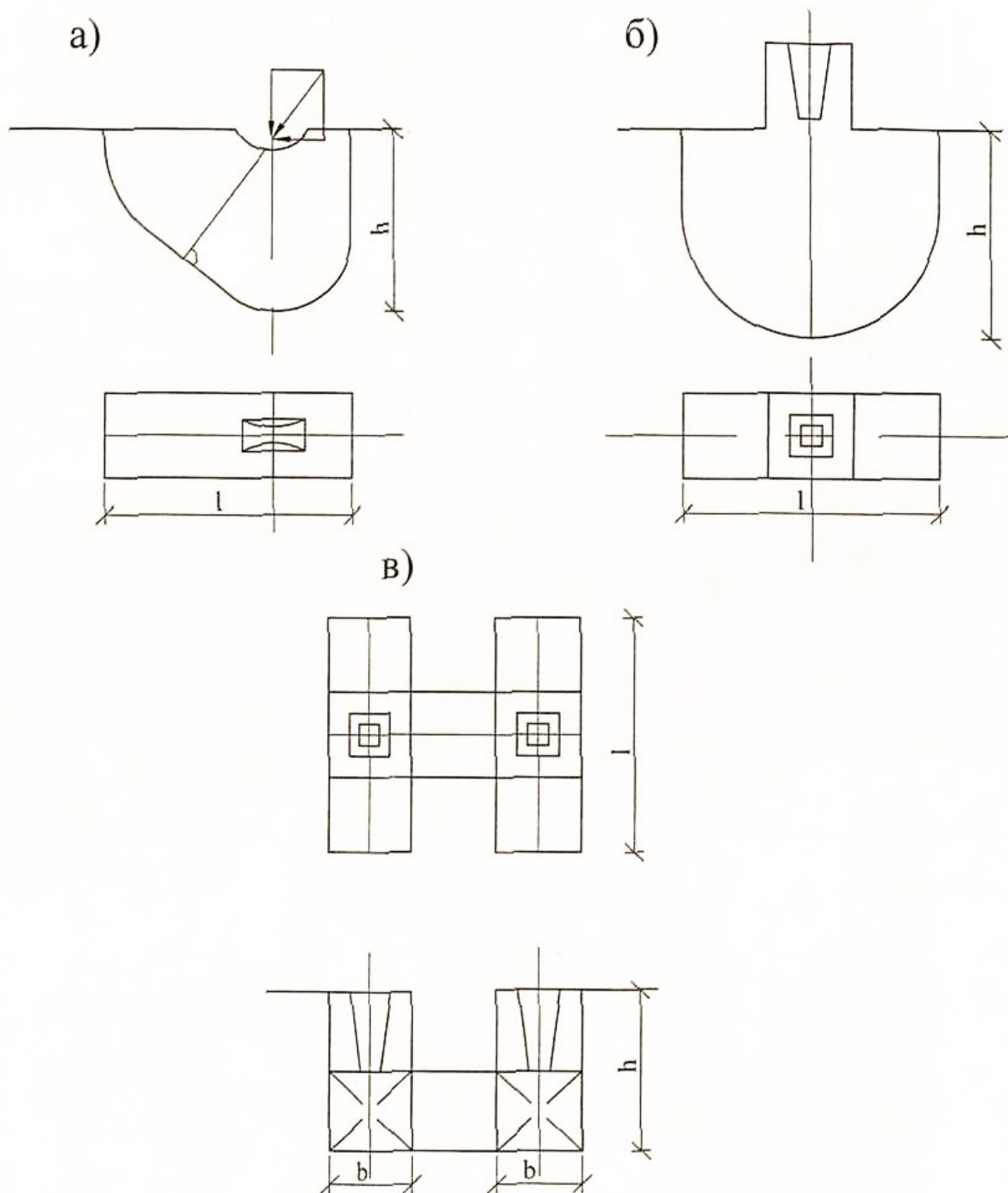


Рисунок 1.4 – Монолітні фундаменти з робочою поверхнею:  
 а) щілинний фундамент під тришарнірну раму; б) те саме під залізобетонну колону; в) тришарнірний фундамент двотаврової форми

З розвитком технології будівництва і серійного випуску агрегатів (грейферів) щілинні фундаменти почали застосовуватись як стрічкові фундаменти будівель. Створення спеціальних агрегатів дозволило виконувати круглі щілинні стіни, які були використані в якості стін колодязів і резервуарів. Такі стіни можуть бути ефективно використані як фундаменти споруд баштового типу.

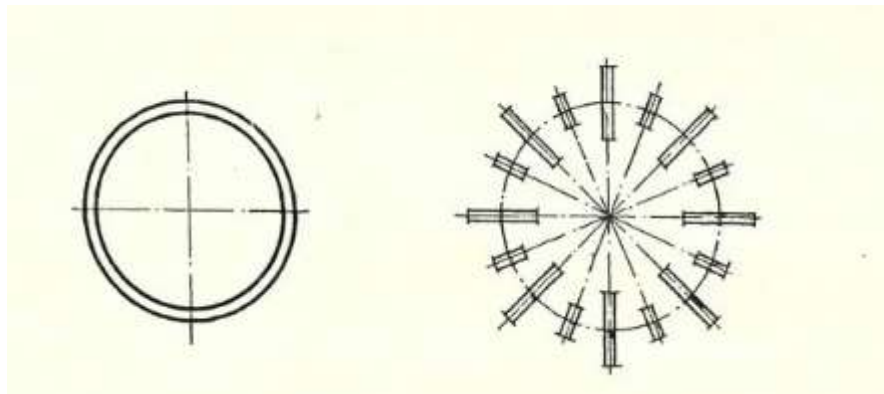


Рис. 1.5 Щілинні фундаменти як стіни колодязів

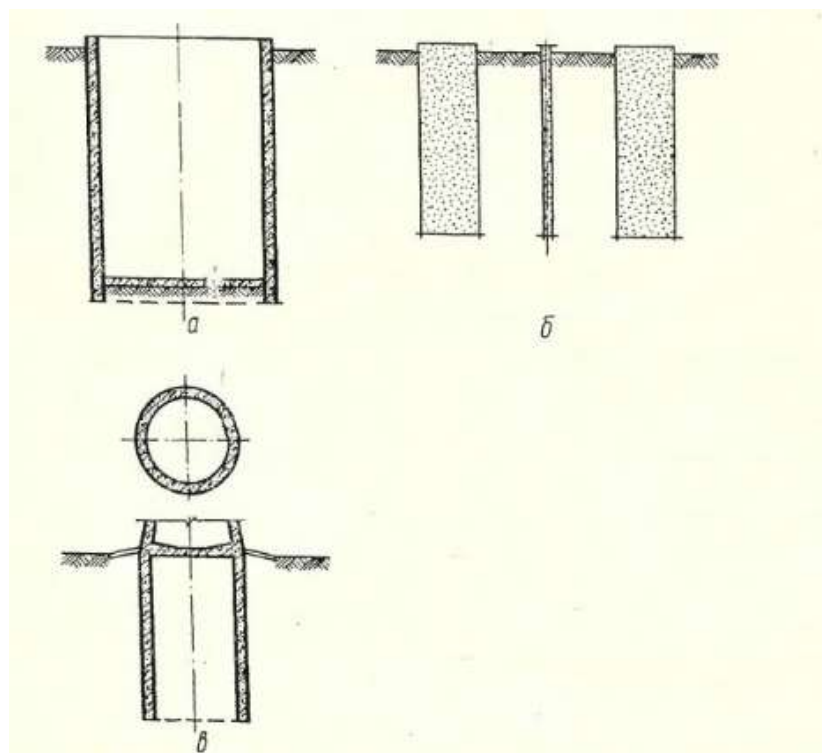


Рис 1.6 Щілинні фундаменти як підпірні стіни

Щілинні конструкції широко використовуються як пілпірні стіни різних типів. Шляхом зміни поперечного перерізу можна отримати різні економічні конструкції.

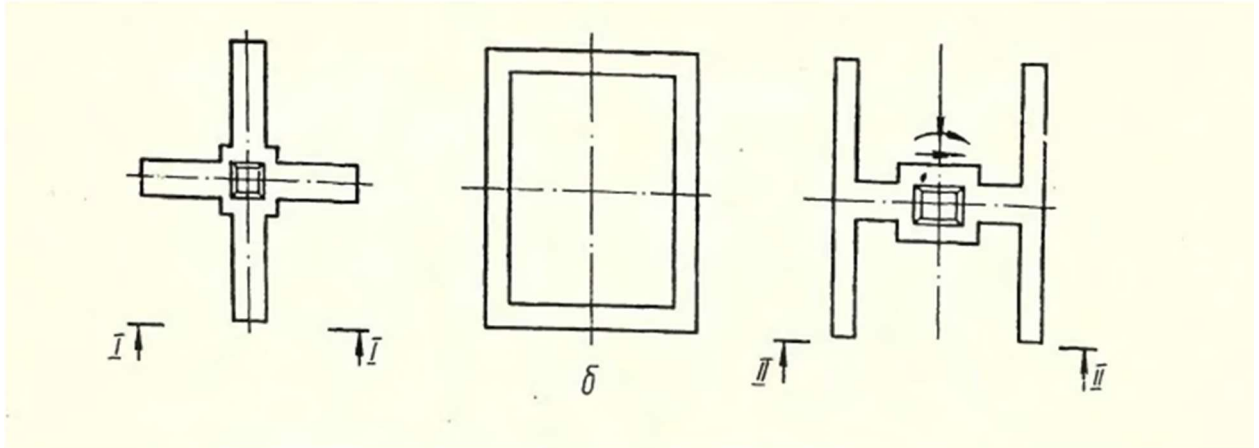


Рис 1.7 Різні конструкції за щілинних фундаментів

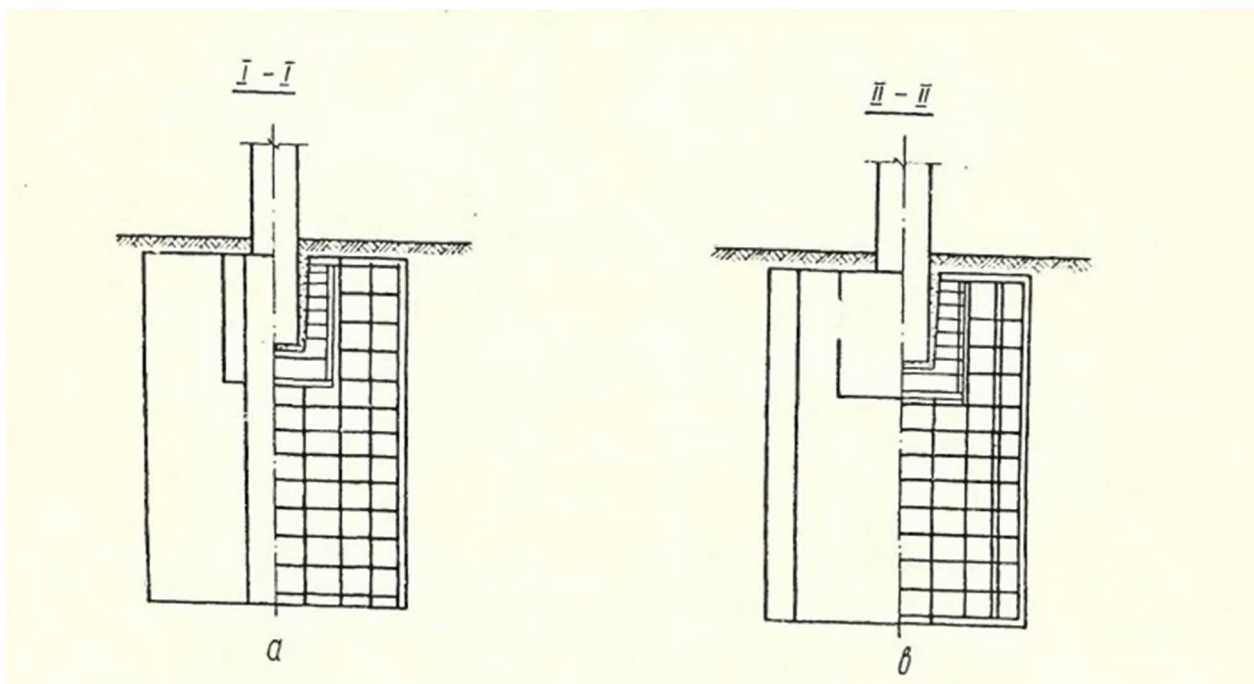


Рис 1.8 Схема щілинних фундаментів для колони

Щілинні фундаменти можуть сприймати значні вертикальні та горизонтальні навантаження в межах допустимих деформацій. Тому вони є найбільш раціональним видом опор для заводських димових труб,

транспортних естакад та інших споруд, що передають значні концентровані навантаження на основу.

Щілинні фундаменти виконуються у вигляді вертикальних несучих елементів обмеженої ширини в плані прямокутного, хрестоподібного, таврового, коробчастого та ін поперечних перерізів, що використовуються окремо або утворюють фундаментні поля [8-11, 13-15, 17, 21- 22]..

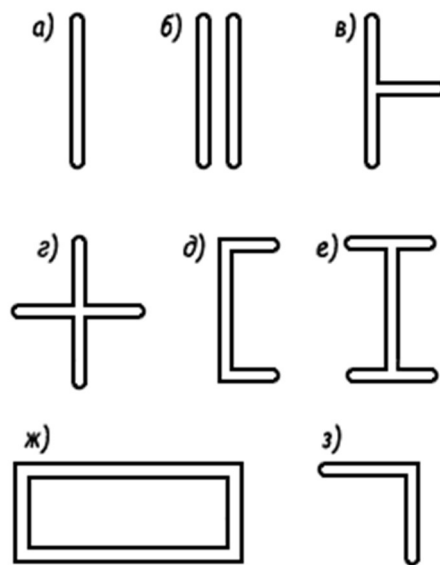


Рис. 1.9 Поперечні перерізи щілинних фундаментів: а – прямокутне; б - прямокутне здвоєне; д - коритоподібне; е - двотаврова; ж – коробчасте; з - кутове

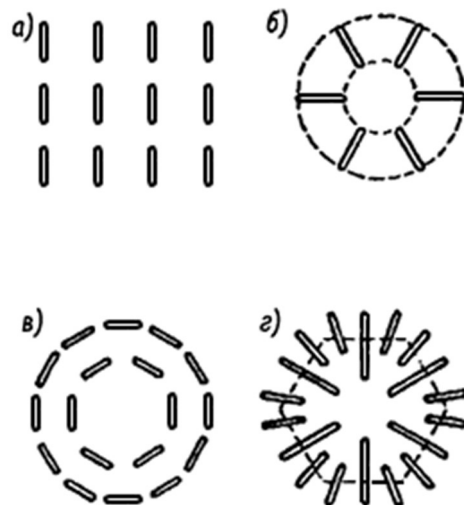


Рис 1.10 Приклади влаштування фундаментних полів з розміщенням щілинних фундаментів: а - лінійне; б, г – радіальне; в - концентричне



Конструкція щілинних фундаментів, їх розміри та взаємне розташування вибираються в залежності від розмірів надфундаментної споруди, її контуру в плані, характеру та величини розрахункових навантажень, геологічних та гідрогеологічних умов та інших факторів.

В окремих випадках щілинні фундаменти можуть споруджуватися в траншеях, що відриваються досуха без застосування глинистого розчину. Це можливо в необводнених зв'язкових ґрунтах[36].

Товщина щілинних фундаментів відповідає ширині рейферів і зазвичай знаходиться в межах від 0,4 до 1 м. Довжина щілинних фундаментів зазвичай дорівнює величині максимального розкриття щелеп рейфера або її подвоєному значенню плюс 40-80 см (перемичка між двома захватками) і коливається в межах від 2 до 7м.

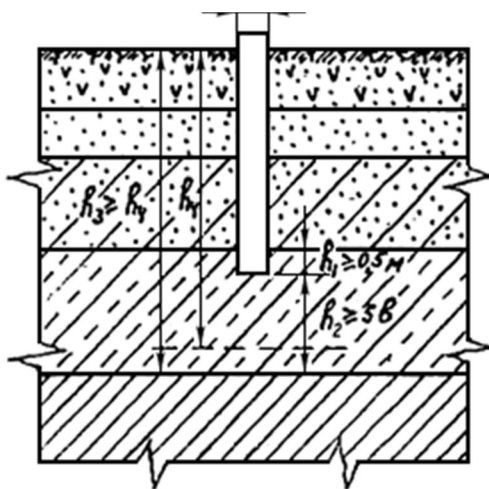


Рис 1.11 Розташування щілинного фундаменту щодо шарів ґрунту:  $b$  - Товщина фундаменту;  $h_1$ - заглиблення в шар, що несе;  $h_2$ - Товщина шару, на який спирається фундамент;  $h_3$ - Глибина закладення підшви несучого шару;  $h_4$ - розмір товщини, що стискається

Робота щілинних фундаментів вивчена ще недостатньо, тому вони розраховуються по аналогії з іншими конструкціями, зокрема: стінами

підземних споруд, підпірними стінами, палями, балками і балками-стінками, що контактують з ґрунтовою основою. В залежності від конструктивного рішення і характеру навантаження щілинні фундаменти можуть працювати в умовах плоскої або просторової задачі.

Є. А. Сорочаном [8] запропоновані малозаглиблені щілинні фундаменти. Вони влаштовуються шляхом прорізання баровими механізмами вузьких щілин шириною 10 – 20 см, в які за потребою встановлюється арматура, з послідовним заповненням бетоном. Торці окремих бетонних пластин можуть бути вертикальними або нахиленими. На щілини зверху обпирається плита ростверку. Відстань між щілинами рекомендується від 2 до 4 їх товщин. Навантаження на основу передається торцем і боковою поверхнею. Не виключена можливість передавання навантаження ростверком. Пропонуються варіанти багато щілинних просторових фундаментів як під стіни, так і під колони

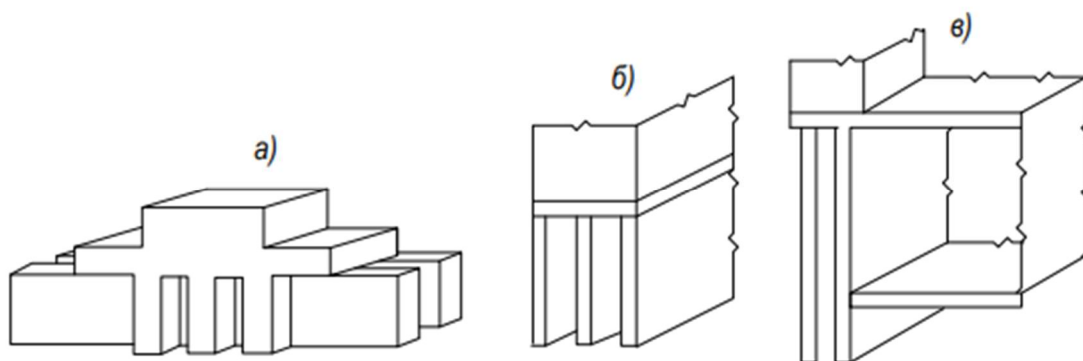


Рис 1.12 Багатощілинні малозаглиблені фундаменти: а) під колони; б) під стіну без підвалу; в) під стіну з підвалом

Схема будівельних робіт виглядає наступним чином. Спочатку викопується траншея. При цьому стінки траншеї, на відміну від інших типів фундаменту, повинні бути прямими, а не під кутом. У випадку значної

розрахункового навантаження застосовується розширення в нижній частині (підстави), для збільшення опорної площі. Потім насипається подушка з піску або гравію. Далі у випадку, якщо обраний монолітний варіант будівництва, вибудовується опалубка для виступаючої частини. Виставляється арматурний каркас. Потім необхідно зробити заливку підготовленого цементу в траншею. Після цього призвести ущільнення залитого розчину за допомогою штикування або віброущільнення. Після застигання цементу, у разі збірної конструкції, викласти надземну частину споруджується основи. Всі етапи будівництва виконуються в строгій відповідності з нормативом стрічковий монолітний фундамент ГОСТ 13580-85 [9].

Застосування щілинного фундаменту: Щілинний фундамент заливають виключно в умовах малому ступені здимання ґрунтів. Якщо показник обдимання високий, тоді необхідно виробляти обчислення оптимальної ширини і глибини фундаменту, для нівелювання цього ефекту. При цьому при розрахунках застосовується стрічковий фундамент розміри гост 13580-85. Ступінь сдимистості ґрунту залежить від водонасиченому ґрунтів [13].

Переваги:

Основною перевагою даного типу фундаменту є відносна простота зведення і економія на будматеріалах.

Другою перевагою є те, що в результаті нерівностей бічній поверхні фундаменту і ущільненої заливки бетону утворюється додаткове зчеплення з ґрунтом. Це дозволяє фундаменту тримати додаткове навантаження і збільшує його міцність

Швидкість — завдяки елементарному технологічному процесу значно зменшується обсяг робіт і на 50-75% форсується будівництво об'єкта;  
універсальність — стрічкове підстава може бути побудовано без задіяння спецтехніки, а весь комплекс робіт можна зробити стандартним будівельним набором.

Застосування в будівництві малозаглиблених фундаментів дозволяє заощадити як на кількості матеріалу, за рахунок невеликої глибини закладки, так і на значному зменшенні робіт з розробки ґрунту.

Недоліки:

Конструкцій є обмежена застосовність за ступенем здимання ґрунтів і необхідність щільного укладання бетону, з використанням віброущільнення небудь штикування. Також при аналізі необхідно врахувати той факт, що заливка даного типу фундаменту можлива лише на деяких типах ґрунтів, де не будуть обсипатися стінки траншеї (глинисті ґрунти).

Підготовчі заходи:

На початковій стадії проводиться очищення і планування території для майбутньої будівлі, а також наноситься розмітка по периметру фундаменту. Розмітка — важливий момент і до нього потрібно поставитися відповідально, адже це один з факторів, що впливають на експлуатаційні властивості всієї конструкції. Не поспішайте і перевірте результати вимірів кілька разів, при цьому проміряйте не тільки довжину сторін підстави, а й діагональні розміри.

Глибина мелкозаглубленого стрічкового фундаменту на відміну від пального фундаменту становить до 50-60 см. Тут повинен враховуватися фактор замерзання ґрунту в зимовий період, тобто для різних кліматичних поясів цей показник може варіюватися. Розмір ширини траншеї вибирається з розрахунку: товщина майбутньої стіни + 15-20 см. Коли траншея підготовлена, можна приступати до укладання вологозахисного матеріалу. Потім в траншеї засипається 20-ти сантиметровий шар піску. Фахівці радять застосовувати крупнозернистий річковий пісок, який після засипки, збризкують водою і щільно утрамбовується.

- Армування і заливка фундаменту

- Пристрій мелкозаглубленого стрічкового фундаменту передбачає наявність армованої основи. Для армування вам знадобиться металевий прут діаметром 14-16 мм, в'язальний дріт або зварювальний апарат, гачок.

### Висновок за розділом 1

Виконаний аналіз відомостей, наявних в літературних джерелах з приводу досліджень роботи малозаглиблених щілинних фундаментів, дозволяє зробити наступні висновки:

- 1) даний вид фундаментів у багатьох випадках будівельної практики може бути досить ефективним;
- 2) при влаштуванні таких фундаментів значно скорочуються або повністю виключаються земляні роботи з частини котловану і опалубні роботи;
- 3) можна припустити, що малозаглиблені щілинні фундаменти в більшості випадків, особливо при вертикальних навантаженнях, не вимагають армування;
- 4) до теперішнього часу відсутні в достатній мірі розроблені методики розрахунку як несучої здатності, так і деформацій малозаглиблених щілинних фундаментів

## 2 МОДЕЛЮВАННЯ

У розділі 2 шляхом чисельного моделювання в програмному комплексі Plaxis 3DFoundation виконаний комплексний аналіз напружено - деформованого стану системи «двощільний фундамент – ґрунтова основа» з врахуванням впливу характеристик ґрунтів, а також геометричних та конструктивних параметрів двощільного фундаменту.

Для математичного моделювання роботи двощільного фундаменту обрано програмний продукт Plaxis 3DFoundation, який базується на використанні чисельного методу скінчених елементів.

Моделювання було проведено в програмі Plaxis 3DFoundation Сорокою М.В. під керівництвом Друкованого М.Ф. та Блащук Н.В. у 2022 році.

Plaxis 3DFoundation – це програмний комплекс для геотехнічних розрахунків в просторовій постановці, використовується для скінчено-елементного аналізу напруженого стану системи «споруда–фундамент–основа».

Моделювання було проведено з ґрунтовою основою – рослинний шар потужністю 0,5 м та суглинок потужністю 19 м з характеристиками  $\gamma=17,5$  кН/м<sup>3</sup>,  $\gamma=19,3$  кН/м<sup>3</sup>,  $E=19$  МПа,  $c=28$  кПа,  $\varphi=22^\circ$ .

Було проведено моделювання двощільних фундаментів мілкового закладання розмірами щілин 200мм і 300мм та плитою 500мм, щілини і плита були виконанні з залізобетону як одна конструкція, 1-3 дослід був виконаний з щілинами 200мм, а 4 дослід був виконаний з щілинами 300мм.

В дослідженні порівнювались двощільні фундаменти та стічкові фундаменти, розміри довжини були взяті однакові, ширина також аналогічна, для двощільних фундаментів вона була прийнята по зовнішнім граням щілин, навантаження були прийнятті однакові.

Було проведено серію дослідів, результати моделювань були виведені в графіки в залежності розмірів до осідання двох видів фундаментів.

Для розв'язання поставленої задачі необхідно виконати моделювання методом скінчених елементів роботи двощільного фундаменту під дією вертикального навантаження в програмному комплексі Plaxis. Основна мета моделювання полягає в встановленні якісної та кількісної картини несучої здатності двощільного фундаменту від різних факторів, а саме: геометричних параметрів щілини та фундаменту в цілому та фізико-механічних характеристик ґрунтової основи. Ґрунтова основа приймається однорідною.

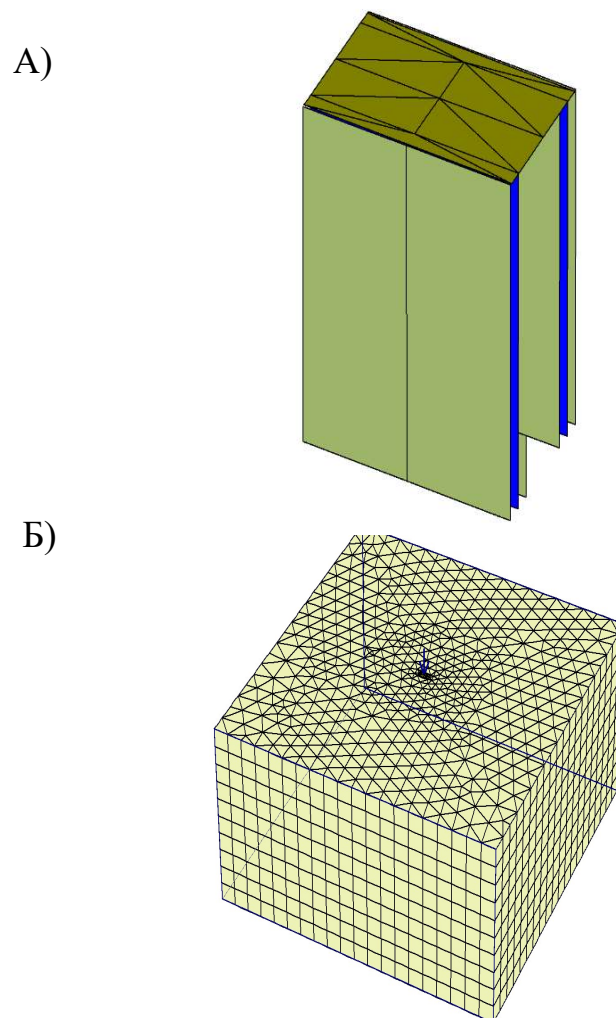


Рис. 2.1 Скінчено-елементні моделі двощільного фундаменту та ґрунтового масиву.

На рис. 2.1 зображено скінченно-елементні моделі двощільного фундаменту(А) та ґрунтового масиву(Б).

При моделюванні роботи щільного фундаменту під дією вертикального навантаження були враховані наступні фази роботи:

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

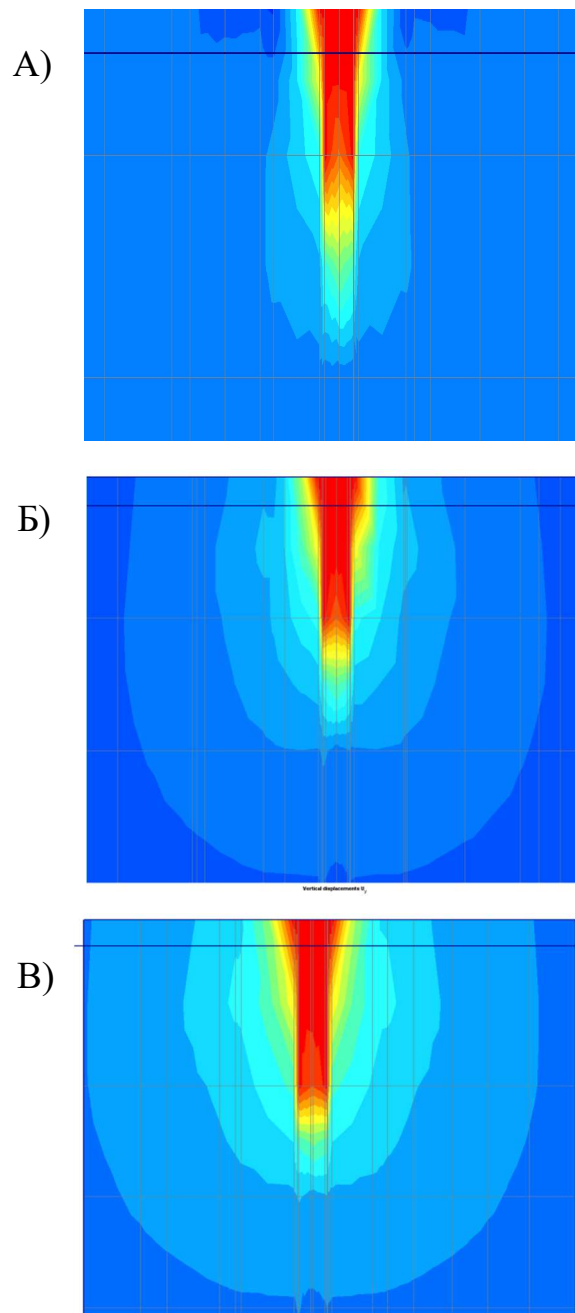


Рис. 2.2 Мозаїки деформацій ґрунту в основі двощільного фундаменту (відстань між щільнами  $3d$ ):  
а)  $h=1,5$  м; б)  $h=2$  м; в)  $h=2,5$  м



На рис. 2.2 показано мозаїки деформацій для двощільного фундаменту при різній відстані між щілинами в осях при однакових максимальних деформаціях ґрунтової основи. З рисунку 2 видно, чим більша відстань між щілинами, тим краще включається в роботу ґрунт в міжщільному просторі під подошвою ростверку і тим краще реалізує свою несучу здатність по ґрунту щілина.

При моделюванні були прийняті наступні передумови і параметри:

- модель ґрунту основи – пружно-пластична модель Кулона-Мора;
- основа однорідна;
- модель щільного фундаменту з різною довжиною щілин;
- відстань між щілинами в осях  $3d$ ,  $5d$  та  $7d$ ;
- розміри розрахункової області в плані  $30 \times 30$  м, по глибині 20 м;
- за несучу здатність двощільного фундаменту приймається значення зовнішнього навантаження на кінці прямолінійної ділянки графіку залежності «навантаження–осідання» при досягненні допустимого значення осідання.

Програму визначення несучої здатності двощільного фундаменту наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Програма проведення чисельного моделювання

№ досліду	Відстань між щілинами	Довжина щілини, мм	Ширина ростверку, мм	Товщина щілини, мм	Розміри стрічкового фундаменту для порівняння
1	3d	1500	800	200	b=0,8м; d=1,5м
2		2000		200	b=0,8м; d=2,0м
3		2500		200	b=0,8м; d=2,5м
4	5d	1500	1200	200	b=1,2м; d=1,5м
5		2000		200	b=1,2м; d=2,0м
6		2500		200	b=1,2м; d=2,5м
7	7d	1500	1800	200	b=1,8м; d=1,5м
8		2000		200	b=1,8м; d=2,0м
9		2500		200	b=1,8м; d=2,5м
10	3d	2000	1200	300	b=1,2м; d=1,5м
11	5d		1800	300	b=1,8м; d=2,0м
12	7d		2400	300	b=2,4м; d=2,5м

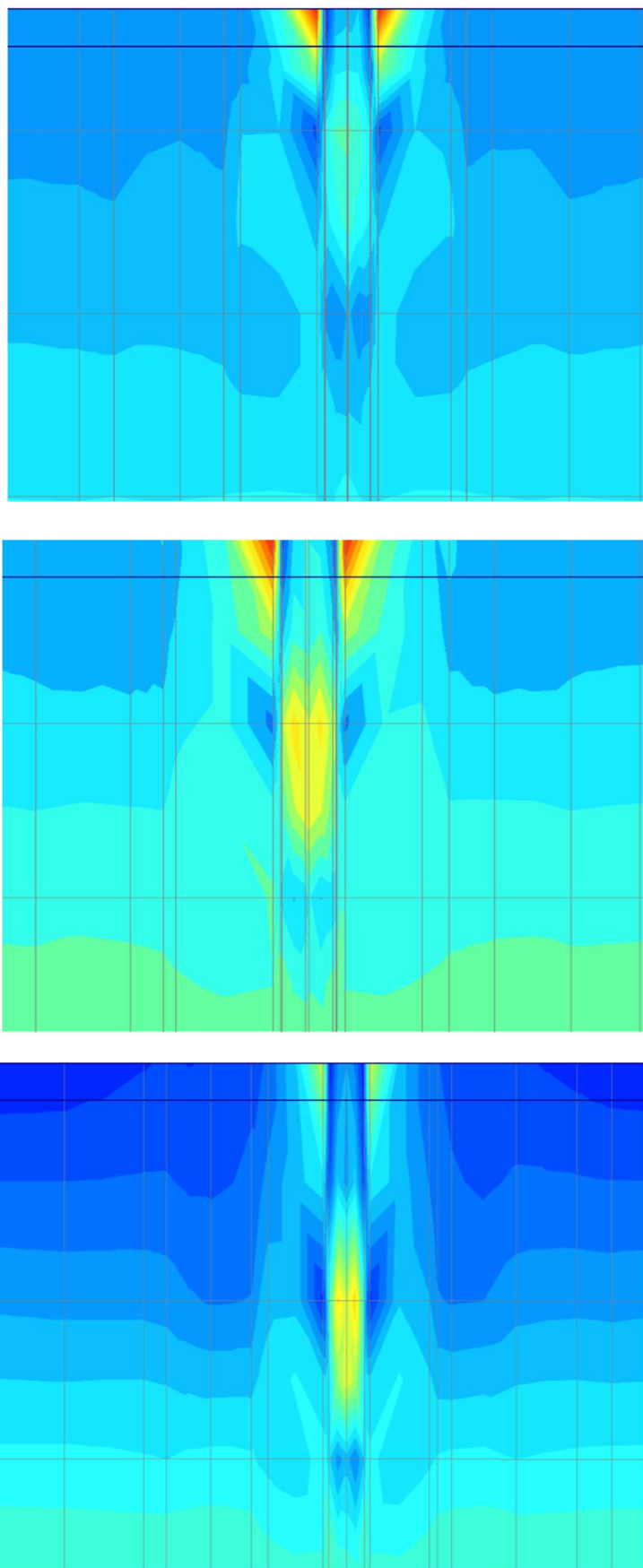


Рисунок 2.3 – Мозаїки головних вертикальних напружень для двоцільних фундаментів

Моделювання напружено-деформованого стану системи «двощільний фундамент–грунтова основа» виконано з ґрунтовою основою - суглинок з показником  $I_L=0,3$  та геометричними параметрами фундаменту методом скінчених елементів за умов розв'язання просторової задачі засобами програмного комплексу Plaxis 3DFoundation.

На рис. 2.2 показано мозаїки деформацій для двощільного фундаменту при різній відстані між щілинами в осях при однакових максимальних деформаціях ґрунтової основи. З рисунку 2.2 видно, чим більша відстань між щілинами, тим краще включається в роботу ґрунт в міжщільному просторі під подошвою ростверку і тим краще реалізує свою несучу здатність по ґрунту щілина

Основна мета моделювання в програмному комплексі Plaxis полягає в встановленні якісної та кількісної картини несучої здатності двощільного фундаменту від різних факторів, а саме: геометричних параметрів щілини та фундаменту в цілому та фізико-механічних характеристик ґрунтової основи. Ґрунтова основа приймається однорідною.

Всі моделі матеріалів, що використовуються, базуються на залежності між швидкістю зміни ефективних деформацій і швидкістю проходження деформацій. Така залежність може бути представлена в наступному вигляді:

$$\sigma = M \cdot \varepsilon, \quad (2.1)$$

де  $M$  - матриця жорсткості матеріалу.

Тензори швидкостей зміни напружень і деформацій у рівнянні (2.2) представлені у векторному вигляді і включають шість декартових складових (для просторової задачі):

$$\sigma = (\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{zz}, \sigma_{xy}, \sigma_{yz}, \sigma_{zx}); \quad \varepsilon = (\varepsilon_{xx}, \varepsilon_{yy}, \varepsilon_{zz}, \gamma_{xy}, \gamma_{yz}, \gamma_{zx}); \quad (2.3)$$

Малі деформації при проведенні розрахунку визначаються на основі часткових похідних компонент переміщень  $u_x$  і  $u_y$ :

$$\left\{ \begin{array}{l} \varepsilon_{xx} = \frac{\partial u_x}{\partial x}; \quad \varepsilon_{yy} = \frac{\partial u_y}{\partial y}; \quad \gamma_{xy} = \frac{\partial u_x}{\partial y} + \frac{\partial u_y}{\partial x}; \\ \varepsilon_{zz} = 0 \text{ (при плоскій деформації);} \\ \varepsilon_{zz} = \frac{1}{r} u_x \text{ (при осьовій симетрії, де } r \text{ - радіус).} \end{array} \right. \quad (2.4)$$

Визначенні моделі розробляються із застосуванням головних напружень, а не декартових компонент напружень. У випадку плоскої чи вісесиметричної деформації головні напруження розраховуються на основі декартових напружень за формулами:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_1 = \frac{1}{2}(\sigma_{xx} + \sigma_{yy}) - \sqrt{\frac{1}{4}(\sigma_{xx} - \sigma_{yy})^2 + \sigma_{xy}^2}; \\ \sigma_2 = \sigma_{zz}; \\ \sigma_3 = \frac{1}{2}(\sigma_{xx} + \sigma_{yy}) + \sqrt{\frac{1}{4}(\sigma_{xx} - \sigma_{yy})^2 + \sigma_{xy}^2}. \end{array} \right. \quad (2.5)$$

В програмному комплексі Plaxis 3DFoundation головні напруження розміщуються в алгебраїчній послідовності  $\sigma_3 < \sigma_2 < \sigma_1$ , тут  $\sigma_1$  - найбільше стискаюче напруження.

Механічна поведінка ґрунтів в даному програмному комплексі може бути змодельована за допомогою використання різних моделей ґрунту: модель Кулона-Мора; модель ґрунту, що ущільнюється; модель повзучості слабкого ґрунту (реологічна модель). Для моделювання роботи двоцілинного фундаменту під вертикальним навантаженням прийнято модель ґрунтів Кулона-Мора.

Модель Кулона-Мора – пружнопластична модель, що містить 5 основних параметрів:  $E$  і  $\nu$  - параметри пружності ґрунту;  $c$  і  $\varphi$  - параметри міцності ґрунту;  $\psi$  - кут дилатансії. Модель Кулона-Мора являє собою апроксимацію першого порядку поведінки ґрунту або скельної породи. Для кожного шару ґрунту розраховується постійна середня жорсткість. При постійній жорсткості розрахунки виконуються доволі швидко, даючи перше уявлення про напруження і деформації в межах вибраної ґрунтової основи.

При розрахунках з використанням моделі Кулона-Мора (як і для решти моделей), що реалізована в Plaxis, генеруються початкові горизонтальні напруження в ґрунті. Пластичність в даній моделі пов'язана з виникненням незворотних деформацій. Функція текучості задається у вигляді напружень і деформацій, а також може бути представлена як поверхня в просторі головних напружень. Модель Кулона-Мора має фіксовану поверхню текучості, тобто таку поверхню, яка повністю визначається параметрами моделі і на якій не відображається пластичне деформування. При напружених станах, що представлені точками в межах поверхні текучості, поведінка ґрунту є пружною, а всі деформації зворотніми.

Основний принцип пружнопластичності полягає в тому, що деформації і їх швидкості поділяються на пружні та пластичні складові.

На рисунку 2.3-2.6 наведено графіки залежності осідання–навантаження для двощільного фундаменту різних геометричних параметрів в однакових ґрунтових умовах порівняний зі стрічковим фундаментом.

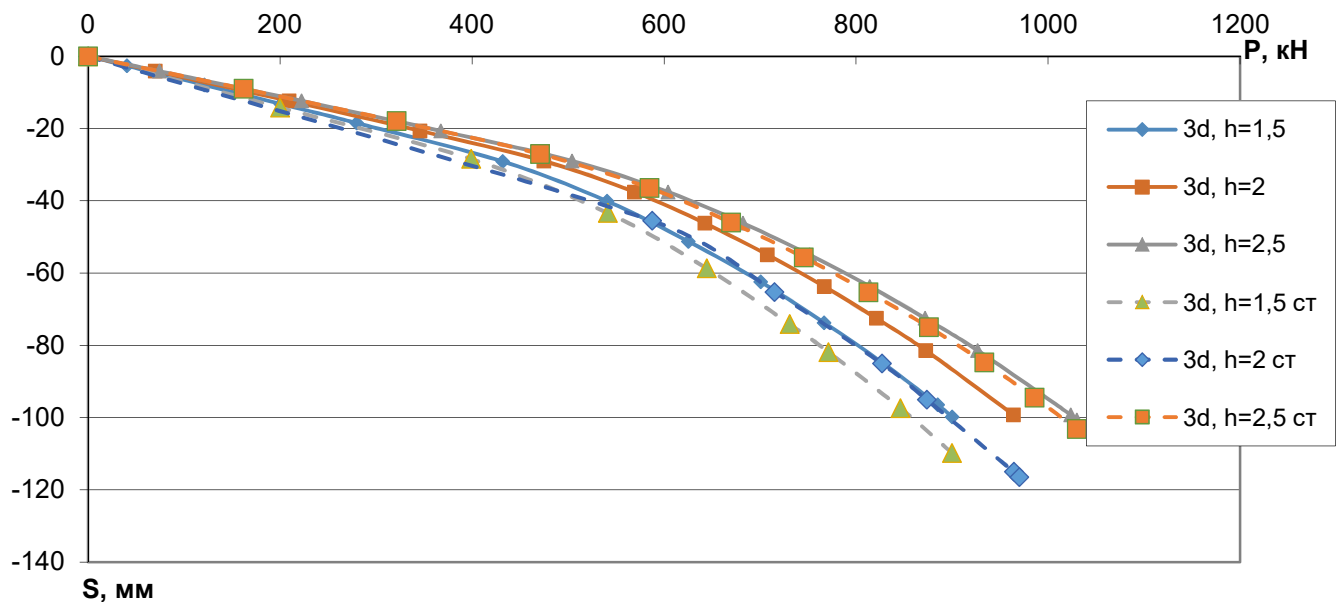


Рисунок 2.3 – Графіки залежності осідання – навантаження для щільного фундаменту з шириною ростверку 0,8 м при різній глибині щілин та стрічкового фундаменту шириною 0,8 м з різною глибиною закладання

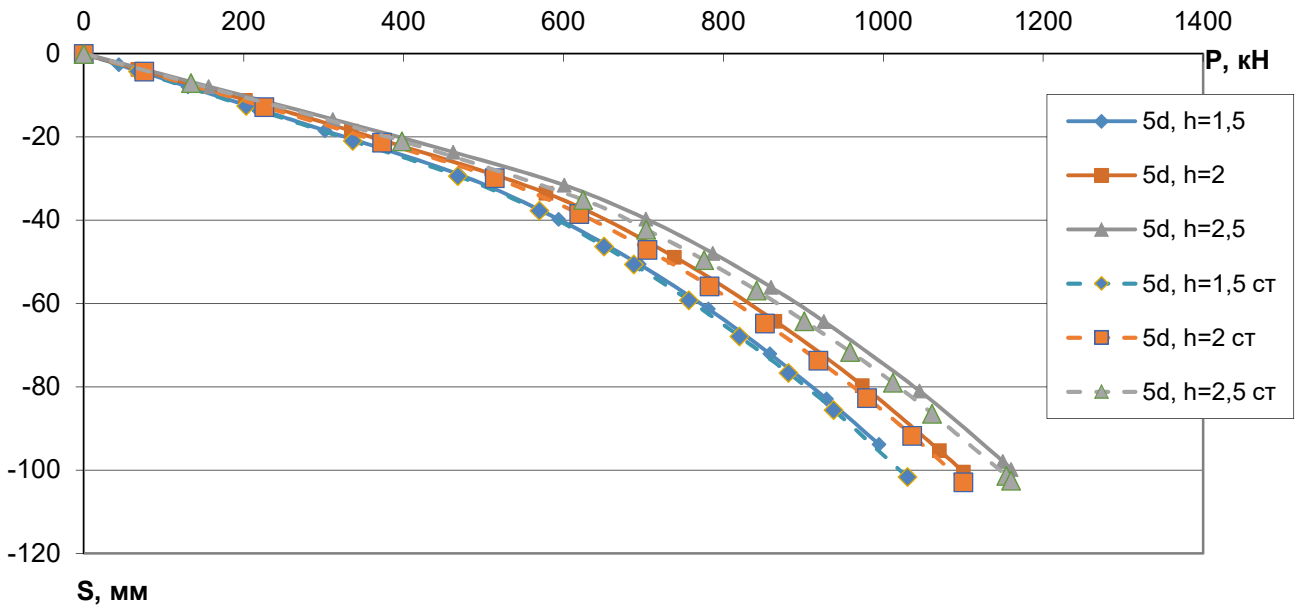


Рис. 2.4 Графіки залежності осідання – навантаження для щілинного фундаменту з шириною ростверку 1,2 м при різній глибині щілин та стрічкового фундаменту шириною 1,2 м з різною глибиною закладання

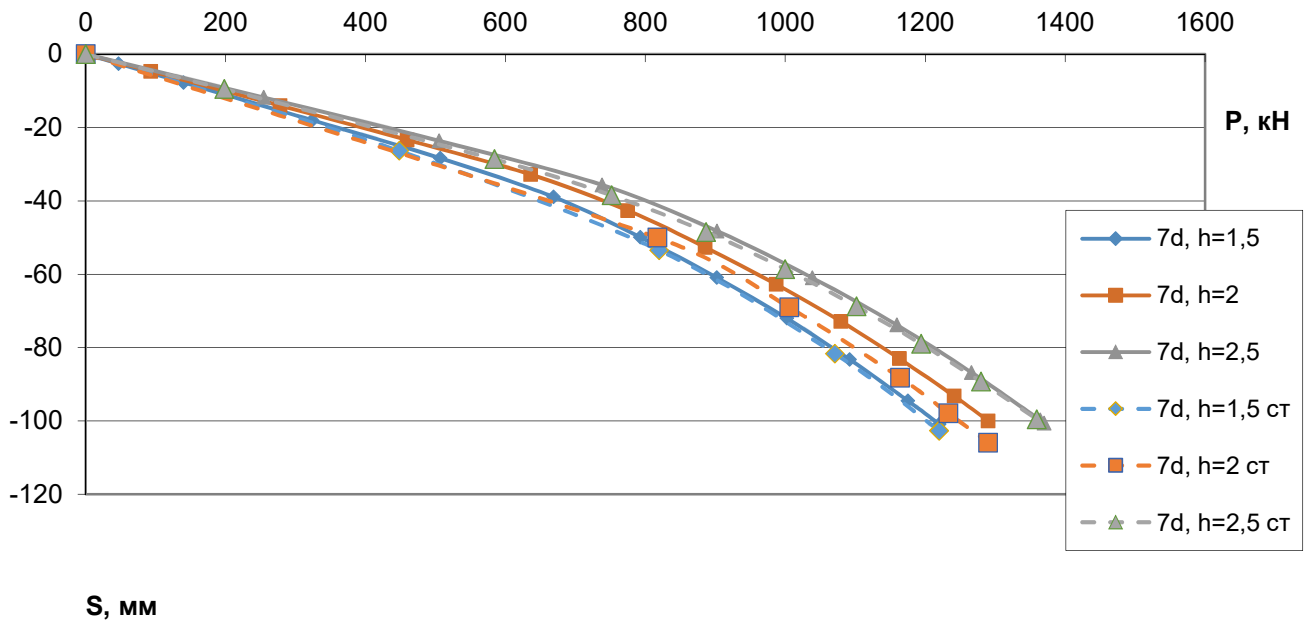


Рис. 2.5 Графіки залежності осідання – навантаження для щілинного фундаменту з шириною ростверку 1,8 м при різній глибині щілин та стрічкового фундаменту шириною 1,8 м з різною глибиною закладання

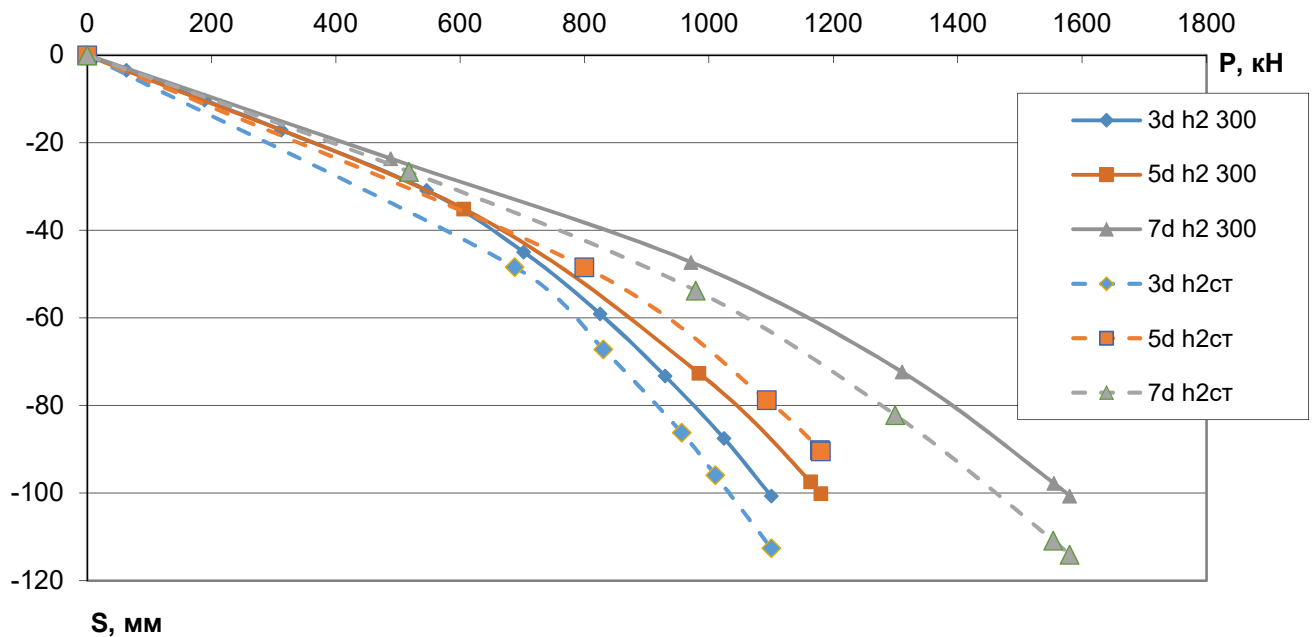


Рис. 2.6 Графіки залежності осідання – навантаження для щілинного фундаменту з шириною ростверку 1,2 м, 1,8 м та 2,4 м та стрічкового фундаменту шириною 1,2 м, 1,8 м та 2,4 м з глибиною закладання 2,0 м

## Висновки за розділом 2

Була складена програма чисельного моделювання роботи стрічкового фундаменту мілкового закладання, що підсилюється короткими палями, на основі якого буде проводитись оцінка перерозподілу зусиль між елементами підсиленого фундаменту.

Програма передбачає дослідження роботи стрічкових фундаментів до підсилення, підсилених короткими палями, одиночних паль та фундаментів мілкового закладання, які за розмірами відповідають ростверкам підсилених фундаментів.

## 3 АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1 Розрахунок щілинних фундаментів мілкового закладання

#### 3.1.1 Розрахункові схеми взаємодії двощілинних фундаментів з ґрунтом основи

Польові випробування двощілинних фундаментів, додатковий аналіз отриманих при цьому результатів дозволили розробити розрахункові схеми взаємодії двощілинних фундаментів мілкового закладання з ґрунтом основи (рис. 3.1), які базуються на наступних положеннях:

- навантаження  $N$ , що передаються на двощілинні фундаменти, залежать від їх основних параметрів ( $b, d, \delta$ ) і фізико-механічних характеристик ґрунтів ( $\varphi, c, E$ );
- напружено-деформовані стани основи характеризується передачею навантажень від фундаменту на ґрунти по подошві стінок, їх боковими поверхнями і ґрунтовим ядром, розташованим між стінками;
- двошаровість основи, що складається з верхнього шару в межах висоти стінок  $d$  і нижнього шару, що залягає під подошвами стінок;
- осідання  $s$  двощілинних фундаментів залежать не тільки від модуля деформації  $E$ , а й від питомого зчеплення пілувато-глинистих ґрунтів.

Відповідно до пропонованої розрахунковій схемі осідання верхнього і нижнього шарів ґрунту визначаються з використанням принципу суперпозиції, з роздільним визначенням осідань верхнього і нижнього шарів з їх подальшим складанням (рис. 3.1, а і рис. 3.1, б). Винятком є основа двощілинних фундаментів з високим ростверком при відстані між стінками  $b > b_s$  (рис. 3.1, в), яку слід розглядати як одношарове. Осідання фундаменту при цьому відбуваються за рахунок стиснення ґрунтів в основі стінки.



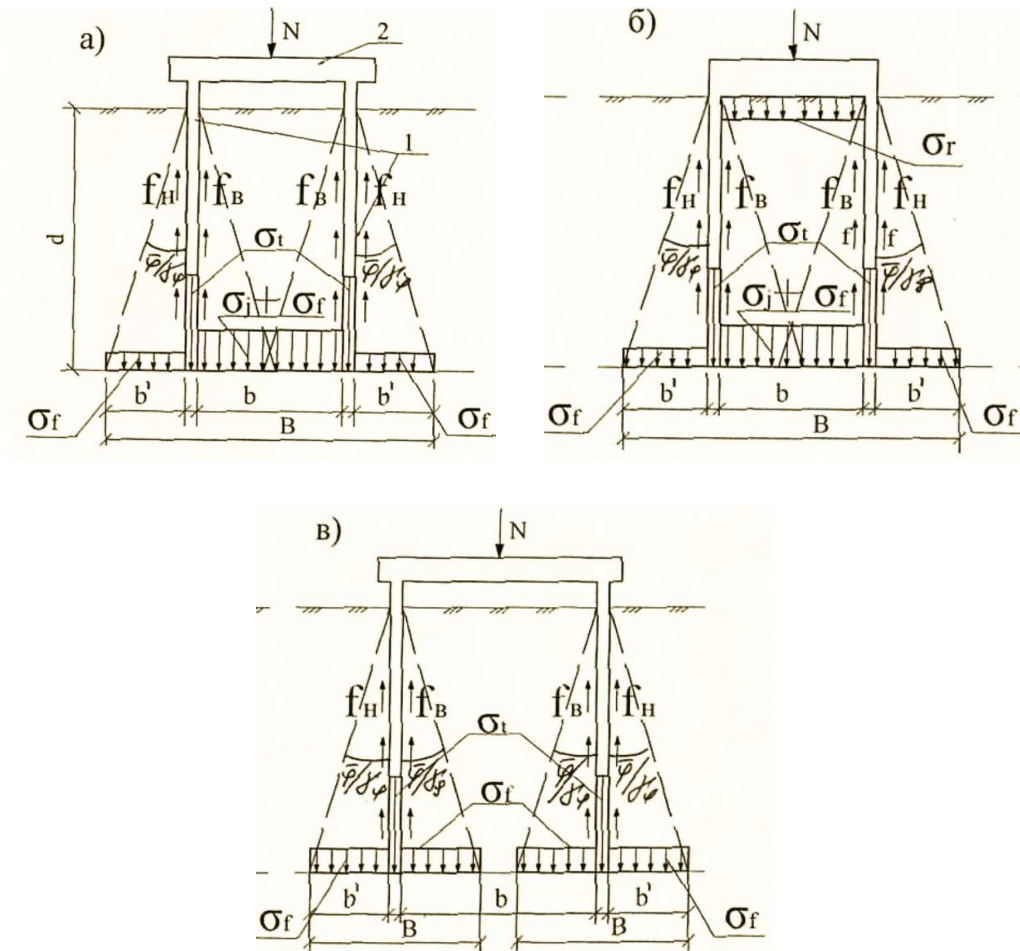


Рисунок 3.1 - Розрахункові схеми взаємодії двошлілинних стрічкових фундаментів з основою: а) двошарова основа фундаментів з високим ростверком; б) двошарова основа фундаментів з низьким ростверком; в) одношарова основа фундаментів з високим ростверком

Напружено-деформований стан основи двошлілинних фундаментів (рис. 3.1,а і рис. 3.1,б) характеризується передачею навантажень від фундаментів на ґрунти наступними вертикальними напруженнями: по підшві стінок –  $\sigma_t$ , по зовнішнім і внутрішнім бічних поверхнях  $f_n$  та  $f_e$ , а також по підшві ґрунтового ядра –  $\sigma_j$ , укладеного між стінками.

При відстанях між стінками  $b < b_s$  приймається, що напружено деформований стан від зовнішнього вертикального навантаження  $N$  визначається (рис. 3.1, а і 3.1, б) в межах верхнього шару ґрунту на висоту стінок  $d$ :

- власною вагою ґрунту  $\sigma_{zg} = \sigma_{gd} = \gamma d$  ( $\gamma$  - питома вага ґрунту,  $d$  - висота стінок);

- в разі низького ростверку, вертикальним тиском  $\sigma_r$  - від ростверку, передає навантаження на ґрунт, розташований між стінками;

- вертикальним тиском  $\sigma_j$ , що виникає при формуванні ґрунтового ядра в масиві ґрунту між стінками при взаємному впливі один на одного сил тертя і зчеплення  $f_b$  по внутрішніх поверхнях стінок;

- силами тертя та зчеплення по зовнішніх і внутрішніх поверхнях стінок  $f_n$  та  $f_b$ , що передають вертикальний тиск  $\sigma_f$  на ґрунт, що оточує стінки фундаменту.

В межах шару, що залягає під подошвою стінок, напружено деформований стан буде визначатися наступними вертикальними тисками:

- власною вагою верхнього  $\sigma_{gd}$  і нижнього  $\sigma_{gn}$  шарів ґрунту  $\sigma_{zg} = \sigma_{gd} + \sigma_{gn}$
- вертикальними тисками по торця стінок про  $\sigma_r$ ;
- по подошві ґрунтового ядра  $\sigma_j$  від взаємного впливу сил тертя і зчеплення по внутрішніх поверхнях стінок
- $\sigma_f$  сил тертя і зчеплення  $f_n$  та  $f_b$  по зовнішніх і внутрішніх поверхнях стінок, що передаються на рівні подошви стінок.

У двоцільних фундаментах з високим ростверком при відстанях  $b$  між стінками  $b > b_s$  напружено-деформований стан одношарової основи від впливу навантаження  $N$  на ростверк визначається в межах підстиляючої стінки ґрунту (рис. 1.11, в):

- власною вагою ґрунту  $\sigma_{zg} = \sigma_{gd} + \sigma_{gn}$ ;
- вертикальними тисками  $\sigma_t$ , по подошві кожної окремої стінки;
- вертикальними тисками на ґрунт підстави  $\sigma_f$ , що виникають від сил тертя і зчеплення  $f_n$  і  $f_b$ , по зовнішніх і внутрішніх поверхнях стінок без урахування взаємного впливу цих тисків на ґрунти основи.

3.1.2 Визначення частки вертикальних тисків, що передаються по подошві низького ростверку на поверхню ґрунту, укладеного між стінками

Для виявлення частки вертикальних навантажень, що передаються від низького ростверку на поверхню ґрунтового ядра, скористаємося результатами

лоткових випробувань фрагментів двоцілинних фундаментів. Аналіз впливу низького розташування ростверку на навантаження при низькому  $N^H$  та високому  $N^B$  ростверку на фундаменти виконаний при їх оптимальних значеннях  $N_{opt}$ , коли відстань між стінками низького ростверку становить 0,3-0,7 м. Частка вертикального навантаження  $\gamma_r$ , що передається від низького ростверку на поверхню ґрунтового ядра, визначалася як різниця між навантаженнями на фундаменти з низьким  $N^H$  та високому  $N^B$  ростверком, поділена на навантаження  $N^B$ .

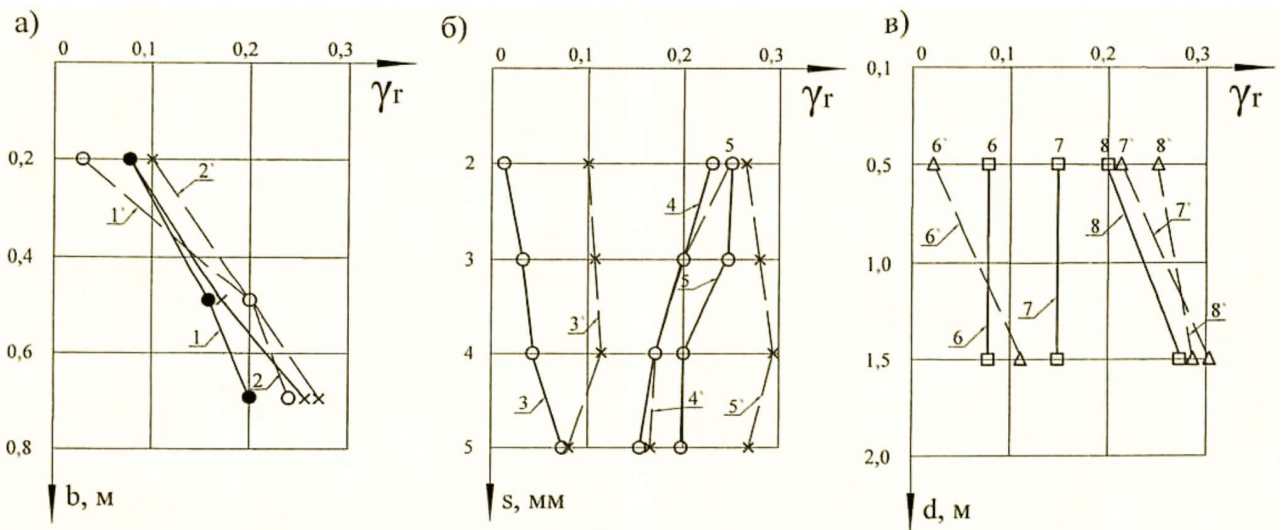


Рисунок 3.2 – Графіки залежності частки вертикальних навантажень  $\gamma_r$ , що передається від низького ростверку на поверхню ґрунтового ядра від:

а) ширини ростверку  $b$ ; б) осідання  $s$  фундаменту; в) глибини стінок фундаменту  $d$ . 1 та 2 - при глибині стінок  $d = 1,5$  м і  $d = 0,5$  м і осіданнях  $s = 5$  мм; 1' і 2' теж при осіданнях  $s = 3$  мм; 3, 4 і 5 відповідно при ширині  $b = 0,3$ ; 0,5; 0,7 м і глибиною стінок  $d = 1,5$  м; 3', 4' й 5' теж при глибині  $d = 0,5$  м; 6, 7 і 8 при ширині ростверків відповідно  $b = 0,3$ ; 0,5 і 0,7 м і осідань фундаментів  $s = 5$  мм; 6', 7' і 8'- теж при опадах  $s = 3$  мм

Наведені в таблиці 1.1 узагальнені дані по навантаженнях на двоцілинних фундаментах з низьким  $N^H$  і високом  $N^B$  ростверком при ширині ростверків  $b$  і осідань фундаментів  $s$  дозволяють відзначити, що частки вертикальних навантажень, переданих на поверхню ґрунтового ядра залежать в основному від ширини  $b$  ростверку, осадок фундаментів  $s$  і висоти стінок  $d$ .

Таблиця 3.1 – Узагальнені дані по навантаженням на двощілинні фундаменти з низьким  $N^H$  та високим  $N^B$  ростверками при різних відстанях  $b$  та осіданнях фундаментів  $s$

Глибина $d$ , м	При відстанні між стінками $b=0,3$ м			При відстанні між стінками $b=0,5$ м			При відстанні між стінками $b=0,5$ м		
	$N^H$ , кН	$N^B$ , кН	$\gamma_r=(N^H-N^B)/N^B$	$N^H$ , кН	$N^B$ , кН	$\gamma_r=(N^H-N^B)/N^B$	$N^H$ , кН	$N^B$ , кН	$\gamma_r=(N^H-N^B)/N^B$
При осіданнях $s=5$ мм									
1,5	555	505	0,1	630	555	0,15	6400	520	0,23
0,5	445	410	0,09	490	430	0,14	470	370	0,27
1,5	560	530	0,06	630	550	0,15	645	470	0,16
0,5	450	420	0,07	495	420	0,18	480	370	0,30
При осіданнях $s=4$ мм									
1,5	510	490	0,04	580	500	0,16	600	415	0,20
0,5	480	340	0,12	440	340	0,29	420	325	0,30
При осіданнях $s=3$ мм									
1,5	450	435	0,03	545	455	0,20	545	350	0,25
0,5	400	270	0,11	375	310	0,20	355	275	0,29
При осіданнях $s=2$ мм									
1,5	360	380		475	380	0,25	455	285	0,25
0,5	220	200	0,1	310	260	0,18	285	225	0,27

Частки вертикальних навантажень  $u_r$ , переданих на ґрунти від низького ростверку зі збільшенням його ширини зростають практично по лінійній залежності (рис. 3.2, а і табл. 3.1). Це означає, що при невеликих відстанях між стінками, тобто ширини ростверку  $b$ , практично все навантаження передається на стінки двощілинних фундаментів, а частка навантаження, що передається на поверхню ґрунтового ядра, виявляється менше  $u_r < 0,1$ . При цьому зі збільшенням відстані  $b$  понад значень  $b = 1,0-1,2$  м, велика частина навантаження передається на поверхню ґрунту від низького ростверку.

Частка навантаження, що передається на поверхню ґрунтового ядра двощілистих фундаментів, залежить від відносної жорсткості низького ростверку, зі зменшенням якої буде зростати.

Частки навантажень  $u_r$  (див. рис. 3.2, б і табл. 3.1), що передаються на поверхню ґрунтового ядра, мало залежать від осідання фундаментів  $s$  і висоти стінок  $d$ . У зв'язку з цим в практичних розрахунках цілком допустимо приймати частки навантажень  $u_r$ , переданих від низького ростверку двощілинних фундаментів на ґрунтове ядро, залежать тільки від ширини ростверку  $b$ .

За наведеними в табл. 3.1 і на рис. 3.2 даними, величини часток вертикальних навантажень  $u_r$  переданих від низького ростверку двохщільстих фундаментів, слід приймати в залежності від ширини ростверків  $b$ , рівними при  $b = 0,3 \text{ м} - u_r = 0,1$ , при  $b = 0,7 \text{ м} - u_r = 0,3$ .

При проміжних значеннях відстані між стінками, величина коефіцієнта  $u_r$  визначається по лінійної інтерполяції

3.1.3 Визначення частки вертикальних тисків, що передаються на ґрунти основи по підшві стінок, їх бічних поверхнях і по підшві ґрунтового ядра

Результати натурних випробувань двощільстих фундаментів, наведені в роботах [7, 16], показують, що інтенсивне збільшення осідань цих фундаментів у міру підвищення навантаження на них відбувається при осіданні двощільстих фундаментів близьких до 7-10 мм. З огляду на це, за величинами часткою навантажень, переданих на ґрунти основи окремими елементами двощільстих фундаментів, були проекстрапольовані до величин осідань 10 мм.

Наведені в таблиці 3.2 результати екстраполяції даних лоткові випробувань показують, що зі збільшенням навантажень на двощільстий фундамент і, тим самим, їх осідань, частки або коефіцієнти навантажень, переданих бічними поверхнями стінок  $u_f$  та ґрунтовым ядром  $u_j$  знижуються, а роль підшви стінок  $u_t$ , в загальній роботі фундаментів зростає. Характер цих залежностей подібний для фундаментів з високим і низьким ростверком, а також глибин закладення стінок  $d = 0,5 \text{ м}$  і  $d = 1,5 \text{ м}$ . За абсолютним значенням величини коефіцієнтів навантажень, переданих підшвою стінок  $u_t$ , і ґрунтовым ядром  $u_j$ , невелике.

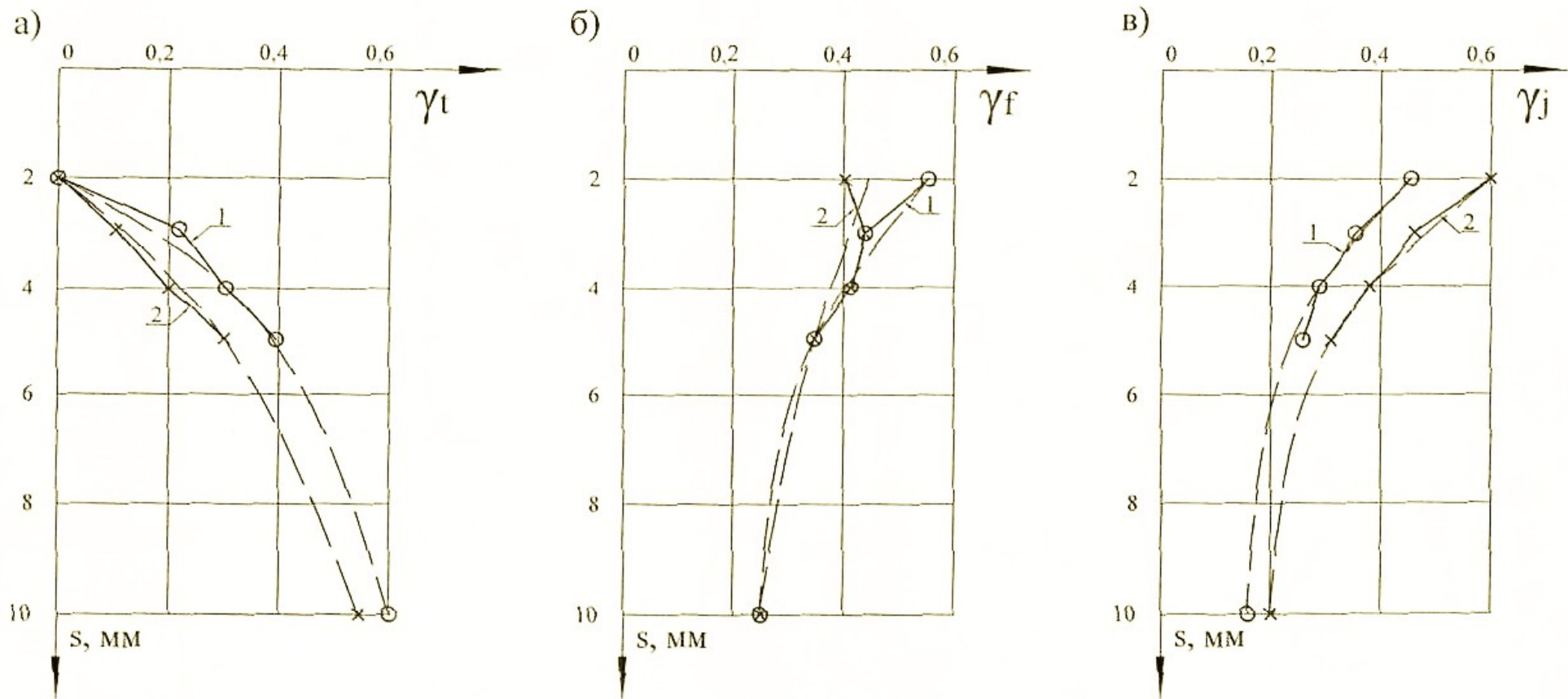


Рисунок 3.3 – Графіки залежностей від осідань двощільних фундаментів з високим ростверком часткою навантажень (від одиниці), що припадають на: а) підшви стінок  $\gamma_t$ ; б) бічні поверхні стінок  $\gamma_f$  в) ґрунтове ядро  $\gamma_j$ .

1 і 2 - для фундаментів з висотою стінок  $d = 1,5$  м і  $d = 0,5$  м.

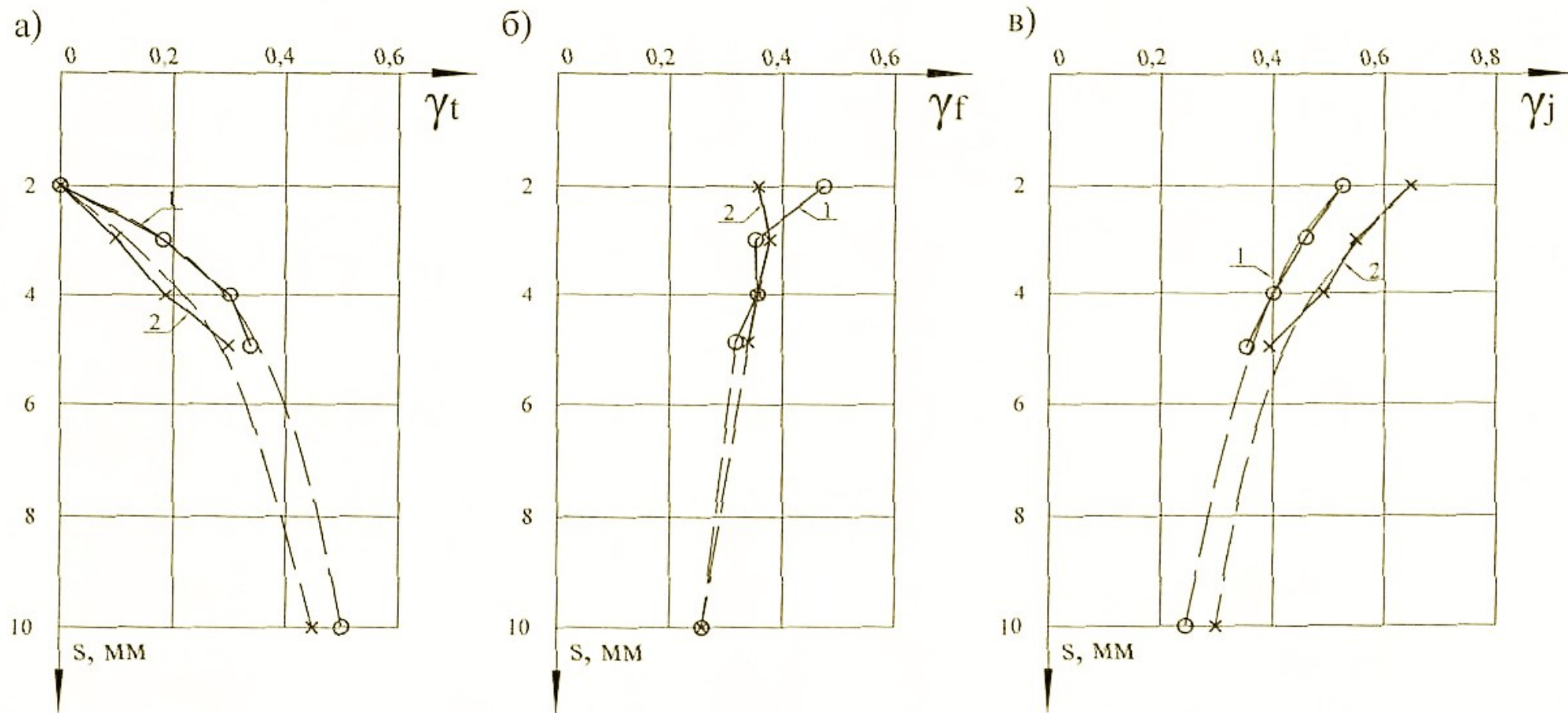


Рисунок 3.4 – Графіки залежностей від осідань двощільних фундаментів з низьким ростверком часткою навантажень (від одиниці), що припадають на: а) підшви стінок  $\gamma_t$ ; б) бічні поверхні стінок  $\gamma_f$ ; в) ґрунтове ядро  $\gamma_j$ .

1 і 2 - для фундаментів з висотою стінок  $d = 1,5$  м та  $d = 0,5$  м

Таблиця 3.2 - Розподіл навантажень між окремими елементами двоцілинних фундаментів

Елементи фундаментів	По результатам лоткових досліджень							
	З високим ростверком				З низьким ростверком			
	При осіданнях фундаментів $s$ , мм							
	$d$ , м	3	5	10	$d$ , м	3	5	10
Підшва стінок $\gamma_t$	1,5	0,22	0,39	0,6	1,5	0,18	0,34	0,5
	0,5	0,1	0,31	0,55	0,5	0,08	0,28	0,45
Бокова поверхня стінок $\gamma_f$	1,5	0,44	0,35	0,25	1,5	0,36	0,31	0,25
	0,5	0,44	0,36	0,25	0,5	0,38	0,33	0,25
Грунтове ядро $\gamma_j$	1,5	0,34	0,26	0,15	1,5	0,46	0,35	0,25
	0,5	0,46	0,33	0,2	0,5	0,54	0,39	0,3



Має місце відмінність в фундаментах з низьким ростверком за рахунок передачі частини навантажень від ростверку на ґрунтове ядро. Величина коефіцієнта  $\gamma_j$  в фундаментах з глибиною закладення  $d = 0,5$  м в порівнянні з фундаментами при  $d = 1,5$  м знижується, а частка навантажень, що припадають на підшву стінок  $u$ , відповідно, зростає.

Оскільки в пілувато-глинистих ґрунтах проявляється подібний характер взаємодії двоцілинних фундаментів з основою, розподіл переданих навантажень по підшві стінок, їх бічних поверхнях і ґрунтовому ядру приймається аналогічно піщаним ґрунтам.

Збільшення осідань двоцілинних фундаментів понад 5-10 мм супроводжуються при досить невеликому підвищенні на них вертикальних навантажень. У зв'язку з цим з достатньою для практичних цілей розподіл коефіцієнтів навантажень, що припадають на підшву стінок  $u_t$ , їх бічну поверхню  $u_f$  та ґрунтове ядро  $u_j$  при розрахунках осідань двоцілинних фундаментів з низьким ростверком, рекомендується приймати по табл. 1.3.

Таблиця 3.3 – Розподіл коефіцієнтів навантажень у щілинному фундаменті

Глибина стінок $d$ , м	Значення коефіцієнтів навантажень по		
	підшві стінок $\gamma_t$	боковій поверхні стінок $\gamma_f$	підшві ґрунтового ядра $\gamma_j$
0,5	0,45	0,25	0,3
1,5	0,50	0,25	0,25
2,5	0,6	0,25	0,15

3.1.4 Визначення зони поширення вертикальних напружень від сил тертя і зчеплення з зовнішнім бічним поверхням, оптимального відстані між стінками і ширини умовного фундаменту

При розгляді розрахункової схеми взаємодії двоцілинних фундаментів з ґрунтом основи важливим питанням є достовірне визначення ширини зони  $b'$  поширення вертикальних напружень  $\sigma_f$  в сторони від зовнішніх поверхонь стін

на рівні їх підосви. Величина цих зон залежить від висоти стінок і розподільної здатності ґрунтів основи, яка визначається не тільки кутом внутрішнього тертя  $\varphi$ , але і питомими зчепленням  $c$ . У зв'язку з цим для визначення ширини зон поширення вертикальних напружень в сторони від зовнішніх поверхонь стінок пропонується використовувати для пилувато-глинистих ґрунтів наведене значення кута внутрішнього тертя  $\bar{\varphi}$ .

Для визначення наведеного значення кута внутрішнього тертя  $\bar{\varphi}$  використовується залежність опору ґрунту зрізу  $\tau$  від нормального напруги  $\sigma$  (рис. 1.15) за результатами випробування ґрунтів в приладах одноплощинного зрізу. На рисунку поряд із залежністю  $\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi + c$  (пряма 1) проведемо додаткову пряму 2- $\tau = \sigma \operatorname{tg} \bar{\varphi}$ , що проходить через точки «0» і перетин ліній  $\tau_3 - \varphi_3$ .

Аналогічну залежність  $\operatorname{tg} \bar{\varphi}$  від фактичних величин  $\varphi$  і  $c$  з ґрунтів можна отримати по колам Мора, побудованим за результатами випробувань ґрунтів в приладах тривісного стиску.

При про  $\sigma = \sigma_3$ , отримуємо  $\sigma_3 \operatorname{tg} \varphi + c = \sigma_3 \operatorname{tg} \bar{\varphi}$  або  $\operatorname{tg} \bar{\varphi} = (\sigma_3 \operatorname{tg} \varphi + c) / \sigma_3 = \operatorname{tg} \varphi + c / \sigma_3$ . Приймаємо відповідно до ГОСТ 12248-96.  $\sigma_3 = 300$  кПа, то для визначення  $\operatorname{tg} \bar{\varphi}$  отримаємо вирази  $\operatorname{tg} \bar{\varphi} = \operatorname{tg} \varphi + c / 300$  або  $\operatorname{tg} \bar{\varphi} = \operatorname{tg} \varphi + c / 3$ , в яких перша складова являє собою його фактичне значення  $\operatorname{tg} \varphi$ , отримане по прямій 1, а друге – умовне, визначене питомим зчепленням. Далі для величини  $\operatorname{tg} \bar{\varphi}$  визначається приведені значення кута внутрішнього тертя.

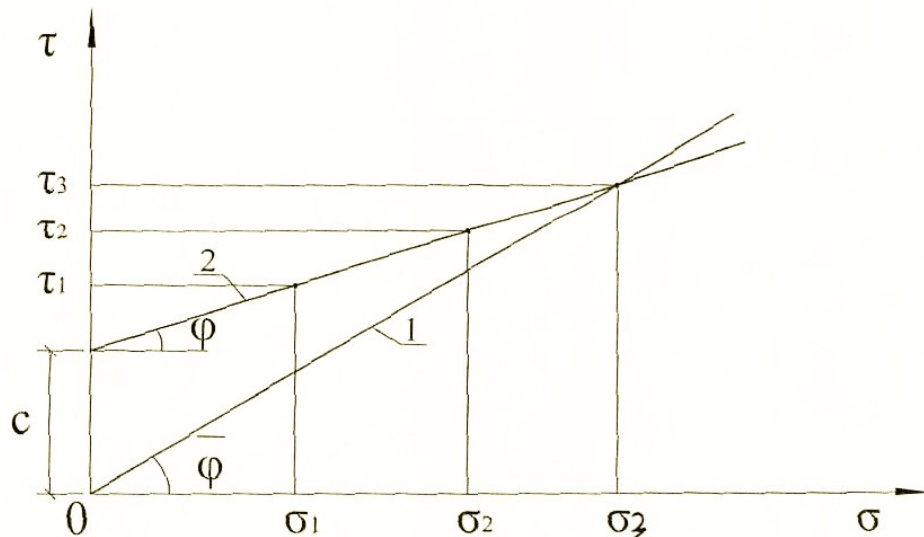


Рисунок 3.5 - Залежність опору зрізу ґрунту  $\tau$  від нормального напруження  $\sigma$

Зони  $b'$  поширення вертикальних напружень  $\sigma_f$  в сторону від зовнішніх поверхонь стін, рекомендується приймати рівним:

$$b' = d \operatorname{tg}(\varphi / \gamma_\varphi)$$

де  $\gamma_\varphi$  - коефіцієнт розподільної здатності ґрунту, наближено приймається на основі експериментальних досліджень по роботах Е.А. Сорочана і Р.Г. Ревазішвіші по табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Значення коефіцієнту розподільної здатності ґрунту

Показник	Значення коефіцієнту $\gamma_\varphi$ при висоті стінок $d$ (м) двохщільного фундаменту				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Коефіцієнт $\gamma_\varphi$	2,5	3,0	3,3	3,7	4,0

Відповідно до розрахункової схеми, ширина умовного фундаменту, утвореного вертикальними напруженнями: по підшві стінок –  $\sigma_b$ , по зовнішнім і внутрішнім бічних поверхнях  $f_n$  і  $f_b$  –  $\sigma_f$ , а також ґрунтових ядром –  $\sigma_j$  укладеним між стінками, на глибині  $d$  становить

$$B = b + 2\delta + 2b';$$

де  $b'$  - зона поширення вертикальних напружень в сторони від бічних поверхонь стін.

Залежність навантаження на двощілинні фундаменти від відстаней між стінками, як зазначалося характеризуються тим, що в міру збільшення відстані  $b$  від нуля до деякого оптимального значення навантажень на фундаменти спочатку зростають за рахунок формування між стінками ґрунтового ядра певної ширини і включення його в спільну роботу зі стінками, а потім зменшується.

Доволі істотну роль ґрунтового ядра на навантаження на двощілинні фундаменти визначається як його шириною  $b$ , так і зміцненням ґрунтового масиву між стінками за рахунка взаємного впливу одної з них на іншу через сили бічного тертя та зчеплення при відсутності бокового розширення ґрунту.

При збільшенні відстані між стінками понад оптимального взаємний вплив однієї стінки на іншу знижується і ґрунт, розташований між стінками, не працює спільно з фундаментом. При цьому кожна зі стінок починає самостійно працювати, як однощілинний фундамент.

У зв'язку з цим при розрахунках двощілинних фундаментів необхідно отримати найбільшу відстань між стінками, при якому ґрунт, розташований між ними, працює спільно з фундаментом. Тобто максимально допустима оптимальна відстань між стінками.

Оптимальні відстані між стінками  $b_{opt}$ , в піщаних ґрунтах середньої крупності, середньої щільності спостерігаються з високими ростверком і висотою стінок  $d = 0,5$  м і  $d = 1,5$  м при  $b_{opt} = 0,4 - 0,7$  м. У фундаментах з низьким ростверком при аналогічних значеннях висоти стінок ці значення виявилися трохи вище  $b_{opt} = 0,4-0,8$  м. В піщано-глинистих ґрунтах при висоті стінки  $d = 1, 2$  м і низькому розташуванні ростверку оптимальна відстань між стінками склала  $b_{opt} = 0,6-1,0$  м. Отже, оптимальна відстань між стінками практично не залежить від висоти стінок  $d$ , а змінюється від характеру розташування ростверку і виду ґрунту.

На підставі результатів численних експериментів, що виявили значну роль зчеплення пилювато-глинистих ґрунтів, розглянемо величину найбільшого оптимального відстані між стінками за аналогією з визначенням ширини зони  $b'$  поширення вертикальних напружень від зовнішніх поверхонь стін на рівні їх підшови. Для цього скористаємося співвідношенням наведених значень кутів внутрішнього тертя  $\bar{\varphi}$  і їх нормативних значень  $\varphi$ .

З урахуванням даних складена таблиця 3.5 для високого та низького розташування ростверків та основних типів ґрунтових умов.

Таблиця 3.5 - Оптимальна відстань між стінками

Вид ґрунту	$\varphi$ , градус	$c$ , кПа	$\bar{\varphi}/\varphi$	Найбільша величина оптимальної відстані між стінками	
				0,6	1
Пісок середній	38	2	1	0,7	0,8
Пісок мілкий	36	4	1,01	0,7	0,8
Пісок пилюватий	34	6	1,02	0,7	0,8
Супісок	24	13	1,09	0,75	0,9
Суглинок	22	28	1,2	0,85	1,0
Глина	17	50	1,19	0,85	1,0

### 3.2 Аналіз моделювання

На графіках 2.3-2.6 показано порівняння двощільного фундаменту мілкового закладання і стрічкового.

Ми бачимо що при збільшенні відстані між щільними зростає несуча здатність і краще включається в роботу ґрунт між щільними.

В більшості випадків двощільний фундамент мілкового закладання показує менше осідання чим стрічковий фундамент при однаковому навантаженні на них.

### Висновки до розділу 3

Чисельне моделювання в програмному комплексі Plaxis 3D Foundation дало підставу на наступні висновки:

-малозаглиблений двощілинний фундамент під дією вертикального навантаження працює краще ніж аналогічний за розмірами стрічковий фундамент мілкого закладання, навіть при виключенні з роботи ростверку щілинного фундаменту (під подошвою рослинний шар). Ця залежність спостерігається при різній відстані між щілинами і при різній їх довжині;

- при збільшенні довжини щілин і відстані між ними несуча здатність фундаменту в цілому збільшується.

## 4 Технічна частина

### 4.1 Архітектурно-будівельні рішення

#### 4.1.1 Загальні відомості про об'єкт будівництва

Розроблено проект кафе на території Якушинської сільської ради. Будівля відповідає усім архітектурним показникам даного району будівництва.

Об'єкт призначений як місце загального харчування та відпочинку відвідувачів. Будівництво кафе в селі Якушинці є актуальним, тому що територія розташована біля автошляху Львів-Кіровоград-Знаменка, який є сполученням обласних центрів України, рух на якому завжди напружений.

Також будівництво кафе направлене на розвиток інфраструктури села. Це забезпечить село значною кількістю робочих місць, напливом відвідувачів із міста, що в свою чергу забезпечує надходження коштів до сільського бюджету.

Розташування неподалік обласного центру Вінниця є дуже вигідним. Це знижує витрати на поставку будівельних матеріалів та конструкцій. Наявні джерела електро-, водо і газопостачання в районі будівництва. Роль транспортної магістралі виконує автошлях Львів-Кіровоград-Знаменка.

Територія будівництва характеризується спокійним рельєфом. Будівля розміщена головним фасадом до автошляху Львів-Кіровоград-Знаменка. Відстань між будинками та спорудами прийнята з дотриманням санітарних протипожежних норм. Поверховість будинку складає 3 поверху, будівля безпідвальна, перед будівлею передбачена територія для паркування автомобілів.

#### 4.1.2 Загальні відомості про об'єкт

Проектована будівля представляє собою кафе у селі Якушинці Вінницького району.

Район будівництва відноситься до першого кліматичного району. Клімат району помірно-континентальний.

Кліматичні умови регіону:

- снігове навантаження – 1400 Па (1 район),
- вітровий тиск – 500 Па (1 район),
- розрахункова температура зовнішнього повітря найбільш холодної п'ятиденки – 20°C
- сейсмічність району – менше 6 балів.

Ступінь вогнестійкості будівлі – II[32]. Клас будівлі – ССЗ[9]. Ступінь довговічності - I.

Робочий проект кафе у селі Якушинці Вінницького району розроблений на основі вихідних даних на проектування топографічного плану ділянки та звіту по інженерно-геологічним вишукуванням.

Ділянка під забудову розташована в селі Якушинці Вінницького району поблизу траси Львів-Кіровоград-Знаменка.

За відносну відмітку 0,000 прийнятий рівень підлоги першого поверху.

#### 4.1.2.1Рішення генерального плану

План організації рельєфу вирішено на топографічному плані. Ділянка під будівництво розташована по вулиці Колгоспна в селі Якушинці. Велика кількість зелених насаджень сприятливо позначається на кліматі даного району.

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

На території запроектовані альтанки для відпочинку відвідувачів кафе на свіжому повітрі.

Під'їзд до кафе здійснюється безпосередньо з траси Львів-Кіровоград-Знаменка.

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

Для забезпечення санітарно-гігієнічних вимог, а також нормального руху транспортних засобів та пішоходів передбачається влаштування асфальтного покриття на проїздах та ділянках.



Вертикальне розпланування майданчику забезпечує відведення поверхневих вод та вихідні умови для розташування будівель, майданчиків, проїздів. Рельєф ділянки спокійний, розтин горизонталей становить 0,5 м в межах від 231,5 м до 232,5 м .

Відмітки дані в метрах , їх підрахунок та генплан виконані в М 1:500 методом проєктованих відміток.

Визначаємо фактичні відмітки на розі будівлі згідно формули:

$$H_{\text{ч}} = H_{\text{мол.гор.}} + nh / m ,$$

де  $H_{\text{мол.гор}}$  – відмітка молодшої горизонталі, м;  $n$  – відстань від молодшої горизонталі до точки, м;  $m$  – відстань між горизонталями, мм;  $h=0,5$  (м) – розтин горизонталей.

$$H_{\text{ч} \delta 1} = 231,5 + 12 \cdot 0,5 / 30 = 231,7 \text{ (м)};$$

$$H_{\text{ч} \delta 2} = 231,0 + 0,38 = 231,38 \text{ (м)};$$

$$H_{\text{ч} \delta 3} = 231,5 + 0,14 = 231,64 \text{ (м)};$$

$$H_{\text{ч} \delta 4} = 231,0 + 0,25 = 231,25 \text{ (м)};$$

Визначаємо проєктні відмітки:

$$H_{\text{ч} \delta \delta} = H_{\text{ч.макс}} + 0,20 = 231,70 + 0,20 = 231,90 \text{ (м)}.$$

Наступні червоні відмітки при  $i=0,01$

$$H_{\text{ч} \delta \delta 1} = 231,90 + 0,01 \cdot 14 \ 290 = 232,05$$

$$H_{\text{ч} \delta \delta 2} = 231,90 - 0,01 \cdot 14 \ 290 = 231,75$$

$$H_{\text{ч} \delta \delta 3} = 231,90 - 0,01 \cdot 31 \ 270 = 231,59$$

$$H_{\text{ч} \delta \delta 4} = 231,90 + 0,01 \cdot 31 \ 270 = 232,21$$

Визначаємо відмітку рівня підлоги першого поверху

$$H_{\text{ч} \delta \delta 1} + 0,8 = 231,9 + 0,8 = 232,7 \text{ (м)}.$$

Таблиця 4.1 - Основні показники генерального плану

Показник	Величина	примітка
Площа ділянки під будівництво	2,976 га	
Площа під будівлі та споруди	579,60 м <sup>2</sup>	
Площа проїздів та доріжок	285,90 м <sup>2</sup>	
Площа озеленення	2111,0 м <sup>2</sup>	

Для благоустрою та створення комфортної зони відпочинку відвідувачів кафе територія має зелені насадження.

Проектом передбачається озеленення й благоустрій території будівлі:

- посадка дерев
- посадка чагарнику
- створення звичайного газону.
- газон засівається травосумішшю наступного складу:
- овсяниця червона - 40 %;
- мятник луговий - 35 %;

#### 4.1.4 Архітектурно планувальні рішення

Функціональне призначення кафе – місце загального харчування та відпочинку людей. Будівля відноситься до класу ССЗ споруд, II ступеня вогнестійкості, I ступеня довговічності і знаходиться в I кліматичному районі.

Приміщення всередині кафе в залежності їх функціонального призначення поділені на приміщення з обслуговування та виробничі приміщення. Виокремлено основний, додатковий і допоміжний простір. Основний простір характерний найбільшими розмірами та най тривалішим з-поміж інших перебуванням гостей, високим рівнем комфорту (зали ресторану). Додатковий простір підвищує загальний комфорт обслуговування, виконує рекреаційну функцію (аванзал, тамбур) . В допоміжному просторі розташовано

технічні засоби, які забезпечують комфортне середовище в основному та додатковому.

Приміщення виробничого профілю виконують функції простору для обслуговуючого персоналу, забезпечують технологічні зв'язки у виробничому процесі приготування їжі та зв'язок з групою приміщень обслуговування. Виробничі приміщення — цехи з приготування їжі, сервірування, мийки. Вони тісно технологічно та функціонально пов'язані з групою складських приміщень. Щоби забезпечити ефективну взаємодію у виробничому процесі з приміщеннями виробничого призначення, складські приміщення розташовано сумісно з ними або на незначній відстані. Складські приміщення мають зручні під'їзні шляхи.

У будівлі на першому поверсі запроектовано: зал ресторану, бар, тамбури і санвузли, душ і гардероб, мийні кімнати та кімнати зберігання продуктів, функціональні цехи та водомірний вузол. На другому поверсі: зал ресторану, балкони, приміщення персоналу, кладові кімнати та санвузли. На третьому поверсі: кабінети директора та начальника виробництва, кімнати охорони та майстра, технічне відділення.

Таблиця 4.2 – Експлікація приміщень

№ пр.	Найменування приміщення	Площа, м <sup>2</sup>	Кат. прим.
1	2	3	4
	1-й поверх		
101	Тамбур	5,12	
102	Зал ресторану	280,09	
103	Бар	13,25	
104	Тамбур	2,87	
105	Санвузол	4,35	
106	Санвузол	2,83	
107	Санвузол	2,79	
108	Санвузол	2,75	
109	Гардероб	7,69	
110	Тамбур	6,10	
111	Сходова клітка	10,35	

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4
112	Сходова клітка	15,42	
113	Коридор	6,59	
114	Кладова прибирального інвентарю	1,58	
115	Санвузол	2,85	
116	Душ	2,21	
117	Гардероб	6,37	
118	Мийна столового посуду	6,44	
119	Мийна кухонного посуду	5,19	
120	Тимч. Зберігання харчових відходів	0,70	
121	Гарячих цех	17,05	
122	Сервірувальна-роздаточна	5,74	
123	М'ясо-рибний цех	11,67	
124	Холодний цех	10,43	
125	Коридор	5,91	
126	Комора для продуктів	8,10	
127	Зберігання та обробка овочів	6,23	
128	Санвузол	2,88	
129	Санвузол	2,53	
130	Тамбур	2,82	
131	Водомірний вузол	1,43	
132	Електрощитова	1,43	
	<u>Загальна площа приміщень</u>	461,73	
	2-й поверх		
201	Балкон	10,19	Коеф.0,3
202	Зал ресторану	320,56	
203	Сходова клітка	21,54	
204	Балкон	4,39	Коеф.0,3
205	Балкон	4,39	Коеф.0,3
206	Санвузол	3,06	
207	Санвузол	2,61	
208	Сходова клітка	14,81	
209	Коридор	25,09	
210	Мийна столового посуду	6,98	
211	Санвузол	3,67	
212	Душ	2,21	
213	Приміщення персоналу Ч	6,59	
214	Кладова прибирального інвентарю	0,57	
215	Тимчасове зберігання харчових відходів	0,74	

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4
216	Сервірувальна-роздаточна	7,49	
217	Зберігання столової білизни	2,18	
218	Приміщення офіціантів	25,39	
219	Санвузол	3,41	
220	Санвузол	3,33	
221	Приміщення персоналу Ж	11,06	
222	Балкон	4,21	Коеф.0,3
223	Балкон	18,65	Коеф.0,3
	<u>Загальна площа приміщень</u>	473,84	
	3-й поверх		
301	Сходова клітка	14,81	
302	Коридор	22,28	
303	Балкон	4,21	Коеф.0,3
304	Технічне приміщення	20,66	
305	Начальник виробництва	9,06	
306	Кімната охорони	11,07	
307	Санвузол	6,11	
308	Кабінет директора	21,02	
309	Санвузол	3,41	
310	Санвузол	3,33	
311	Кімната майстра	11,09	
	<u>Загальна площа приміщень</u>	128,31	

#### 4.1.5 Архітектурно - конструктивні рішення

Будівля безкаркасна з елементами каркасу. Несучі вертикальні елементи – стіни та колони. Горизонтальні – багатопустотні плити перекриття.

Кафе має розміри:

по довжині – 31,27 м;

по ширині – 14,29 м.

Кількість поверхів – 3. Висота першого поверху – 3,6 м; другого – 3,6 та 6,3 м; третього – 2,7 м. Висота будівлі складає 10,55 м.

#### 4.1.5.1 Стіни

Стіни будівлі призначені для огороження і захисту від дії навколишнього середовища і передають навантаження від конструкцій – перекриттів і покриттів, що знаходяться вище, на фундаменти.

Кладка стін здійснюється на цементно-піщаному розчині. З самого початку товщина зовнішньої стіни передбачається рівною 510 мм, виходячи з великої висоти стіни і сприйняття навантаження від покриття. Така товщина необхідна для забезпечення стійкості по відношенню до вітрових та ударних навантажень.

Віконні прорізи в стінах запроектовані без четверті. Над віконними та дверними прорізами покладені залізобетонні монолітні перемички. Вони передають навантаження від вище лежачих конструкцій на стіни чи простінки.

#### 4.1.5.2 Колони

Колони – це внутрішні вертикальні несучі конструкції в будівлях.

Залізобетонні колони перерізу 300×300 мм виконані з бетону марки С25/30 та армовані арматурою А400С діаметром 22 мм. Для підвищення естетичного вигляду використано декоративну штукатурку.

#### 4.1.5.3 Перегородки

Перегородки – це внутрішні вертикальні огорожуючі конструкції в будівлях. Перегородки виконують в будівлі огорожуючі функції.

Перегородки товщиною 120 мм виконані з кладки в 1/2 цеглини з керамічної цегли на цементно-піщаному розчині. Для перегородок використовується керамічна пустотна цегла.

Конструкції даних стін і перегородок задовольняють нормативним вимогам міцності, стійкості, вогнестійкості, звукоізоляції.

Таблиця 4.3 – Специфікація елементів перемичок

Поз.	Позначення	Найменування	Кілк., шт	Маса, од., кг	Примітка
1	2	3	4	5	6
1	ГОСТ 948-84	2ПБ 15-1-п	45	43	
2	ГОСТ 948-84	2ПБ 18-1-п	12	54	
3	ГОСТ 948-84	2ПБ 9,1-1-п	4	2	
4	ГОСТ 8509-93	└ 75х6мм, l=1780мм	15	11,71	
5	ГОСТ 8509-93	└ 75х6мм, l=2700мм	30	8,96	
6	ГОСТ 8509-93	└ 75х6мм, l=1980мм	2	15,16	
7		-30х4мм l=250мм	160	0,24	

#### 4.1.5.4 Перекриття

Перекриття кафе запроектовано багатопустотними плитами перекриття товщиною 220 мм, що опираються на залізобетонні ригелі.

#### 4.1.5.5 Дах, покрівля

Дах запроектований з дерев'яними кроквами та латами OSB-плит, на які вкладається бітумна черепиця. Деревина крокв – сосна. Дах утеплений між кроквами утеплювачем SuperRock. Із внутрішньої сторони оббитий гіпсокартонними плитами чи вагонкою.

#### 4.1.5.6 Сходи

Сходи призначені для сполучення між приміщеннями, розташованими на різних поверхах.

Сходи виконано із збірних залізобетонних маршів з накладними проступами та площадки з мозаїчним шаром.

#### 4.1.6 Зовнішнє та внутрішнє оздоблення

Екстер'єр будівлі в основному визначається стилем його зовнішнього оздоблення. В проекті передбачена обробка зовнішніх стін у вигляді декоративної штукатурки товщиною 15 мм з цементно-піщаного розчину приготовленого на основі гідрофобного цементу марки 500 в пропорціях 1:2, це дозволяє менше удаватися до повторного оштукатурювання фасаду будівлі в період експлуатації і дозволяє захистити кладку від атмосферних впливів і замерзання в ній капілярної вологи. Декоративна штукатурка покривається шаром оранжевої побілки.

Перегородки оштукатурюються цементно-піщаним розчином товщиною 20 (мм). Фарбують водоемульсійною фарбою по високоякісній штукатурці. Поверхня стін та перегородок в приміщеннях з підвищеною вологістю викладаються глазурованою облицювальною плиткою.

В санвузлах стіни та підлоги облицюються мозаїчною плиткою, що забезпечують надійну гідроізоляцію та гігієну приміщень.

##### 4.1.6.1 Вікна та двері

Вікна – це конструкції, призначені для освітлення і провітрювання приміщень. Двері слугують для зв'язку між приміщеннями і для входу в будівлю.

Вікна запроектовані металопластикові засклені двокамерними 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, різної нестандартної форми .

Двері в будівлі запроектовані однопольні і двопольні (вхідні). Всі дверні блоки влаштовані з врізними замками та дверними ручками. Нижня частина вхідних метало пластикових дверних полотен на висоту 0,3м від рівня підлоги захищена протиударною смугою.



Таблиця 4.4 – Специфікація елементів заповнення віконних прорізів:

Поз.	Позначення	Найменування	Кількість на поверх, шт				Маса , кг	При- мітка
			1-й	2-й	3-й	Всього		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Вікна						
В-1	ДСТУ Б В.2.6-15-99	1780×2400 h	13	1	-	14		
В-2	ДСТУ Б В.2.6-15-99	880×3060 h	2	-	-	2		
В-2*	ДСТУ Б В.2.6-15-99	880×3300 h	2	2	-	4		
В-3	ДСТУ Б В.2.6-15-99	1000×1800 h	2	1	-	3		
В-4	ДСТУ Б В.2.6-15-99	600×1500 h	2	2	-	4		
В-4*	Те ж	1980×1800	1	-	-	1		
В-5	Те ж	d=1780	1	1	-	2		
В-6	Те ж	(1140×3540 h) ×2, 90°	1	1	-	2		
В-7	Те ж	880×3300 h	1	1	-	2		
В-8	Те ж	1680×2550 h	-	1	-	1		
В-9	Те ж	2700×3870 h	-	4	-	4		
В-10	Те ж	1780×3430 h	-	2	-	2		
В-11	Те ж	1870×2680 h	-	2	-	2		
В-12	Те ж	1800×2940 h	-	2	-	2		
В-13	Те ж	1780×2200 h	-	1	-	1		

Продовження таблиці 4.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
В-14	Те ж	1400×3550 h	-	1	-	1		
В-15	Те ж	1500×1870 h	-	1	-	1		
В-16	Те ж	1800×2200 h	-	-	2	2		
В-17	Те ж	1800×2040 h	-	-	1	1		
В-18	Те ж	880×1780 h	-	-	1	1		
В-19	Те ж	3130×2760 h	-	-	2	2		
В-20	Те ж	1520×2100 h	-	-	2	2		
Втр-1	Те ж	3180×3280 h	2	-	-	2		
Втр-2	Те ж	3200×3050 h	2	-	-	2		
Втр-3	Те ж	3200×4100 h	-	-	1	1		

Таблиця 4.5 – Специфікація елементів заповнення дверних прорізів:

Поз.	Позначення	Найменування	Кількість по поверхах, шт			Всього	Примітка
			1-й	2-й	3-й		
1	2	3	5	6	8	9	10
		Двері					
Д-1	Індивідуальні ДСТУ Б.В. 2.6-15-99	Д. мпл. з 2-кам. склопакетом (1000х2440 h)	-	1	1	2	П
Д-1*	Те ж	Д. мпл. з 2-кам. склопакетом (1000х2440 h)	1	-	-	1	Л
Д-2	Індивідуальні	Двері металеві вхідні протипожежні (1210х2070 h)	1	-	-	1	
Д-3	Те ж	Двері дерев'яні внутрішні розсувні (800х2070 h)	3	2	-	5	

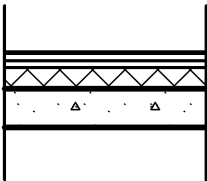
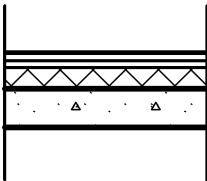
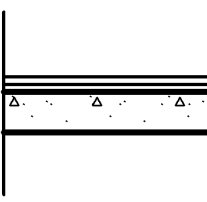
Продовження таблиці 4.5

1	2	3	5	6	8	9	10
Д-4	Індивідуальні ДСТУ Б.В. 2.6-15-99	Д. мпл. з 2-кам. склопакетом (1000x2440 h)	1	-	-	1	П
Д-4*	Те ж	Д. мпл. з 2-кам. склопакетом (1000x2440 h)	1	-	-	1	Л
Д-5*	Індивідуальні	Двері металеві глухі протипожежні (710x2070 h)	2	-	-	2	П
Д-6	Індивідуальні	Двері дерев'яні глухі протипожежні (1210x2070 h)	2	-	-	2	Л
Д-7	ГОСТ 6629-88	ДГ 21-12	1	1	-	2	ЛП
Д-8	Те ж	ДГ 21-8	3	-	-	3	П
Д-8*	Те ж	ДГ 21-8	3	2	-	5	Л
Д-9	Те ж	ДГ 21-7	3	3	1	7	П
Д-9*	Те ж	ДГ 21-7	3	4	2	9	Л
Д-10	Те ж	ДГ 21-9	-	2	3	5	П
Д-10*	Те ж	ДГ 21-9	-	-	3	3	Л

#### 4.1.6.2 Підлога

Підлоги – це конструкції, що постійно піддаються механічним діям (стиранню). Підлоги по міжповерховими перекриттями повинні мати звукоізоляційні властивості. Для звукоізоляції використано звукоізоляційну плівку террафом. Шар підлоги представлений керамогранітною плиткою на самовирівнюючій стяжці з цементно-піщаного розчину.

Таблиця 4.6 – Експлікація підлог

№ приміщення	Тип підлог	Схема підлоги	Дані елементів підлоги	Площа, м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5
1-й поверх				
101,118, 119,121, 122,123, 124,125, 126,127, 130,131, 132	1		1 –плитка керамогранітна, 25мм 2 – цементно-піщана стяжка М150, 40мм 3 – шумоізоляційна плівка, 4 мм 4 – утеплювач Stroprock, 120 мм 5 – монолітна з/б плита, 220 мм 6 – пошарово ущільнений ґрунт	283,16
102,103, 104-117, 120,128, 129	2		1 –плитка керамогранітна, 13 мм 2 – цементно-піщана стяжка М150, 40мм 3 – шумоізоляційна плівка, 4 мм 4 – утеплювач Stroprock, 120 мм 5 – монолітна з/б плита, 220 мм 6 – пошарово ущільнений ґрунт	335,15
2-й поверх				
108, 109, 112, 133, 134,135	3		1 –плитка керамогранітна, 15 мм 2 – цементно-піщана стяжка М150, 40мм 3 – шумоізоляційна плівка, 4 мм 5 – монолітна з/б плита, 220 мм	253,68

Продовження таблиці 4.6

1	2	3	4	5
201, 202, 203, 204, 205	3		1 – 2 – дерев'яне покриття для спортзалів 3 – цем. армована стяжка 20мм	926,09

#### 4.1.7 Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій

Проведення теплотехнічного розрахунку стіни передбачено з метою приведення до нормативних величин загального опору теплопередачі конструкції, яка відіграє значну роль в тепловій ізоляції будівлі.

Приймаємо рішення провести утеплення стіни завдяки додатковому шару утеплювача, який розташований із зовнішнього боку огорожуючої конструкції. В якості утеплювача приймаємо утеплювач пінополіуретан . З зовнішнього боку утеплювач покривається штукатуркою.

Об'єкт проектується у селі Якушинці Вінницького району. Згідно карти-схеми температурних зон України м. Вінниця відноситься до першої температурної зони. Нормативне значення опору теплопередачі для даної температурної зони

$$R_n=4 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C/Вт)}.$$

Попередньо визначивши конструкцію стіни, в залежності від конструктивних особливостей навантаження на стіну, призначення стіни, матеріалу шарів.

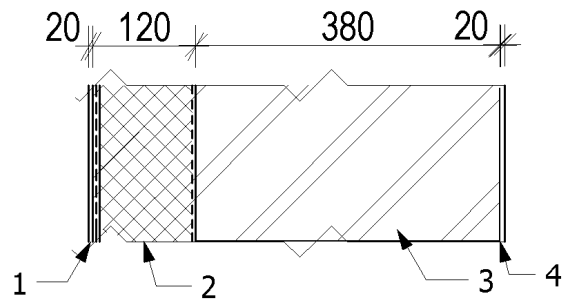


Рисунок 4.1 - Схема конструкції стін

Товщину шару утеплювача, розраховуємо.

Термічний опір однорідної одношарової конструкції розраховуємо за формулою:

$$R = \frac{\delta}{\lambda},$$

де  $R$ - термічний опір однорідної конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ ;  $\delta$  - товщина шару однорідної конструкції, м;  $\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності,  $\text{Вт} / \text{м} \cdot \text{°C}$  [8].

Шар штукатурки на вапняно-піщаному розчині:

$$\delta_1 = 20 \text{ мм}, \lambda_1 = 0,81 \text{ Вт} / \text{м}^0\text{C}$$

Пінополіуретан:

$$\delta_1 = 180 \text{ мм}, \lambda_1 = 0,05 \text{ Вт} / \text{м}^0\text{C}$$

Цегляна кладка:

$$\delta_1 = 380 \text{ мм}, \lambda_1 = 0,81 \text{ Вт} / \text{м}^0\text{C}$$

Шар штукатурки на вапняно-піщаному розчині:

$$\delta_1 = 20 \text{ мм}, \lambda_1 = 0,81 \text{ Вт} / \text{м}^0\text{C}$$

Термічний опір кожного шару:

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,02}{0,81} = 0,0247 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт});$$

$$R_2 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,18}{0,05} = 3,6 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт});$$

$$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,38}{0,81} = 0,47 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C/Вт)};$$

$$R_4 = \frac{\delta_4}{\lambda_4} = \frac{0,02}{0,81} = 0,0247 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C/Вт)},$$

де  $\alpha_b = 27 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$  – коефіцієнт теплопередачі на внутрішній поверхні стіни;  $\alpha_3 = 23 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$  – коефіцієнт теплопередачі на зовнішній поверхні стіни.

Загальний опір теплопередачі конструкції знаходимо за формулою:

$$R_{заг} = \frac{1}{\alpha_b} + \sum R_i + \frac{1}{\alpha_3},$$

$$R_3^\phi = \frac{1}{\alpha_b} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_3}, \text{ м}^2 \cdot \text{K / Вт};$$

$$R_c = 0,0247 + 3,6 + 0,47 + 0,0247 = 4,1194 \geq 4 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C/Вт)}$$

де  $\alpha_b$  – коефіцієнт теплосприйняття внутрішньої огорожуючої конструкції;  $\alpha_3$  – коефіцієнт теплопередачі зовнішньої конструкції для зимових умов.

Порівняємо  $R_n$  та  $R_{заг}$ :

$$R_{заг} = R_n = 4,1194 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C/Вт)};$$

$$R_i = 3,0 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C/Вт)};$$

Приймаємо пінополіуретан з коефіцієнтом теплопровідності  $\lambda = 0,05 \text{ (Вт/ м} \cdot \text{°C)}$ .

В якості утеплювача приймаємо утеплювач пінополіуретан товщиною 180 (мм).

Загальна товщина стіни без оздоблювальних шарів складає:

$$\delta_2 + \delta_3 = 180 + 380 = 560 \text{ (мм)}.$$

## 4.1.8 Інженерне обладнання

### 4.1.8.1 Опалення

Теплоносієм для систем опалення прийнята гаряча вода ( $T_1=95^{\circ}\text{C}$ ,  $T_2=70^{\circ}\text{C}$ ).

Прокладка трубопроводів опалення передбачається відкритою. Дільниці трубопроводів прокладені у неопалених приміщеннях і під підлогових каналах ізолюються важкогорючою ізоляцією мінераловатними плитами з попереднім покриттям фарбою БТ-177, наступною обгорткою по ізоляції полотном скловолонистим ВВТ.

Трубопроводи опалення прокладаються із сталевих водогазопровідних труб ДСТ 3262-85[6].

Також будинок оплюється котельнею.

#### 4.1.8.2 Вентиляція

Приплив повітря в приміщення відбувається природнім шляхом, через канали в стінах та інфільтрацію через огорожуючі конструкції – двері, вікна, кватирки у вікнах. Витяжка з приміщень – осьовими вентиляторами, та штучна, через вентиляційні канали.

#### 4.1.8.3 Водопостачання

Трубопроводи холодного та гарячого водопостачання монтуються зі сталевих водогазопровідних оцинкованих труб.

Магістральні трубопроводи холодного та гарячого водопостачання, розгалуження від них до стояків ізолюються виробами із мінеральної вати на фенольній зв'язці з лакосклотканним покриттям.

Трубопроводи холодного та гарячого водопостачання фарбуються олійною фарбою.



#### 4.1.8.4 Каналізація

Передбачається мережа запроектованих каналізаційних трубопроводів в існуючу каналізаційну мережу для відведення стічних вод.

Запроектована самопливна мережа каналізації прокладається із керамічних труб діаметром 150 (мм) по ДСТ 286-82[6].

#### 4.1.8.5 Електропостачання

Об'єкт належить до II категорії по надійності електропостачання. Забезпечення електроенергією передбачається від міської РЕС.

Об'єкт повністю забезпечений пожежною та охоронною сигналізацією.

План забудови виконаний відповідно до протипожежних вимог ДБН В.1.1-7-2002 і з урахуванням санітарних норм СН 245-71[26]

### 4.2 Основи і фундаменти

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

Рельєф ділянки рівнинний. Інженерно-геологічна будова майданчику показана на розрізі рисунку 4.2. Грунтові води залягають на глибині 11 м.

У таблиці 4.7 представлені фізико-механічні характеристики ґрунтів.

#### 4.2.2 Збір навантажень на фундаменти

Збір навантажень виконуємо для фундаментів несучої стіни по осі Г. Результати розрахунків представлені у таблиці 4.8. Навантаження збирались на рівні обрізу фундаментів

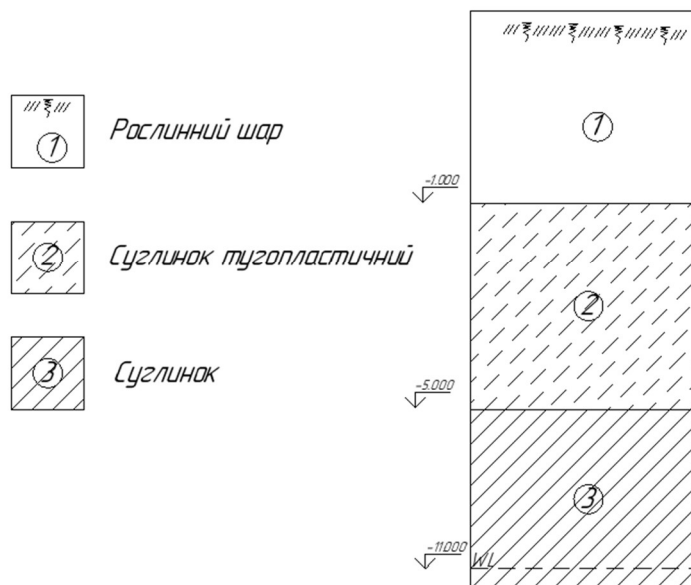


Рисунок 4.2– Інженерно-геологічний розріз будівельного майданчику

Таблиця 4.7 – Фізико-механічні характеристики ґрунтів

Найменування ґрунту, потужність	$\gamma$ , кН/м	$\gamma_s$ кН/м	$\gamma_d$ кН/м	W	WL	Wp	Ip	IL	e	Sr	$\varphi$	C,кПа	$\nu$	E, МПа	R <sub>0</sub> , кПа
Рослинний шар, 0,7-1,0м	16,1	-	-	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Суглинок тугопластичного 3,9-4,3 м	16,9	26,8	8,70	0,22	0,30	0,19	0,11	0,27	0,93	0,63	17,4	15,6	0,35	8,6	110
Суглинок 6,3-6,9 м	18,1	26,9	9,18	0,24	0,36	0,21	0,15	0,2	0,84	0,77	19	18	0,34	10,3	140
Глина. 5,0-5,5	19,1	27,3	9,45	0,28	0,51	0,29	0,22	<0	0,83	0,92	18,2	48,4	0,41	18,6	290
Рівень ґрунтових вод – 11,0 м															

Снігове навантаження на 1 м<sup>2</sup> покриття складає[12]

$$s_m = \gamma_{sm} s_0 C, \quad (4.1)$$

де  $C = \mu C_e C_{alt}$ ;

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

У таблиці 4.8 показаний розрахунок вертикальних навантажень на найбільш навантажені фундаменти по осі Г.

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

Враховуємо також коефіцієнт надійності [35] призначенням

$(\gamma_n)$

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

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

Таблиця 4.8 - Навантаження на фундамент середньої стіни по осі Г

Найменування навантаження і формула підрахунку	$X_e$ , кН/м	$\gamma_{fm}$	$X_m$ , кН/м
<u>1 Постійні вертикальні навантаження</u>			
1. Вага стіни 9,3x0,51x31,5	31,68	1,1	34,85
2. Вага плит перекриття 3,0x2,32 x2	126,1	1,1	138,7
3. Вага конструкції підлоги 3x1,65x2,32	81,0	1,1	89,1
4. Вага даху 4,35x2,32	40,1	1,3	52,2
Всього:	<u>11,6</u>	1,3	<u>15,0</u>
<u>2. Змінні вертикальні навантаження</u>			
1. Корисне навантаження на перекриття 3x2,32x2x0,67	290,5		329,9
2. Навантаження від перегородок 1,5x2,32x3	9,33	1,3	12,12
3. Снігове навантаження ( $\gamma_{fe}=0,49$ ) 1,4x2,32	10,44	1,2	12,53
Всього:	<u>3,25</u>	1,14	<u>4,55</u>
	23,02		29,2

#### 4.2.3 Розрахунок фундаменту в варіанті мілкого закладання

##### 4.2.3.1 Вибір глибини закладання

Варіантне проектування фундаментів виконуємо для стіни по осі Г, як найбільш навантаженої. Фундамент мілкого закладання на природній основі виконують за величиною розрахункового опору ґрунту із забезпеченням неперевикнення сумарним осіданням допустимого значення.

Глибину закладання фундаменту призначаємо з таких міркувань.

Виходячи з геологічних умов, представлених на рисунку 4.7 і у таблиці 4.7, основою для фундаментів на природній основі є ІГЕ№2 – Бетонна або піщана подушка, товщиною 0,1м

Фундамент необхідно завести в несучий шар на глибину не менше 0,5 м.

Навантаження на фундамент  $N_e = 201,59$  кН/м.

Конструктивне рішення фундаменту показане на рис. 4.2

Виходячи з кліматичних умов, глибина закладання фундаменту

повинна бути більшою за розрахункове значення глибини сезонного промерзання ґрунтів у даній місцевості. Нормативне значення глибини сезонного промерзання для села Якушинці Вінницького району складає 0,8м.

Оскільки будівля опалювана, розрахункове значення глибини промерзання буде менше за нормативне.

Враховуючи всі фактори, глибина закладання фундаменту від рівня природного рельєфу складає  $d = 2$  м.

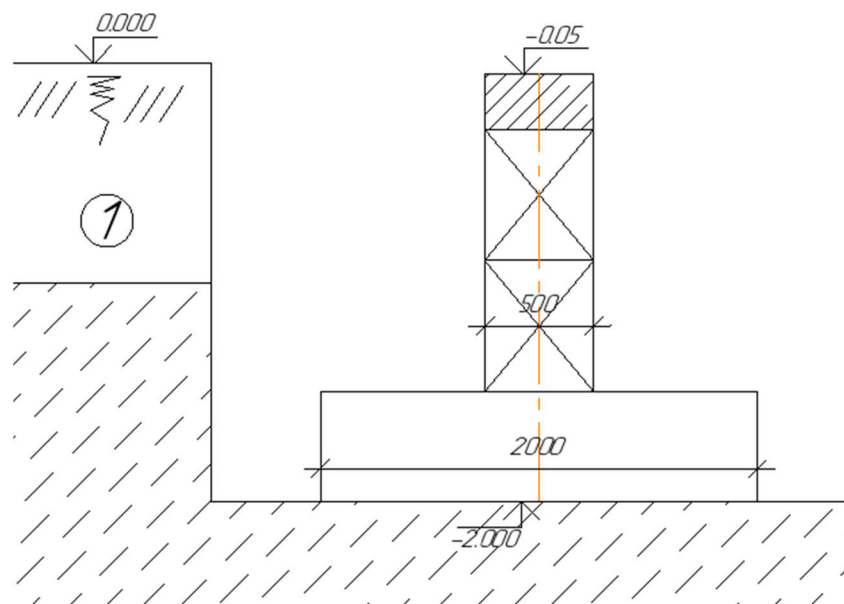


Рисунок 3.2 – Конструктивне рішення і положення фундаменту мілкового закладання у ґрунті

#### 4.2.3.2 Визначення розміру підшви

Розрахунок розмірів підшви фундаменту мілкового закладання, згідно з виконуємо за другою групою граничних станів.

Розмір підшви фундаменту повинен задовольняти таким граничним нерівностям

$$\begin{aligned} p &\leq R; \\ s + s_{sl} &< s_u, \end{aligned} \quad (4.2)$$

де  $p$  – тиск під подошвою фундаменту, кПа;

$R$  – розрахунковий опір ґрунту основи, кПа;

$s$  – фактичне осідання фундаменту, м;

$s_{sl}$  – просідання фундаменту, м

$s_u$  – гранично допустиме значення осідання для даної будівлі.

При глибині закладання подошви фундаменту від рівня природного рельєфу  $d_n = 2,4$  м, відповідно до таблиці 3.1, розрахунковий опір ґрунту  $R_0 = 210$  кПа.

Потрібна площа подошви з урахуванням власної ваги фундаменту з ґрунтомна його уступах:

$$A = \frac{N}{R - \gamma_{mt} \cdot d} = \frac{236,54}{174,78 - 20 \cdot 1,5} = 3,35 (m^2)$$

Для стрічкового фундаменту ширина подошви умовно  $b = A = 1,7$  м, остаточно приймаємо стрічковий фундамент  $b = 2$  м.

Середній тиск по подошві фундаменту:

$$P = \frac{N}{A} + \gamma_{mt} \cdot d = \frac{236,54}{2} + 20 \cdot 2 = 158,27 (кПа)$$

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot (M_{\gamma} \cdot K_z \cdot b \cdot \gamma_2 + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma_2 + (M_g - 1) \cdot d_b \cdot \gamma_2 + M_c \cdot c_2) =$$

$$= 1,2 \cdot 1,0 \cdot (14,53 + 39,56 + 82,84) = 164,3 (кПа)$$

$$P = 109,9 \text{ кПа} < R = 164,32 \text{ кПа}$$

Умова виконується, ширина подошви достатня.

Розміри подошви фундаменту також визначались за допомогою програми

#### 4.2.3.3 Розрахунок осідання фундаменту [36]

Z	2Z/by	$\alpha$	$\sigma_{zp}$	$\sigma_{zg}$	2Z/bk	$\alpha_k$	$\sigma_{zy}$	$\sigma_{zp}(cp)$	$\sigma_{zy}(cp)$	E	h	S
0	0	1	158,27	32,15	0	1	32,15					
0,4	0,4	0,9773	154,67	38,91	0,0552	0,9999	32,148	156,47	32,149	8600	0,4	0,0046
0,8	0,8	0,881	139,43	45,67	0,1103	0,9994	32,131	147,05	32,139	8600	0,4	0,0043
1,2	1,2	0,7553	119,54	52,43	0,1655	0,9981	32,088	129,49	32,109	8600	0,4	0,0036
1,6	1,6	0,6416	101,54	59,19	0,2207	0,9955	32,006	110,54	32,047	8600	0,4	0,0029
2	2	0,5495	86,963	65,95	0,2759	0,9915	31,876	94,251	31,941	8600	0,4	0,0023
2,4	2,4	0,4768	75,456	72,71	0,331	0,9858	31,694	81,209	31,785	8600	0,4	0,0018
2,8	2,8	0,4191	66,331	79,47	0,3862	0,9784	31,455	70,893	31,574	8600	0,4	0,0015
3,15	3,15	0,378	59,83	85,385	0,4345	0,9704	31,199	63,081	31,327	8600	0,35	0,0010
3,55	3,55	0,3392	53,686	92,625	0,4897	0,9597	30,854	56,758	31,027	10300	0,4	0,0008
3,95	3,95	0,307	48,592	99,865	0,5448	0,9473	30,457	51,139	30,656	10300	0,4	0,0006
4,35	4,35	0,2799	44,304	107,11	0,6	0,9335	30,012	46,448	30,235	10300	0,4	0,0005
4,75	4,75	0,2568	40,645	114,35	0,6552	0,9184	29,525	42,475	29,769	10300	0,4	0,0004
5,15	5,15	0,2368	37,485	121,59	0,7103	0,9021	29,002	39,065	29,264	10300	0,4	0,0003
5,55	5,55	0,2194	34,725	128,83	0,7655	0,8849	28,449	36,105	28,726	10300	0,4	0,0002
5,95	5,95	0,204	32,293	136,07	0,8207	0,8669	27,872	33,509	28,161	10300	0,4	0,0002
6,35	6,35	0,1904	30,13	143,31	0,8759	0,8484	27,277	31,211	27,575	10300	0,4	0,0001
6,75	6,75	0,1781	28,194	150,55	0,931	0,8295	26,669	29,162	26,973	10300	0,4	0,0001

Таблиця 3.3 – Розрахунок осідання фундаменту мілкового закладання

#### 4.2.4 Розрахунок фундаменту в варіанті мілкого закладання по несучій здатності

Щілинні фундаменти повинні задовільняти такі вимоги:

$$N \leq P \quad (4.3)$$

$N$  – розрахункове навантаження, яке передається на щілинні фундаменти[36]

$P$  – розрахункове навантаження, яке розраховується по формулі:

$$P = P_{\text{мат}} / K_{\text{мат}} \quad (4.4)$$

$$P = P_{\text{мат}} / K_{\text{гр}} \quad (4.5)$$

Розрахункове навантаження  $P$ , слід приймати те що найменше з двох знайдених обчислень розрахункового опору фундаменту

$P_{\text{мат}}$  – розрахунковий опір по матеріалу

$P_{\text{гр}}$  – розрахунковий опір по ґрунту

$K_{\text{мат}}$  – коефіцієнт безпеки по матеріалу, який приймається 1

$K_{\text{гр}}$  – коефіцієнт безпеки по ґрунту який приймається 1.4, якщо несуча здатність щілинного фундаменту знайдена по розрахунку, і 1.25 якщо несуча здатність знайдена по результатам випробувань.

$$P = (0.8 * (1 * 1.6 * 14.5 * 10^3 + 0.012 * 350 * 10^3)) / 1 = 21920 \text{ (кН)}$$

$$P = (0.8 * (1 * 1.6 * 14.5 * 10^3 + 0.012 * 350 * 10^3)) / 1.4 = 15657 \text{ (кН)}$$

Несуча здатність по матеріалу забезпечується

Розрахунковий опір по ґрунту  $P_{\text{гр}}$ , кН, розраховується по формулі:

$$P_{\text{гр}} = m (m_R R_F + u \sum n m_f f_i h_i), \quad (4.6)$$

$m$  - коефіцієнт умов роботи щілинного фундаменту, приймається 1;

$m_R$  - коефіцієнт умов роботи ґрунту під подошвою щілинного фундаменту, приймається 0,4 при бетонуванні під глинистим розчином, якщо шлак з дна траншеї не прибирається, 0,9, якщо шлак прибирається з дна траншеї;  $m_R = 1$  при бетонуванні щілинного фундаменту насухо;

$R$  - розрахунковий опір ґрунту під подошвою фундаменту, кПа;

$F$  - площа подошви щілинного фундаменту, м<sup>2</sup>;

$u$  - периметр поперечного перерізу щілинного фундаменту, м;

$n$  - коефіцієнт, залежний від форми щілинного фундаменту,  $= 1 + \lg \frac{l}{e}$ ,

враховується на висоті фундаменту від подошви до глибини  $H - l$ , де  $H$ ,  $e$  і  $l$  - глибина, товщина і довжина щілинного фундаменту;

$m_f$  - коефіцієнт умов роботи ґрунту на боковій поверхні щілинного фундаменту, при бетонуванні щілинного фундаменту насухо  $m_f = 0,7$  для всіх ґрунтів, крім глин, для яких  $m_f = 0,6$ ;

$f_i$  - розрахунковий опір 1-го шару ґрунта по боковій поверхні щілинного фундаменту, кПа, не більше 40 кПа;

$h_i$  - товщина 1-го шару ґрунта, який дотикається до боковій поверхні щілинного фундаменту, м.

$$P_{\text{гр}} = 1 * (0,4 * 690 * 0,4 + 4 * (1 + 1 * 1,7) * 0,6 * 34 * 0,95) = 319,7 \text{ (кН)}$$

#### Висновки за розділом 4

В данному розділі було пораховано експліацію приміщень, об'ємно плануванні рішення та інженерні рішення. Були розраховані стрічкові фундаменти і розрахунок щілинних фундаментів по несучій здатності.



## **5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях**

Актуальною проблемою на сьогодні є обґрунтування необхідності формування системи безпеки праці як елементу економічної безпеки підприємств України. Його вирішення дозволить працедавцям усвідомити, що зниження ризику виробничого травматизму, професійних захворювань та аварій на виробництві сприятиме зменшенню видатків їх фінансових ресурсів на ліквідацію наслідків реалізації численних загроз, що супроводжують трудову діяльність працівників підприємств та мінімізувати витрати на компенсацію шкоди потерпілим на виробництві, що у свою чергу, підвищить рівень їх фінансової стійкості, ділової репутації, а отже, позитивно вплине на стан економічної безпеки.

Людське життя визнається найбільшою цінністю як на рівні загальнолюдської моралі, так і з точки зору економіки – адже саме трудовий ресурс є джерелом отримання конкурентних переваг та рушійною силою прогресу. Тому послідовне вжиття заходів для підтримки високого рівня безпеки праці на практиці здатне гарантувати поліпшення стану здоров'я персоналу на робочих місцях, а високий рівень корпоративної соціальної відповідальності структури дозволить мінімізувати наслідки від обставин, що виникають у процесі трудової діяльності як наслідок дії зовнішніх та внутрішніх небезпек та загроз, момент появу та інтенсивність яких неможливо або важко передбачити і спрогнозувати.

У магістерській кваліфікаційній роботі досліджується та моделюється залежність несучої здатності двощільного фундаменту від геометричного положення щілин у плані.

На працівника під час виконання завдання впливають такі небезпечні та шкідливі фактори, у відповідності з прийнятою класифікацією за ГОСТ 12.0003.-74.

Фізичні: підвищена та понижена температура повітря робочої зони; підвищена та понижена рухливість повітря робочої зони; підвищена запиленість повітря робочої зони; недостатня освітленість робочої зони; підвищений рівень шуму на робочому місці; підвищена та понижена вологість повітря; пряма або відображена блискіть; розташування робочого місця на значній висоті від поверхні землі; гострі краї, шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів та обладнання.

Психофізіологічні: фізичні перевантаження (динамічні); нервово – психічні перевантаження (монотонність праці, емоційні перевантаження, перенапруга аналізаторів).

#### 5.1 Технічні рішення з безпечного виконання роботи

Організація робіт під час улаштування фундаментів здійснюється відповідно до вимог нормативних документів, зокрема ДБН А.3.2-2-2009, ДБН В.2.6-220:2017, ДСТУ БА.3.2-11:2009 ССБП, ДБН В.1.1-7:2016 та інших.

Метою контролю і забезпечення безпечних умов праці є попередження і усунення відхилень від проектів, технологічних регламентів, паспортів, норм, стандартів, правил безпеки, встановленого порядку ведення робіт.

Керівник робочої ланки – бригадир, бурильник тощо, наділений правами посадової особи, перед початком робіт одержує у встановленому порядку завдання, перевіряє за участю робітників та громадських інспекторів з охорони праці, що входять до ланки, справність обладнання, інструменту, контрольно-вимірювальних приладів, захисних засобів безпеки, оформляє прийом зміни в журналі, приймає рішення про початок (продовження) робіт.

У процесі робіт забезпечує дотримання вимог проекту, технологічних регламентів, паспортів, інструкцій з безпечного ведення робіт і охорони праці, попереджує і усуває порушення вимог норм і правил охорони праці. При неможливості ліквідації порушень власними силами записує їх до журналу по охороні праці, вживає заходів по запобіганню травмування людей і виникнення аварій – аж до призупинення робіт, одночасно інформує безпосереднього керівника робіт, а при його відсутності на об'єкті – керівника

вищого рівня. На індивідуально організованих місцях (водій транспортного засобу та ін.) робітник діє у відповідності з викладеним вище порядком і несе відповідальність за стан безпеки на своєму робочому місці.

Керівник першого рівня управління: майстер (начальник), начальник бурової, автоколони, виконроб та ін. кожну зміну видає у встановленому порядку завдання на виконання робіт. Перевіряє за участю громадського інспектора з охорони праці стан охорони праці на об'єктах, повноту та якість виконання безпосередніми виконавцями робіт обов'язків, вимог проекту, технологічних регламентів, паспортів, правил та інструкцій з безпечного ведення робіт. Приймає рішення про продовження чи припинення робіт і організовує усунення виявлених порушень. Порушення, які не можуть бути усунені своїми силами, записує в журнал. Вживає заходи щодо їх усунення.

Керівник другого рівня управління – керівник дільниці, цеху, підрозділу матеріально-технічного забезпечення, підлеглого третьому рівню управління аналізуючи інформацію, яка поступає з першого рівня управління, про стан безпеки на об'єктах, вживає оперативних заходів щодо надання допомоги в усуненні порушень. Коректує, у разі необхідності, рішення керівника першого рівня з питань припинення або продовження робіт. За участю представника з охорони праці відповідного профоргану організовує силами підлеглих йому спеціалістів контрольну перевірку стану безпеки на підпорядкованих об'єктах з розрахунку охоплення їх усіх перевіркою на протязі місяця.

Виявлені порушення заносяться в журнал з охорони праці. При кожному відвідуванні підпорядкованих об'єктів робіт також звертає увагу на питання охорони праці і виявлені порушення записує в журналі. При обстеженні обов'язково перевіряє виконання раніше виданих спеціалістами будь якого рангу приписів з відміткою в журналі з охорони праці.

На третьому рівні управління роботодавець підприємства (під своїм керівництвом) створює комісію з питань охорони праці, до складу якої включаються головний інженер, заступники керівника, головні спеціалісти, керівники і провідні спеціалісти відділів і служб, запрошується представник

профспілки з охорони праці. Комісія розробляє і реалізує графік комплексних обстежень групами спеціалістів всіх підрозділів другого рівня управління не рідше одного разу в квартал. Перевірка проводиться в присутності керівника (майстра, виконроба, механіка) об'єкту та уповноваженого трудового колективу з питань охорони праці. За результатами обстеження комісія складає акт перевірки об'єкту, який передається службі охорони праці. Відмічені в акті перевірки порушення заносяться до журналу з охорони праці об'єкту.

Забезпечення працюючих спецодягом, спецвзуттям та засобами індивідуального захисту має здійснюватися у відповідності з чинними нормами шляхом:

- своєчасного придбання спецодягу, спецвзуття та засобів індивідуального захисту;
- перевірки, випробування, зберігання, обліку, видачі та користування спецодягом, спецвзуттям і засобами індивідуального захисту;
- організації своєчасного ремонту, прання, дезінфекції та випробування спецодягу, спецвзуття і засобів індивідуального захисту;
- вивчення умов праці робітників, зайнятих у нових видах виробництва (технологічних процесах), для розробки і внесення обґрунтованих пропозицій щодо уточнення типових норм безплатної видачі спецодягу, спецвзуття та засобів індивідуального захисту.

Роботодавець компенсує працівникові витрати на придбання спецодягу, спецвзуття, а також засобів індивідуального захисту, якщо встановлений нормами термін видачі цих засобів порушено і працівник був змушений придбати їх за власні кошти.

## 5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

В даному пункті розглянуто організацію праці та умови виробничого приміщення, де здійснювалося аналіз результатів фізичного моделювання двошліпного фундаменту варіюючи відстанями між шліпами та визначення

впливу геометричних параметрів на несучу здатність двошлінного фундаменту.

### 5.2.1 Мікроклімат

У процесі трудової діяльності людина перебуває у постійній тепловій взаємодії з виробничим середовищем. За нормальних мікрокліматичних умов в організмі працівника, завдяки терморегуляції, підтримується постійна температура тіла (36,6 °С). Кількість тепла, що утворюється в організмі, залежить від фізичного навантаження працівника, а рівень тепловіддачі – від мікрокліматичних умов виробничого приміщення. Віддача тепла організмом людини здійснюється, в основному, за рахунок випромінювання і випаровування вологи з поверхні шкіри.

Чим нижча температура повітря і швидкість його руху, тим більше тепла віддається випромінюванням. При високій температурі значна частина тепла втрачається випаровуванням поту. Разом з потом організм втрачає воду, вітаміни, мінеральні солі, внаслідок чого збезводнюється, порушується обмін речовин.

Вологість повітря істотно впливає на віддачу тепла випаровуванням. Через високу вологість випаровування утруднюється і віддача тепла зменшується. Зниження вологості покращує процес тепловіддачі випаровуванням. Проте надто низька вологість викликає висихання слизових оболонок дихальних шляхів. Рухомість повітря визначає рівень тепловіддачі з поверхні шкіри конвекцією і випаровуванням. У гарячих виробничих приміщеннях при температурі рухомого повітря до 35 °С рух повітря сприяє збільшенню віддачі тепла організмом. З підвищенням температури рухоме гаряче повітря саме буде віддавати своє тепло тілу людини, викликаючи його нагрівання.

Роботи по виконанню поставленого завдання відносяться до категорії Іб по важкості праці. Енерговитрати за цією категорією становлять - до 140-174Вт. Допустимі параметри мікроклімату наведені в табл 5.1.

Таблиця 5.1 – Параметри мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Температура, °С		Відносна вологість	Швидкість руху, X
		Допустима	Верхня межа		
Холодний	Іб	20-24	17-25	75	не більше 0,2
Теплий		21-28	19-30	55 при 27 °С	0,1-0,3

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату в приміщенні передбачено система опалення, система кондиціонування та систематичне вологе прибирання.

#### 5.1.2 Склад повітря робочої зони

На будівельних об'єктах виділяється пил нетоксичний. При роботі системи вентиляції, провітрюванні у приміщенні може попадати пил та інші шкідливі речовини, які виділяються при технологічних процесах в цеху і знаходяться повітрі навколишнього середовища. Їх ГДК наведено в таблиці 5.2.

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

Назва речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>		Клас небезпечності
	Максимальн о разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4
Оксиди азоту	0,4	0,06	3
Оксид вуглецю	5	3	4

Для забезпечення складу повітря робочої зони в підсобних приміщеннях передбачені наступні рішення:

- необхідно проводити контроль за ГДК шкідливих речовин у приміщенні;
- застосовувати природну вентиляцію: організовану і неорганізовану;
- використовувати засоби індивідуального захисту за необхідності.

### 5.1.3 Виробниче освітлення

Світло впливає не лише на функцію органів зору, а й на діяльність організму в цілому. При поганому освітленні спостерігається швидка втомлюваність людини, падає продуктивність праці, зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків. Згідно з статистичними даними, до 5% травм можна пояснити недостатнім або нераціональним освітленням, а в 20% воно сприяло виникненню травм. Врешті, погане освітлення може призвести до професійних захворювань, наприклад, таких як робоча міопія (короткозорість), спазм акомодациї.

Відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 [10] Система природного освітлення відноситься до бокової. Характеристика зорових робіт – середньої точності.

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

Таблиця 5.3 - Норми освітленості в приміщенні

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

Роботи проводяться в світлий час доби при наявності достатнього природного освітлення. При потребі слід використовувати засоби індивідуального захисту (при його надмірній кількості).

#### 5.1.4 Виробничий шум

Шкідливий вплив виробничого шуму виявляється як у специфічному ушкодженні органів слуху, так і порушень багатьох інших органів, в першу чергу центральної нервової системи. Інтенсивний виробничий шум призводить до часткової або повної втрати слуху. Зміни слуху настають при дії шуму більше 80 дБА і відбуваються протягом 3-5 років залежно від фізичного стану працівника. Ознаками розвитку приглухуватості є погане сприйняття розмови пошепки та шум у вухах.

Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є ДСН 3.3.6.037-99 [56].



Таблиця 5.4 - Рівень звукового тиску

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

Для зменшення рівня шуму до допустимого при необхідності виконують змащення, застосовують пластмасові деталі, використовують протишумні навушники, які закривають вушну раковину.

#### 5.1.5 Виробничі вібрації

Особливості впливу виробничої вібрації, характер, глибина і спрямованість фізіологічних змін різних систем організму залежать від рівня, частотного складу коливань і фізіологічних властивостей тіла людини. Важливе значення надають функціональному стану внутрішнього вуха, рухового, шкірного та інших аналізаторів.

Локальна вібрація малої інтенсивності може сприятливо впливати на окремі тканини і організм у цілому, поновлюючи трофічні зміни, поліпшуючи кровообіг у тканинах (вібромасаж) та прискорюючи заживлення ран тощо. При збільшенні інтенсивності коливань і тривалості дії вібрації в організмі можуть виникати стійкі патологічні зміни, які призводять у деяких випадках до розвитку професійного захворювання – вібраційної хвороби.

Відрізняють вібраційну хворобу від впливу локальної і загальної вібрації. В етіопатогенезі захворювань основна роль належить параметрам локальної вібрації, яка виникає при використанні ручних машин, що не відповідають вимогам санітарних норм. Суттєве значення має також розвинута спеціалізація

праці, яка веде до збільшення тривалості впливу вібрації на організм, індивідуальна чутливість організму, наявність супровідних несприятливих виробничих факторів – шуму, місцевого або загального охолодження, статичної напруженості. Найбільш потенційно небезпечною у відношенні патології є вібрація з частотою 16 – 250 Гц.

Допустимі рівні вібрації на робочих місцях зазначені в табл.5.5.

Таблиця 5.5 - Допустимі рівні вібрації на постійних місцях

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

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

Під час виконання поставленого завдання поява виробничих вібрацій малоймовірна. Можливе виникнення локальної вібрації внаслідок використання ручних машин або ручного механізованого інструменту. Для зменшення її впливу на працівника необхідно дотримуватися регламентованого режиму праці та відпочинку.

#### 5.1.6 Психофізіологічні фактори

Кожна конкретна праця вимагає певних фізичних зусиль, нервово-психічних витрат, емоційної напруги та здійснюється в різних санітарно-гігієнічних та кліматичних умовах.

Виробниче середовище і фактори трудового процесу, які ще називають психофізіологічними факторами, становлять в сукупності умови праці. Психофізіологічну основу праці складає працездатність, тобто здатність організму підтримувати під час трудового процесу відповідне фізичне і нервово-психологічне навантаження та забезпечувати нормальний біг трудової діяльності у визначений час.

Динамічні зміни психофізіологічних функцій, які виникають як безпосередній результат праці та викликають зниження працездатності людини, мають назву виробничого стомлення, а пов'язаний з ним психологічний стан втомою.

В сучасних умовах високий рівень нервово-емоційного напруження виконавців зумовлений розвитком науково-технічного прогресу, який характеризується збільшенням обсягу інформації, зростанням ступеня відповідальності за результати діяльності, ускладненням стосунків між людьми, істотною зміною виробничої обстановки та умов праці. Так, хронічне психоемоційне напруження (конфліктні ситуації в колективі, тривала робота на самоті, відповідальність за прийняті рішення, дефіцит часу переживання за, одержаний результат та розходження з очікуваною та реальною виробничою обстановкою (успіх чи відсутність його) призводить до стійких порушень системи імунітету організму: захворювань серцево-судинної, нервової систем, зниження уваги, працездатності і, як наслідок, створює передумови для травматизму, нещасних випадків, аварій.

Оцінка психофізіологічних факторів під час виконання поставленого завдання здійснюється згідно з Гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу.

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;

Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження:

Зміст роботи – рішення простих альтернативних завдань згідно з інструкцією.

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

Розподіл функцій за ступенем складності завдання – обробка, виконання завдання та його перевірка.

Сенсорні навантаження:

Зосередження (%за зміну) – до 50%;

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

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

Навантаження на голосовий апарат ( протягом тижня) – від 16 до 20.

Емоційне навантаження:

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

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

Режим праці:

Тривалість робочого дня – більше 8 год;

Змінність роботи – однозмінна (без нічної зміни).

За зазначеними показниками важкості та напруженості праці, робота, яка виконується належить до допустимого класу умов праці (напруженість праці середнього ступеня).

## 5.2 Розрахунок сейсмічних впливів на двощілинний фундамент мілкого закладання

Основа фундаментів при аварійному сполученні навантажень,

спричиненому сейсмічними впливами, розраховується на міцність окремо від дії вертикальної скаладової.

При цьому осідання фундаментів не перевіряють.

Характеристики ґрунтового масиву

На будівельному майданчику виділені такі інженерно-геологічні елементи

(ІГЕ):

ІГЕ №1 – суглинок , потужністю 4 м.

При сесміїних навантаженнях майданчику 6,7 балів приймається рівним 0.1

Вертикальна складова розрахункового граничного навантаження в аварійному сполученні:

$$N_a = 236.54 + 2 * 20 * 2 * 1.1 * 0.9 = 315.74 \text{ (кН)}.$$

При  $\varphi_1 = 17,4^\circ$  (ІГЕ №1)  $F_1 = 5$ ,  $F_2 = 2$ ,  $F_3 = 9$ . Ординати епюри граничного тиску по краях подошви фундаменту:

$$P_0 = \xi_q * F_1 * \gamma_1' * d + \xi_c * (F_1 - 1) * c_1 / \text{tg} \varphi_1 \quad (5.1)$$

$$P_b = p_0 + \xi_y * \gamma_1' * b * (F_2 - k_{cq} * F_3) \quad (5.2)$$

$\xi_y$ ,  $\xi_q$ ,  $\xi_c$  – коефіцієнти форми фундаменту, без урахування ексцентриситету навантаження для стовпчастих фундаментів, а для стрічкових фундаментів рівні одиниці;

$F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  – коефіцієнти, що визначаються за графіками в залежності від розрахункового значення кута внутрішнього тертя  $\varphi_1$ ;

$\gamma_1$ ,  $\gamma_1'$  – розрахункові значення питомої ваги ґрунту відповідно нижче і вище подошви фундаменту;

$d$  – менше значення глибини закладання фундаменту;

$k_{сқ}$  – коефіцієнт, що приймається рівним 0.1 при сейсмічності майданчику 6, 7 балів.

$$P_o = 2.5 * 5 * 16.9 * 1.85 + 1.3(5-1) * 15.6 * \text{tg}17 = 390.81 + 283.1 = 673.91 \text{ (кПа)}.$$

$$P_b = 673.91 + 0.75 * 18.1 * 2(2-0.1 * 9) = 703.76 \text{ (кПа)}.$$

Ексцентриситети розрахункового навантаження і епюри граничного тиску:

$$e_a = M_a / N_a; \quad (5.3)$$

$$e_u = b * (p_b - p_o) / 6(p_b + p_o); \quad (5.4)$$

$e_a$ ,  $e_u$  – ексцентриситети розрахункового навантаження і епюри граничного тиску:

$$e_a = 0$$

$$e_u = 1.85(703.76 - 673.91) / 6(703.76 + 673.91) = 55.22 / 8266.02 = 0.00668 \text{ м}$$

Оскільки  $e_u > e_a$

$$N_{u,сқ} = 0.5 * 2 * 2(673.91 + 703.76) = 2755.34 \text{ (кН)}.$$

$$N_a = 315.74 \leq 0.8 * 2755.34 / 1.15 = 1976.93 \text{ (кН)}.$$

Умова міцності виконується

## Висновок за розділом 5

Розроблений розділ охорони праці. Проаналізувавши всі значення оптимальних умов праці, можна зробити висновок, умови праці відповідають встановленим нормам з охорони праці.

Відповідно до вимог ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах перевірка сейсмічних впливів при аварійному сполученні навантажень несуча здатність фундаменту двоцільного фундаменту мілкового закладання забезпечується.

## 6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В даному розділі необхідно визначити техніко-економічне порівняння різних варіантів влаштування фундаментів.

Перший варіант. Залізобетонні збірні блоки.

Другий варіант. Монолітний ущільнений фундамент.

Для визначення кошторисної вартості влаштування фундаментів розробляємо локальний кошторисний документ за допомогою програмного комплексу АВК (табл.6.1, таблиця 6.2)

Локальний кошторис розроблявся на основі:

ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи (РЕКН, ДБН); збірника єдиних середніх кошторисних цін на матеріали, вироби та конструкції загально виробничі витрати розраховані відповідно до усереднених показників додатка Кошторисних норм України „Настанова з визначення вартості будівництва” від 02.05.2022 .

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.

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 № 1  
на варіант 1**

Основа:  
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 53,004 тис. грн.  
Кошторисна трудомісткість 0,064 тис.люд.-год.  
Кошторисна заробітна плата 1,342 тис. грн.  
Середній розряд робіт 3,1 розряд

Складений в поточних цінах станом на "24.11" 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 заробітної плати	експлуатації машин в тому числі заробітної плати	Всього заробітної плати	експлуатації машин в тому числі заробітної плати	не зайнятих обслуговуванням машин тих, що обслуговують машини	на одиницю			
										всього	всього	всього	всього
6	7	8	9	10	11	12							
1	E1-17-1	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ході з ковшом місткістю 1 [1-1, 2] м3, група ґрунтів 1	1000м3	0,07632	<u>6217,86</u> 157,87	<u>6053,90</u> 1912,64	475	12	<u>462</u> 146	<u>9,38</u> 66,504	<u>0,72</u> 5,08		
2	E7-1-2	Укладання блоків і плит стрічкових фундаментів при глибині котлована до 4 м, маса конструкцій до 1,5 т	100шт	0,1	<u>7813,57</u> 2295,70	<u>5517,87</u> 1716,99	781	230	<u>551</u> 172	<u>119,63</u> 86,6694	<u>11,96</u> 8,67		
3	K581321-2014 варіант 3 C1411-18	Плити стрічкових фундаментів з/б марки ФЛ8.24-1 ГОСТ 13580-85(Ф312)х Відпускна ціна: (889,84-0,71x26,73)х0,46+0:100х909,64+2,5:100х1253,34+0,86:100х869,81	шт	10	<u>2543,28</u> -	<u>-</u> -	25433	-	<u>-</u> -	<u>-</u> -	<u>-</u> -		
4	E7-42-2	Установлення блоків стін підвалів масою до 1 т	100шт	0,1	<u>7628,88</u> 1462,57	<u>4889,41</u> 1521,60	763	146	<u>489</u> 152	<u>77,14</u> 78,2852	<u>7,71</u> 7,83		



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	K581121-A001 варіант 6 С1426-11741	Блоки бетонні для стін підвалів марки ФБС 24.3.6-Т ГОСТ 13579-78 із бетону марки 100(Ф12)	шт	10	<u>2419,74</u>	-	24197	-	-	-	-
6	E1-27-1	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 59 кВт [80 к.с.] з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 1	1000м3	0,06153	<u>1287,92</u>	<u>1287,92</u>	79	-	<u>79</u>	-	-
					-	279,89			17	15,1575	0,93
7	E1-134-1	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунтів 1, 2	100м3	0,6153	<u>619,28</u>	<u>279,99</u>	381	209	<u>172</u>	<u>18,36</u>	<u>11,3</u>
					339,29	83,44			51	5,1175	3,15
Разом прямі витрати по кошторису							52109	597	<u>1753</u>		<u>31,69</u>
Разом будівельні роботи, грн.							52109		538		25,66
в тому числі:											
вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.							49759				
всього заробітна плата, грн.							1135				
Загальновиробничі витрати, грн.							895				
трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год.							6,43				
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.							207				
<b>Всього будівельні роботи, грн.</b>							<b>53004</b>				
-----											
<b>Всього по кошторису</b>							<b>53004</b>				
<b>Кошторисна трудоємність, люд.год.</b>							<b>64</b>				
<b>Кошторисна заробітна плата, грн.</b>							<b>1342</b>				

Склав

\_\_\_\_\_

[посада, підпис ( ініціали, прізвище )]

Перевірив

\_\_\_\_\_

[посада, підпис ( ініціали, прізвище )]

**Таблиця 6.2 -Локальний кошторис на будівельні роботи № 2**  
Варіант 2

Основа:  
креслення (специфікації ) №

Кошторисна вартість  
Кошторисна трудомісткість  
Кошторисна заробітна плата  
Середній розряд робіт

50,582 тис. грн.  
0,113 тис.люд.-год.  
2,329 тис. грн.  
3,3 розряд

Складений в поточних цінах станом на "24.11" 2022 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	ЕД6-50-15	Збирання і розбирання дерев'яної щитової опалубки з щитів опалубки площею до 1 м2 для бетонування фундаментів	100м3	0,1944	<u>15580,67</u> 8018,93	<u>420,30</u> 130,88	3029	1559	<u>82</u> 25	<u>417,87</u> 6,9921	<u>81,23</u> 1,36
2	ЕД6-62-3	Встановлення арматури окремими стрижнями із зварюванням вузлів з арматурою у вигляді плоских сіток в масиви, окремі фундаменти і плитні основи, діаметр арматури, мм понад 8 до 12	т	0,1361	<u>11553,50</u> 436,01	<u>100,74</u> 23,53	1572	59	<u>14</u> 3	<u>22,44</u> 1,4234	<u>3,05</u> 0,19
3	ЕД6-66-2	Укладання бетонної суміші в конструкції фундаментів	100м3	0,1944	<u>228278,36</u> 1004,88	<u>1946,55</u> 497,99	44377	195	<u>378</u> 97	<u>53</u> 23,56	<u>10,3</u> 4,58
Разом прямі витрати по кошторису							48978	1813	<u>474</u> 125		<u>94,58</u> 6,13
Разом будівельні роботи, грн. в тому числі:							48978				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					46691				
		всього заробітна плата, грн.					1938				
		Загальновиробничі витрати, грн.					1604				
		трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год.					12,09				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					391				
		<b>Всього будівельні роботи, грн.</b>					<b>50582</b>				
		-----									
		<b>Всього по кошторису</b>					<b>50582</b>				
		Кошторисна трудоємність, люд.год.					113				
		Кошторисна заробітна плата, грн.					2329				

Склав

\_\_\_\_\_
  
[посада, підпис ( ініціали, прізвище )]

Перевірив

\_\_\_\_\_
  
[посада, підпис ( ініціали, прізвище )]

Результати порівняння варіантів наведені в таблиці 6.3.

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

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

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

Собівартість робіт визначається за формулою:

$$C = ПВ + ЗВВ, \quad (6.2)$$

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

ЗВВ – кошторисна величина загальнопромислових витрат, грн.

ПВ та ЗВВ визначаємо із локального кошторису (таблиці 6.2 – 6.4).

Капітальні вкладення у виробничі фонди:

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

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

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

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

$$K_{обор.} = 3-4.$$

Основні виробничі фонди визначаються за формулою:

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

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

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

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

Економічний ефект

$$E = П1 - П2$$

Таблиця 6.3 - Порівняння варіантів

Показники	Варіант 1	Варіант 2
Прямі витрати, тис. грн.	0,064	0,113
Кошторисна трудомісткість, тис. люд.-год.	1,342	2,329
Кошторисна заробітна плата, тис. грн.	1,135	1,604
Загальновиробничі витрати, тис. грн.	53,004	50,582
Усього за кошторисом, тис. грн.	0,064	0,113
Кошторисний прибуток, грн.		
<b>Показники (обчислені)</b>		
Кошторисна величина ЗВВ, тис. грн.	1,135	1,604
Собівартість робіт (С), тис. грн.	53,00	50,58
Обігові кошти, тис. грн.	17,67	16,86
Основні виробничі фонди, тис. грн.	1,215	0,622
Капіталовкладення в виробничі фонди, тис. грн.	18,88	17,48
<b>Показник приведених витрат П, тис. грн.</b>	<b>55,27</b>	<b>52,68</b>
<b>Економічний ефект, тис. грн.</b>	<b>2,59</b>	

## Висновки по розділу 6

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

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

Порівнюючи кожний варіант із таблиць 6.3 ми бачимо, що найбільш економічним є варіант ущільнених фундаментів. Кошторисна вартість на влаштування становить – 50,582 тис. грн., кошторисна трудомісткість – 0,113 тис. люд-год., приведені витрати - 1,604 тис. грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Виконаний аналіз відомостей, наявних в літературних джерелах з приводу досліджень роботи малозаглиблених щілинних фундаментів. дозволяє зробити наступні висновки:

Чисельне моделювання в програмному комплексі Plaxis 3D Foundation.

Була складена програма чисельного моделювання роботи двощілинних та стрічкових фундаментів мілкового закладання, на основі якого буде проводитись оцінка несучої здатності фундаментів.

Програма передбачає дослідження роботи двощілинних та стрічкових фундаментів мілкового закладання при однакових навантаженнях і при варіюванні геометричними розмірами і глибини їх закладання.

Проаналізував всі значення оптимальних умов праці, відповідно до вимог ДБН В.1.1-12:2014

Провів перевірку сейсмічних впливів при аварійному сполученні навантажень несуча здатність фундаменту двощілинного фундаменту мілкового закладання забезпечується.

Виконано техніко-економічне порівняння різних варіантів фундаментів. Для двох варіантів розроблений локальний кошторис за допомогою програмного комплексу АВК. В кошторисних документах визначена кошторисна вартість виконання робіт, з урахуванням заробітної плати, вартості матеріалів, вартості експлуатації машин та трудовитрат. Усі загальні витрати зведені в порівняльну таблицю, в якій ми бачимо, що найбільш економічним є варіант двощілинних фундаментів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Филахтов Ф. Л., Лубенец Г. К., Писанко Н. В., Янкулин М. Г. Опыт возведения сооружений методом «стена в грунте». Киев: «Будівельник», 1981. 230 с.
2. Н. М. Герсерванова Рекомендации по проектированию и строительству щелевых фундаментов. НИИОСП: Стройиздат, 1976. 128 с.
3. Коновалов П.А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий. М.: Стройиздат, 1988. 286 с.
4. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти: підручник М. Л. Зоценко та ін.; Полтава, 2004. 568 с.
5. Далматов Б. И. Механика грунтов, основания и фундаменты. М.: Стройиздат, 1988. 415 с.
6. Швецов Г.И. Инженерная геология, механика грунтов, основания и фундаменты учеб. для вузов. М.: Высш.шк, 1987. 296 с.
7. ДБН В.2.1-10-2009 Основи і фундаменти будівель та споруд. [Чинний від 2009-07-01] К.: Мінбуд України, 2009. 105 с.
8. Основания, фундаменты и подземные сооружения / М. И. Горбунов-Посадов та ін. М.: Стройиздат, 1985. 480 с.
9. Сорочан Е. А. Фундаменты промышленных зданий М.: Стройиздат, 1986. 303 с.
10. Сорочан Е. А., Ревазишвили Р. Г. Исследование работы щелевых фундаментов. Основания, фундаменты и механика грунтов. 1986. №5 с. 12-15.
11. Сорочан Е. А., Пивень В. Г., Рыбников А. М., Журавлев В. В. Опыт устройства ленточных фундаментов. Жилищное строительство. 1990. №4. с.23-25.
12. Технологія будівельного виробництва. Ярмоленко М. Г та ін. К. : вища школа, 2003.
13. Опыт применения щелевых фундаментов Жилищное строительство. Павлов В. В. та ін.; 1991. №1. с.18-19.



14. Сорочан Е. А., Пивень В. Г., Рыбников А. М. Монолитные фундаменты с рабочей боковой поверхностью. Основания, фундаменты и механика грунтов. 1991. №3 с. 2-3.
15. Тетиор А. Н., Феклин В. И., Сургучев В. Г. Проектирование фундаментов: Справочник. Киев: «Будівельник», 1976. 204 с.
16. Абизов А. Г. Возведение сооружений методом «стена в грунте». К.: «Будівельник», 1976. 204 с.
17. Березницкий Ю. А., Салихов Ю. М. Применение щелевых фундаментов для здания с глубоким подвалом. Основания, фундаменты и механика грунтов. 1988. №4 с. 25-27.
18. Устройство профильтрационной «стена в грунте» при ликвидации последствий на Чернобыльской АЭС. Энергетическое строительство. Дмитриев Н. В та ін.; 1991. №12. с.21-24.
19. Андреев В. М., Большаков Ю. В. Исследование технологии устройств профильтрационных завес, сооружаемых способом «стена в грунте». Строительство и архитектура. 1987. №11. с.77-79.
20. Смородинов М. И., Иванов В. Д., Пржедецкий Б. М., Волков А. А. Использование глиноцементного раствора при строительстве способом «стена в грунте». Промышленное строительство. 1985. №10. с.38-39.
21. Иванов В. Д., Александровский Ю. В. Опыт применения глиноцементных растворов при строительстве методом «стена в грунте». Основания, фундаменты и механика грунтов. 1988. №2 с. 7-8.
22. Юркевич П. Сооружение комбинированных «стен в грунте» с использованием грейферного оборудования. Метрострой. – 1988. - №4. с.5.
23. Рыбников А. М. Щелевые фундаменты. Экспресс-информация. Серия: Промышленное строительство. Алма-Ата: Изд-во КазЦНТИС, 1990. №6. с.7.
24. РСН 272-82 Инструкция по технологии строительства заглубленных сооружений способом «сборная стена в грунте». Госстрой ЧССР, 1982. 40 с.

25. Рекомендации по устройству подземных конструкций и противодиффузионных завес способом «стена в грунте». М.: НИИОСП Госстроя СССР, 1983. 64 с.
26. РСН 20-87. Проектирование и устройство траншейных и свайных стен методом «стена в грунте». Госстрой БССР Минск. – 1987. – 112 с.
27. ДБН В.2.2-15-2005 Житлові будинки. Основні положення: [Чинний від 2006-01-10]. К.: Держбуд України, 2005. 36 с.
28. ДБН В 1.1-12:2006. Будівництво у сейсмічних районах України: [Чинний від 2007-01-02]. К.: Мінбуд України, 2006. 84 с.
29. ДБН 360-92\*\* Планування і забудова міських і сільських поселень. [Чинний від 2002-19-03]. К.: Держбуд України, 2002. 108 с.
30. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія [Чинний від 2011-11-01]. К.: Мінрегіонбуд України, 2011. 123 с.
31. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. [Чинний від 2017-05-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2017. 30 с.
32. ДБН В.1.1.7-2002 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва. [Чинний від 2003-01-05]. К.: Держбуд України, 2003. 42 с.
33. 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.
34. ДСТУ Б. А.2.4.-6:2009. Правила виконання робочої документації генеральних планів. [Чинний від 2010-01-01]. К., Мінрегіонбуд України, 2009. 34 с.
35. ДБН В.1.2.-2:2006. Навантаження і впливи. [Чинний від 2007-01-01]. К.: Мінбуд України, 2006. 59 с.
36. ДБН В.2.1-10-2009. Основи і фундаменти будівель та споруд. [Чинний від 2009-07-01]. К.: Мінрегіонбуд України, 2009. 105 с.
37. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Зміна №1 - [Чинний від 2011-07-01]. К.: Мінрегіонбуд України, 2011. 55 с.
38. Н. С. Метелюк, Г. Ф. Шишко, А. Б. Соловьева, В. В. Грузинцев. Сваи и свайные фундаменты: спр. пособие. К.: "Будівельник", 1977. 256с.

39. Ваганов І.І., Маєвська І.В., Попович М.М., Тітко О.В. Проектування основ і фундаментів. Вінниця: ВНТУ, 2003. 132 с.
40. Берлинов М. В. Ягупов Б. А. Примеры расчёта оснований и фундаментов. Учеб. для техникумов. М.: Стройиздат, 1986. 173с.
41. СНиП 2.02.01-83. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений. НИИОСП им. Герсеванова. М.:Стройиздат, 1986. 415с.
42. Дикман Л. Г. Организация жилищно-гражданского строительства. 2-е изд. М.: "Стройиздат, 1990. 495 с.
43. Ушацький С. А. Організація будівництва: підручник. Київ: Командор, 2007. 521 с.
44. Сердюк В. Р., Ровенчак Т. Г. Розробка проекту виконання робіт для будівельного об'єкта: навчальний посібник. Вінниця : ВДТУ, 2002. 114 с.
45. В.Р. Сердюк, Т.Г. Ровенчак, О.В. Христич. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Організація, планування будівництва» для студентів спеціальності 7.092101 – «Промислове та цивільне будівництво» Вінниця: ВДТУ, 2003, 50с.
46. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
47. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення
48. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги».
49. Про затвердження Мінімальних вимог безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці. [Чинний від 29.11.2018] Наказ Міністерства соціальної політики України № 1804
50. НПАОП 0.00-1.80-18 Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання
51. Правила улаштування електроустановок. URL: <http://www.energiy.com.ua/PUE.html>

ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>

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

53. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>

54. 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. URL: [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)

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

56. Маєвська І. В., Блащук Н. В., Попович М. М. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи здобувачами спеціальності 192 "Будівництво та цивільна інженерія". Вінниця : ВНТУ, 2022. 55 с.

1. Ру  
2000  
rd 200  
нням  
ня Та  
М-  
ТЕКСТУ

ПРОТОКОЛ  
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА  
НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Ефективні конструктивні рішення двошліпних фундаментів мілкого закладання

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота  
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра БМГА, ФБЦЕІ

(кафедра, факультет)

### Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 89,4 %

Схожість 10,6 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.

3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку

  
(підпис)

Блащук Н.В.

(прізвище, ініціали)

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

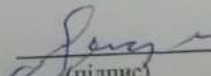
Автор роботи

  
(підпис)

Сорока М.В.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

  
(підпис)

Друкований М.Ф.

(прізвище, ініціали)

## ДОДАТОК Б

## Відомість аркушів графічної частини

Аркуш	Найменування	Примітки
1	Мета, об'єкт та предмет досліджень	Плакат 1
2	Методи дослідження, наукова новизна, практичне значення і особистий внесок	Плакат 2
3	Скінчено-елементні моделі двощільного фундаменту та ґрунтового масиву	Плакат 3
4	Мозаїки деформацій ґрунту в основі двощільного фундаменту	Плакат 4
5	Мозаїки головних вертикальних напружень для двощільних фундаментів	Плакат 5
6	Графіки залежності осідання з шириною 0,8 м	Плакат 6
7	Графіки залежності осідання з шириною 1,2 м	Плакат 7
8	Графіки залежності осідання з шириною 1,8 м	Плакат 8
9	Графіки залежності осідання з шириною 1,2 м 1,8 м, 2,4м та шириною щілин 300мм	Плакат 9
10	Висновки по науковим розділам	Плакат 10
11	План 1-го, 2-го, 3-го поверхів, експлікація приміщень 1-го ф 2-го поверхів, вузли, розріз по стіні	Плакат 11
12	Фасади 1-6, 6-1, А-Г, Г-А, розріз 1-1, план даху, генплан, техніко-економічні показники	Плакат 12
13	План двощільних фундаментів, План фундаментів мілкового закладання, Геологічний розріз з варіантами фундаментів	Плакат 13
14	Порівняння результатів економічної частини	Плакат 14
15	Загальні висновки	Плакат 15

# **ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**


**Факультет будівництва, цивільної та екологічної  
інженерії**

**Кафедра будівництва, міського господарства та  
архітектури**

## **Ефективні конструктивні рішення довщільинних фундаментів мілкового закладання**

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

м.Вінниця, 2022



**Метою даного дослідження** Визначення залежності несучої здатності двощільного фундаменту від геометричного положення щілин у плані

**Задачі дослідження:**

- виконати огляд літературних джерел та визначитись з конструктивними особливостями;
- виконати аналіз результатів проведених раніше випробувань щільних фундаментів;
- провести аналітичне моделювання.

**Об'єкт дослідження.** Двощільний фундамент.

**Предмет дослідження.** Вплив геометричних параметрів на несучу здатність двощільного фундаменту.

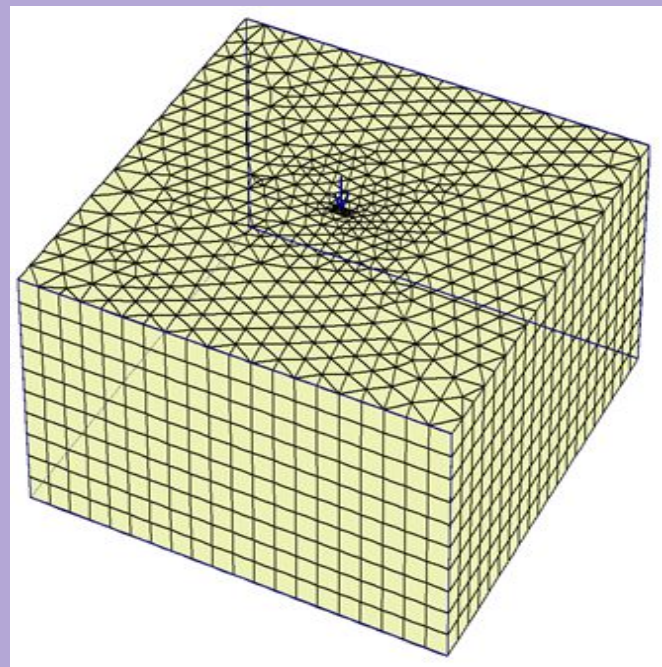
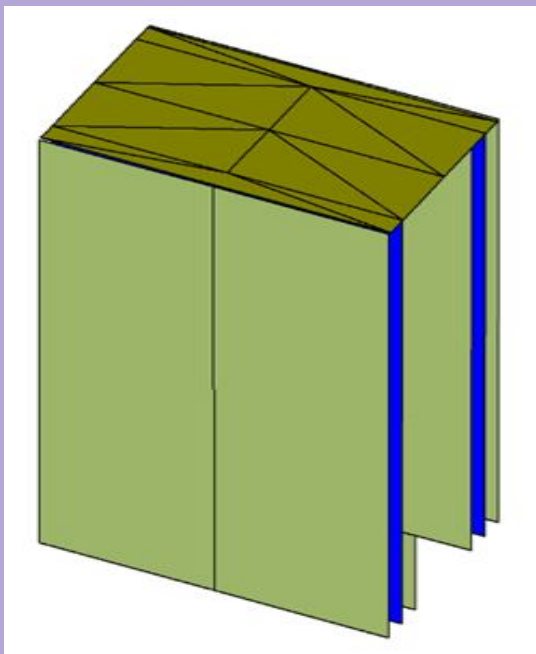


**Метод дослідження.** чисельний метод кінцевих елементів для моделювання напружено-деформованого стану системи «грунт – двощілинний стрічковий фундамент».

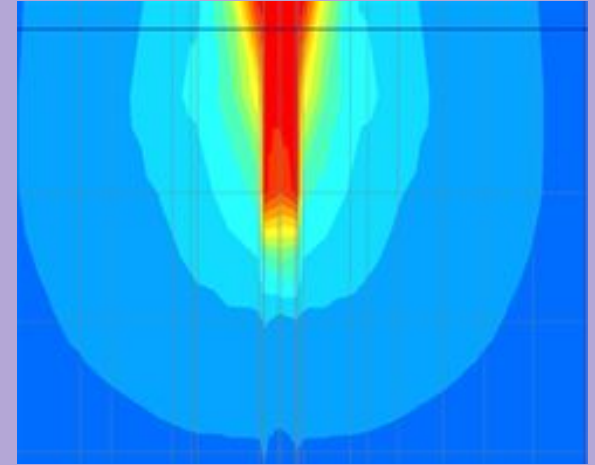
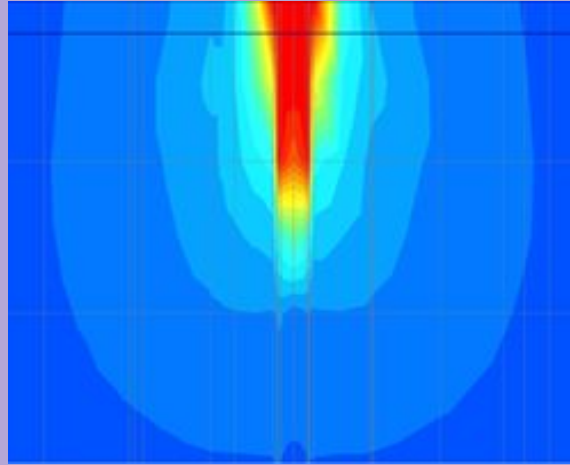
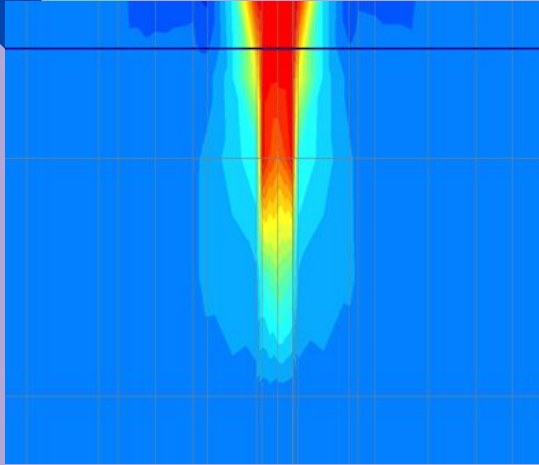
**Наукова новизна одержаних результатів.** В ході роботи зазнали подальшого розвитку методики дослідження напружено-деформованого стану малозаглибленого двощілинного фундаменту зі змінними геометричними параметрами, характер впливу різних факторів на його роботу та дослідження зміни несучої здатності.

**Практичне значення отриманих результатів.** Результати, що були отримані в ході виконання досліджень дозволяють прийняти найбільш ефективне конструктивне рішення малозаглибленого двощілинного фундаменту та отримати економічний ефект у порівнянні з класичними видами фундаментів.

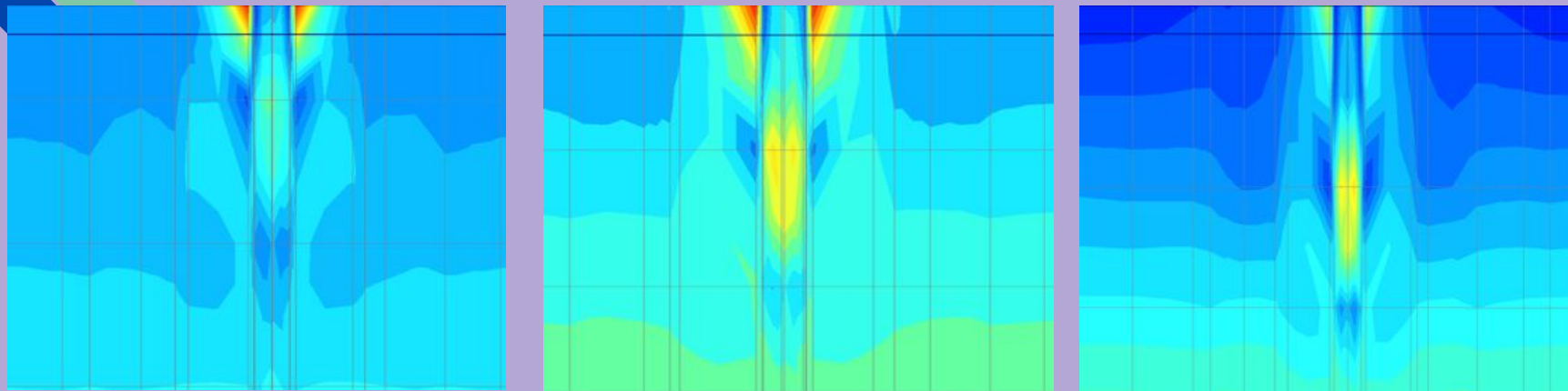
**Особистий внесок здобувача.** Було виконано числове моделювання роботи двощілинних стрічкових фундаментів при вертикальному навантаженні методом кінцевих елементів з врахуванням різних геометричних параметрів моделі фундаменту.



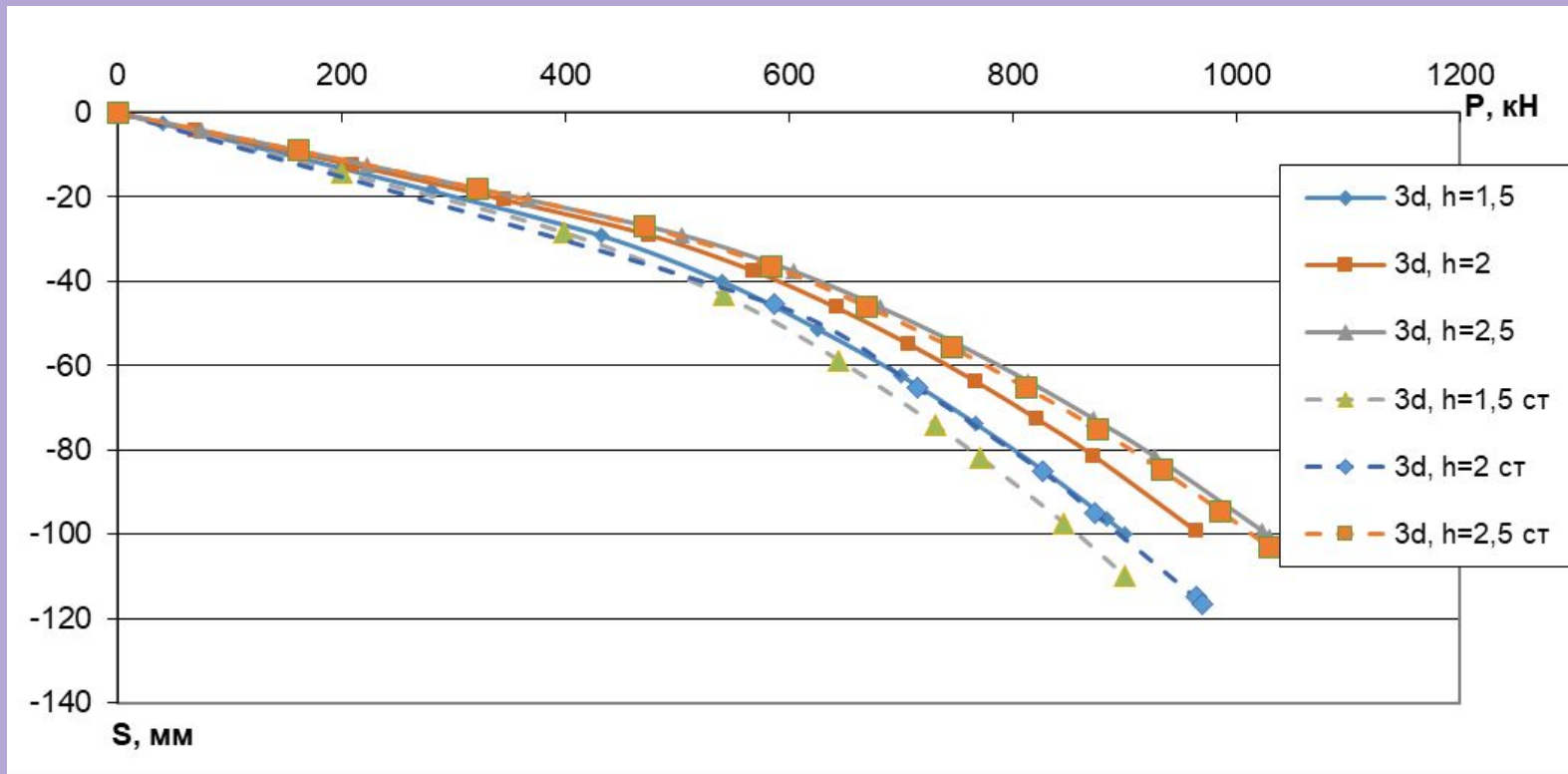
Скінчено-елементні моделі двошлінного фундаменту та ґрунтового масиву.



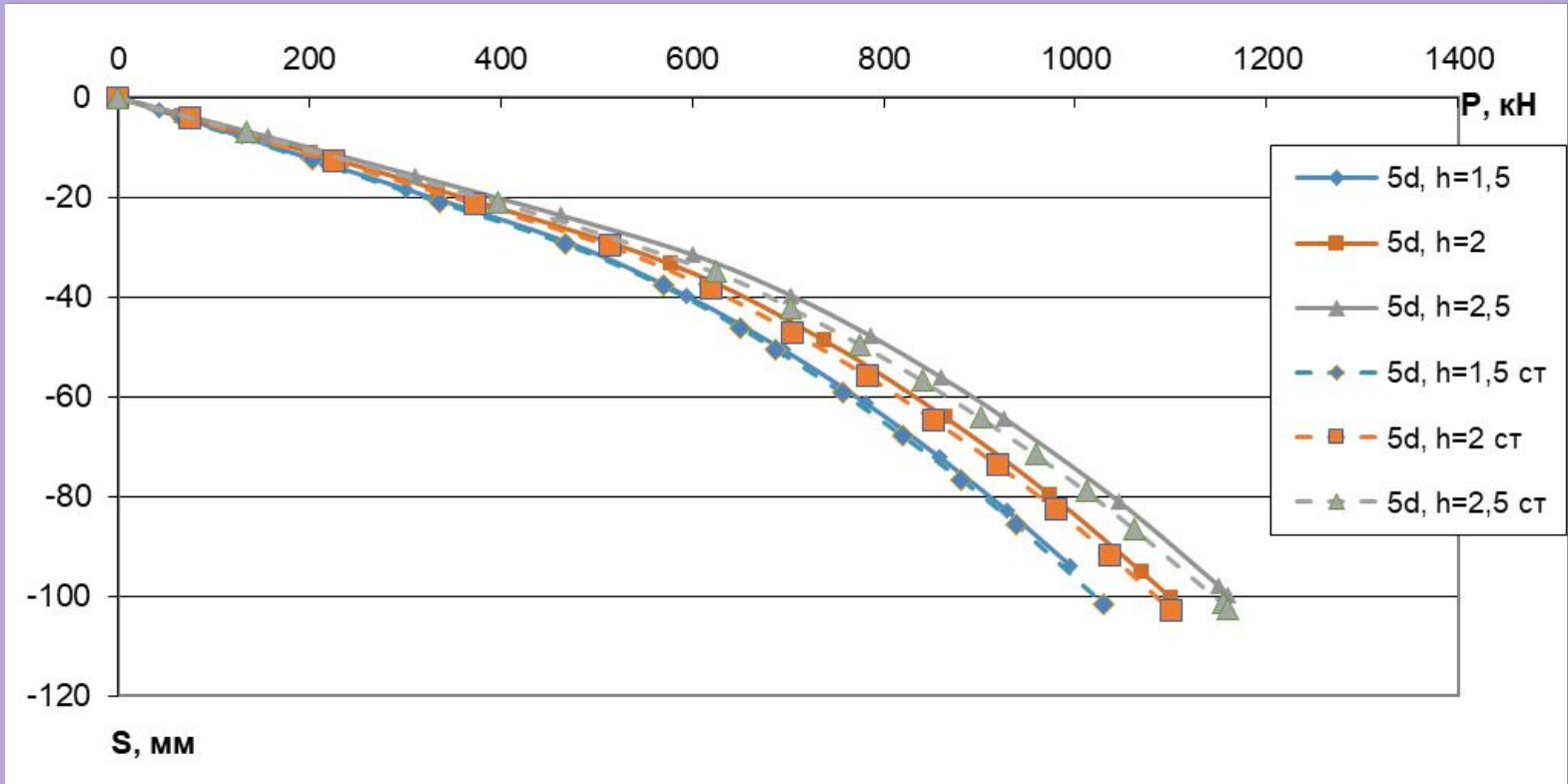
Мозаїки деформацій ґрунту в основі двощільного фундаменту (відстань між щілинами 3d): а)  $h=1,5$  м; б)  $h=2$  м; в)  $h=2,5$  м



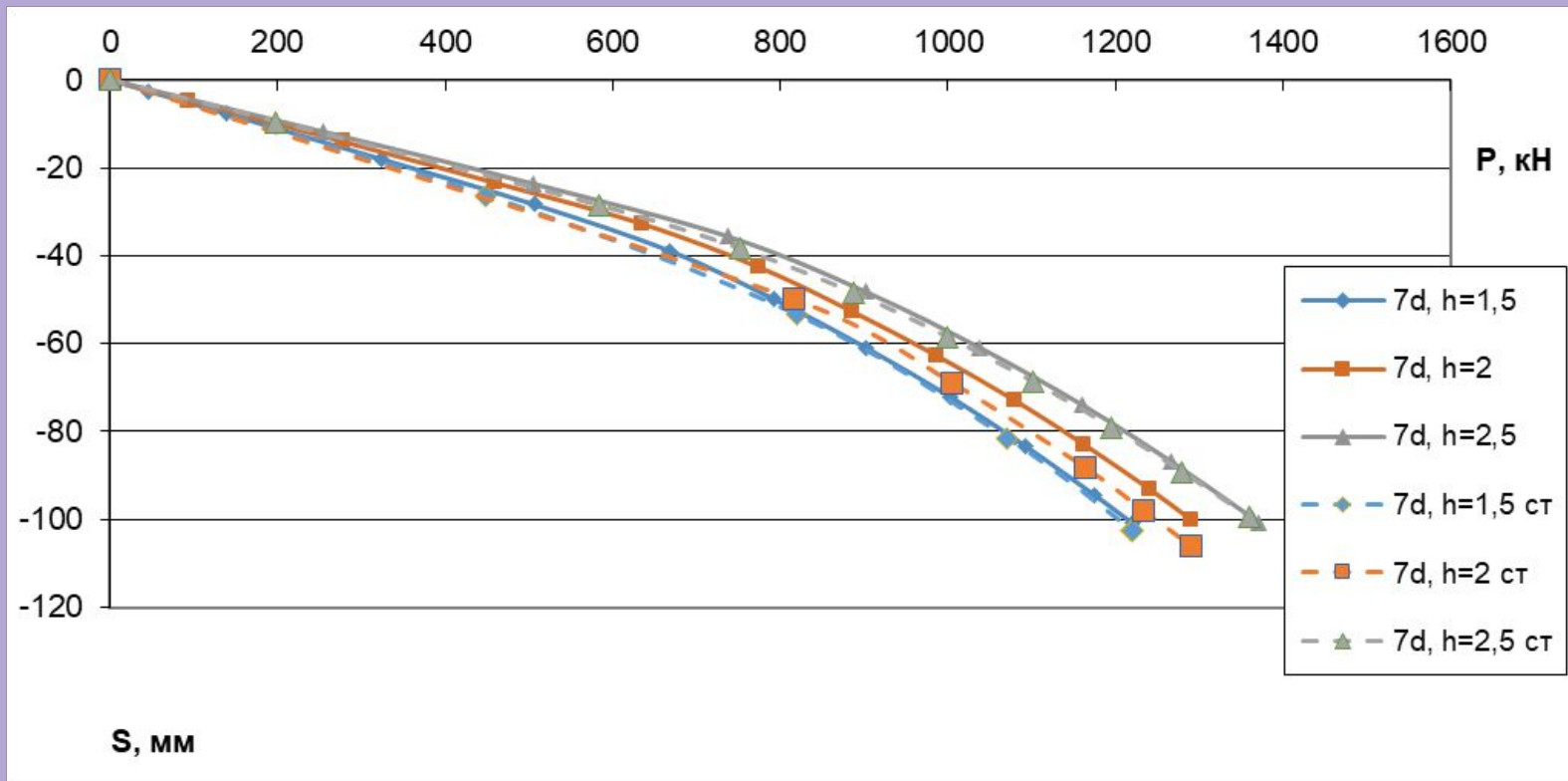
Мозаїки головних вертикальних напружень для двощільних фундаментів  
(відстань між щілинами  $3d$ ): а)  $h=1,5$  м; б)  $h =2$  м; в)  $h =2,5$  м



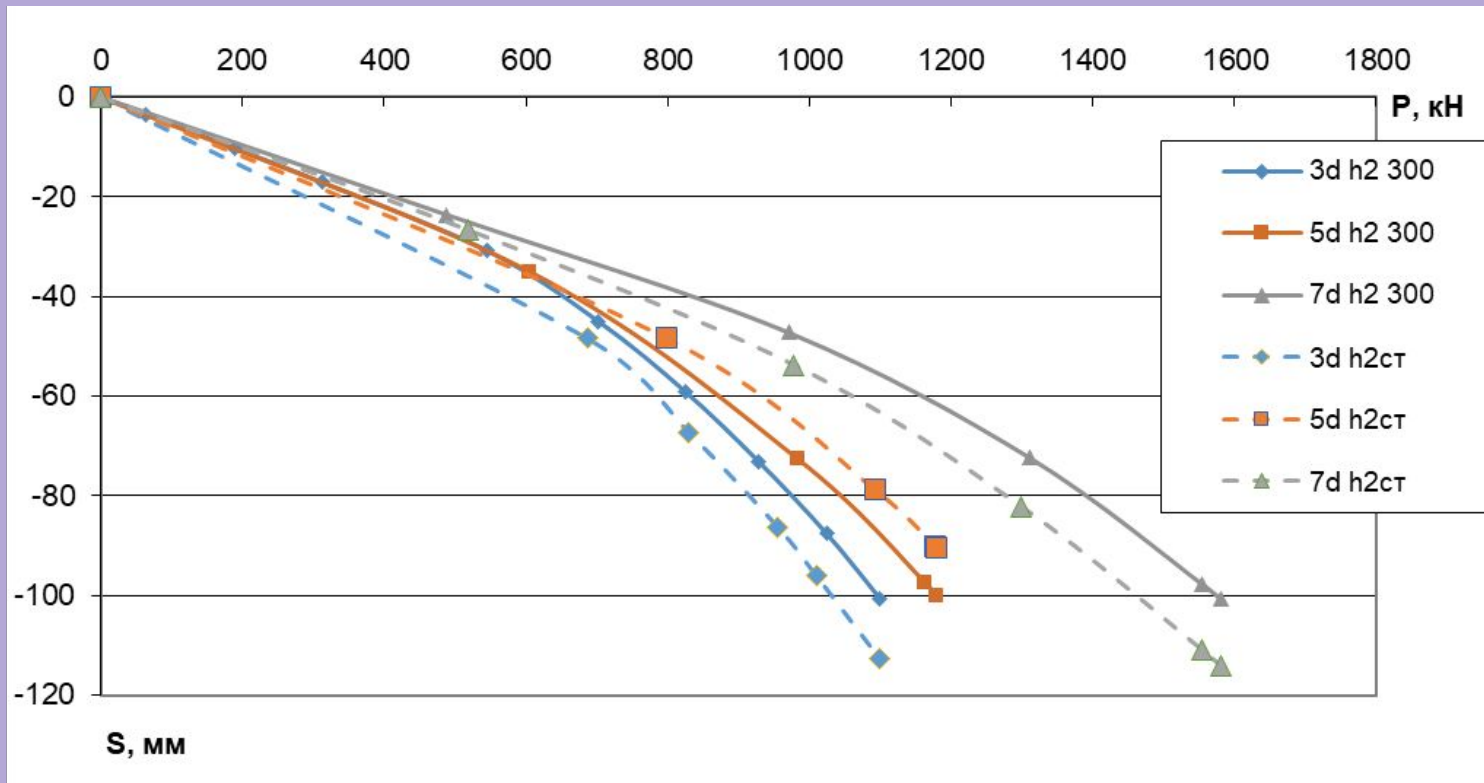
Графіки залежності осідання – навантаження для щілинного фундаменту з шириною ростверку 0,8 м при різній глибині щілин та стрічкового фундаменту шириною 0,8 м з різною глибиною закладання



Графіки залежності осідання – навантаження для щілинного фундаменту з шириною ростверку 1,2 м при різній глибині щілин та стрічкового фундаменту шириною 1,2 м з різною глибиною закладання



Графіки залежності осідання – навантаження для щілинного фундаменту з шириною ростверку 1,8 м при різній глибині щілин та стрічкового фундаменту шириною 1,8 м з різною глибиною закладання



Графіки залежності осідання – навантаження для щілинного фундаменту з шириною ростверку 1,2 м, 1,8 м та 2,4 м та стрічкового фундаменту шириною 1,2 м, 1,8 м та 2,4 м з глибиною закладання 2,0 м



## Висновки по науковим розділам

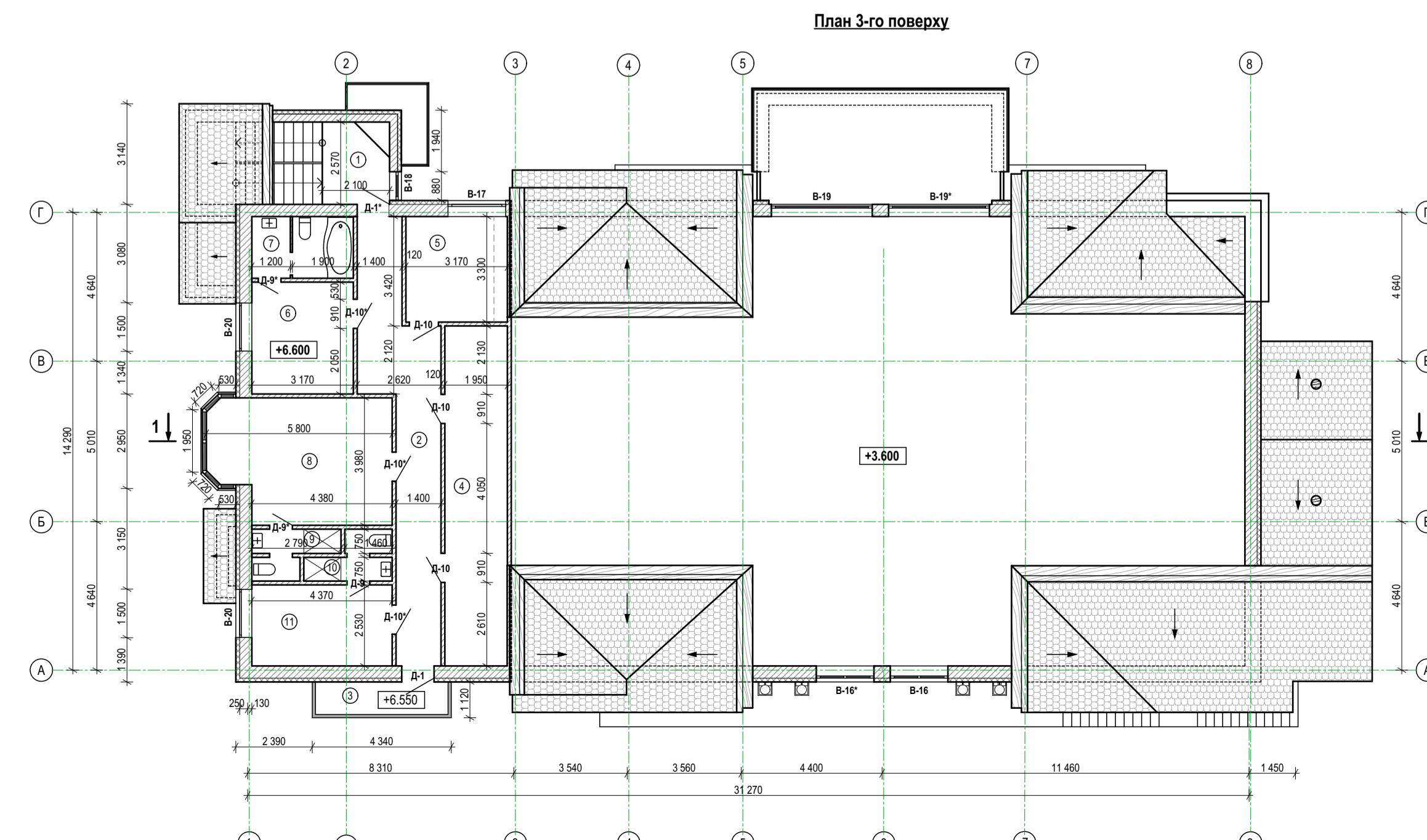
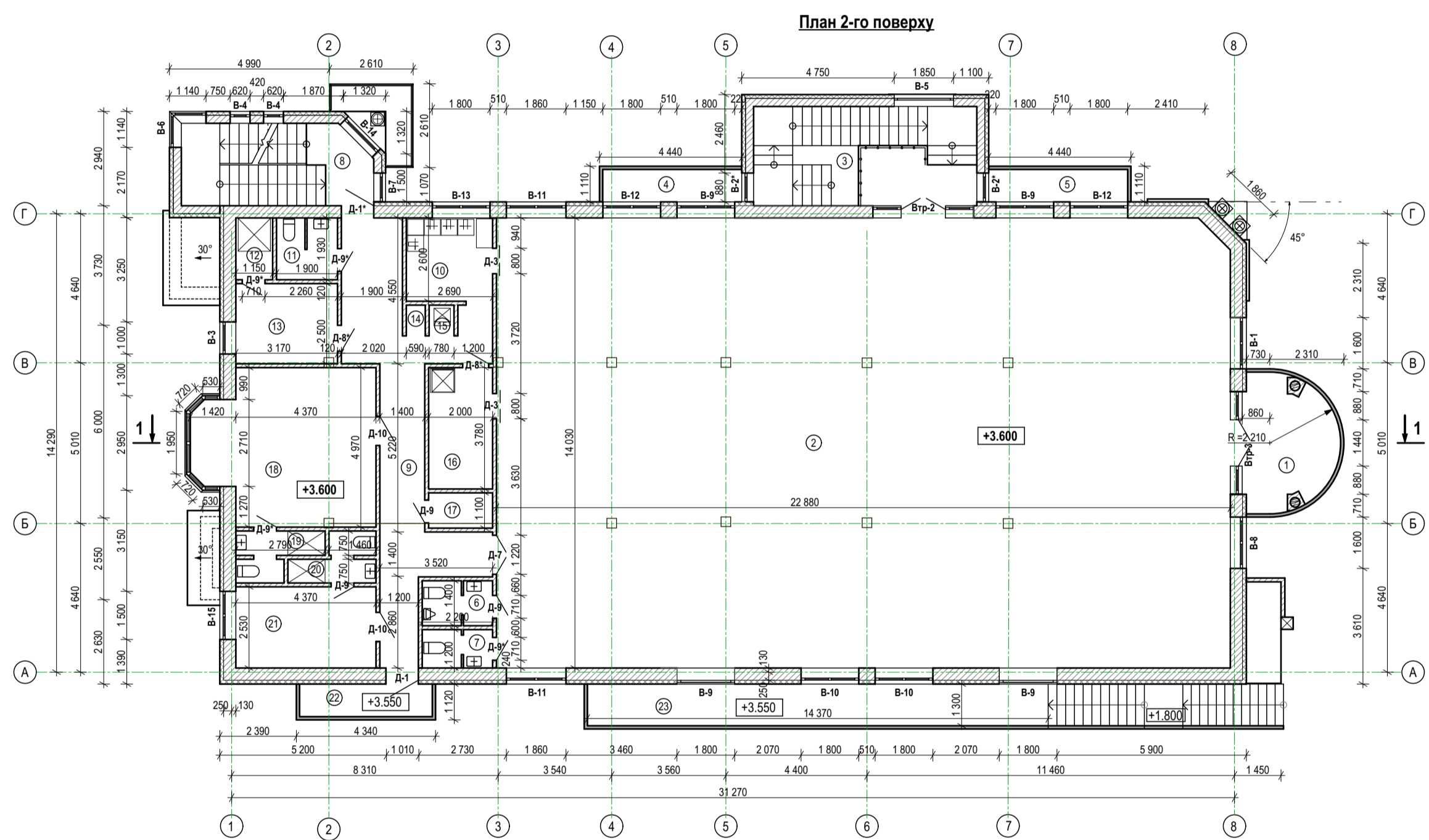
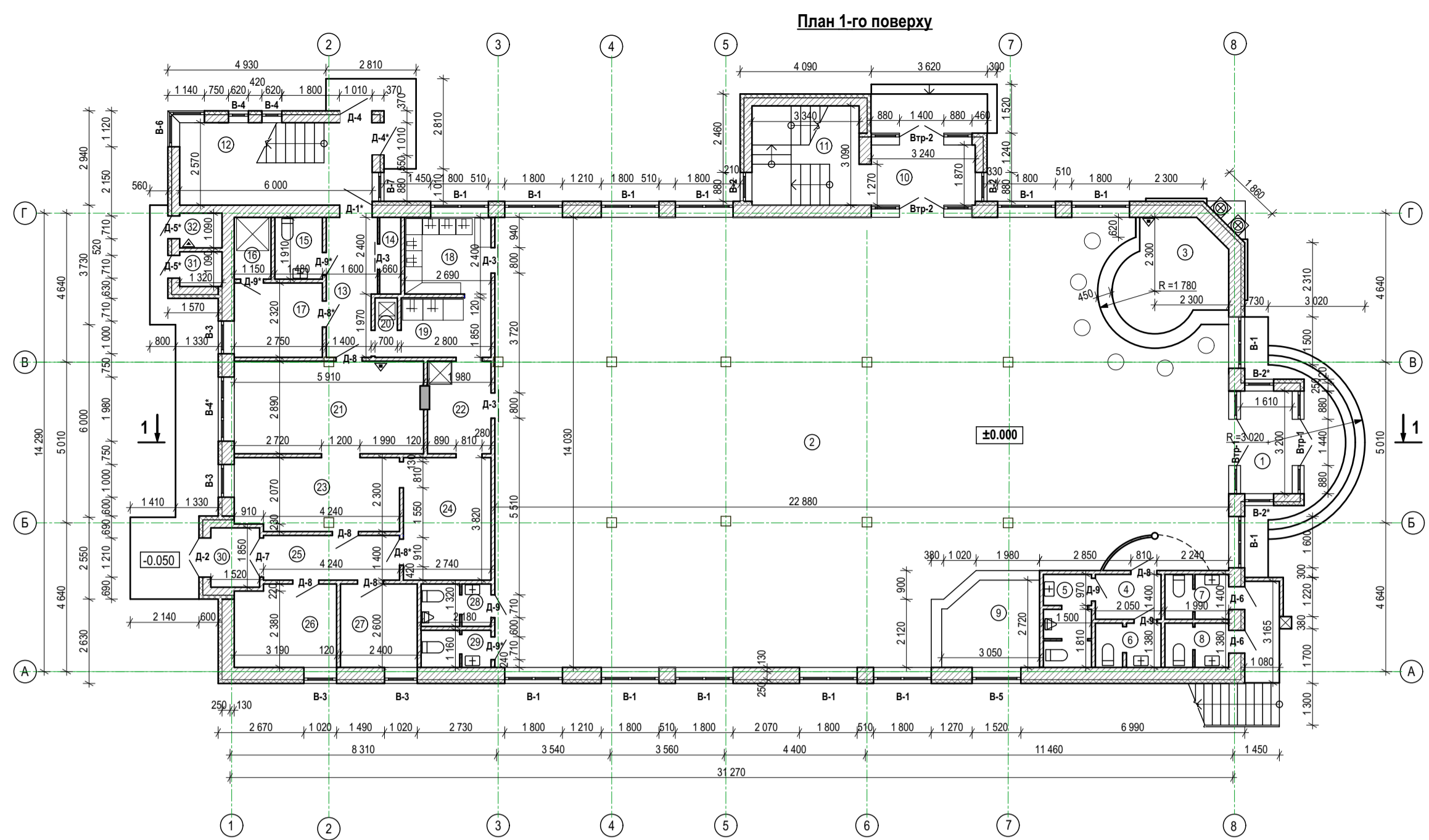
1. Виконаний аналіз відомостей, наявних в літературних джерелах з приводу досліджень роботи малозаглиблених щілинних фундаментів, дозволяє зробити наступні висновки:

- 1) даний вид фундаментів у багатьох випадках будівельної практики може бути досить ефективним;
- 2) при влаштуванні таких фундаментів значно скорочуються або повністю виключаються земляні роботи з частини котловану і опалубні роботи;
- 3) можна припустити, що малозаглиблені щілинні фундаменти в більшості випадків, особливо при вертикальних навантаженнях, не вимагають армування;
- 4) до теперішнього часу відсутні в достатній мірі розроблені методики розрахунку як несучої здатності, так і деформацій малозаглиблених щілинних фундаментів.

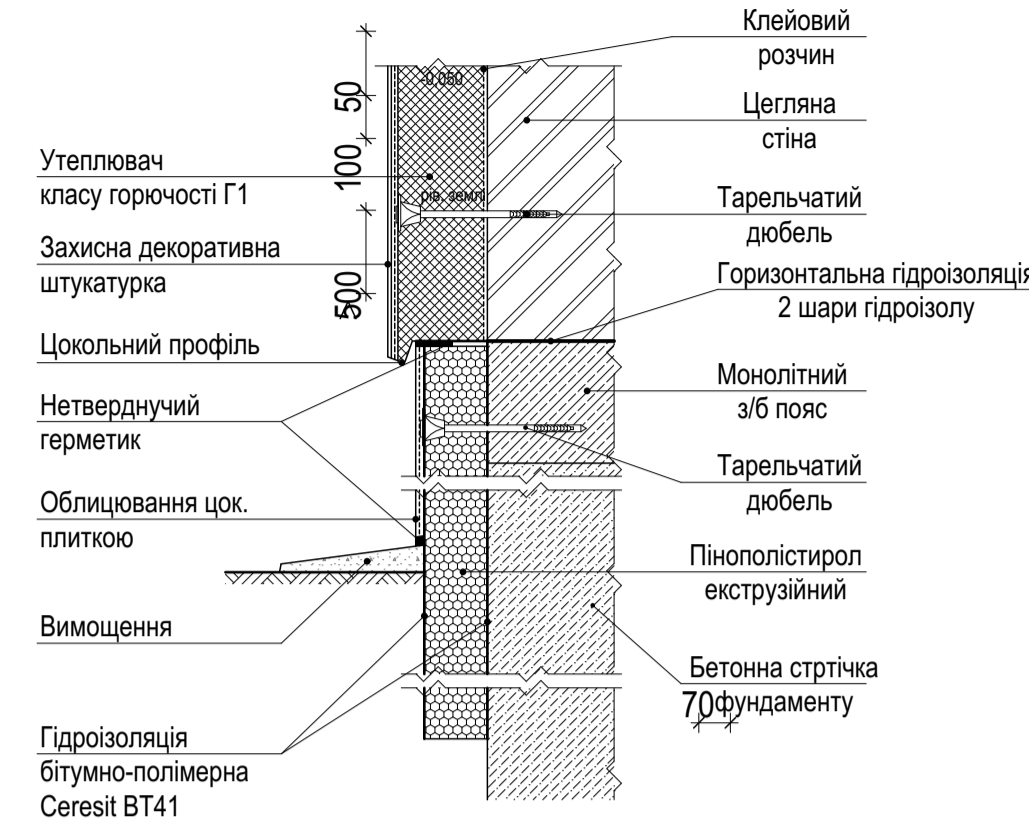
2. Чисельне моделювання в програмному комплексі Plaxis 3D Foundation дало підставу на наступні висновки:

-малозаглиблений двощілинний фундамент під дією вертикального навантаження працює краще ніж аналогічний за розмірами стрічковий фундамент мілкового закладання, навіть при виключенні з роботи ростверку щілинного фундаменту (під подошвою рослинний шар). Ця залежність спостерігається при різній відстані між щілинами і при різній їх довжині;

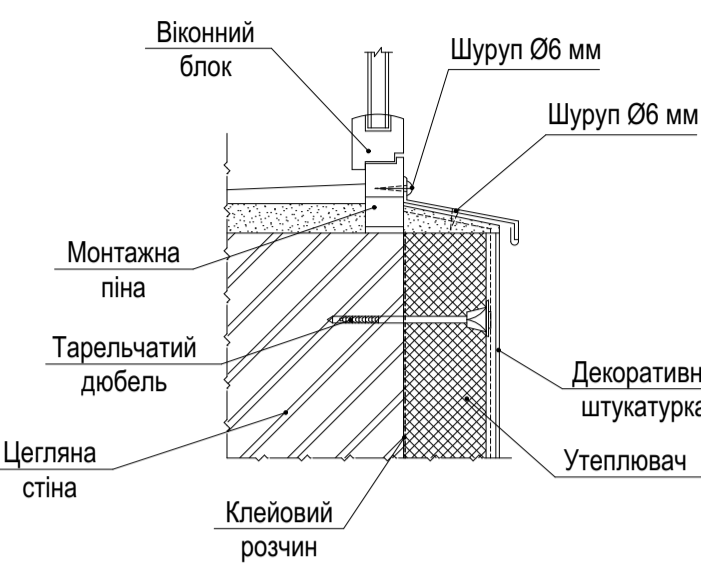
- при збільшенні довжини щілин і відстані між ними несуча здатність фундаменту в цілому збільшується.



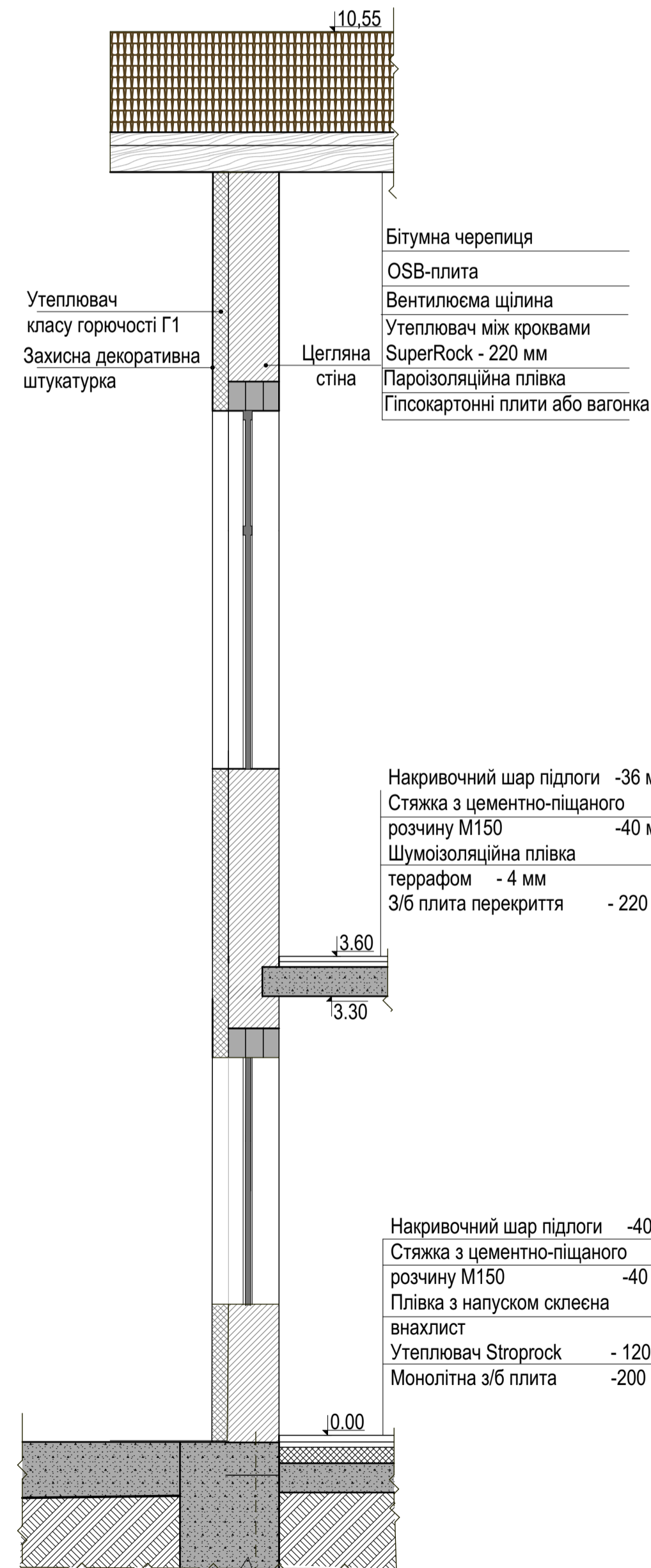
Деталь обладнання теплоізоляції цоколя



Деталь обладнання теплоізоляції на підвіконних укосах



Розріз по стіні



Експлікація приміщень 1-го поверху

№ прим.	Найменування	Площа м <sup>2</sup>	Приміт.
1	Тамбур	5,12	
2	Зал ресторану	280,09	
3	Бар	13,25	
4	Тамбур	2,87	
5	Санвузол	4,35	
6	Санвузол	2,83	
7	Санвузол	2,79	
8	Санвузол	2,75	
9	Гардероб	7,69	
10	Тамбур	6,10	
11	Сходова клітина	10,35	
12	Сходова клітина	15,42	
13	Коридор	6,59	
14	Кладова приб. інвентарю	1,58	
15	Санвузол	2,85	
16	Душ	2,21	
17	Гардероб	6,37	
18	Мийна столового посуду	6,44	
19	Мийна кухонного посуду	5,19	
20	Тимч. зберігання харч. відходів	0,70	
21	Гарячий цех	17,05	
22	Сервірувальна-роздаточна	5,74	
23	М'ясо-рибний цех	11,67	
24	Холодний цех	10,43	
25	Коридор	5,91	
26	Комора для продуктів	8,10	
27	Зберігання та обробка овочів	6,23	
28	Санвузол	2,88	
29	Санвузол	2,53	
30	Тамбур	2,82	
31	Водомірний вузол	1,43	
32	Електроштова	1,43	

Експлікація приміщень 2-го поверху

№ прим.	Найменування	Площа м <sup>2</sup>	Приміт.
1	Балкон	10,19	Коеф. 0,3
2	Зал ресторану	320,56	
3	Сходова клітина	21,54	
4	Балкон	4,39	Коеф. 0,3
5	Балкон	4,39	Коеф. 0,3
6	Санвузол	3,06	
7	Санвузол	2,61	
8	Сходова клітина	14,81	
9	Коридор	25,09	
10	Мийна столового посуду	6,98	
11	Санвузол	3,67	
12	Душ	2,21	
13	Приміщення персоналу "Ч"	6,59	
14	Кладова приб. інвентарю	0,57	
15	Тимч. зберігання харч. відходів	0,74	
16	Сервірувальна-роздаточна	7,49	
17	Зберігання столової білизни	2,18	
18	Приміщення офіціантів	25,39	
19	Санвузол	3,41	
20	Санвузол	3,33	
21	Приміщення персоналу "Ж"	11,06	
22	Балкон	4,21	Коеф. 0,3
23	Балкон	18,65	Коеф. 0,3

08-08.МКР.014

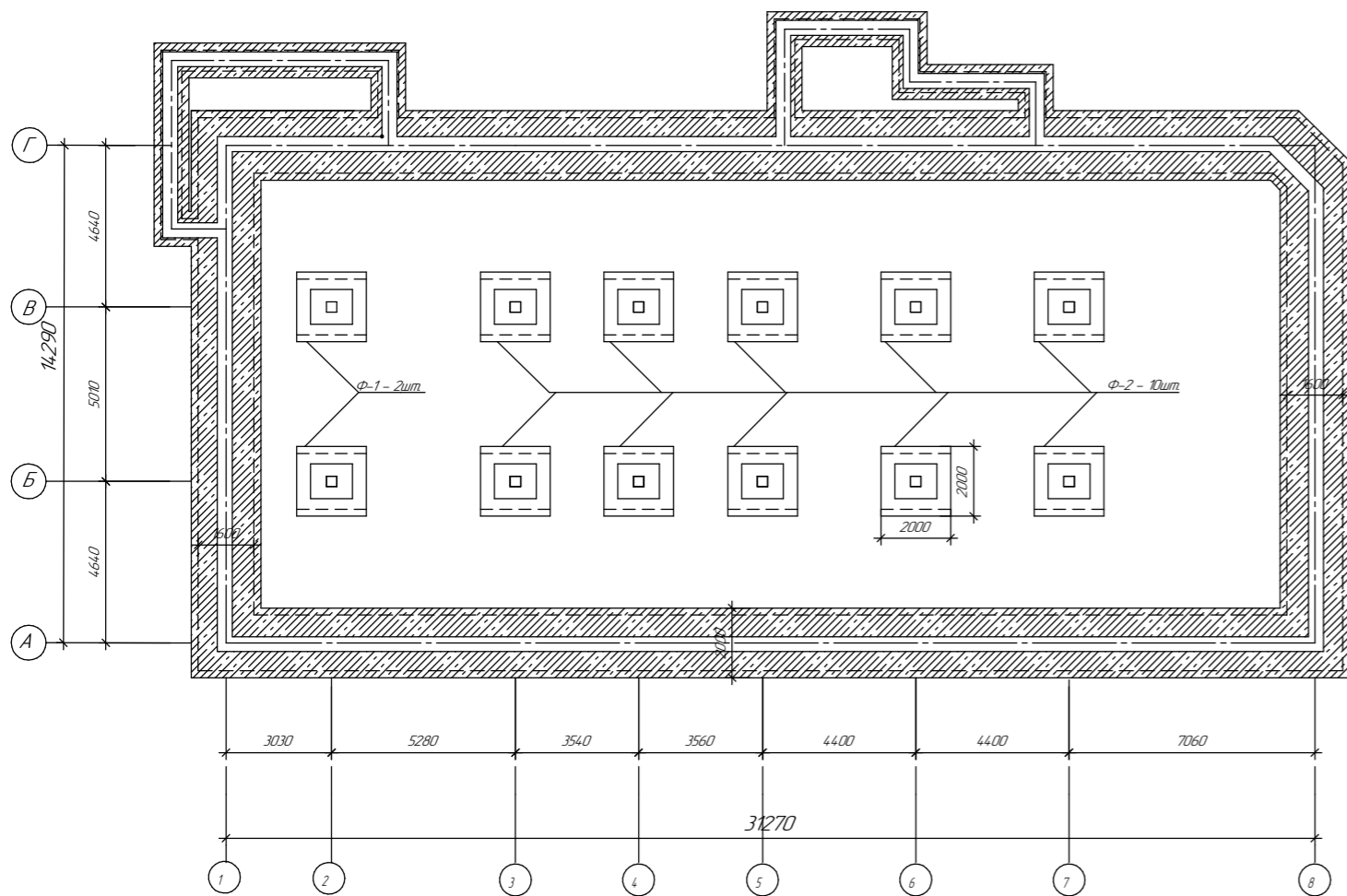
Кафе в с. Якушинці, Вінницький р-н

Зм	Кільк	Арк	№ док	Підпис	Дата	Ефективні конструктивні рішення двоцилинних фундаментів мілкого закладання	Стад	Арк	Аркушів
Розробив							План 1-го, 2-го, 3-го поверхів, експлікація приміщень 1-го ф 2-го поверхів, вузли, розріз по стіні	П	11
Перевірив									
Керівник									
Норм. Контроль									
Опонент									
Затвердив									

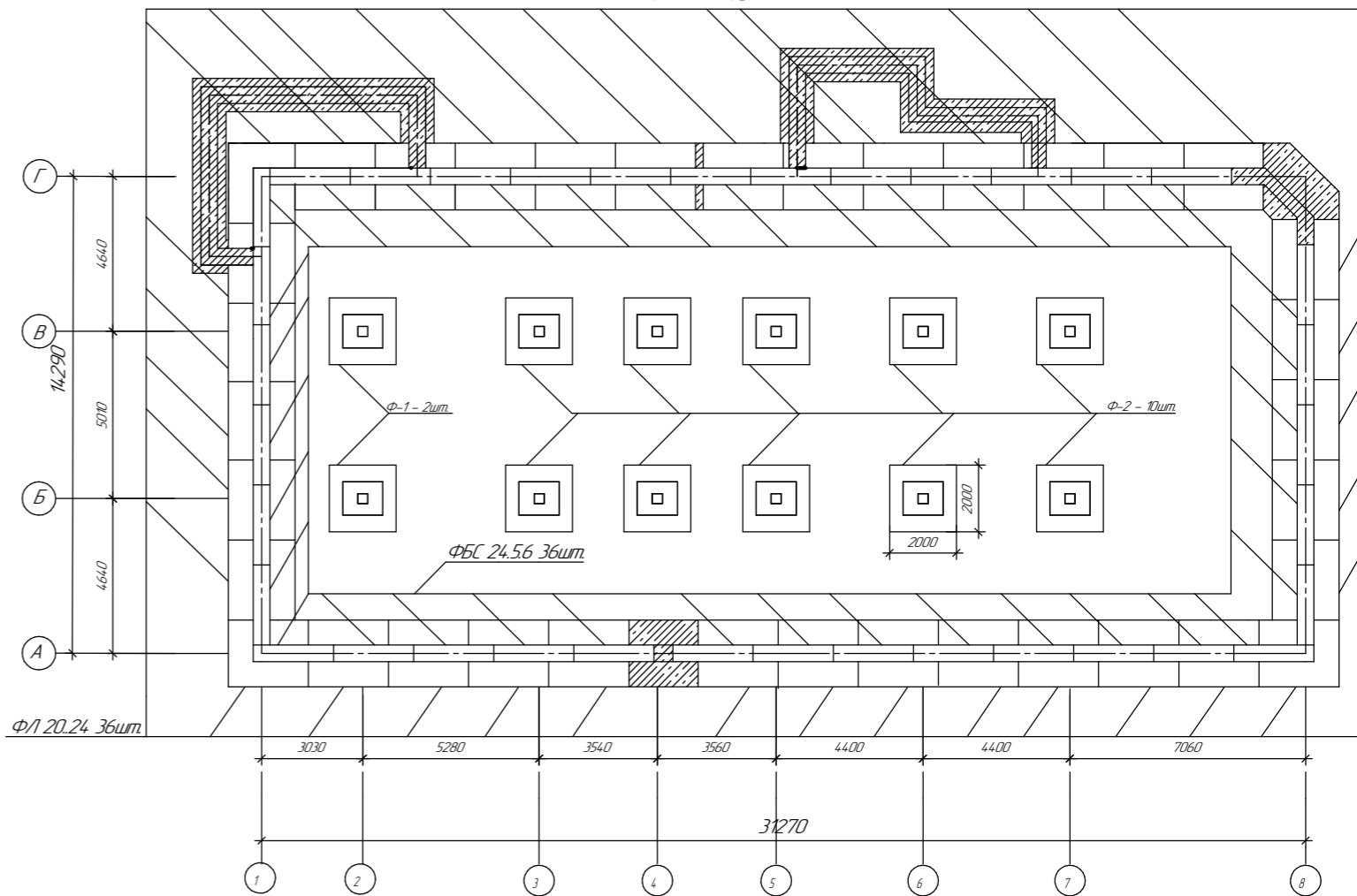
ВНТУ, гр. Б21М



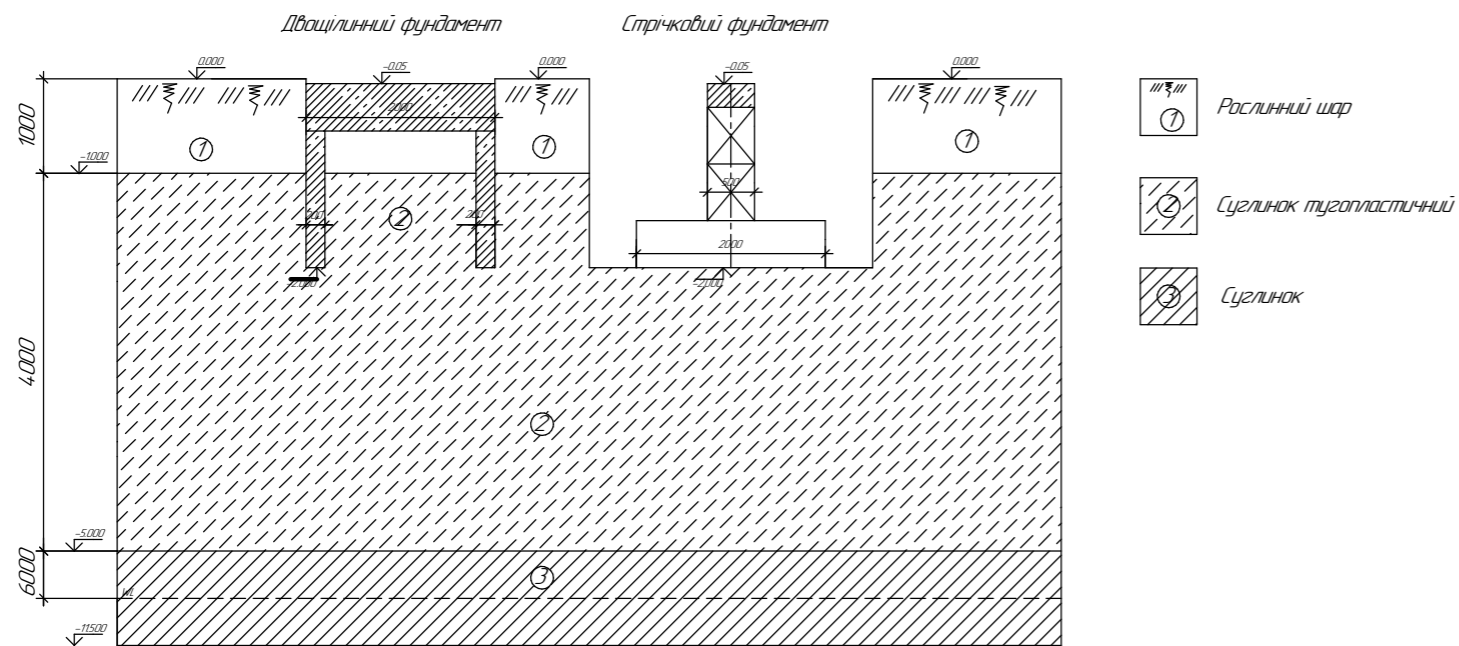
План двоцилинних фундаментів



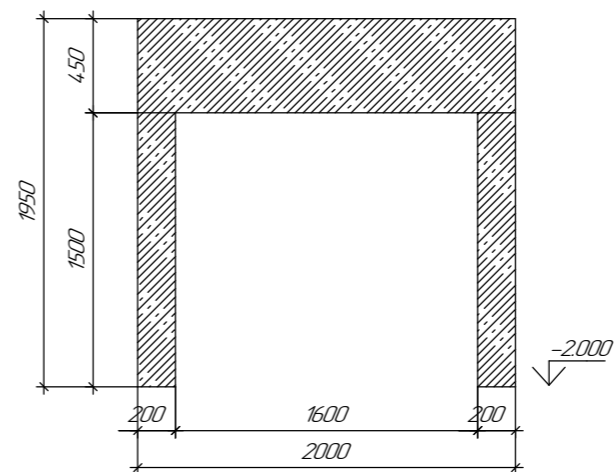
План стрічкових фундаментів



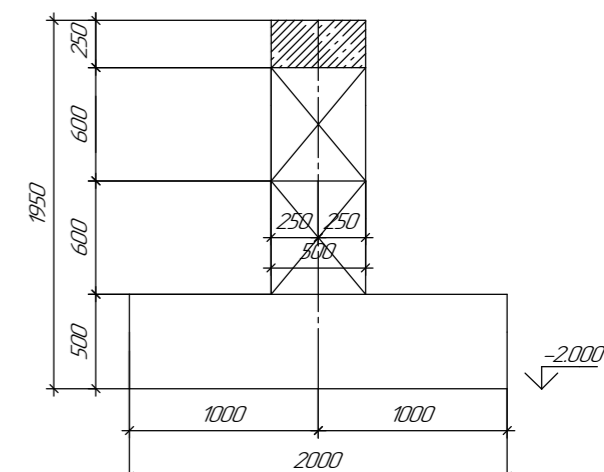
Геологічний розріз з варіантами фундаментів



Двоцилинний фундамент



Стрічковий фундамент



Складові  
Варіанти №  
Підп. і дата

						08-08.МКР.04 - КБ			
						Кафе в с. Яцишині, Вінницький район			
Ім'я	Кваліф.	Лист	Різок	Підп.	Дата	Ефективні конструктивні рішення двоцилинних фундаментів мілкового закладання	Стандія	Лист	Листов
Розробив	Сарока МВ						П	13	
Перевірив	Ізюковий МВ								
Керівник	Ізюковий МВ								
Ім'я контролю	Мисюська ІВ					План двоцилинних фундаментів, План фундаментів мілкового закладання, Геологічний розріз з варіантами фундаментів	ВНТУ, гр Б-21М		
Опонував	Слободян НМ								
Затвердив	Швець ВВ								

## Порівняння результатів економічної частини

В кошторисних документах визначена кошторисна вартість виконання робіт, з урахуванням заробітної плати, вартості матеріалів, вартості експлуатації машин та трудовитрат. Усі загальні витрати зведені в порівняльну таблицю, в якій пороховані приведені витрати.

Порівнюючи кожний варіант із таблиць 6.3 ми бачимо, що найбільш економічним є варіант ущільнених фундаментів. Кошторисна вартість на влаштування становить – 50,582 тис. грн., кошторисна трудомісткість – 0,113 тис. люд-год., приведені витрати - 1,604 тис. грн.

№	Тип фундаменту	Кошторисна вартість		Кошторисна трудомісткість	
		тис. грн.	%	люд-год	%
1	двощілинний	1,135	100	0,064	100
2	стрічковий	1,604	141,31	0,113	176,56

# Загальні висновки

Виконаний аналіз відомостей, наявних в літературних джерелах з приводу досліджень роботи малозаглиблених щілинних фундаментів

Була складена програма чисельного моделювання роботи двощілинних та стрічкових фундаментів мілкового закладання, на основі якого буде проводитись оцінка несучої здатності фундаментів.

Чисельне моделювання в програмному комплексі Plaxis 3D Foundation дало підставу на наступні висновки:

-малозаглиблений двощілинний фундамент під дією вертикального навантаження працює краще ніж аналогічний за розмірами стрічковий фундамент мілкового закладання, навіть при виключенні з роботи ростверку щілинного фундаменту (під подошвою рослинний шар).

Проаналізував всі значення оптимальних умов праці, відповідно до вимог ДБН В.1.1-12:2014

Провів перевірку сейсмічних впливів при аварійному сполученні навантажень, несуча здатність двощілинного фундаменту мілкового закладання забезпечується.

Виконано техніко-економічне порівняння різних варіантів фундаментів. Для двох варіантів розроблений локальний кошторис за допомогою програмного комплексу АВК. В кошторисних документах визначена кошторисна вартість виконання робіт, з урахуванням заробітної плати, вартості матеріалів, вартості експлуатації машин та трудовитрат. Усі загальні витрати зведені в порівняльну таблицю, в якій ми бачимо, що найбільш економічним є варіант двощілинних фундаментів.

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

студента Сороки Максима Васильовича  
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: Ефективні конструктивні рішення двощілинних  
фундаментів мілкового закладання

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

При виконанні МКР було виконано числове моделювання методом скінчених елементів в програмному комплексі «Plaxis 3D foundation», результати якого підтвердили доцільність даного дослідження і встановити доцільність використання двощілинних фундаментів мілкового закладання у порівнянні з традиційними рішеннями. Врахування результатів дослідження при проектуванні фундаменту дозволило отримати економічний ефект.

Результати досліджень були апробовані на міжнародній науково-технічній конференції «Інноваційні технології в будівництві», ВНТУ (листопад, 2022 р.)

До недоліків слід віднести, недостатню кількість посилань на закордонні публікації у переліку літературних джерел, незначні граматичні помилки у тексті пояснювальної записки та неточності на кресленнях графічної частини. За виконану роботу студент заслуговує на оцінку «Д» (65 б.) та присвоєння кваліфікації магістра з будівництва.

**Опонент**

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



Н.М. Слободян  
(ініціали, прізвище)

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

студента \_\_\_\_\_ Сороки Максима Васильовича \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: \_\_\_\_\_ Ефективні конструктивні рішення двощілинних \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ фундаментів мілкового закладання \_\_\_\_\_

Дослідження роботи безтраншейних фундаментів, зокрема двощілинних фундаментів мілкового закладання, є актуальною задачею.

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

У магістерській кваліфікаційній роботі досліджено напружено-деформований стан систем «двощілинний фундамент мілкового закладання – ґрунтова основа» та «стрічковий фундамент мілкового закладання – ґрунтова основа» з різними геометричними параметрами у різних ґрунтових умовах.

За результатами наукового розділу запропоновано рішення щодо проектування двощілинних фундаментів мілкового закладання для технічного об'єкту. У розділі «Економічна частина» за кошторисними розрахунками встановлено позитивний економічний ефект від застосування результатів досліджень наукової частини.

Основний зміст МКР висвітлений у тезах, що опубліковані у матеріалах міжнародної науково-технічної конференції «Інноваційні технології в будівництві».

У тексті пояснювальної записки присутні незначні граматичні помилки, виконаний значний обсяг чисельного моделювання, але варто аналіз результатів зроблено поверхнево. В цілому магістерська кваліфікаційна робота виконана на задовільному рівні, при відповідному захисті заслуговує на оцінку «Д» (70 б).

**Керівник магістерської  
кваліфікаційної роботи**

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

\_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ М. Ф. Друкований \_\_\_\_\_  
(ініціали, прізвище)