

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій  
(назва факультету)

Кафедра будівельної механіки  
(повна назва кафедри)

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

**Магістра**

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему : Проект цеху з виготовлення рослинної олії в м.Світловодську

Виконав: студент (ка)            2 курсу, групи МБд-2  
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія  
(шифр і назва спеціальності)

Студент	_____	<u>Кісіль В.А.</u>
	підпис	(прізвище та ініціали)
Керівник	_____	<u>к.т.н., доцент Каспрук В.Б</u>
	підпис	(наук ступінь, вч. звання, прізвище та ініція)
Зав. кафедри	_____	<u>д.т.н., доцент Ясній В.П.</u>
	підпис	(наук ступінь, вч. звання, прізвище та ініція)
Нормоконтроль	_____	<u>к.т.н., доцент Сорочак А.П.</u>
	підпис	
Рецензент	_____	<u>Бобик М.П</u>
	підпис	

м. Тернопіль – 2022

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет центр перепідготовки та післядипломної освіти  
(повна назва факультету)

Кафедра Будівельної механіки  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ясній В.П.  
(прізвище та ініціали)  
« » 20\_\_ р.

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Магістр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Кісілю Вадиму Анатолійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект цеху з виготовлення рослинної олії в м. Світловодську

Керівник роботи Каспрук Володимир Богданович, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «14» листопада 2022 року № 4/7-907

2. Термін подання студентом завершеної роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Архітектурний розділ. 2. Розрахунково-конструктивний розділ. 3. Науково-дослідна частина. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)  
8-11 листа формату А1



## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 Архітектурно-будівельний.....	7
1.1 Загальна характеристика ділянки.....	7
1.1.1 Географічне положення ділянки.....	7
1.1.1 Кліматичні умови .....	7
1.1.3 Транспортні зв'язки.....	9
1.1.4 Інженерно-геологічні та гідрологічні умови ділянки.....	10
1.2 Генеральний план.....	10
1.2.1 Обґрунтування прийнятого рішення.....	10
1.2.2 Розбивочний план вертикальне планування.....	12
1.2.3 Техніко економічні показники.....	13
1.3 Теплотехнічний розрахунок стін.....	13
1.3.1 Матеріали для зведення корпусу цеху .....	15
1.4 Санітарно-технічне обладнання .....	16
1.5 Внутрішній водопровід і каналізація .....	17
1.6 Опалювання і вентиляція.....	18
1.6.1 Опалювання .....	18
1.6.2 Вентиляція .....	19
1.7 Електропостачання і електроустаткування.....	19
1.7.1 Електроосвітлення.....	19
1.7.2 Зовнішнє електроосвітлення.....	20
РОЗДІЛ 2 Розрахунково-конструктивний .....	21
2.1 Інженерно-геологічні умови будівельного майданчика.....	21
2.2 Навантаження на фундаменти .....	27
2.3 Визначення розрахункової глибини промерзання ґрунту .....	29
2.4 Знаходження розмірів подошви стовпчатого фундаменту .....	29
2.4.1 Встановлення розмірів подошви стовпчатого фундаменту під колону К3 (по осі 2,Г) .....	29
2.4.2 Визначення розмірів подошви фундаменту під колону К1 та К2 .....	30

2.5. Розрахунок та конструювання фундаменту під колону середнього ряду	34
2.5.1 Матеріали для проектування .....	34
2.5.2. Розрахунок вертикальних стержнів підколінника .....	36
2.5.3 Розрахунок стержнів підосви фундаменту .....	38
РОЗДІЛ 3 Науково – дослідна частина .....	41
3.1. Причини виникнення корозії та руйнування бетону .....	41
3.2. Особливість бетону при прогнозуванні корозійного стану залізобетонних конструкцій.....	44
3.3 Методика визначення водопроникності бетонного шару .....	50
3.4 Висновки дослідження .....	51
РОЗДІЛ 4 Технологія та організація виробництва будівельних робіт .....	53
4.1.Характеристика методів виконання робіт.....	53
4.2.Вибір монтажного крану для встановлення конструкцій .....	54
4.3.Визначення трудомісткості та періоду будівництва .....	55
4.3.1 Визначення обсягів загально-будівельних робіт .....	55
4.3.2 Визначення трудомісткості робіт .....	57
РОЗДІЛ 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях .....	58
Висновки.....	60
Бібліографія .....	61

## ВСТУП

Розроблено проект цеху з виготовлення рослинної олії з дотриманням всіх норм та правил проектування промислових будівель. Для нього притаманне сучасне архітектурно конструкторське рішення, що підвищує комфортність працюючих, можливість комфортного розташування технологічної лінії розливу, можливість підїзду транспортних засобів.

**Актуальність теми:** Міжнародна торгівля є важливим чинником у економіки країни. Стійкі зовнішбоекномічні звязки дозволяють отримувати стабільний ріст валового доходу країни. А наша країна є не останньою у світовій торгівлі рослинною олією.

**Мета роботи:** Розробка проекту цеху з виготовлення рослинної олії, з дослідженням водопроникності бетону та захисту його від корозії.

**Об'єкт досліджень:** залізобетонні конструкції та вплив на них агресивних середовищ.

**Предмет дослідження:** зміни властивостей бетонних конструкцій при дії на них руйнуючих факторів з дослідженням водопроникності будівельного матеріалу.

**Доцільність проведення досліджень:** обумовлене тим що отримані результати дають можливість глибше зрозуміти процеси руйнування бетонного шару з корозією армуючого шару конструкцій.

### **Завдання роботи:**

- встановити основні чинники корозії бетону у виробничому цеху;
- провести розрахунок основних несучих конструкцій виробничого цеху;
- виконати статичний розрахунок основних несучих конструкцій каркасу цеху з виготовлення рослинної олії.
- розробити заходи по охороні праці та цивільному захисту в надзвичайних ситуаціях для працівників підприємства.

**Галузь застосування:** результати роботи дозволять досконаліше вивчити процеси захисту бетонних конструкцій від впливу на них агресивних середовищ.

**Наукова новизна отриманих результатів:** полягає в тому що отримано шляхи покращення захисту поверхні бетонних конструкцій від впливу агресивних середовищ.

**Практичне значення отриманих результатів:** Отримані в ході роботи результати можуть бути використані для захисту нових залізобетонних конструкцій від утворення тріщин в бетоні та його інтенсивної руйнації.

**Апробація результатів магістерської роботи** виконана на міжнародній науково-технічній конференції присвяченій 70-річчю від дня народження член-кореспондента НАН України, проф. Яснія П.В. «Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій» (Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, 10-11 листопада 2022 року.)

**Публікація результатів магістерської роботи** здійснена у збірнику тез вищезазначеної конференції.

Робота виконана згідно з тематикою науково-дослідних робіт кафедри будівельної механіки ТНТУ та державними програмами надійності та довговічності будівельних виробів, матеріалів та конструкцій.

**Ключові слова:** корозія цементного каменю, гідроізоляційні матеріали, деструктивні фактори.

## **РОЗДІЛ 1**

### **Архітектурно-будівельний**

#### **1.1 Загальна характеристика ділянки**

##### **1.1.1 Географічне положення ділянки**

Майданчик для зведення цеху розташована у місті Світловодськ. Дане місто входить у Олександрійський район і відноситься до одних з найбільших районів Кіровоградської області. Даний населений пункт знаходиться на східній частині правобережного Дніпровського плоскогір'я. За своїм розташуванням знаходиться на півдні області. Розташовується підприємство в центральній частині міста.

Розташування ділянки під забудову знаходиться на схилі Придніпровської височини на березі річки Дніпро. Оцінюючи майбутню ділянку з поряд розташованої височини можна сказати що територія має похилий, злегка хвилястий вигляд. Будівля розміщена як і вся Кіровоградська область в межах Українського щита вона являється частиною давньо Східно-Європейської платформи а її вік приблизно становить понад 500 мільйонів років, і ця ділянка належить до найдавніших ділянок суходолу.

##### **1.1.2 Кліматичні умови**

У відповідності до кліматичних зон розподілу територія України а також м. Світловодськ відноситься до першої зони, це ділянка не значного зволоження в певні періоди року. Кліматична характеристика наведена за даними метеостанції Світловодська. Клімат в даній місцевості помірно-континентальний, м'який, з помірним зволоженням і переважаючими західними і північно-західними вітрами, що надають до 540-580 мм опадів на рік. Дана місцевість перебуває під впливом повітряних мас, які надходять з Атлантики, або отвореними над континентальною територією Європи. Суттєві коливання температури атмосфери спостерігається взимку.



Кліматична характеристика району помірно – континентальний та характеризується наступними показниками:

- середньорічна температура повітря  $+7,2^{\circ}\text{C}$ ;
- мінімальна температура повітря  $-14^{\circ}\text{C}$ ;
- максимальна температура повітря  $+32^{\circ}\text{C}$ .

На протязі року тепліший місяць є липень з середньою температурою  $+19,4^{\circ}\text{C}$ , найхолодніший місяць – місяць січень з середньою температурою  $-7,4^{\circ}\text{C}$ .

- Термін періоду з середньодобовою температурою нижче  $0^{\circ}\text{C}$  становить 114 днів.
- Час коли середньодобова температура перейде: через  $0^{\circ}\text{C}$  – 12.03 і 26.11 восени, через  $7^{\circ}\text{C}$  – 4.04 навесні і 29.10 восени, через  $11^{\circ}\text{C}$  – 27.04 навесні і 31.09 восени.
- Середньорічна величина опадів 580 мм, з них в теплу пору року випаде 421 мм, а в холодну – 143 мм. Середній шар снігового покриву для максимальною висотою – 24 см. А глибина промерзання ґрунту за нормативом становить – 0,8 м.
- Дана місцевість населеного пункту перебуває під впливом повітряних масами які надходять з Атлантичного океану. Взимку це відчутне підвищення температури, що викликає відлигу, та велику хмарність, опади у вигляді дощу, мряки або мокрого снігу. А в теплу пору року – прохолоду, появу туману та дощові опади.
- В міжсезоння при переході на весну і на початку осені на даній території району поширюється континентальне арктичне повітря, в результаті чого відбувається суттєве похолодання. А в зимовий період на територію надходять повітряні маси зі сходу Євразійського континенту, які несуть прохолодні повітряні маси.
- Світловодськ належить до складу Центрального агрокліматичного району області, який зветься “холодним Придніпров’ям”. При цьому

не зважаючи на це, що в даній місцевості є довготривале і тепле літо, сніговий покрів тут зберігається найдовше, в порівнянні з Північним та Південним агрокліматичними районами, в даній місцевості є всі умови для прожиття та господарської діяльності людини. Також є достатня кількість світла, тепла і вологи, це все що є життєво необхідним з чинників.

- Враховуючи дані кліматичні умови, в яких знаходиться, м.Світловодськ і на його території зформований широкий у спектрі рослинності та тваринництва органічний світ. Ця територія має дуже широко представлена рослинністю луків та степу, яка росте в долинах рік, та водорозділів.
- Середня річна швидкість повітряних мас складає 3-4 м/с. Найбільша швидкість повітряних мас спостерігається взимку та на початку весни, найменше – влітку і на початку осені. На протязі доби найбільша швидкість вітру спостерігається в ранішні години, а найменша – в вечірні. В середньому, на протязі року спостерігається 22 дні з сильними вітрами (швидкість якого перевищує 16 м/с). Швидкість вітру, повторюваність якого перевищує 6%, складає 8-11 м/с.

### **1.1.3 Транспортні зв'язки**

Близьке розташування до Кременчука, центральне положення та березі повноводного Дніпра в межах області ефективно використовується для розвитку економічних відносин з Полтавською областю, при цьому як торгівлю так і транспортом.

Промисловий район Олександрії розташований на торгівельних шляхах, які забезпечують її зв'язок із Києвом, Одесою, Донбасом.

В м. Світловодськ є такі транспортні види як залізничне сполучення у місті є станція, та автомобільний шлях проходить через місто це важлива дорога “Черкаси - Кременчук” . Одним з недоліків міста є це відсутність

об'їзної дороги яка б могла розвантажити центр міста від автомобільних заторів для вантажного так і для легкового транспорту.

#### **1.1.4 Інженерно-геологічні та гідрологічні умови ділянки**

Дана ділянка розташована в центрі Українського кристалічного щита і на ній є великі родовища рідкісних металів. Проведені геологічні розробки ділянки та аналіз ґрунту вибуриною з шурфів показує що на території сховища є такі ґрунти :

- родючий шар – 0,6 м;
- супісок – 3,4 м;
- суглинок туго пластичний – 1,81 м;
- глина напівтверда 3,9 м.

У населеному пункті Світловодськ в багатьох місцях межиріччя майже плоскі, що ускладнює проходження та фільтрацію дощових вод, в ході цього виникає надмірне зволоження ґрунтів що приводить до оглеювання чорноземів. Дана місцевість має високий відсоток розорюваності земель, що призводить до інтенсивної ерозії земель. Внаслідок існуючого впливу на сільськогосподарські землі відбувається виніс гумусу з родючих шарів та ерозійні процеси. Найбільшого лиха ґрунтам завдає водни та вітрова ерозія, засолення та закислення ґрунтів, висушування та надмірна волога. В даній місцевості ґрунтові води залягають на глибині 8 м від поверхні.

### **1.2 Генеральний план**

#### **1.2.1 Обґрунтування прийнятого рішення**

Місце розташування визначалось за такими показниками щоб в майбутньому можливо було використати всі умови для нормального його використання і розвитку в обмежені терміни.

Основними критеріями для визначення розташування ділянки :

Враховуючи площу наявної ділянки для проведення будівництва та додаткових будівель;

- кліматичні умови, розташування на місцевості, характеристики ґрунтів, наявність водних потенціалів та нахилу місцевості, та проведення точних замірів;
- наявність полів на яких буде вирощуватись сільськогосподарська продукція з якої можна отримувати високі виходи олії для подальшої переробки ;
- наявність залізної колії та автомобільного шляху;
- величину засполучення трат при будівництві шляхів для отримання транспортного зв'язку під час будівництва та експлуатації даного об'єкта;
- присутність в даному регіоні трудових ресурсів та житла для проживання їх на доступній відстані;
- налагодження зв'язків зі збутом готової продукції;
- енергетичний потенціал регіону;
- підєднання даного виробництва до водоскидної мережі та подальшого очищення на очисних спорудах;
- створення взаємовідносин з аналогічними виробництвами в даній громаді.

Ділянку під забудову вибрано після проведення інженерних вишукувань а також при обстеженні необхідних умов для проведення спорудження даного підприємства та ознайомлення з даними, які розкривають всі чинники, що мають вирішальне значення як для спорудження підприємства, так і для його використання за призначенням.

В процесі визначення ділянки під будівництво ми враховували такі фактори:

- вибір ділянки з достатніми габаритами і розміщення на ній всіх необхідних споруд з можливістю подальшої модернізації підприємства;

- комфортність ландшафту і розмірів ділянки;
- зручність місця розташування ділянки та прилеглої до неї території, при цьому з оптимальними затратами на проведення земляних роботи з планування ділянки під споруди та дороги;
- хороші геологічні та гідрологічні умови, даної місцевості;
- можливість спорудження цеху без використання дорогих штучних основ і глибокої закладки фундаментів;

Можливість приєднання цеху з виготовлення рослинної олії до станції для отримання електроенергії. Неподалік даної ділянки проходить лінія електропередач районного значення, що дозволить дане виробництво під'єднати до електромережі.

Санітарно-гігієнічні норми хороші, відстань між дорогою та підприємством становить сімсот метрів що здовільняє вимоги по нерозповсюдженню вібрації яка може надходити на підприємство.

Територія площадки під забудову на границі території міста та земельних ділянок з зеленою зоною.

### **1.2.2 Розбивочний план вертикальне планування**

Площадка під забудову вирівнюється і проходитиме в нульових відмітках. Прицехова ділянка облаштовується відмосткою для відведення води від фундаменту цеху нахилом 20 % до сторони зеленої зони, на плані будівництва передбачаються автомобільні дороги шириною від 12 м до 18 м а також тимчасова стоянка для транспорту шириною 24 м та загальною довжиною 382 м. Повздовжній профіль автомобільної дороги та стоянки прокладений на місцевості а в місцях збирання води облаштовані лотки для збирання дощової води яка в подальшому очищається. Поперечний профіль розроблено так щоб дощові опади відводились з поверхні на площині з нахилом 20 % завдяки чому вони не збираються на їх середині і дозволяють проїзду частину та стоянки звільнити від надлишку вологи що насамперед

перешкоджає перезволоженню дорожньої поверхні та в подальшому його знищенню. Кількість зеленого насадження передбачено в плануванні та об'єднане з існуючим рельєфом. Найвища відмітка 126метри, найнижча 122 метри. Відмітка 0,000 цеху з виготовлення олії на плані становить 123,5 метри.

### 1.2.3 Техніко економічні показники

Вся територія виготовлення олії займає площу 126344,5 м<sup>2</sup>,  
Загальна сума асфальтобетонного покриття 31520 м<sup>2</sup>, площа зелених зон 67138 м<sup>2</sup>,

#### Експлікація будівель та споруд

Приміщення для зберігання зерна (зерно сховище)	9104 м <sup>2</sup>
Олійний цех	8239 м <sup>2</sup>
Водойми для оборотного водопостачання 3 шт.	7654 м <sup>2</sup>
Вагова	110 м <sup>2</sup>
Прохідна	45 м <sup>2</sup>
Відкрита стоянка автомобілів	7168 м <sup>2</sup>
Трансформаторна підстанція	100м <sup>2</sup>
Газо розподільний пункт	25 м <sup>2</sup>
Адміністративна будівля висотою 2 поверхи	800 м <sup>2</sup>
Насосна	39 м <sup>2</sup>

### 1.3 Теплотехнічний розрахунок стін

Технологічні рішення на будівництво промислової будівлі з адміністративним приміщенням за адресою м. Світловодськ вул. Заводська 12 виконані на підставі завдання на проектування і з дотриманням вимог державних будівельних норм і правил:

1. ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи»
2. ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції»

3. ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти споруд»

4. ДБН В.1.2-14-2009 «Загальні принципи забезпечення надійності то конструктивної безпеки бкдівель, споруд, будівельних конструкцій та основ»

Розрахуємо який необхідний повинен бути шар теплоізоляції щоб опір теплопередачі стін виробничих приміщень (камінь пісковик) відповідав санітарно-гігієнічним і комфортним умовам, для цього скористаємось формулою:

$$R_0^{mp} = \frac{n \cdot (t_e - t_n)}{\Delta t^n \cdot \alpha_e} = \frac{1 \cdot (16 + 15)}{4,43 \cdot 8,7} = 0,804$$

де  $n=1$  - коефіцієнт, який залежить від положення зовнішньої поверхні стін та їх конструкцій по відношенню до оточуючого повітря по таб $t_b = 16^\circ\text{C}$  - температура за розрахунком внутрішнього повітря, яка приймається згідно ДСТУ 12.1.005-19 і нормами проектування промислових будівель та споруд;

$t_n = -15^\circ\text{C}$  - зимова температура за розрахунком зовнішнього повітря, яка рівна середній температурі найбільш холодного тижня з забезпеченістю 0,92 за ДСТУ-Н Б В.1.1 -27:2010;

$\Delta t^n = 4,43$  - різниця температур за нормативом між температурою повітря в приміщенні та температурою внутрішньої поверхні огорожува конструкції, що приймається за табл. 2 \* СНіП II-3-79\*\* залежно від температури точки роси  $t_p = 11,57^\circ\text{C}$  (прийнятої за додатком 1 Посібника до СНіП II-3-79\*\*\*) і  $t_b = 16^\circ\text{C}$ ;

$\alpha_b = 8,7$  - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкцій, який приймається за табл. 4 СНіП II-3-79\*\*.

Опір теплопередачі  $R_o$ ,  $\text{m}^2 \times ^\circ\text{C} / \text{Вт}$ , захисної конструкції слід визначати з допомогою формули:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_b} + R_k + \frac{1}{\alpha_n}$$

де  $R_k$  - термічний опір огорожувальної конструкції,  $\text{m}^2 \times ^\circ\text{C} / \text{Вт}$ , знаходиться з формули

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n,$$

де  $R_1, R_2, \dots, R_n$  – сума термічних опорів різних шарів огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$ , які знаходяться за виразом:

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

де  $\delta$  - товщина шару, м;

$\lambda$  - коефіцієнт теплопровідності отримано розрахунковим шляхом,  $\text{Вт} / (\text{м } ^\circ\text{C})$ ,

$\alpha_n = 23 \text{ Вт} / (\text{м } ^\circ\text{C})$  - коефіцієнт тепловіддачі (для зимових умов) зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції.

$$R_0^{mp} = \frac{1}{\alpha_g} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_n}$$

Утеплююча захисна конструкція містить три шари:

- ізолюючий матеріал з штукатуркою нанесеною на сітку товщиною  $\delta_1 = 83 \text{ мм}$  і з коефіцієнтом теплопровідності  $= 69 \text{ Вт} / (\text{м } ^\circ\text{C})$
- Камінь пісчаний з коефіцієнтом теплопровідності  $\lambda_2 = 0,039 \text{ Вт} / \text{м } ^\circ\text{C}$ .
- Штукатурка товщиною  $\delta_1 = 21 \text{ мм}$  і з коефіцієнтом теплопровідності  $= 41 \text{ Вт} / (\text{м } ^\circ\text{C})$

$$\delta_{ym} = \left( R_0^{mp} - \frac{1}{\alpha_g} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \frac{1}{\alpha_n} \right) \cdot \lambda_{ym}$$

$$\delta_{ym} = \left( 0,804 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,0005}{58} - \frac{0,0005}{58} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,041 = 0,041 \text{ м} = 41 \text{ мм}$$

Для утеплення фасаду використаємо пресований пінопласт мінераловатний утеплювач товщиною 100 мм згідно до конструкції віконних проїомів і забезпечення жорсткості стін.

### 1.3.1 Матеріали для зведення корпусу цеху

Для закладки фундаменту прийнято залити залізобетон класу С12/15, при цьому фундаментна балка виготовлялась з залізобетону класу С25/30.



Виготовлення елемента конструкції проходить в процесі заливання форми колони з залізобетону марки С20/25. Для приміщення шар бетону на підлогу був виготовлений з матеріалу двох класів насичений наповнювачем це армованого класу С8/10 та верхній шар з класу С20/25 який в ході доводки шліфується. Пруток який використовується і закладений в ці конструкції був двох класів А 240С та А 400С (вибір його діаметра залежить від розрахованого несучого навантаження на одиницю елемента). Для даних конструкцій виливання, елементів бетон обирався саме через можливість його заливати в конструкції різних форм, він погано працює на стиск, а метал при умовах високого вологовмісту від конденсату скоріше буде покриватись оксидом заліза що говорить про корозію металу.

Ферми та зв'язуючі елементи виготовлятимуться з профільних труб 72x42. Ферми та зв'язки між ними та фахверки виготовлятимуться зі сталі С 245 та закріплюватися між собою зварним швом між собою за допомогою електродів марки Є-42М. Суттєвою перевагою цього матеріалу є його доступність а проєктанти розглядають його в легкості, та швидкому зведенні та економії коштів. Для запобіганні корозії поверхонь всі ці ферми зашиваються профільним настилем з застосуванням паро та гідроізоляції та фарбується емалевими барвниками.

#### **1.4 Санітарно-технічне обладнання**

Даний будівельний майданчик забезпечений потрібними інженерними комунікаціями, системамою опалення, вентиляції, водопостачання і каналізаційних труб, лінією електропостачання та мережами повітропостачання.

Забезпечення будівлі опаленням та гарячим водопостачанням буде проводитись від котельні. Електропостачання буде здійснене від трансформаторної підстанції. А надлишковий тиск який необхідний в процесі буде подаватись з компресорної яка є пересувною і працює на дизельному

генераторі.

### **1.5 Внутрішній водопровід і каналізація**

Для даної конструкції споруди передбачені наступні системи:

- господарсько-питного і протипожежного водогону;
- гарячого водопостачання;
- господарчо-побутової каналізації.

Споруда має декілька введень холодної води, приєднаних до різних зовнішніх ліній водогонів. На плані будівництва даного підприємства передбачено котельна станція. Для точного обліку водоспоживання в даному виробництві в будівлі передбачаються:

- водомірний вузол для водопостачання холодної води в будівлю;
- вузол обліку тепла.

Крім того, лічильники холодної і гарячої води встановлюються на кожній лінії розливу.

Період роботи станції подачі води запланований в автоматичному режимі і в залежності від величини напору води в системі водопостачання.

На території станції подачі води встановлюються дві групи помпових установок:

1 група – помпи протипожежного водопостачання 2 шт.;

2 група – помпи господарчо-побутового водопостачання 2-шт.

Станція подачі води належить до 1 категорії.

Водопровідна мережа яка використовується для подачі води на побутові потреби і погасіння пожежі також подається до санвузлів та пожежних гідрантів. Водогін гарячої води – прокладено для подачі напору до санітарних пристроїв і кранів для зрошення в сміттєвих камерах.

Система відводу побутових стоків призначена для збору та направлення забрудненої води в проміжний відстійник для часткового очищення розчину вода - олія та другий від санітарних приладів у вуличний каналізаційний

колектор.

## **1.6 Опалювання і вентиляція**

### **1.6.1 Опалювання**

Для створення комфортних умов праці на виробництві буде задіяно дві окремі схеми обігріву: принципова схема підтримання робочої температури в службових приміщеннях; схема підтримання робочої температури в приміщеннях громадського перебування.

При обігріві службових приміщень для кращої теплопередачі від гарячої води до повітряного середовища кімнат вибираємо середній потік теплової енергії від однієї секції 0,18 кВт. Для даного приміщення вибираємо таку схему яка буде проводити передачу певної кількості тепла в нижній частині приміщення з встановленою основною і зворотньою віткою теплоносія. Певні відрізки магістральної лінії нагріву спроектовані в різних приміщеннях за різними схемами. В приміщеннях де знаходяться працівники і різні служби підприємства система однотрубна і П подібна. Схема обігріву у кімнатах громадського призначення буде двотрубною а труби проходять з низу в верх.

В ході використання двох схем обігріву і їх ефективної роботи на лінії з однотрубної системи розміщується кран для подвійного регулювання, при цьому у двотрубній системі встановлюються крани кульові.

Виготовлення центральних систем опалення та систем внутрішньої розводки тепла по приміщеннях виконується з сталевих електрозварних трубопроводів та водогазопровідних труб.

Тепловимірювальні прилади повинні бути встановлені в кожній системі нагріву яка визначає весь об'єм теплового потоку і при розділенні в інші схеми та вузли обігріву враховуючи загальну витрату теплового потоку.

При необхідності регулювання кількості теплоносія у відкритій системі яке надходить в будівлі для нагріву теплоносія потрібно встановити термореле.

## **1.6.2 Вентиляція**

Заміна повітряного середовища у виробничих цехах встановлена в нормативних документах, при цьому заміна повітря в громадських приміщеннях впливає з умови необхідності забезпечити санітарні норми з надходження свіжого повітря в них.

Вибір системи вентиляції даного об'єкту припав на припливно – витяжну, природню.

Система повітрообміну цеху де розміщене обладнання проводиться завдяки вентиляційним каналам які закінчуються зонтами, які розміщені над обладнанням а також і в санвузлах, приплив свіжого повітря відбувається через дверні та віконні пройоми в конструкції будівлі. Вентиляційні канали прийняті прямокутної форми і розташовуються у внутрішніх капітальних стінах. У приміщеннях суспільного призначення, та санітарно гігієнічних кімнатах вентиляція встановлена припливно - витяжна механічна.

## **1.7 Електропостачання і електроустаткування**

Споживачем електричної енергії на даному підприємстві є все технологічне обладнання а також система протипожежного гасіння, примусова вентиляція цеху та приміщень.

Ці технологічні силові установки живляться електроенергією від розподільчої підстанції і також від них подається енергія на корпус цеху.

### **1.7.1 Електроосвітлення**

В даній документації на розробку цього проекту закладено установку для живлення аварійного (евакуаційного), ремонтного освітлення в службових, санітарних і адміністративно-громадських приміщеннях споруд, а також від

нього працює і робоче освітлення. При цьому існуюча електромережа буде брати підпитку для електроосвітлення від розподільних пристроїв які знаходяться на території підприємства.

### **1.7.2 Зовнішнє електроосвітлення**

За вимогами ДБН В.2.5-28:2018 Природнє і штучне освітлення а також з питань техніки безпеки в темну пору доби прицехова територія повинна бути освітлена тому в міжцехових проходах, і по всій території підприємства за проектом передбачено встановлення зовнішнього електроосвітлення при цьому світлодіодними лампами.

Час вмикання і вимикання зовнішнього освітлення здійснюється за допомогою панелей освітлення. Величина освітлюваності вулиць за категоріями В, Г, а також пішохідних зон поза суспільним центром, повинна становити 10 лк. При освітленні вулиць та прибудинкових зон, величина світлового потоку на поверхневу ділянку при вертикальній освітленості а також при попаданні на вікна будинків та інших споруд не повинна перевищувати 5 лк.

Біля фасаду будівлі і при вхідній частині у приміщення розміщуються освітлювальні прилади, вони повинні створювати якісне освітлення в горизонтальній площині в межах 6 люкс.

## РОЗДІЛ 2

### Розрахунково -конструктивний

#### 2.1 Інженерно-геологічні умови будівельного майданчика

Вибір території забудови це перший етап на початку будівництва. На цьому етапі виходячи з поставлених задач вазначаємо найбільш оптимальне розташування земельної ділянки, який би задовільняв умови постачання будівельних матеріалів, конструкцій на час будівництва. Підготовка ділянки під забудову є обов'язковим етапом це проведення інженерних досліджень, привязка будівлі до місцевості, встановлення тимчасових споруд.

ІГЕ-1 –рослинний шар, завтовшки 0,3 м.

ІГЕ-2 – зв'язний ґрунт, завтовшки 4,8 – 5,3 м.

Отримані дані досліджень проведені лабораторією і представлені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Дослідження проведені лабораторією ІГЕ-2

Фізико-механічні характеристики ґрунту										
$\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	W, %	W <sub>L</sub> , %	W <sub>P</sub> , %	E, мПа	$\phi$ , град.	c, кПа	Відносне просідання $\epsilon_{sl}$ при тиску p, кПа		
								100	200	300
2,70	1,82	23,0	28,0	18,0	12	16	16			

Інженерну оцінку ґрунту який є на будівельній ділянці виконують завчасно перед початком проектування. Вона полягає у оцінці будівельних властивостей ґрунтів їх гранулометричному складу, густина, вологість, пористість. Визначимо похідні характеристики ґрунту. На основі цих даних в процесі проектування приймаються необхідні рішення по методах підготовки, підсилення, цільової механізації та її розробки а деколи і конструктивним особливостям будівлі яка проектується.

- число пластичності:

$I_p = W_L - W_P = 28,0 - 19,0 = 9,0$  %. Згідно з ДСТУ Б В.2.1-2-96 глинистий

грунт з числом пластичності  $I_p = 9,0 \%$  називається суглинком;

$$\text{- грунт з таким показником текучості: } I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} = (28-19)/(28-19) = 0,5.$$

Суглинок з показником текучості  $I_L = 0,5$  називається тугопластичним ( $0,25 < I_L = 0,5 \leq 0,5$ );

- коефіцієнт пористості:

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} (1+W) - 1 = (2,6 \cdot (1 + 0,24)) / 1,83 - 1 = 3,885.$$

- коефіцієнт водонасичення:

$$S_r = \frac{\rho_s \cdot W}{e \cdot \rho_v} = (2,6 \cdot 0,24) / (3,885 \cdot 1,0) = 0,163.$$

Повна назва ґрунту - суглинок тугопластичний.

ПЕ-3( ґрунт № 139 ) – зв'язкий ґрунт, товщиною 3,5 м.

Приведені значення лабораторних досліджень в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Дані лабораторних досліджень ПЕ-3

Фізико-механічні характеристики ґрунту										
$\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	W, %	W <sub>L</sub> , %	W <sub>p</sub> , %	E, мПа	$\phi$ , град.	c, кПа	Відносне просідання $\varepsilon_{sl}$ при тиску p, кПа		
								100	200	300
2,65	1,86	26,5	43,0	22,0	9,0	17	43			

Оприділимо похідні характеристики ґрунту:

- число пластичності:

$I_p = W_L - W_p = 43 - 22 = 21 \%$ . Згідно з ДСТУ Б В.2.1-2-96 глинистий ґрунт з числом пластичності  $I_p = 21 \%$  називається глиною;

- показник текучості:

$$I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} = (26,5-22,0)/(43-20) = 0,194.$$

Ґрунт глинистий з показником текучості  $I_L = 0,194$  називається тугопластичним;

- коефіцієнт пористості:

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} (1+W) - 1 = (2,65 \cdot (1 + 0,194)) / 1,86 - 1 = 3,67.$$

- коефіцієнт водонасичення ґрунту при несприятливих умовах клімату:

$$S_r = \frac{\rho_s \cdot W}{e \cdot \rho_v} = (2,65 \cdot 0,265) / (3,67 \cdot 1) = 0,191$$

Ґрунт названий за класифікаційними даними - глина тугопластична.

ПЕ-4 – незв'язний ґрунт, товщиною 1,7 м, даний шар не постійний по всій площі будівельного майдаечуку.

Отримані дані досліджень отримані в лабораторії наведені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Дані лабораторних досліджень ПЕ-4

Гранулометричний склад - вміст частинок в % крупністю										Фізико-механічні характеристики					
≥10	10-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005	$\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	W, %	E, мПа	$\varphi$ , град	c, кПа
	1,9	8,2	12	27,5	29,8	24,5				2,56	2,2	0,16	38	35	3

За даними таблиці ми визначили склад ґрунту даної місцевості він є незв'язним ґрунтом до складу якого входить 75,3% частинок більших за 0,1мм.

У відповідності до ДСТУ Б В.2.1-2-96 встановимо, що ґрунт – пісок дрібний.

Встановимо величину пористості за даним коефіцієнтом:

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} (1+W) - 1 = (2,56 \cdot (1 + 0,16)) / 2,2 - 1 = 0,68.$$

У відповідності з ДСТУ Б В.2.1-2-96 встановимо, що шар піску за складом дрібний, та щільний.

Встановимо коефіцієнт водонасичення:



$$S_r = \frac{\rho_s \cdot W}{e \cdot \rho_v} = (2,56 \cdot 0,2) / (0,68 \cdot 1) = 0,75.$$

У відповідності з ДСТУ Б В.2.1-2-96 встановимо, що пісок насичений водою

$$(S_r = 0,75 < 0,8).$$

Розширена назва ґрунту – пісок мілкий, щільно втрамбований, насичений водою.

ПЕ-5 – характерним ґрунту є що він нев'язкий, товщиною 3,2 – 3,6м.

Дані лабораторних досліджень наведені в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Величини лабораторних досліджень ПЕ-5

Гранулометричний склад - вміст частинок в % зернистістю										Фізико-механічні характеристики					
≥10	10-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<0,005	$\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	W, %	E, мПа	$\varphi$ , град	c, кПа
	34	28	11	13	2,9	2,1	1,3			2,56	2,09	17,0	42	40	

Дослідженням є нев'язкий ґрунт в основний об'єм якого входить 34,8% частинок більших за 2 мм.

У відповідності до ДСТУ Б В.2.1-2-96 встановлюємо, що склад ґрунту – пісок більшого фракційного складу.

Встановлюємо величину коефіцієнта пористості:

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} (1+W) - 1 = (1,35 \cdot (1 + 0,59)) / 2,7 - 0,1 = 0,56.$$

У відповідності до ДСТУ Б В.2.1-2-96 встановлюємо, що пісок щільно збитий.

Встановлюємо коефіцієнт водонасичення:  $S_r = \frac{\rho_s \cdot W}{e \cdot \rho_v} = (1,35 \cdot 0,58) / (0,56 \cdot 1) = 1,39$ . У відповідності до ДСТУ Б В.2.1-2-96 встановлюємо, що пісок насичений

водою в залежності від глибини задягання

$$(S_r = 1,39 > 0,8).$$

Розширена назва ґрунту – пісок щільно збитий, щільний, насичений водою.

Характеристики міцності ґрунту (внутрішній кут тертя  $\varphi$  і загальне щеплення  $C$ ). Дані по ґрунту даються лабораторією як нормативні. Щоб отримати розрахункові характеристики  $\varphi$  і  $C$  необхідно провести відповідні розрахунки.

Необхідна характеристика визначається за розрахунковим виразом:

$$A = \frac{A_n}{\gamma_g},$$

де  $A_n$  - нормативна величина характеристики;

$\gamma_g$  - коефіцієнт міцності для ґрунту. При розрахунку за II гр. максимальних станів  $\gamma_g = 1$ , для розрахунків за I гр. максимальних станів;

$\gamma_g = 1,6$ - для питомого зачеплення;

$\gamma_g = 1,13$ - для внутрішнього кута тертя піщаних ґрунтів;

$\gamma_g = 1,2$  - для внутрішнього кута тертя пісків;

$\gamma_g = 1,01$  - для загальної ваги ґрунту.

ІГЕ-2:

$$\gamma_1 = (\rho_n \cdot g) / \gamma_g = (1,6 \cdot 10) / 1,01 = 16,01 \text{ кН/м}^3$$

$$\gamma_2 = (\rho_n * g) / \gamma_g = (1,6 \cdot 10) / 1,0 = 16,0 \text{ кН/м}^3$$

$$\varphi_1 = \arctg(\text{tg}\varphi_n / \gamma_g) = \arctg(\text{tg } 16 / 1,01) = 14$$

$$\varphi_2 = \arctg(\text{tg}\varphi_n / \gamma_g) = \arctg(\text{tg } 16 / 1,0) = 15,8$$

$$c_1 = c_n / \gamma_g = 16 / 1,5 = 10,67 \text{ кПа}$$

$$c_2 = c_n / \gamma_g = 16 / 1,0 = 16,0 \text{ кПа}$$

ІГЕ-3:

$$\gamma_1 = (\rho_n \cdot g) / \gamma_g = (1,96 \cdot 10) / 1,05 = 18,67 \text{ кН/м}^3$$

$$\gamma_2 = (\rho_n \cdot g) / \gamma_g = (1,96 * 10) / 1,0 = 19,6 \text{ кН/м}^3$$

$$\varphi_1 = \arctg(\text{tg}\varphi_n / \gamma_g) = \arctg(\text{tg } 16 / 1,15) = 14$$

$$\varphi_2 = \arctg(\text{tg}\varphi_n / \gamma_g) = \arctg(\text{tg } 16 / 1,0) = 16$$

$$c_1 = c_n / \gamma_g = 42 / 1,5 = 28,0 \text{ кПа}$$

$$c_2 = c_n / \gamma_g = 42 / 1,0 = 42,0 \text{ кПа}$$

ІГЕ-4:

$$\gamma_1 = (\rho_n \cdot g) / \gamma_g = (2,1 \cdot 10) / 1,05 = 20, \text{ кН/м}^3$$

$$\gamma_2 = (\rho_n \cdot g) / \gamma_g = (2,1 \cdot 10) / 1,0 = 21,0 \text{ кН/м}^3$$

$$\varphi_1 = \arctg(\tg \varphi_n / \gamma_g) = \arctg(\tg 36 / 1,1) = 33$$

$$\varphi_2 = \arctg(\tg \varphi_n / \gamma_g) = \arctg(\tg 36 / 1,0) = 36$$

$$c_1 = c_n / \gamma_g = 4,0 / 1,5 = 2,67 \text{ кПа}$$

$$c_2 = c_n / \gamma_g = 4,0 / 1,0 = 4,0 \text{ кПа}$$

ІГЕ-5:

$$\gamma_1 = (\rho_n \cdot g) / \gamma_g = (2,1 \cdot 10) / 1,05 = 20,0 \text{ кН/м}^3$$

$$\gamma_2 = (\rho_n \cdot g) / \gamma_g = (2,1 \cdot 10) / 1,0 = 21,0 \text{ кН/м}^3$$

$$\varphi_1 = \arctg(\tg \varphi_n / \gamma_g) = \arctg(\tg 42 / 1,1) = 38$$

$$\varphi_2 = \arctg(\tg \varphi_n / \gamma_g) = \arctg(\tg 42 / 1,0) = 42$$

Висновки про інженерно-геологічні умови будівельного майданчика

При визначенні території під будівництво виділена вільна від забудови ділянка прямокутної форми в плані з розмірами  $b = 90$  м,  $l = 195$  м. Дана ділянка території характеризується спокійним прирічковим схилом в північну сторону. Для будівництва цього об'єкту виберемо поточний метод завдяки якому значно скорочується термін будівництва ніж при послідовному, а інтенсивність використання робочих менша ніж при паралельному методі.

На території площадки під будівництво було проведене буріння трьох свердловин на глибину 15,0 м. На основі проведеного аналізу лабораторних досліджень зразків ґрунту при розвідці буріння свердловин виявлено, що геолого-літологічна структура даної ділянки виглядає так :

ІГЕ-1-ґрунтово-рослинний, товщиною 0,5м;

ІГЕ-2-суглинок тугопластичний, товщиною 4,7-5,2м;

ІГЕ-3- глина тугопластична, товщиною 4,1м;

ІГЕ-4-пісок дрібний, щільний, насичений водою, товщиною 1,9м;

ПЕ-5- пісок гравіюватий, щільний, насичений водою, товщиною 3,4-3,9м;  
Залягання ґрунтової води знайдені на глибині 5,5 – 5,9 м.

**Рекомендації:** З даних досліджень робимо заключення що фундаменти мілкої закладки можливо виконувати в інженерно геологічному елементі -2: суглинок тугопластичний. Для фундаментів пальового типу, раціональніше використовувати інженерно геологічний елемент -3: глина тугопластична.

## 2.2 Навантаження на фундаменти

При проведенні будівельних робіт щодо зведення житлових будівель та об'єктів виробничого призначення використовуються різні типи фундаментів, що забезпечують стійкість будівлі. Широко використовуються фундаменти, які виконані по периметру будівлі. Для зміцнення такої конструкції виконується армування фундаментної стрічки.

Необхідність армування стрічкового фундаменту обумовлена властивостями бетону, що зберігає цілісність під впливом стискаючих навантажень, але одночасно схильного до появи тріщин під дією згинальних моментів і розтягування. Компенсувати цей серйозний недолік бетонного моноліту дозволяє армування монолітного стрічкового фундаменту, що підвищує стійкість і період експлуатації будівель.

Основа будівлі сприймає значні навантаження, пов'язані з реакцією ґрунту, масою будови та іншими факторами. Арматурний каркас піддається підвищеним концентраціям напруги, забезпечуючи цілісність бетонного масиву. Помилки армування фундаменту, пов'язані з руйнуванням нульового рівня, можуть спричинити фатальні наслідки.

Таблиця 2.5 – Навантаження на фундамент по осі 2,Г (К3), (A=36,0 м<sup>2</sup>)

№ з/п	Вид навантаження	Формула визначення навантаження	N <sub>II</sub> кН	γ <sub>f</sub>	N <sub>I</sub> кН	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
<b>А. Постійні навантаження</b>						
1.	Вага дахової частини:	$N_2 = n \cdot t$	0.18	1.3	0.234	
	3 шари єврорубероїду;	$\cdot A = 3 \cdot 0,06$	0.105	1.3	0.136	
	цем.-піщ. стяжка t=0.03м, γ=2,2т/м <sup>3</sup> ;	$N_2 = t \cdot \gamma$ $= 0,05 \cdot 2,1$	0.44	1.3	0.039	
	утеплювач пінобетон t=0.11м, γ=0,4т/м <sup>3</sup> ;	$N_2 = t \cdot \gamma$				
	пароізоляція- 2 шари пергаміну на бітумній основі	$= 0,10 \cdot 0,3$	0,1	1,3	0.104	
	ребриста плита 3*6м	$N_2 = n \cdot t$	2.7	1,1	2.97	
	(m=2.7т)	$= 2 \cdot 0,05$	4,03·36=145.		4.7·36=169.	
2.	Вага ригеля (m=1,8т)	$N_2 = n \cdot t$	08		16	
3.	Вага колони (m=1,3т)	$N_2 = n \cdot t$	18	1,1	19,8	
		$N_2 = n_p \cdot m =$ $0.5 \cdot 2 \cdot 18$	13	1,1	14,3	
		$N_2 = n_k \cdot m =$ $1 \cdot 13$				
Сума сталих навантажень			176.08		203.26	

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6	7
<b>Б. Тимчасові навантаження</b>						
1.	Шар снігового покриття за 2гр. гр. станів $S=(0,4 \cdot S_0 - S) \cdot A \cdot C$ за 1гр. гр. станів $(S_m = S_0 \cdot C \cdot \gamma_{fm})$	$(0,4 \cdot 1,55 - 0,16) \cdot 36 \cdot 1,0$  $1,55 \cdot 1,0 \cdot 1,14 \cdot 3$ $b =$	16.56		63.61	
Сума тимчасових навантажень:			16.56		63.61	
Всього:			192.64		266.87	

### 2.3 Визначення розрахункової глибини промерзання ґрунту

Місто Світловодськ належить до географічної зони в якій глибина промерзання за нормативом для даного типу глин та суглинків становить 0,8 м.

Розрахункову глибину промерзання знайдемо за формулою:

$$d_f = d_{fn} \cdot k_h \cdot d_0 / 23 = 0,8 \cdot 1,1 \cdot 23 / 23 = 0,88 \text{ (м)},$$

де  $k_h$  – коефіцієнт впливу теплового режиму споруди на глибину промерзання фундаменту стін по периметру ( $k_h = 1,1$  - виберемо як для неопалювальних споруд, враховуючи можливість проведення будівельних робіт в сезон “весна - осінь”;

$d_0$  - безрозмірний коефіцієнт буде для суглинків твердих - 23).

Величину  $d_f$  будемо враховувати при визначенні глибини закладення фундаменту.

### 2.4 Знаходження розмірів підшви стовпчатого фундаменту

#### 2.4.1 Встановлення розмірів підшви стовпчатого фундаменту під колону К3 (по осі 2,Г)

Площа підшви фундаменту знаходиться за виразом:

$$A = \frac{N_{II}}{R_0 - \bar{\gamma} \cdot d} = \frac{191.63}{188 - 20 \cdot 1.2} = 1.168 \text{ м}^2$$

Проводимо наступні заходи при встановленні фундаментів використовуючи спеціальні опалубки з розмірами кратними модулю 300 мм.

Визначаємо приближену величину ширини підшви фундаменту за формулою:

$$l = b = \sqrt{A} = \sqrt{1.175} = 1.08 \text{ м}$$

Тоді довжина та ширина підшви фундаменту складе:  $b = 1.6 \text{ м}$ ,  $l = 1.6 \text{ м}$ .

А площа основи рівна:  $A = 1.6 \cdot 1.6 = 2.56 \text{ м}^2$

Розраховуємо можливий опір ґрунту на підшву при ширині фундаменту  $b = 1.6 \text{ м}$ .

$$\begin{aligned} R &= \frac{\gamma_{c1} \gamma_{c2}}{k} [M_{\gamma} k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + M_c c_{II}] = \\ &= \frac{1,2 \cdot 1,0}{1,0} [0,36 \cdot 1,0 \cdot 1,6 \cdot 18,2 + 2,43 \cdot 1,2 \cdot 18,2 + 4,99 \cdot 16] = \\ &= 171,48 \text{ кПа} \end{aligned}$$

Середній тиск під підшвою фундаментної основи дорівнює:

$$p = \frac{N_{II}}{A} + \bar{\gamma} d = \frac{191.74}{2.26} + 20 \cdot 1,2 = 108,52 \text{ (кПа)};$$

Переконаємось у вірності виконання умови:  $P=108,52 \text{ кПа} < R=170,29 \text{ кПа}$ .

Розрахункове значення тиску менше за критичну величину, отже геометричні параметри фундаментної підшви розраховані вірно.

#### 2.4.2 Визначення розмірів підшви фундаменту під колону К1 та К2

Величина навантажень які виникають від ваги покриття, колон, стінових панелей, снігового і кранового навантаження отримується в ході розрахунку у однойменному розділі, при розрахунку рами.

В ході процесу розрахунку на ЕОМ було зауважено що дані які були отримані дозволили нам встановити залежність величин для визначення основи під фундамент колони для 2-ї групи граничних станів:

- для колони крайнього ряду:  $M = -1.73 \text{ кНм}$

$$N = -517.96 \text{ кН}$$

$$Q = 2.27 \text{ кН}$$

- для колони середнього ряду:  $M = 0 \text{ кНм}$

$$N = -1526.37 \text{ кН}$$

$$Q = 0 \text{ кН}$$

Під фундамент для колони з крайнього ряду (К1)

При першому наближенні оприділяємо площу фундаментної підшви:

$$A = \frac{N_{II}}{R_0 - \bar{\gamma} \cdot d} = \frac{517.98}{188 - 20 \cdot 1.35} = 3.21 \text{ м}^2$$

Розраховуємо близький за площею фундамент з розмірами підшви  $b = 1.75 \text{ м}$ ,  $l = 2.2 \text{ м}$ . Знайдена площа становитиме  $A = 1.75 \cdot 2.2 = 3.85 \text{ м}^2$

Визначимо момент опору даної підшви:

$$W = (b \cdot l^2) / 6 = (1.75 \cdot 2.2^2) / 6 = 1.41 \text{ м}^3$$

Встановимо за формулою розрахунковий опір ґрунту при ширині фундаменту  $1.75 \text{ м}$ .

$$\begin{aligned} R &= \frac{\gamma_{c1} \gamma_{c2}}{k} [M_{\gamma} k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + M_c c_{II}] = \\ &= \frac{1.2 \cdot 1.0}{1.0} [0.36 \cdot 1.0 \cdot 1.75 \cdot 18.2 + 2.43 \cdot 1.2 \cdot 18.2 + 4.99 \cdot 16] = \\ &= 173.65 \text{ кПа}; \end{aligned}$$

Середній тиск під підшвою фундаменту становитиме:

$$p = \frac{N_{II}}{A} + \bar{\gamma} d = \frac{517.98}{3.78} + 20 \cdot 1.2 = 161.03 \text{ (кПа)};$$

Для того щоб переконатись у правильності розрахунку перевіряємо виконання умови:  $P = 161.03 \text{ кПа} < R = 173.65 \text{ кПа}$ .

Перевіряємо виконання умов:

$$\begin{aligned} p &= \frac{N_{II}}{A} + \bar{\gamma} d + \frac{M + Q \cdot h_f}{W} = \frac{517.98}{3.78} + 20 \cdot 1.2 + \frac{1.76 + 2.28 \cdot 1.2}{1.323} = 164.58 \text{ кПа} < \\ &1.2 \cdot R = 208.38 \text{ кПа}. \end{aligned}$$

$$p = \frac{N_{II}}{A} + \bar{\gamma} d - \frac{M - Q \cdot h_f}{W} = \frac{517.98}{3.78} + 20 \cdot 1.2 - \frac{1.76 - 2.28 \cdot 1.2}{1.323} = 161.03 \text{ кПа} > 0$$

Переконаємось у вірності даних на рахунок відхилень ексцентриситету,



який повинен бути:  $e \leq \frac{1}{6} = \frac{2.1}{6} = 0.35i$

$$e = \frac{M+Q \cdot h_f}{N+\gamma \cdot d \cdot A} = \frac{1.76+2.28 \cdot 1.2}{517.98+20 \cdot 1.2 \cdot 3.78} = 0.007576 \text{ м} < 0.35 \text{ м.}$$

В даному випадку з вище наведених розрахунків дані вимоги виконуються, то вибраний ґрунт під наш фундамент в спроможі витримати становлені умови на дотримання крайового тиску.

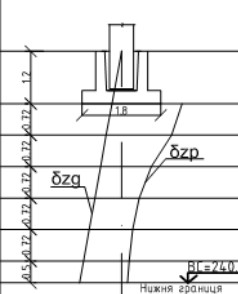
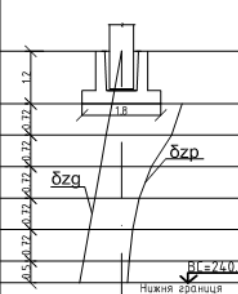
№ ґрунту	Вид ґрунту	Товщина верстви, м	$\gamma$	E, кПа		Номер розрахункового шару	$\delta_{zg}$ , кПа	Z, м	$\zeta = \frac{2z}{b}$	$\alpha$	$\delta_{zp}$ , кПа	$\delta_{zpi}$ , кПа	li, см
1	Суглинок тугопластичний	5,3	18.2	12000		0	21.84	0	0	1.0	139.46		
						1	34.94	0.72	0.824	114.92	127.19	0.611	
						2	48.04	1.44	1.6	68.47	91.695	0.44	
						3	61.15	2.16	2.4	40.58	54.525	0.262	
						4	74.25	2.88	3.2	25.8	33.19	0.159	
						5	87.36	3.6	4.0	17.71	21.76	0.104	
6	96.46	4.1	4.6	13.81	15.76	0.053							
2	Глина тугопластична	4,0	19.6	10000									
3	Пісок дрібний	2,0	21.0	39000									
4	Пісок гравіюватий	3,3	21.0	46000									

Рисунок 2.1 – Схема розрахунку для визначення просідання фундаменту (під крайню колону)

1) Визначення величини просідання ґрунту під фундамент колони середнього ряду;

В першому наближенні встановлюємо площу поверхні підшви колони:

$$A = \frac{N_{II}}{R_0 - \gamma \cdot d} = \frac{1523.27}{187 - 20 \cdot 1.2} = 9.34 \text{ м}^2$$

Визначаємо приблизний за площею фундамент з геометрією підшви м,  $l = 2.9$  м. Тоді загальна площа підшви становитиме  $A = 3 \cdot 2.9 = 8.7 \text{ м}^2$

В процесі встановлення колони на ґрунт виникає момент опору:

$$W = (b \cdot l^2) / 6 = (3 \cdot 2.9^2) / 6 = 4.25 \text{ м}^3$$

Встановлюємо можливий опір ґрунту при ширині фундаменту  $b = 2.9$  м.

$$\begin{aligned} R &= \frac{\gamma_{c1} \gamma_{c2}}{k} [M_{\gamma} k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + M_c c_{II}] = \\ &= \frac{1.3 \cdot 0.9}{1.0} [0.35 \cdot 1.0 \cdot 3 \cdot 18.1 + 2.35 \cdot 1.2 \cdot 17.2 + 4.89 \cdot 15] = \\ &= 169.1 \text{ (кПа)}; \end{aligned}$$

При цьому визначимо осередненену величину тиску під основою фундаменту який буде рівним:

$$p = \frac{N_{II}}{A} + \bar{\gamma} d = \frac{1523.27}{8.7} + 20 \cdot 1.2 = 199.08 \text{ (кПа)};$$

Переконаємось у вірності проведеного розрахунку та виконання умови:  
 $P = 199.08 \text{ кПа} < R = 205.1 \text{ кПа}$ .

Перевіримо здійснення умови:

$$p = \frac{N_{II}}{A} + \bar{\gamma} d + \frac{M+Q \cdot h_f}{W} = \frac{1523.27}{8.7} + 20 \cdot 1.34 + \frac{0+0 \cdot 1.34}{5.35} = 176.17 \text{ кПа} < 1.2 \cdot R = 218.73 \text{ кПа}.$$

$$p = \frac{N_{II}}{A} + \bar{\gamma} d - \frac{M+Q \cdot h_f}{W} = \frac{1523.27}{8.7} + 20 \cdot 1.35 - \frac{0-0 \cdot 1.35}{5.45} = 176.17 \text{ кПа} > 0$$

Запевнимось у правильності величини ексцентриситету, який можливо буде:  $e \leq \frac{1}{5} = \frac{3.5}{5} = 0.7 \text{ м}$

$$e = \frac{M+Q \cdot h_f}{N+\gamma \cdot d \cdot A} = \frac{0+0 \cdot 1.2}{1523.27+20 \cdot 1.2 \cdot 8.7} = 0 \text{ м} < 0.7 \text{ м}$$

Так як дані умови дотримуються, то розрахований фундамент буде виконувати поставлені вимоги до вибраного крайового тиску.

№ ґрунту	Вид ґрунту	Товщина верстви, м	$\gamma$ , кПа	$E$ , кПа		Номер розрахункового шару	$\delta_{zg}$ , кПа	$Z$ , м	$\xi = 2z/b$	$\alpha$	$\delta_{zp}$ , кПа	$\delta_{zp.l}$ , кПа	$l_i$ , см
1	Суглинок тугопластичний	5,3	18.2	12000	0	21.84	0	0	1.0	156.36			
					1	43.68	1.2	0.8	0.824	128.84	14.2.6	1.141	
					2	65.52	2.4	1.6	0.491	76.77	102.81	0.822	
					3	87.36	3.6	2.4	0.291	45.5	61.14	0.489	
					4	96.46	4.1	2.7	0.246	38.46	41.98	0.139	
2	Глина тугопластична	4,0	19.6	10000	5	119.98	5.3	3.53	0.16	25.02	31.74	0.305	
					6	143.5	6.5	4.33	0.112	17.47	21.25	0.204	
3	Пісок дрібний	2,0	21.0	39000									
4	Пісок гравіюватий	3,3	21.0	46000									

Рисунок 2.2 – Схема для розрахунку і таблиця для визначення просідання фундаменту (під середню колону)

## 2.5 Розрахунок та конструювання фундаменту під колону середнього ряду

### 2.5.1 Матеріали для проектування

В ході проектування будівлі для основи закладання фундаменту використовуємо такі матеріали:

1) бетон В15 з характеристиками:

$$R_b = 8,5 \text{ МПа}, \quad R_{bt} = 0,75 \text{ МПа}, \quad E_b = 25 \cdot 10^3 \text{ МПа};$$

2) арматуру А 400С з  $R_s = R_{sc} = 365 \text{ МПа}$ ,  $E_s = 2 \cdot 10^5 \text{ Мпа}$ ;

3) можлива глибина промерзання ґрунту  $h = 135 \text{ см}$ ;

4) розрахунковий опір ґрунту при навантаженні  $R_o = 188 \text{ кПа}$ .

Матеріал конструкцій має важливе значення для характеру його роботи. При помірних навантаженнях багато будівельних матеріалів можуть розглядатись як пружні, які описуються законом Гука. Такі випадки

зустрічаються в сталених конструкціях на діаграмі залежності напруження  $\sigma$  від деформації  $\epsilon$ . Але при більших напруженнях в сталених конструкціях пропорційність між напруженням і деформацією порушується і матеріал переходить в стан пластичної деформації. При початковому навантаженні бетон має криволінійну діаграму роботи на стиск і зовсім не працює на розтяг. Залізобетонні опори завдяки наявності в них металічних стержнів добре працюють на розтяг.

Фундамент працює у складі поперечної рами, тому зусилля на обрізі фундаменту. Розглянемо балку прямокутного перерізу яка знаходиться на поверхні ґрунту в стані спокою. Дана балка буде напруженою окрім зовнішніх сил також і реакцією зі сторони ґрунту, і ця реакція пропорційна прогину балки. Такий приклад з деяким наближенням добре підходить під стрічковий фундамент. Згідно закону Архімеда сила направлена ввєрх.

$$p = -\gamma by$$

де  $\gamma$  – питома вага рідини,  $b$ - ширина балки. Замість значення  $\gamma$  при цьому вводиться коефіцієнт  $c$  який називається коефіцієнт основи. З розмірністю Н/см<sup>3</sup>. Замінивши в диференціальному рівнянні звичайної пружної балки

$$EJy = q$$

Повним навантаженням  $q$  рівному  $q = q_0 - p = q_0 - cby$ , де  $q_0$  – зовнішнє навантаження;  $p = cby$  - реакція основи, отримаємо диференціальне рівняння балки на гідростатичній основі:

$$EJy + cby = q_0$$

У випадку коли балка має постійний поперечний переріз її проінтегрувати не займе багато часу. І загальний інтеграл рівняння без правої частини можна знайти в такому вигляді:

$$y = e^{-\lambda x}(C_1 \sin \lambda x + C_2 \cos \lambda x) + e^{\lambda x}(C_3 \sin \lambda x + C_4 \cos \lambda x).$$

Збір навантажень від ваги покриття, колон, стінових панелей, снігового і кранового навантаження проводиться в розділі механіка ґрунтів основи та фундаменти.

За результатом розрахунку на ЕОМ, були отримані слїдуєчі розрахункові

значення для розрахунку фундаментів під колону для 2-ї групи граничних станів:

- для колони крайнього ряду:  $M = -1.76$  кНм

$$N = -518.98 \text{ кН}$$

$$Q = 2.28 \text{ кН}$$

- для колони середнього ряду:  $M = 0$  кНм

$$N = -1526.27 \text{ кН}$$

$$Q = 0 \text{ кН}$$

В першому наближенні визначаємо площу підшви фундаменту:

$$A = \frac{N_{II}}{R_0 - \bar{\gamma} \cdot d} = \frac{1526.27}{188 - 20 \cdot 1.35} = 9.48 \text{ м}^2$$

Розраховуємо близький за площею фундамент з розмірами підшви  $b = 3.0$  м,  $l = 3.3$  м. Тоді площа  $A = 3 \cdot 3.3 = 9.9 \text{ м}^2$

Моментом опору:

$$W = (b \cdot l^2) / 6 = (3 \cdot 3.3^2) / 6 = 5.45 \text{ м}^3$$

Визначаємо розрахунковий опір ґрунту при ширині фундаменту  $b = 3$  м.

$$R = \frac{\gamma_{c1} \gamma_{c2}}{k} [M_{\gamma} k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + M_c c_{II}] = \frac{1.2 \cdot 1.0}{1.0} [0.36 \cdot 1.0 \cdot 3 \cdot 18.2 + 2.43 \cdot 1.35 \cdot 18.2 + 4.99 \cdot 16] = 191.04 \text{ (кПа)};$$

Середній тиск під підшвою фундаменту дорівнює:

$$p = \frac{N_{II}}{A} + \bar{\gamma} d = \frac{1526.27}{9.9} + 20 \cdot 1.35 = 181.7 \text{ (кПа)};$$

Перевіряємо виконання умови:  $P = 181.7 \text{ кПа} < R = 191.04 \text{ кПа}$ .

Перевіряємо виконання умов:

$$p = \frac{N_{II}}{A} + \bar{\gamma} d + \frac{M + Q \cdot h_f}{W} = \frac{1526.27}{9.9} + 20 \cdot 1.35 + \frac{0 + 0 \cdot 1.35}{5.83} = 181.17 \text{ кПа} < 1.2 \cdot R = 238.8 \text{ кПа}.$$

$$p = \frac{N_{II}}{A} + \bar{\gamma} d - \frac{M + Q \cdot h_f}{W} = \frac{1526.27}{9.9} + 20 \cdot 1.35 - \frac{0 - 0 \cdot 1.35}{5.83} = 181.17 \text{ кПа} > 0$$

Перевіряємо ексцентриситет, який повинен бути:  $e \leq \frac{1}{6} = \frac{3.6}{6} = 0.6 \text{ м}$

$$e = \frac{M + Q \cdot h_f}{N + \gamma \cdot h_f \cdot A} = \frac{0 + 0 \cdot 1.35}{1526.27 + 20 \cdot 1.35 \cdot 9.9} = 0 \text{ м} < 0,6 \text{ м}$$

Оскільки всі умови виконуються, то фундамент задовольняє вимоги щодо обмеження крайового тиску.

## 2.5.2 Розрахунок вертикальних стержнів підколонника

Підколонник працює на позацентровий стиск. Розрахунок ведемо на дію комбінації зусиль  $M = -859,616$  кНм;  $N = -1184,78$  кН;  $Q = -126,72$  кН. Розрахунок ведемо в перерізі 1 – 1 в місці з'єднання підколонника з підшвою.

Зусилля в перерізі:

$$M_1 = M + Q h_l = 859,616 + 126,72 \cdot 0,6 = 935,65 \text{ кНм.}$$

$$N_1 = N + G_{\text{п}} = N + b_s h_s h_l \rho_b(10)\gamma_f = 1184,78 + 1 \cdot 1,4 \cdot 0,6 \cdot 2,5 \cdot 10 \cdot 1,1 = 1207,88 \text{ кН.}$$

$$\text{Початковий ексцентриситет } e_o = \frac{M_1}{N_1} = \frac{935,65}{1207,88} = 0,775 \text{ м.}$$

Розрахунковий переріз підколонника коробчатий, який зводимо до двотаврового.

$$N_1 = 1207,88 \text{ кН} \leq R_b b_f h_f' = 8,5 \cdot 0,2 \cdot 1 \cdot 10^3 = 1700 \text{ кН.}$$

$$e = e_o + 0,5 h_s - a = 0,775 + 0,5 \cdot 1,4 - 0,07 = 1,405 \text{ м.}$$

Необхідна площа перерізу стержнів при симетричному армуванні:

$$A_s = A_s^1 = \frac{N_1 [e - (h_o - 0,5\chi)]}{R_s (h_o - a^1)} = \frac{1207,88 [1,405 - (1,33 - 0,5 \cdot 0,143)]}{365 \cdot 10^3 \cdot (1,33 - 0,07)} = 0,00385 \text{ м}^2,$$

де  $h_o = h - a = 140 - 7 = 133$  см ,

$$\chi = \frac{N_1}{R_b b_f} = \frac{1207,88}{8,5 \cdot 10^3 \cdot 1,0} = 0,143 \text{ м}$$

Мінімальна площа перерізу стержнів

$$A_{s,\text{min}} = 0,0005 b_s h_o = 0,0005 \cdot 100 \cdot 133 = 6,65 \text{ см}^2,$$

де  $\mu_{\text{min}} = 0,0005$  (за табл.38 [1]).

Оскільки  $A_s = 11 \text{ см}^2 > A_{s,\text{min}} = 6,65 \text{ см}^2$ , то приймаємо 4 – 20 А 400С,

площею

$$A_s = 12.56 \text{ см}^2.$$

Розрахуємо поперечні стержні підколонника.

Оскільки  $e_0 = 0,775 \text{ м} > \frac{h_c}{6} = \frac{0,6}{6} = 0,1 \text{ м}$ , то визначення необхідної площі

поперечного армування підколонника зводиться до:

$$\dot{I}_e = 0.8[\dot{I} + Q \cdot \delta - N(h_c / 2)] = 0.8[859,616 + 126,72 \cdot 0.6 - 1184,78(0.6 / 2)] = 464.17 \text{ кНм},$$

$$\dot{A}_s = \frac{M_k}{0.9 \cdot \dot{I}_e \cdot R_s} = \frac{464.17}{0.9 \cdot 0.9 \cdot 365 \cdot 10^3} = 0.00157 \text{ м}^2$$

Призначаємо армування зварними каркасами із стержнів 5—25 А 400С, площею  $A_{sw} = 24.54 \text{ см}^2$  з кроком  $s_w = 15 \text{ см}$ .

## 2.5.3 Розрахунок стержнів підшви фундаменту

### 2.5.3.1 Розрахунок в напрямку довгої сторони підшви

Підшва працює в цілому на згин від реактивного тиску ґрунту.

Розраховуємо міцність нормальних перерізів в місцях зміни висоти.

Розрахунок в напрямку більшої сторони ведемо на дію комбінації:

$$\sigma_{\max} = 159,6 \text{ кПа}; \quad \sigma_{\min} = -49,36 \text{ кПа}.$$

*Розрахунок в перерізі 3-3*

Тиск під підшвою в перерізі :

$$\sigma_3 = \sigma_{\min} + \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{a_f} (a_f - a_1) = -49,36 + \frac{159,6 + 49,36}{3,6} (3,6 - 0,85) = 110,26$$

Середній тиск на ділянці  $a_1$  :  $\sigma_m = \frac{\sigma_3 + \sigma_{\max}}{2} = \frac{110,26 + 159,6}{2} = 134,93 \text{ кПа}.$

Величина згинаючого моменту в перерізі 3 – 3

$$M_3 = \sigma_m \cdot b_f \cdot \frac{a_1^2}{2} = 134,93 \cdot 3,0 \cdot \frac{0,85^2}{2} = 146,23 \text{ кНм}.$$

Необхідна площа стержня в перерізі 3 – 3 :

$$A_{s3} = \frac{M_3}{0,9 \cdot h_{o1} \cdot R_s} = \frac{146,23}{0,9 \cdot 0,255 \cdot 365 \cdot 10^3} \cdot 10^4 = 17,46 \text{ см}^2.$$

Розрахунок в перерізі 4-4:

Тиск під подошвою в перерізі :

$$\sigma_4 = \sigma_{\min} + \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{a_f} (a_f - a_2) = -49,36 + \frac{159,06 + 49,36}{3,6} (3,6 - 1,55) = 69,32 \text{ кПа.}$$

Середній тиск на ділянці  $a_2$  : 
$$\sigma_m = \frac{\sigma_4 + \sigma_{\max}}{2} = \frac{69,32 + 159,06}{2} = 114,19 \text{ кПа.}$$

Величина згинаючого моменту в перерізі 4 – 4

$$M_4 = \sigma_m \cdot b_f \cdot \frac{a_2^2}{2} = 114,19 \cdot 3,0 \cdot \frac{1,55^2}{2} = 411,52 \text{ кНм.}$$

Необхідна площа стержнів в перерізі 4 – 4.

$$A_{s4} = \frac{M_4}{0,9 \cdot h_{o2} \cdot R_s} = \frac{411,52}{0,9 \cdot 0,555 \cdot 365 \cdot 10^3} \cdot 10^4 = 22,57 \text{ см}^2.$$

Приймаємо 18 стержнів – 14 А 400С з площею  $A_s = 27,7 \text{ см}^2$ , крок стержнів 0,25 м.

### 2.5.3.2 Розрахунок в напрямку короткої сторони подошви колони

Розрахунок ведемо на дію середнього тиску  $\sigma_m = 166,01 \text{ кПа}$  в місцях зміни подошви.

Значення моменту в перерізі 5 – 5 :

$$M_5 = \sigma_m \cdot a_f \cdot \frac{b_1^2}{2} = 166,01 \cdot 4,5 \cdot \frac{0,7^2}{2} = 183,03 \text{ кНм.}$$

Необхідна площа стержнів в перерізі 5 – 5 :

$$h_{o1} = h_1 - t_{3.ш.} - 1,5d = 300 - 35 - 1,5 \cdot 16 = 241 \text{ мм,}$$

$$A_{s5} = \frac{M_5}{0,9 \cdot h_{o1} \cdot R_s} = \frac{183,03}{0,9 \cdot 0,241 \cdot 365 \cdot 10^3} \cdot 10^4 = 23,12 \text{ см}^2.$$

Значення моменту в перерізі 6 – 6 :

$$M_6 = \sigma_m \cdot a_f \cdot \frac{b_2^2}{2} = 166,01 \cdot 4,5 \cdot \frac{1,3^2}{2} = 631,25 \text{ кНм.}$$

$$h_{o2} = h_2 - t_{3.ш.} - 1,5d = 600 - 35 - 1,5 \cdot 16 = 541 \text{ мм,}$$

Необхідна площа стержнів в перерізі 6 – 6 :



$$A_{s6} = \frac{M_s}{0,9 \cdot h_{ol}^1 \cdot R_s} = \frac{631,25}{0,9 \cdot 0,541 \cdot 365 \cdot 10^3} \cdot 10^4 = 35,5 \text{ см}^2.$$

Приймаємо 14 стержнів - 18 А 400С площею з  $A_s = 35,63 \text{ см}^2$ , крок стержнів 0,2 м.

## РОЗДІЛ 3

### Науково – дослідна частина

#### 3.1. Причини виникнення корозії та руйнування бетону

Головною перевагою залізобетону в порівнянні з металічними конструкціями є те що він має високу корозійну стійкість. Однак досвід експлуатації залізобетонних конструкцій транспортних споруд цього показати не може, так як він піддається інтенсивній корозії агресивних середовищ.

Одна з найнебезпечніших і найпоширеніших причин руйнування залізобетонних конструкцій любих будівельних споруд – корозія сталевих стержнів.

У бетоні стальна арматура перебуває в контакті з рідиною яка знаходиться в порах бетону, її рН середовище більше 11,8. Вплив лужного середовища на сталь переводить її у пасивний стан, що обумовлено формуванням на поверхні металу гідроксидів заліза. Крім цього, шар бетону, що стикається з арматурою, тією чи іншою мірою, має ізолюючу здатність та захищає її від корозії. Корозійний процес на поверхні сталі може розвинути в тому випадку, якщо будуть створені умови для протікання електрохімічних парціальних реакцій: катодного процесу деполяризації та анодного процесу розчинення. Це можливо у разі, якщо порушується пасивна плівка, до самої поверхні сталі проникає кисень який виступає деполяризатором катодного процесу, при цьому створюються локальні катодні та анодні ділянки та виникає різниця потенціалів, тобто, формуються мікрогальвано пари.

Порушення пасивної плівки, що захищає метал, можливе за наступних причин: 1) зниження рН рідини в порах до величин нижче 11,8; 2) проникнення до поверхні сталі агресивних хлорид-іонів; 3) прискорення анодних процесів розчинення сталі. Зниження рН рідини в порах можливе при утворенні розчинних речовин та вимивання їх із цементного каменю; це може відбуватися при дії водних розчинів кислот, солей, агресивних газів. Крім того, в бетоні завжди достатньо вологи, необхідної для пониження рН середовища.

Враховуючи, що бетон має досить високу пористість, дуже висока ймовірність проникнення до поверхні арматурної сталі оксигену, який виступає в ролі деполяризатора катодного процесу. Структурна неоднорідність арматурної сталі, наявність різноманітних включень, внутрішні напруження це все створює передумови появи мікрогальванопар, їх активного функціонування, локалізації корозійних процесів які можуть виявлятися у вигляді піттингів, раковин на поверхні.

Таким чином для сталевих стержнів створюються умови для виникнення та інтенсивного перебігу корозійних процесів. Ці процеси можуть прискорюватися і за іншими факторами: наявністю тріщин у бетоні, що полегшують проникнення агресивних середовищ сталевій стержні, власною корозією цементного каменю, наявністю блукаючих струмів, недостатньою товщиною шару бетону.

Внаслідок протікання корозійних процесів на сталі відбувається зниження механічних властивостей металу, поява тріщин корозійного розтріскування, особливо для напружених стержнів; утворення продуктів корозії більшого обсягу, відшарування бетону від стержні. Зрештою, це призводить до руйнування залізобетону і всієї конструкції.

Швидкість корозії стержнів залежить від ізолюючої здатності захисного шару бетону, його густини, товщини, хімічного складу цементу.

Зовнішніми ознаками корозії стержні в бетоні є [8]:

- плями іржі на поверхні бетону вздовж розташування стержнів;
- тріщини, орієнтовані за напрямом арматурних стержнів;
- відшарування захисного шару бетону з оголенням стержнів, наявність іржі на поверхні стержнів.

Стан стержнів може бути оцінений за такими ознаками:

- глибина корозійного ураження та площі корозійних ушкоджень;
- характеру корозійних ушкоджень (суцільна, плямами, точкова, виразками, наліт іржі);
- товщини та щільності продуктів корозії.

Металічний пруток в експлуатаційних умовах у бетоні зазвичай захищений від корозії, завдяки пасивації сталі, що визначається рівнем лужності бетону, який зазвичай перевищує 12,0÷12,5. При цьому на поверхні стержнів утворюється пасивний шар гідроксиду заліза, який запобігає руйнуванню сталі. Як зазначалося вище, захисна здатність пасивної плівки може бути порушена або при впливі вуглекислого середовища на бетон, або у разі перевищення критичної концентрації хлоридів на поверхні стержні. Тобто корозія стержнів у бетоні може бути пов'язана з карбонізацією захисного шару бетону [15], або проникненням і накопиченням іонів хлору, або впливом кисню, що проник через пори, заповнені повітрям (рис. 3.1).

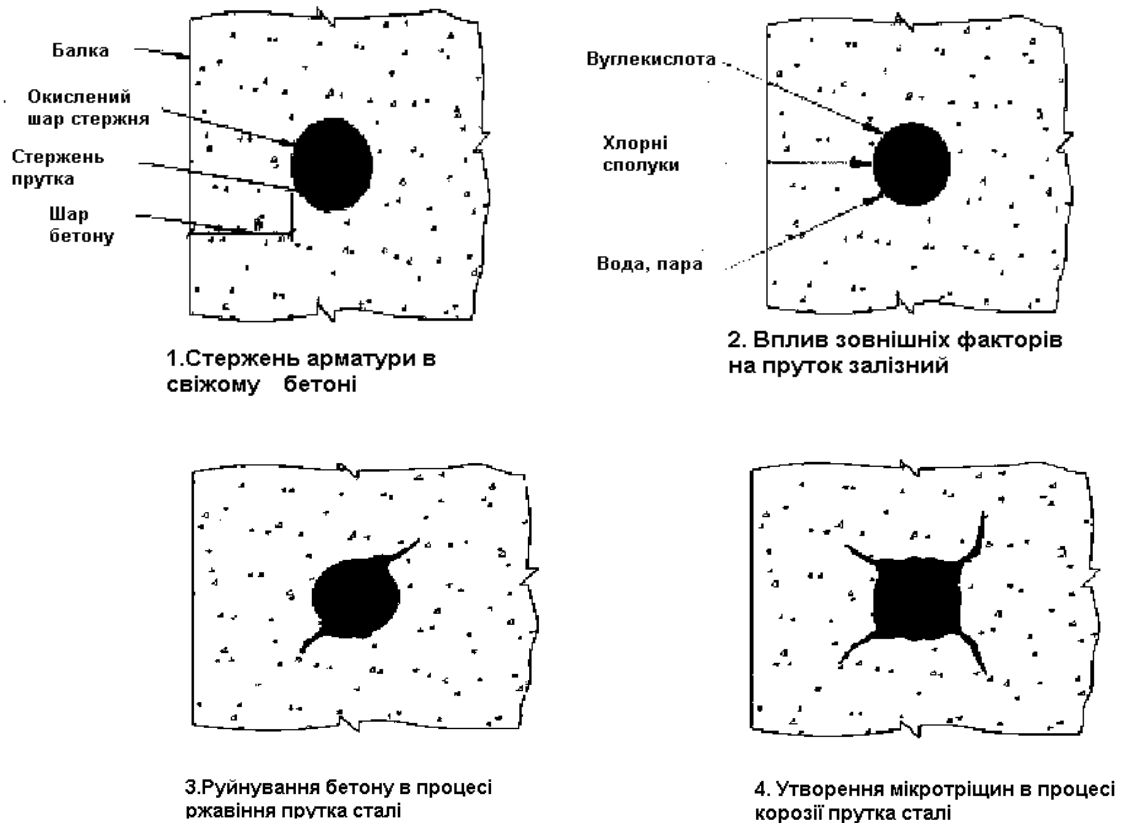
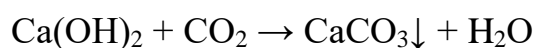


Рисунок 3.1 – Етапи проходження процесу корозії у свіжому бетоні, при надходженні інгібіторів корозії в бетон.

При карбонізації відбувається взаємодія рідини яка знаходиться в бетоні, що містить  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , з вуглекислим газом за реакцією:



Карбонат кальцію, що утворюється, насичує пори, зменшує рН, що призводить до зміни структури та захисної здатності бетону до стержнів.

Корозія стержні різко зростає зі збільшенням вмісту хлоридів, бікарбонатної лужності чи температури навколишнього середовища.

Пасивна плівка на арматурі може бути зруйнована внаслідок карбонізації захисного шару чи проникнення крізь нього іонів хлору. Також важливі мікроклімат на поверхні конструкції або зменшення лужності внаслідок вимивання рідини з пор бетону проточною водою. Очевидно, це може мати місце у тріщинах у разі бетону низької якості або за високого водоцементного відношення.

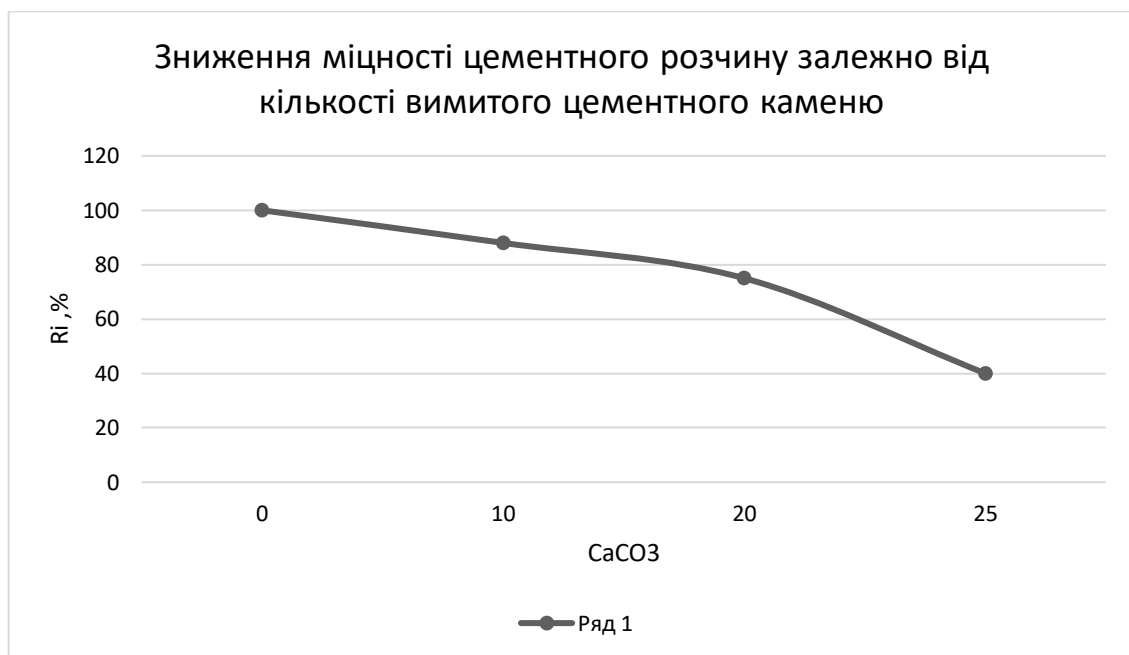


Рисунок 3.2 – Графік зміни міцності цементу від кількості вимитого цементного каменю.

Якщо водневий показник бетону зменшується до критичного рівня  $pH < 11,8$ ; то пасивна плівка руйнується із втратою її захисних властивостей по відношенню до стержні. Таким чином, корозія стержнів можлива за наявності достатньої вологості та кисню, що зазвичай має місце в залізобетонних

конструкціях транспортних споруд, що експлуатуються на відкритому повітрі у присутності води (рис. 3.3).



Рисунок 3.3 – Корозія стержні у місці руйнування захисного шару

У складі бетонної суміші найдорожчий компонент – цемент. Цим і зумовлене бажання підприємств, що виробляє їх в'язуче, замінювати частину клінкерного фонду на різноманітні тонкомолоті мінеральні складові, а технологів-бетонників — іноді обґрунтовано, а найчастіше й необґрунтовано — скорочувати витрату цементу. При цьому часто ігнорується той факт, що витрата цементу, як основний фактор, що дозволяє знижувати водоцементне відношення, повинен визначатися не тільки характеристиками міцності бетону, але і довговічністю бетону і залізобетону. Разом з тим, для залізобетону внаслідок його низької ремонтпридатності кожна 1 гривня, заощаджена при виготовленні конструкції, обертається 100 гривнями витрат на ремонт конструкції, в основному через корозію стержнів та відшарування захищеного шару [1]. Тобто економимо зараз, а втрачаємо потім. Наприклад, США 1990 р. визнано, що 42 % від 578 ТОВ державних автодорожніх мостів мають корозійні дефекти. Вартість відновлення становить 78 млрд дол. США, а щорічні втрати від створення пробок, перевитрати палива, виплати компенсацій - 50 млрд дол. США. У Росії 100% обстежених мостів потребують ремонту [2]. Зазначено [3], що агресивного впливу піддаються від 15 % до 75 % будівельних конструкцій різних галузей народного господарства, і навіть 70 % -80 % споруд у Росії вимагають капітального ремонту [4]. Не кращі справи і в Республіці Білорусь, а також в Республіці Іран, громадянин якої є одним із співавторів цієї роботи. Однією з

причин зазначеної низької довговічності залізобетону є карбонізація захисного шару бетону з подальшою корозією сталевих стержнів. При цьому визначальним фактором, що впливає на корозійну стійкість залізобетону, має бути не міцність бетону на стиск (на що націлюють деякі літературні джерела), а його структурні особливості.

### **3.2. Особливість бетону при прогнозуванні корозійного стану залізобетонних конструкцій**

Серед найважливіших напрямів наукових досліджень виділяється розробка розрахункових методів прогнозу довговічності підземних і наземних залізобетонних... , у своїй "необхідний новий підхід до визначення термінів служби, заснований на теорії фізико-хімічних процесів корозії, їх класифікації із залученням математичного моделювання та створенням комп'ютеризованої методології прогнозу..." [5]. Для математичного розрахунку що враховує ефективні коефіцієнта дифузії (ЕКД) агресивних речовин (і, зокрема, вуглекислого газу) у захисному шарі бетону, які через масштаби їх застосування та загальної визнаності можна назвати класичними. Відповідно до них знання ЕКД вуглекислого газу та особливостей експлуатаційного середовища дозволяє розраховувати глибину карбонізації бетону ( $x$ , см) і, отже, довговічність залізобетонної конструкції (з умови, що до цього терміну експлуатації глибина карбонізації не перевищує товщину захисного шару бетону) опису тривалості так званого інкубаційного періоду запропоновано аналітичні залежності [6 - 8], що враховують ефективні коефіцієнта дифузії (ЕКД) агресивних речовин (і, зокрема, вуглекислого газу) у захисному шарі бетону, які через масштаби їх застосування та загальної визнаності можна назвати класичними. Відповідно до них знання ЕКД вуглекислого газу та особливостей експлуатаційного середовища дозволяє розраховувати глибину карбонізації бетону ( $x$ , см) і, отже, довговічність залізобетонної конструкції (з умови, що до цього терміну експлуатації глибина карбонізації не перевищує товщину захисного шару бетону) за формулою:

$$x = \sqrt{\frac{2C \cdot t \cdot D_{CO_2}}{m_0 \cdot \frac{Q}{300}}}, \quad (3.1)$$

де  $C$  – концентрація вуглекислого газу, частки од.;  $t$  - тривалість впливу газу на бетон, с;  $D_{CO_2}$  - ЕКД вуглекислого газу в бетоні,  $cm^2/s$ ;  $m_0$ - реакційна ємність бетону,  $cm^3$   $Q$  - витрата цементу в  $1 m^3$  бетону, кг.

У виразі (1) параметри зовнішнього середовища враховуються з концентрацією вуглекислого газу в експлуатаційному середовищі, водночас відсутні такого фактора, як її температура та вологість, визначаються лише величиною ЕКД газу.

Оскільки методика розрахунку відсутня, фактично ЕКД необхідно визначати експериментально. Разом з тим можливість прогнозування ступеня гідратації цементу [9] відкриває та відповідну можливість прогнозування глибини карбонізації бетону [10].

Раніше на підставі відомої залежності Д. А. Франка-Каменецького було отримано рівняння для розрахунку ЕКД вуглекислого газу  $CO_2$ , що зв'яже дифузійні характеристики бетону із загальноприйнятими структурними:

$$D_{CO_2} = \frac{D_0}{1,45 \cdot \left(\frac{1}{\Pi_K} + 3K_p\right)^{2,3}} \sqrt[3]{V_K^2} \quad (3.2)$$

де  $D_0$  - коефіцієнт дифузії газу в газі;

$V_K$  – обсяг цементного каменю в бетоні, частки од.;

$K_p$  – капілярна пористість бетону, частки од.

Проведені за описаною нижче методикою експерименти дали можливість уточнити та спростити цей вираз. Спочатку визначали глибину карбонізації

цементного каменю різної щільності, виготовленого на чисто клінкерному цементі з додаванням тонкомолотих мінеральних добавок. Потім



прокарбонізований шар видаляли і за допомогою прожарювання подрібненої навішування в печі муфельної встановлювали кількість хімічно зв'язаної води та ступінь гідратації цементу. Після чого за величиною ступеня гідратації цементу та початкового водоцементного відношення цементного тіста розраховували капілярну пористість цементного каменю. В результаті отримано формула для розрахунку ЕКД вуглекислого газу

$$D_{co} = k_{ц} \cdot K_p \cdot \sqrt[3]{V_k^2} \quad (3.3)$$

Величина  $k_{ц}$  у формулі (3.3) змінювалася в межах 0,05-0,07.

Розглянемо також питання щодо реакційної ємності бетону. Слід зазначити, що відповідно до [8] при витраті цементу  $300 \text{ кг/м}^3$  вона дорівнює  $43,2 \text{ см}^3$ , тобто  $1,0 \text{ см}^3$  бетону пов'язує  $43,2 \text{ см}^3$  вуглекислого газу. Але маючи ступінь гідратації цементу це дозволить подивитись на поставлене завдання з іншого боку, перейшовши від реакційної ємності бетону до реакційної ємності продуктів гідратації цементу ( $m_r$ ), що дозволить більш ефективніше описати процес карбонізації бетону.

Маса цементу, яка вступила в гідратаційний процес, а відповідно і маса продуктів гідратації цементу  $G_c$ , кг, складе:

$$G_c = \alpha \cdot Q \cdot (1 - \eta) , \quad (3.4)$$

де,  $\alpha$  – ступінь гідратації цементу, частки од.;

$Q$  – Витрата цементу в  $1,0 \text{ м}^3$  бетону, кг;

$\eta$  – вміст інертних мінеральних добавок у цементі, частки од.

Далі, здійснивши елементарні обчислення, легко прийти до формули для розрахунку реакційної ємності продуктів гідратації  $m_r$ ,  $\text{см}^3$ , що припадають на  $1,0 \text{ см}^3$  бетону:

$$m_r = 0,205\alpha \cdot Q \cdot (1 - \eta) , \quad (3.5)$$

Тоді рівняння (3.1) може бути записане наступним чином:

$$x = k_t \cdot k_m \cdot \sqrt{\frac{2C \cdot t \cdot D_{co}^2}{0,205 \cdot \alpha \cdot Q (1 - \eta)}} , \quad (3.6)$$

Тоді вираз (3.1) може бути представлено таким чином. У формулі (3.6) коефіцієнт до враховує вплив температури експлуатаційного середовища [8], а  $k_t$  - вплив вологості та відображає загальновідому екстремальну залежність інтенсивності процесів карбонізації від відносної вологості повітря (максимум припадає на діапазон 40% -70%). Формула (3.6) вигідно відрізняється від першооснови (3.1) тим, що в ній структурні характеристики не статичні, а динамічно змінюються у часі залежно від ступеня гідратації цементу.

Тоді за цією формулою капілярна пористість бетону, маса прогідратованого цементу, реакційна ємність продуктів гідратації цементу, ЕКД вуглекислого газу і, зрештою, глибина карбонізації бетону захищеного шару. Саме така модель прогнозування закладена в програмний продукт, описаний в [10], досить переконливо, на думку авторів, який показав свою роботу.

Провіримо точність виразу (3.6), зіставивши розраховані величини глибини карбонізації з наведеними в [8]. Для складів бетонної суміші марки П1 (таблиця 3.1), були виготовлені зразки та випробувані у різних організаціях. Отримані результати значень глибини карбонізації бетону наведено в листах роботи. При цьому зіставляються відносні величини (глибина карбонізації бетону приводоцементному відношенні 0,50 прийнята рівною 1,00).

Проаналізувавши дані таблиць, можна констатувати, що розрахункові величини загалом відповідають фактичним даним які отримані іншими дослідниками.

Таблиця 3.1 – Склад бетону на портланд цементі Здолбунівського цементного заводу марки П1

В/Ц	Витрата , кг/м <sup>3</sup>			
	Цемент	Пісок	Щебінь	Вода
0,40	476	723	1025	190
0,45	409	735	1047	185
0,50	371	771	1061	185
0,55	342	816	1073	187
0,60	318	827	1032	191

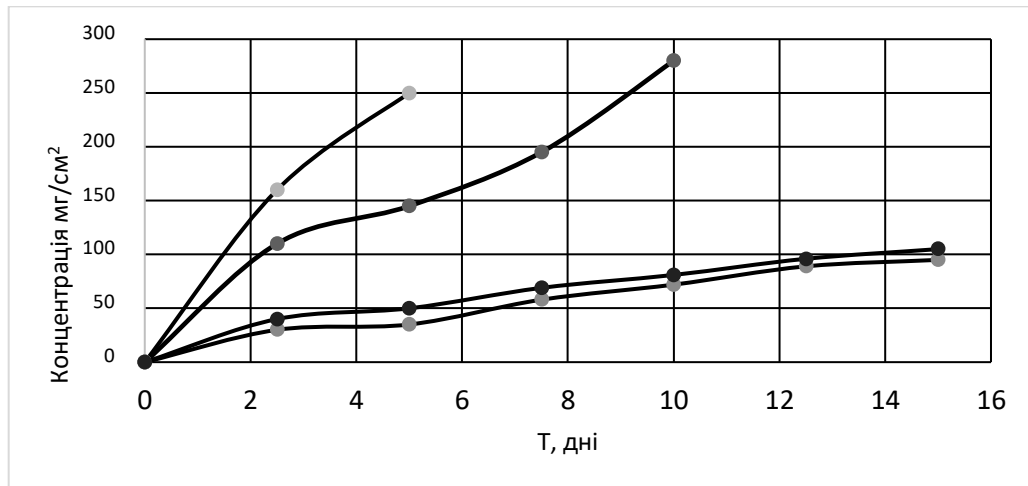


Рисунок 3.4 – Залежність процесу корозії цементного каменя від часу дії агресивного середовища

Таблиця 3.2 – Вимоги до товщини шару бетону при впливі агресивного середовища

Концентрація вуглекислого газу в повітрі, мг/м <sup>3</sup>	Товщина захисного шару, мм	Максимально допустима величина коеф. дифундування вуглекислого газу в шарі бетону залізобетонних конструкцій, з терміном використання, роки		
		20	50	100
До 500	10	1,12	0,43	0,21
	15	2,53	1,01	0,50
	20	4,42	1,82	0,89
Від 500 до 5000	10	0,24	0,11	0,04
	15	0,43	0,16	0,08
	20	0,69	0,26	0,13

### 3.3 Методика визначення водопроникності бетонного шару.

Методика для випробування паропроникності конструкцій бетонних та залізобетонних покритих захисним шаром ДСТУ 28575:2014. Даний стандарт розповсюджується на бетонні та залізобетонні конструкції та встановлює шляхи визначення водопроникності лакофарбових, пластичних та обклеювальних покриттів на бетонних або залізобетонних конструкціях під впливом насиченої водянистої пари.

Водопроникність захисного покриття - можливість пропускати або

затримувати насичену водяну пару по різниці парціальних тисків водяної пари при стандартному атмосферному тиску на двох площинах захисного покриття, яке характеризується величиною коефіцієнта водопроникності або опором проникності при дії водяної пари.

Даний спосіб полягає у встановленні кількості водяної пари, яка може проходити через взірець із захисним покриттям або без нього, на основі вимірювання маси вологопоглинаючої речовини та наступного розрахунку коефіцієнта водопроникності.

На початку досліджень поверхню взірців, які можна отримати як із бетонних кубиків або циліндриків, вони очищаються від цементного шару плівки і обов'язково шліфуються на площині паралельно.

Для дослідження вибираємо п'ять взірців із захисним покриттям та п'ять екземплярів без покриття. Поверхня взірця очищається та витирається від пилу. Покриття захисним шаром проводять не раніше як через 28 діб у відповідності до технічних вимог для використання покриття, що досліджується. Товщину взірця заміряємо в п'яти місцях завдяки штангенциркуля при цьому встановлюємо середню арифметичну величину.

Товщина взірця при наявності захисного покриття враховує і товщину захисного покриття.

По краю нижньої поверхні взірця приклеюємо резинове кільце так, щоб досліджувана поверхня без захисного покриття не була замашена клеєм.

### **3.4 Висновки дослідження**

Експериментальні дані досліджень доводять, що запроектовані склади бетонів як на шлакопортландцементі, так і на сульфатостійкому цементі, відповідають проектному класу і задовольняють поставлені в технічному завданні характеристики бетону. Міцність сульфатостійкого цементу порівняно з шлакопортландцементом дещо менша, проте в умовах агресивного середовища вона не є основним чинником. Тому для забезпечення високої гідрофобізації

варто застосовувати хімічні добавки і сульфатостійкі цементи, водночас за потреби високої міцності без значного впливу агресивного середовища варто враховувати можливість використання звичайного шлакопортландцементу.

## РОЗДІЛ 4

### Технологія та організація виробництва будівельних робіт

#### 4.1 Характеристика методів виконання робіт

Для підготування ділянки під будівництво необхідно провести роботу з вирівнювання даної місцевості за планом даного проекту для цього використаємо бульдозер марки SEM822D та екскаватор SDLG. Закладку всіх несучих основ під фундамент каркасу буде виконано з допомогою прокладання траншеї, для заливки основи під рампу і проїзд для транспорту який буде проводити земляні роботи в котловані. Об'єм земляної породи який не потрібно на будівельному майданчику буде транспортуватись у зони засипки, а певна його частина буде частково виконувати роль засипки.

Простір навколо залитого фундаменту приводиться у нормальний стан у вигляді пошарового засипання його ґрунтом який знятий з даної ділянки з утрамбуванням кожного з наступних шарів автоматичним утрамбовувачем марки Wacker Neuson DPU130Le.

При встановленні допоміжних елементів конструкцій застосовується автомобільний кран СКД AD20 Tatra на базі шасі Tatra 815 6x6 (максимальний вантаж який буде піднято це 20 т, а максимальна довжина стріли 20,9 м). Виконання операцій по встановленню колон описано в створеному технологічному процесі у вигляді карти на монтаж колон. Встановлення конструкцій перекриття проводиться по одному елементу, зі збільшенням кількості залізобетонних крокв'яних ферм.

Роботи з покрівлею проводяться після того як відбудеться встановлення конструкцій перекриття.

Вкладання покриття на підлогу проводиться на підготовлену щебневу укладку для її втрамбовування використовується поверхневий вібратор.

По закінченні встановлення стінових панелей і зведення внутрішніх перестінок приступають до монтування воріт, дверей та вікон.

В роботи які облаштовують внутрішній вид будівлі входять вирівнювання

стін фасадів пісчано цементним розчином, встановлення підлоги, надання кольорової гама як внутрішнім так і зовнішнім стінам приміщення. Для цього використовуються сучасні не токсичні емалі на основі поліакрилових емалей а нанесення відбувається з розпилюючого пістолета та валиками.

Спеціалізовані бригади по роботі з (сантехнічним, електротехнічним обладнання) та їх встановлення проводиться субпідрядними організаціями.

## 4.2 Вибір монтажного крану для встановлення конструкцій

Для визначення необхідного обладнання яке дозволить провести встановлення будівельних конструкцій проведемо порівняння їх робочих характеристик:

- потрібна підймальна здатність  $Q_m$ , в яку входять наступні параметри:

$$Q_m = Q_k + Q_{пр} + Q_{об},$$

$Q_k$  – маса конструкцій, т;

$Q_{пр}$  – маса монтажних приспособлень, т;

$Q_{об}$  – маса елементів які встановлюємо на каркас, т;

- висота піднімання гака  $H_m$ :

$$H_m = H_{ел} + H_z + H_{пр},$$

$H_m$  – відстань від рівня встановлення крану до нижньої точки на кінці гака при максимально розтягнутому поліспасти, м;

$H_{ел}$  – висота конструкції в монтажному положенні, м;

$H_z$  – максимально можливим по висоті при умові встановлення для подачі конструкції на місце монтажу, або переставлення її над вже раніше встановленими елементами конструкції (0.5-0.8 м), м;

$H_{пр}$  – відстань від монтажних приспособлень в робочому стані до верху підвісної конструкції, яка прикріплюється до гака, м;

- монтажній відстані гака крану  $L_r$ .

Оприділимо необхідну робочу характеристику крану для монтажу колон:

- вантажопідйомність:  $Q_m = 9.3 + 0.4 + 0 = 9.7$  т,

де 9.3 т – маса середньої колони; 0.4 т – маса захвату.

- висота піднімання гаку:  $H_m = 10,7 + 0,6 + 1,1 = 12,4$  м,

де 10,7 м – висота колони; 0,6 м – запас по висоті; 1,1 м - висота монтажного пристрою.

- монтажний відстань гаку крану  $L_r = 8,5$  м.

Отже, приймаємо автомобільний кран СКД AD20 Tatra на базі шасі Tatra 815 6x6 який перебуває на балансі будівельного підприємства при цьому має такі технічні характеристики (див. табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Технічні характеристики автомобільного крану СКД AD20 Tatra на базі шасі Tatra 815 6 x 6

№	Модель крана База шасі	Вантажопідъемність на опорах при вильоті		Виліт стріли, м		Висота піднімання гаку при вильоті	
		максимальному	мінімальному	максимальний	мінімальний	максимальна	мінімальна
1	СКД Tatra 815 AD20 6x6	3,6	24	13,7	4,6	8,1	13,9

### 4.3 Визначення трудомісткості та періоду будівництва

#### 4.3.1 Визначення обсягів загально-будівельних робіт

Таблиця 4.2 – Перелік об'єму запланованих робіт

№ з/п	Найменування робіт	Одиниці виміру	Кількість
1	2	3	4
1	Зачистка поверхні від рослинності	м <sup>3</sup>	5008,86
2	Розгортання ґрунту для розбивки фундаменту екскаватором у відвал	м <sup>3</sup>	3472,74



Продовження таблиці 4.2.

3	Видалення ґрунту під фундамент екскаватором з завантаженням на самоскиди	м <sup>3</sup>	253,4
4	Вирівнювання стін котловану вручну	м <sup>3</sup>	368,97
5	Насипання піщаної подушки під фундамент	м <sup>3</sup>	302,62
6	Розміщення залізобетонної заливки під фундамент	м <sup>3</sup>	207,882
7	Розміщення фундаментних балок	шт	56
8	Засипання простору навколо основи	м <sup>3</sup>	3286,69
9	Планування поверхневого шару з вирівнюванням навколо споруди t=24 см	м <sup>3</sup>	4145,77
10	Встановлення колон в адміністративно-побутовій будівлі	шт	38
11	Встановлення колон крайнього ряду	шт	32
12	Встановлення колон середнього ряду	шт	16
13	Встановлення фахверкових колон	шт	18
14	Встановлення ригелів	шт	32
15	Встановлення підкранових балок	шт	56
16	укладання сегментних ферм	шт	32
17	Укладання панелей зовнішніх стін розміром (6 x 1,2 м)	шт	250
18	Укладання панелей зовнішніх стін розміром (6 x 1,8 м)	шт	108
19	Закріплення плит покриття розміром (6 x 3 м)	шт	46
20	Закріплення плит покриття розміром (6 x 1,5м)	шт	446
21	Заповнення віконних отворів	м <sup>2</sup>	544,2
22	Встановлення воріт	м <sup>2</sup>	52,95
23	Мурування перестінок	м <sup>2</sup>	593,9
24	Штукатурення внутрішніх стін та стелі	м <sup>2</sup>	2062,8
25	Корегування щебневих підстиляючих шарів	м <sup>3</sup>	468,35
26	Заливка бетонної підлоги	м <sup>2</sup>	4912,4

### 4.3.2 Визначення трудомісткості робіт

Таблиця 4.3 Відомість трудомісткості робіт

№ з/п	Обґрунтування ДБН	Найменування робіт	Од. вим.	К-сть	Трудомісткість	
					Норма на одиницю люд.год.	На весь об'єм, люд. дні
1	2	3	4	5	6	7
1	1-24-1	Зняття рослинного шару	1000м <sup>3</sup>	5,04	21,58	13,51
2	1-24-9	Зріз рослинного шару при додаванні на кожні наступні 10 м	1000м <sup>3</sup>	7,013	19,98	17,51
3	1-10-1	Вибірка ґрунту під фундамент екскаватором у відвал	1000м <sup>3</sup>	3,48	44,78	19,42
4	1-15-1	Вибирання ґрунту під споруду екскаватором з відвантаженням на автомобілі-самоскиди	1000м <sup>3</sup>	0,24	31,14	0,973
5	1-164-1	Вирівнювання стін і дна в котловані вручну	100м <sup>3</sup>	3,68	200,6	92,276
6	6-1-5	Встановлення опалубки на залізобетонні фундаменти	100м <sup>3</sup>	2,07	982,31	254,173
7	7-1-15	Розміщення фундаментних балок	100шт	0,58	649,63	47,098
8	1-29-1	Засипка порожнин навколо фундаменту	1000м <sup>3</sup>	3,29	4,62	1,89
9	1-20-1	Вивезення рослинного ґрунту	1000м <sup>3</sup>	4,147	11,45	5,94
10	7-5-9	Розміщення колон в адміністративно-побутовій будівлі	100шт	0,36	912,73	41,07
11	7-5-13	Розміщення колон крайнього ряду	100шт	0,32	1969,95	78,79
12	7-5-14	Розміщення колон середнього ряду	100шт	0,16	2283,45	45,67

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4	5	6	7
13	7-5-10	Розміщення фахверкових колон	100шт	0,18	1120,35	25,21
14	7-3-1	Закріплення ригелів	100шт	0,32	832,85	33,314
15	7-9-12	Розміщення балки під кран	100шт	0,56	1877,28	131,41
16	7-12-16	Встановлення сегментних ферм	100шт	0,32	2876,82	115,07
17	7-16-1	Встановлення панелей зовнішніх стін розміром (6х1,2м)	100шт	2,5	1133,04	354,08
18	7-16-3	Встановлення панелей зовнішніх стін розміром (6х1,8м)	100шт	1,07	1456,58	194,82
19	7-13-10	Укладання плитами покриття розміром (6х3м)	100шт	0,48	568,64	34,12
20	7-13-1	Укладання плит покриття розміром (6х1,5м)	100шт	4,48	410,76	230,03
21	10-22-1	Заповнення віконних прорізів висотою до 1,215 м	100м2	7,632	197,75	188,65
22	10-22-2	Заповнення віконних прорізів висотою до 1,815 м	100м2	2,592	157,24	50,95
23	10-34-1	Встановлення воріт	100м2	0,5292	377,27	24,96
24	8-7-5	Мурування внутрішніх перегородок	100м2	5,979	204,53	152,86
25	11-2-1	Улаштування піщаних підстиляючих шарів	м3	254,523	5,1	162,26
26	11-2-4	Улаштування щебневих підстиляючих шарів	м3	490,36	6,61	405,16
27	11-11-3	Улаштування бетонної стяжки до 20 мм	100м2	52,11	63,87	416,03
28	11-11-4	Улаштування бетонної стяжки на кожні наступні 5 мм	100м2	1294,71	1,27	205,54
29	10-26-3	Встановлення дверей	100м2	0,943	194,03	22,87
30	15-167-5	Фарбування віконних прорізів	100м2	17,381	316,89	688,48

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4	5	6	7
31	15-167-4	Фарбування дверей та воріт	100м2	3,82	222,84	106,41
32	15-18-5	Облицювання підлоги	100м2	8,64	325,82	351,89
33	15-152-1	Фарбування всередині приміщень	100м2	11,96	15,23	22,77
34	15-185-1	Шпаклювання стін фасадів	100м2	29,556	79,3	292,97
35	15-155-2	Фарбування фасаду	100м2	29,556	30,92	114,23
36	12-19-1	Прикріплення утеплювача дахового покриття	м3	540,14	6,58	444,27
37	12-22-1	Улаштування вирівнюючих цементно-піщаних стяжок до 15 мм	100м2	49,104	44,78	274,86
38	12-22-2	Улаштування стяжок на кожний 1 мм зміни товщини	100м2	736,56	0,22	20,26
39	12-1-2	Улаштування покрівлі із рулонних матеріалів	100м2	49,104	40,15	246,44
					∑	5928,234
		Підготовчий період	1%			59,28
		Сантехнічні роботи	5%			296,41
		Електротехнічні роботи	5%			296,41
		Благоустрій території	5%			296,41
		Здача об'єкта	0,5%			29,64
		Непередбачені роботи	20%			1185,65
					∑	8092,034

## ВИСНОВОК

В ході виконання кваліфікаційної роботи було розроблено проект промислового цеху з дослідженням залізобетонних конструкцій до впливу агресивного середовища на їх стійкість до їхнього впливу.

В **«Архітектурно-будівельному розділі»** розроблено основні архітектурні рішення будівлі з урахуванням всіх сучасних норм та вимог.

У **«Розрахунково-конструктивному розділі»** проведено розрахунок комбінованого каркасу виробничого приміщення, та розроблено конструктивні рішення.

У **«Науково-дослідному розділі»** досліджено вплив агресивних чинників виробництва на будівельні конструкції приміщення. Досліджено вплив різних сполук на корозійну здатність бетону, та швидкості дифундування вуглекислого газу в порах бетону.

У розділі **«Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** розроблено заходи щодо дотримання техніки безпеки будівельних робіт.

Розроблено заходи по захисту населення в надзвичайних ситуаціяхю

## Бібліографія

1. Маринин А.Н. Сопротивление железобетонных конструкций воздействию хлоридной коррозии и карбонизации / А.Н. Маринин, Р.Б. Гарибов, И.Г. Овчинников. Саратов: Издат. центр «РАТА», 2008. 296 с.
2. Кириллов В.С. Эксплуатация и реконструкция мостов и труб на автомобильных дорогах / В.С. Кириллов. М.: Наука, 1971. 196 с.
3. Защита от коррозии металлических и железобетонных мостовых конструкций методом окрашивания / И.Г. Овчинников, А.И. Ликверман, О.Н. Распоров и др. – Саратов: Изд-во «Кубик», 2014. 504 с.
4. Аксютин С.А. Опыт применения лакокрасочных материалов / С.А. Аксютин, В.И. Копырин // Транспортное строительство. 2006. №2. С. 18-20.
5. Баженов Ю.М. Модифіковані високоякісні бетони / Ю.М. Баженов, В.С. Демьянова, В.И. Калашников. К.: Вид-во Асоціації будівельних вузів, 2006. 368 с.
6. Цементные бетоны с минеральными наполнителями / Л.И.Дворкин, В.И.Соломатов, В.Н.Выровой, С.М.Чудновский. – К.: Будівельник, 1991.–136 с.
7. Фундаменти будівель і споруд: Довід.посібник Ю.Л.Винников, В.А.Мух а, А.В.Яковлев - К.: Урожай, 2002.- 432с.,- Бібліогр.: с.423-424.
8. Конструирование и расчет моно литных ребристых перекрытий: Учеб.пособие / А.Н.Павликов.-К.: УМК ВО,1992.-100с.-Н а укр.яз.
9. Технологія будівельного виробництва: Підручник / В.К.Черненко, М.Г.Єрмоленко, Г.М.Батур а та ін.; За ред. В.К.Черненк а, М.Г.Єрмоленко.- К.: Вища шк., 2002.-430с.:іл.
10. Фундаменти будівель і споруд: Довід.посібник Ю.Л.Винников, В.А.Муха, А.В.Яковлев та ін. - К.: Урожай, 2002.- 432с.:іл.- Бібліогр.: с.423-424. ДБН А.3.1-5-96 Організація будівельного виробництва
11. ДБН Г.1-5-96. Нормативна база оснащення будівельних організацій містобудування України - К., 1997.
12. ДБН В-2.2-99. Громадські будинки та споруди
13. ДБН 360-92\*. Планування і забудова міських і сільських поселень
14. ДБН В.2.5-20-2001. Інженерне обладнання будівель і споруд

- 15.ДБН В.2.6.-31:2016 Теплова ізоляція будівель
- 16.ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація
- 17.ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування
- 18.ДБН В.2.5-28-2006 Природне і штучне освітлення
- 19.ДБН В 1.1.7-2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва
- 20.ДСТУ Б В.2.1-2-96 Основи та підвалини будинків і споруд.
21. 1.Кондращенко О.В. Корозія і захист будівельних матеріалів і конструкцій. Харків - ХНАМГ - 2005. 38с.
- 22.Бліхарський З.Я. Корозія бетонних конструкцій в агресивному кислотному середовищі //36 наукових, праць: Діагностика, довговічність, та реконструкція мостів і будівельних конструкцій. - Львів: Каменяр, 2000. 134с.
- 23.Савицкий М.В., Титюк А.О., Литвенко Д.А. Силові та енергетичні характеристики бетону в умовах розвитку корозійних процесів // Матеріали II міжнародного симпозіуму "Механіка і фізика руйнування будівельних матеріалів та конструкцій". - Львів, 1996. 148 с.
- 24.Комплексне вирішення проблеми підвищення міцності, атмосферо-, водо- та корозостійкості будівельних конструкцій з бетону, що експлуатується в складних інженерно-геологічних умовах. // зб. наук, праць: Будівельні конструкції. Кн. 1. - К.: НДІБК, 2003. - Вип. 59. 210с
- 25.Міжнародна науково-технічна конференція «Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій» присвячена 70-річчю від дня народження член-кореспондента НАН України, професора Яснія Петра Володимировича Каспрук В.Б., Кісіль В.А., Дослідження деструктивних факторів які визначають пошкодження бетону. -Тернопіль: 2022.с.248-249.
26. Методичні вказівки до виконання дипломних проектів спеціаліста та дипломних робіт магістра для студентів спеціальності 7.06010101 та 8.06010101 «Промислове і цивільне будівництво» денної і заочної форми навчання / Ковальчук Я.О., Конончук О.П., Дубіжанський Д.І. – Тернопіль: ТНТУ, 2014. – 51 с.