

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури

(повна назва кафедри (предметної, цвистової комісії))

## МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

Вдосконалення конструкції підземної споруди кільцевої форми, що влаштована з буронабивних паль

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

(цифра і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Чорний А.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доц. кафедри БМГА

(вчений ступінь посада)

Блащук Н.В.

(прізвище та ініціали)

«20» 12 2022 р.

Опонент к.т.н. доц.

(вчений ступінь посада)

Г.М. Слюсаренко

(прізвище та ініціали)

«  »    20   р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри БМГА

В.В. Швець

(підпис)

«  » 20 року

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Будівництва, теплоенергетики та газопостачання

Кафедра Будівництва, міського господарства та архітектури

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Напрямок підготовки 19 Архітектура та будівництво

(шифр і назва)

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва)

Освітня програма Промислове та цивільне будівництво

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БМГА

Швець В.В.

2022 року

## ЗАВДАННЯ

### НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА

Чорний Андрій Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Вдосконалення конструкції підземної споруди кільцевої форми, що влаштована з буронабивних паль

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

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

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

2. Строк подання магістрантом роботи 5.12.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту проектування, результати інженерно-геологічних вишукувань. Передбачається проектування інженерної споруди – насосної станції з використанням підземного простору. Фундаменти споруди – буро набивні палі.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ (актуальність та новизна наукових досліджень, об'єкт, предмет, мета і задачі, практична значимість, методи досліджень, апробація)

1. Аналіз сучасного стану питання (огляд літературних джерел)

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

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

4. Технічна частина (архітектурно-будівельні рішення - розрахунок планувальних відміток генплану, основні архітектурно-будівельні рішення об'єкту; основи та фундаменти - розробка конструктивного рішення фундаменту за методикою норм та у варіанті з використанням результатів досліджень).

5. Розробка заходів з охорони праці та цивільного захисту.

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

Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)  
 1. Науково-дослідна частина (розділи 1-3) – 6-8 арк. (плакати, що ілюструють результати науково-дослідної роботи)  
 2. Технічний розділ – 3 арк. (фасад, генеральний план, розрізи, техніко-економічні показники генплану, план фундаментів для двох варіантів, робочі креслення фундаментів, поперечні перерізи фундаментів)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Вступні-3	Блащук Н. В.		
Тех. част.	Блащук Н. В.		
ОП та ЦЗ	к.т.н., доц. Кобилецька Т. М.		
Економічна частина	к.т.н., доцент Лалюк О. Т.		

7. Дата видачі завдання 05.10.2020 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

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

Магістрант   
(підпис)

Чорний А. В.  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи   
(підпис)

Блащук Н. В.  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

УДК 624.15

Чорний А.В. Вдосконалення конструкції підземної споруди кільцевої форми, що влаштована з буронабивних паль. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», освітня програма – «Промислове та цивільне будівництво». Вінниця : ВНТУ, 2022.82с.

На укр. мові . Бібліогр.: 52 назви ; рис. 24 ; таблиця 11.

У роботі на основі математичного моделювання за допомогою програмного комплексу Plaxis досліджено напружено-деформований стан фундаменту підземної споруди кільцевої форми під дією вертикального навантаження з різними геометричними параметрами та в різних ґрунтових умовах. Виконано порівняння фундаменту типу опускний колодезь та фундаменту з буронабивних паль. Розглянуто вплив глибини закладання підшви фундаменту нижче підлоги на несучу здатність фундаменту в цілому. Встановлено оптимальну глибину закладання підшви фундаменту нижче підлоги підземної споруди.

Розглянуті питання архітектурно-планувальних рішень, виконано проєктування фундаментів , розділ охорони праці та проведено економічне порівняння варіантів фундаменту.

Магістерська кваліфікаційна робота містить 13 аркушів графічної частини.

Ключові слова:

Фундамент підземної споруди кільцевої форми, опускний колодезь, напружено-деформований стан, глибина закладання, буронабивні палі.

## ABSTRACT

Chorny A.V. Improvement of the structure of the ring-shaped underground structure made of bored piles. Master's qualification thesis on specialty 192 - "Construction and civil engineering", educational program - "Industrial and civil construction". Vinnytsia: VNTU, 2022.82 p.

In Ukrainian language Bibliography: 52 titles; Fig. 24; table 11.

In the work, based on mathematical modeling with the help of the Plaxis software complex, the stress-deformation state of the foundation of the ring-shaped underground structure under the action of a vertical load with different geometric parameters and in different soil conditions was investigated. A comparison of the foundation of the sinking well type and the foundation of bored piles was made. The effect of the depth of laying the foundation sole below the floor on the bearing capacity of the foundation as a whole is considered. The optimal depth of laying the foundation sole below the floor of the underground structure has been established.

Considered issues of architectural and planning solutions, the design of the foundations, the section on labor protection, and the economic comparison of the foundation options were carried out.

The master's qualification work contains 13 sheets of graphicsnparts

Keywords:

The foundation of the ring-shaped underground structure, the lowering well, the stressed-deformed state, the depth of laying, bored piles.

**ЗМІСТ**

<b>ВСТУП .....</b>	<b>4</b>
--------------------	----------

**РОЗДІЛ 1**

<b>АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ .....</b>	<b>7</b>
-------------------------------------	----------

Висновки за розділом 1... ..	24
------------------------------	----

**РОЗДІЛ 2**

<b>ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НДС СИСТЕМИ ДЛЯ ФУНДАМЕНТІВ ОПУСКНОГО КОЛОДЯЗЮ .....</b>	<b>25</b>
--	-----------

Висновки за розділом 2... ..	28
------------------------------	----

**РОЗДІЛ 3**

<b>АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ .....</b>	<b>29</b>
---	-----------

Висновки за розділом 3.....	34
-----------------------------	----

**РОЗДІЛ 4**

<b>АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНІ РІШЕННЯ.....</b>	<b>35</b>
---	-----------

4.1.1 Вихідні дані .....	35
--------------------------	----

4.1.2 Генеральний план .....	35
------------------------------	----

4.1.3 Благоустрій.....	36
------------------------	----

4.1.4 Об'ємно-планувальні рішення.....	36
--	----

4.1.5 Архітектурно-конструктивні рішення .....	37
--	----

4.1.6 Опалення та вентиляція .....	37
------------------------------------	----

4.2 Основи та фундаменти.....	37
-------------------------------	----

Висновки за розділом 4.....	46
-----------------------------	----

**РОЗДІЛ 5**

<b>ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....</b>	<b>47</b>
--------------------------------	-----------

5.1 Техніко-економічне порівняння варіантів фундаментів.....	47
--	----

Висновки за розділом 5.....	54
-----------------------------	----

## **РОЗДІЛ 6**

### **ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ 55**

6.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи.....56

6.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....60

6.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях. Розрахунок сейсмічного впливу на опускний колодезь.....66

Висновки за розділом 6 .....69

**ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....70**

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....71**

### **ДОДАТКИ**

Додаток А Технічне завдання.....78

Додаток Б Протокол перевірки кваліфікаційної роботи.....79

## ВСТУП

### **Актуальність теми.**

В зв'язку зі збільшенням населення та швидкому розширенню міст, появилось питання в тому як краще ы больш ефективніше використовувати територію в тому числі і підземний простір під будівлями. Для його використання почали застосовувати фундаменти – опускний колодезь. Це дає змогу влаштовувати під землею велику кількість об'єктів .

Опускні колодезі також є надзвичайно ефективними при будівництві в ділянках з високим рівнем ґрунтових вод. Особливістю опускних колодезів є невелика розщільненність ґрунтів навколо фундаментів, завдяки цьому вплив горизонтальних навантажень на фундамент знижується. Це дозволяє зменшити розміри подошви опускного колодезя, за рахунок цього зменшується використання матеріалів.

Практичне використання фундаментів типу опускний колодезь в Україні порівняно з іншими країнами невеликий, в зв'язку з цим виникають проблеми при проектуванні , зведенні та виникають певні питання, пов'язанні з особливостями конструкції даного типу фундаментів, його ефективності, технології влаштування. Фундаменти займають значну частину витрат при будівництві , велике значення має удосконалення методів розрахунку та конструювання.

**Мета**—оцінка ефективності використання тароботу опускного колодезя

### **Задачі дослідження:**

- виконати огляд наявних варіантів конструктивних рішень опускного колодезя;
- виконати аналіз методів розрахунку опускних колодезів;



- шляхом чисельного моделювання, в якому використовується пружнопластична модель ґрунту, методом скінчених елементів (МСЕ) проаналізувати напружено-деформований стан ґрунтової основи опускних колодязів при дії вертикального навантаження; - за результатами моделювання методом скінчених елементів порівняти роботу опускних колодязів різного конструктивного рішення під дією вертикального навантаження.

**Об'єкт дослідження** – Фундамент типу опускний колодязь

**Предмет дослідження** – напружено-деформований стан фундаменту при різних варіантах його проектування

**Методи дослідження.** Чисельно-математичне моделювання для дослідження системи

**Наукова новизна:** проаналізовано ефективні конструктивні рішення опускного колодязю, виконано математичне моделювання роботи опускного колодязю під дією вертикального навантаження.

**Практична цінність роботи** – виявлені фактори, що впливають на несучу здатність опускних колодязів різного конструктивного рішення, при врахуванні яких запропоновано ефективну конструкцію опускного колодязю для технічного об'єкту.

**Особистий внесок здобувача** полягає у проведенні теоретичних досліджень, в моделюванні методом скінчених елементів роботи опускних колодязів різних конструктивних рішень під дією вертикального навантаження у ґрунтовому масиві.

### **Апробація результатів магістерської роботи.**

Результати магістерської кваліфікаційної роботи апробовано на науково-технічній конференції факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання, ВНТУ Інноваційні технології в будівництві-2022.

### **Публікації.**

"особливості роботи підземної споруди кільцевої форми, що влаштована з буронабивних паль" на науково-технічній конференції Інноваційні технології в будівництві-2022.

(<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2022/author/submission/16768>)

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПИТАННЯ

У сучасному будівництві досить часто виникає необхідність у спорудженні будівель та конструкцій на значній глибині або фундаментів під унікальні важкі опори. Це різноманітні насосні станції державного господарства, станції метро, фундаменти висотних будинків, опори мостових переходів тощо.

Крім того, спорудження заглиблених приміщень у більшості випадків потрібно вести в складних умовах, на ділянках з високим рівнем ґрунтової води. Все це спонукає до використання особливих типів глибоких фундаментів, спорудження яких у відкритих котлованах неможливе.

Глибокі фундаменти істотно відрізняються від фундаментів, котрі будують у відкритих котлованах за характером своєї роботи. Передусім попереднє розроблення ґрунту в котлованах тут не потрібне. Крім того, робота глибокого фундаменту виключає можливість випирання ґрунту на поверхню з-під подошви і, навпаки, дозволяє врахування сил тертя по бічній поверхні, завдяки чому несуча здатність фундаменту зростає. Нарешті, умови роботи таких фундаментів дають можливість передавати на них дуже велике горизонтальне навантаження та значні згинальні моменти[1].

Серед глибоких фундаментів із співвідношенням глибини закладання і ширини подошви  $d/b > 2-2,5$  найбільше поширення з давнього часу одержали опускні колодязі та кесони.

Опускні колодязі. це відкрита зверху і знизу порожниста конструкція будь-якої конфігурації в плані, яка занурюється в ґрунт, як правило, під дією власної ваги в процесі розробки ґрунту всередині колодязя (рис. 1.1).

Вони виконуються з полегшеної конструкції у вигляді циліндричних, збірних залізобетонних, тонкостінних оболонок або масивними з каменю, бетону чи залізобетону.

Масивні колодязі споруджуються на поверхні ділянки або штучного острова, якщо йдеться про будівництво опори мосту в акваторії[2] .

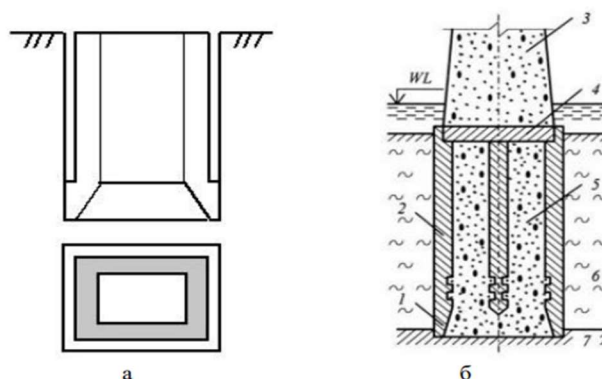


Рис. 1.1. Опускний колодязь:

а – схема опускного колодязя; б – фундамент у вигляді опускного колодязя; 1 – консоль; 2 – стінки колодязя; 3 – над фундаментна частина споруди; 4 – залізобетонна плита; 5 – бетон заповнення порожнини; 6 – слабкий ґрунт; 7 – міцний ґрунт

Частину колодязя, що зводять до його опускання, розміщують на тимчасовій основі, наприклад на щербеневій призмі. В процесі опускання слідкують за вертикальністю колодязя, відповідно розробляючи ґрунт. При цьому періодично нарощують колодязь шляхом бетонування монолітних або монтажу збірних чи збірно-монолітних ярусів (рис.1.2).

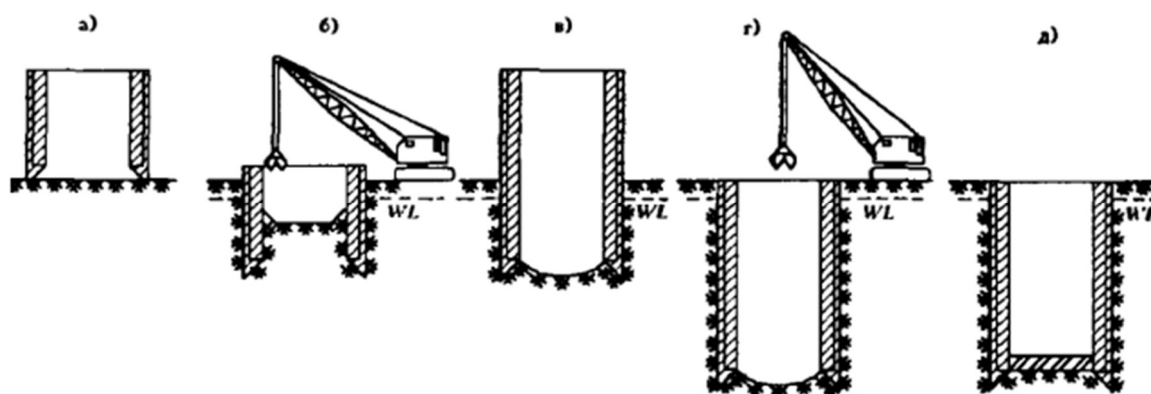


Рис.1.2. Схема влаштування опускного колодязя:

а – встановлення на поверхні; б – заглиблення; в – нарощування нової секції;  
г – опускний колодязь опущений до міцного шару ґрунту;  
д – для опускного колодязя влаштовано дно

Колодязі у плані можуть бути круглими або у вигляді еліпсів, овалів. Це пов'язано з тим, що в

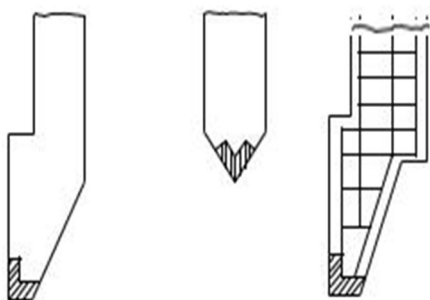


Рис. 1.3 Форма ножів опускних колодязів

незаокруглених кутах споруди виникає нерівномірна концентрація сил тертя, яка ускладнює опускання колодязя.

Спочатку на підкладках установлюють опалубку, арматуру, а потім бетонують нижню частину колодязя, що називається ножем або

консоллю. Залежно від призначення колодязя, а також від фізико-механічних властивостей ґрунту ножі можуть бути різної форми (рис. 1.3).

Нижні частини зовнішніх стін (консолі) колодязів влаштовують змінного перерізу по висоті. Консолі зазвичай закінчуються сталевими ножами з горизонтальним майданчиком (банкеткою) шириною 0,15—0,20 м (рис. 1.4, а) або загостреними (рис. 1.4, б). Щоб виключити можливість спирання внутрішніх стін колодязя на ґрунт, їх низ мають вище низу зовнішніх стін на 0,5 м (рис. 1.4, а). Для можливості сполучення між шахтами у внутрішніх стінах передбачають отвори або низ цих стін мають не менше ніж на 2 м вище ніж колодязя. Вище консолі (на відстані не менше ніж 2,2 м від низу колодязя) у зовнішніх і внутрішніх стінах колодязів влаштовують штраби глибиною 25-30 см і висотою 80-100 см (рис. 1.4), що забезпечують надійний зв'язок між стінами колодязя та бетоном заповнення, а також можливість у разі крайньої необхідності влаштування стелі для перетворення опускного колодязя на кесон [1].

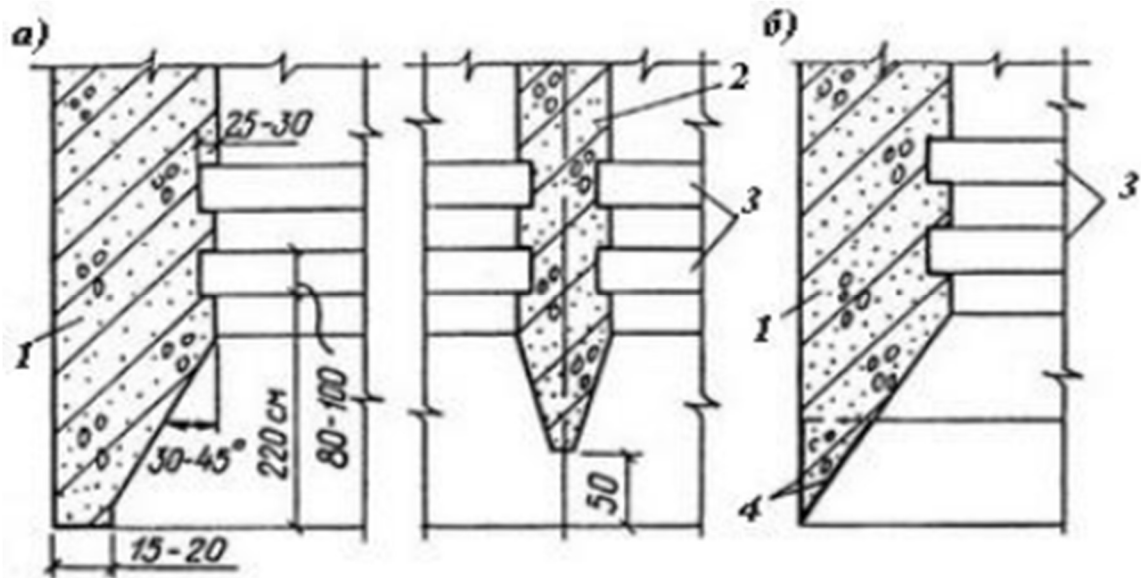


Рис. 1.4 Нижня частина опускного колодязя:

а - з банкеткою; б - із загостреним ножем; 1 - зовнішня стіна;

2 - внутрішня стіна; 3 - штраби; 4 - Обшивка з металу.

За досвідом побудованих споруд витрата бетону на виготовлення колодязів у загальному обсязі кладки фундаментів змінюється від 10% для колодязів-оболонки, що заповнюються суцільно бетоном, до 90% для товстостінних колодязів без бетонного заповнювача. Витрата арматури на 1 м<sup>3</sup> кладки колодязів змінюється від 50 кг для масивних конструкцій до 300 кг для колодязів-оболонки, що примусово занурюються в ґрунт.

Залежно від конструктивних особливостей споруд, обсягів робіт та місцевих умов бетонні та залізобетонні колодязі виготовляють із монолітного чи збірної залізобетону. Доцільність застосування того чи іншого виду колодязів визначається виходячи з результатів порівняння вартості робіт та витрат праці. У фундаментах опор мостів застосовують переважно залізобетонні колодязі; бетонні колодязі використовують для фундаментів площею до кількох десятків квадратних метрів при глибині закладання до 20 м-коду. При невеликих обсягах робіт монолітні, бетоновані на місці занурення колодязі застосовують частіше, тому що доставка збірних конструкцій або їх

виготовлення поблизу об'єкта у багатьох випадках пов'язані з необхідністю значних додаткових витрат коштів та часу.

У переважній більшості випадків фундаменти мостів споруджують з однієї криниці монолітної та дуже рідко збірно-монолітної конструкції. Два колодязя і більше в одному фундаменті в даний час зустрічаються при збірних конструкціях, наприклад, колодязях-оболонках, що занурюються в ґрунт примусово. На фундаменти з однієї криниці орієнтуються, як правило, при необхідності опускання бетонованих на місці колодязів під дією власної ваги. На спорудження таких фундаментів витрачається менше часу, порівняно з фундаментами з кількох колодязів.

Комплекс робіт зі зведення кожного фундаменту включає підготовку майданчика для бетонування та опускання колодязя, його виготовлення, занурення в ґрунт і влаштування бетонної подушки в основі колодязя або заповнення його порожнини бетонною сумішшю.

Спосіб виготовлення та занурення колодязів у ґрунт вибирають в залежності від їх конструкції, глибини водотоку, швидкості течії води, фізико-механічних властивостей ґрунтів, в які заглиблюють колодязі, та результатів техніко-економічного зіставлення різних варіантів виконання робіт.

На суходолах колодязі виготовляють або монтують із збірних елементів на попередньо спланованому майданчику. У межах русла річки колодязі бетонують і опускають із штучних острівців, що відсипаються з піщаних або гравійно-піщаних ґрунтів методом гідромеханізації. При глибині водотоку до 2 м та швидкості течії, що виключає можливість розмиву ґрунту, острівці відсипають із природними укосами (рис. 1.5,а). Зі збільшенням глибини водотоку зростає обсяг острівців, а головне вони починають сильно обмежувати живий перетин річки, що призводить до розмивів дна і самих острівців, тому при глибині водотоку більше 2 м острівці відсипають в

огородження, що споруджуються з дерев'яних щитів, ряжею або дерев'яного шпунта (рис 5, б). Якщо глибина водотоку перевищує 6 м, острівці відсипають в огороження зі сталевго шпунта (рис. 1.5, в) або зі спеціально виготовлених оболонок - переважно круглої у плані форми.

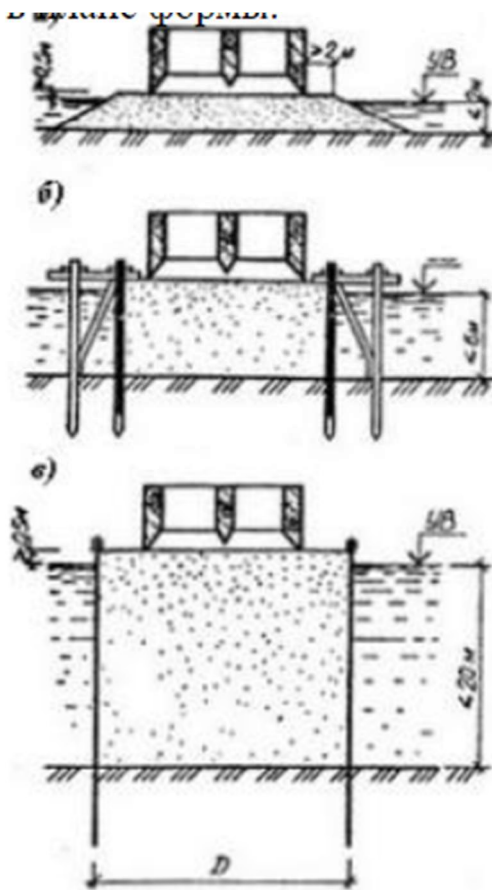


Рис. 1.5. Схеми штучних острівців виготовлення і опускання колодязів:

а — острівець з природними укосами;

б- острівець у дерев'яній шпунтовій огорожі; в — острівець у циліндричній огорожі зі сталевго шпунта

У тих випадках, коли з яких-небудь причин зробити острівець неможливо або економічно недоцільно, першу секцію колодязя виготовляють на риштованні над місцем занурення в ґрунт (Рис. 1.6, а) або ж на березі з подальшою доставкою на місце і опусканням за допомогою плавучих риштовань (Рис. 1.6, б).

У подібних випадках нижню секцію колодязя доцільно робити із залізобетону зі стінами товщиною 15-20 см, а верхні секції - бетонними зі стінами, товщину яких призначають виходячи з ваги, необхідної для нормального опускання колодязя в ґрунт.



Для розробки ґрунтів та видалення їх із колодязів використовують грейфери.

При опусканні колодязів у водонасичені піски на глибину понад 15 м доцільно використовувати ерліфт, оскільки такі ґрунти легко вимиваються з ковша грейфера під час його підйому через значну товщу води.

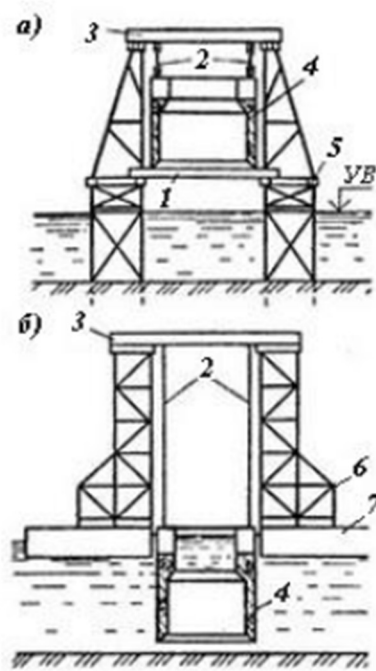


Рис. 1.6. Схеми опускання

колодязів

а - зі стаціонарних риштування;

б - з плавучих риштування;

1 - збірно-розбірні риштування для виготовлення нижньої секції

колодязя; 2 - поліспасти; 3 - несуча балка; 4 - нижня секція колодязя; 5

- пальово-рамні риштування; 6 -

надбудова з інвентарних

конструкцій; 7 - Понтони КС.

Іноді колодязі «зависають» у ґрунті через те, що їх власної ваги виявляється недостатньо для подолання сил тертя ґрунту на бічну поверхню колодязя. У таких випадках практикують збільшення ваги колодязя або ж прагнуть зменшити сили тертя. Для обтяження колодязя його навантажують черговою секцією або додатково привантажують каменем, ґрунтом, бетонними масивами і т. п. Для зменшення сил тертя застосовують підмив, який здійснюють шляхом подачі напірної води через систему трубок, розташованих у двох-трьох ярусах по висоті колодязя (ліворуч на рис. 1.7). Хороші результати отримують при використанні так званої «тиксотропної сорочки», шар глинистого розчину, що є товщиною 10—12 см, який, оточуючи колодязь

по периметру (праворуч на рис. 1.7), ізолює його від зіткнення з ґрунтом, внаслідок чого різко знижуються сили тертя ґрунту об бічну поверхню колодязя; залишається лише тертя в межах його нижньої частини. Іноді для цього використовують воду.

Після заглиблення колодязя в ґрунт до проектної позначки проводять огляд підстави, щоб упевнитися в його надійності та відповідності проекту. Потім у нижній частині колодязя бетонують подушку, а шахти заповнюють піском або бетонною сумішшю, що укладається насухо або під воду. За відсутності суцільного бетонного заповнення у верхній частині колодязя споруджують залізобетонну плиту, на якій згодом буде зведено надфундаментну частину опори.

Збірні колодязі (рис. 1.8) складаються з окремих залізобетонних секцій заввишки 0,5 м і ножа, з'єднаних між собою вертикальними сталевими тяжами діаметром 28-36 мм. Для зменшення ймовірності затирання колодязя при зануренні його в ґрунт ніж має похилу поверхню, що виступає на 10 см за межі зовнішньої стіни колодязя.

Виготовлені на полігоні секції монтують на заздалегідь спланованому майданчику. У теплу пору року на кожен секцію перед встановленням наступної укладають шар цементно-піщаного розчину товщиною 1,5 см. У зимовий час між секціями укладають металеві прокладки товщиною 15 мм для утворення зазорів з наступним заповненням їх цементно-піщаним розчином.

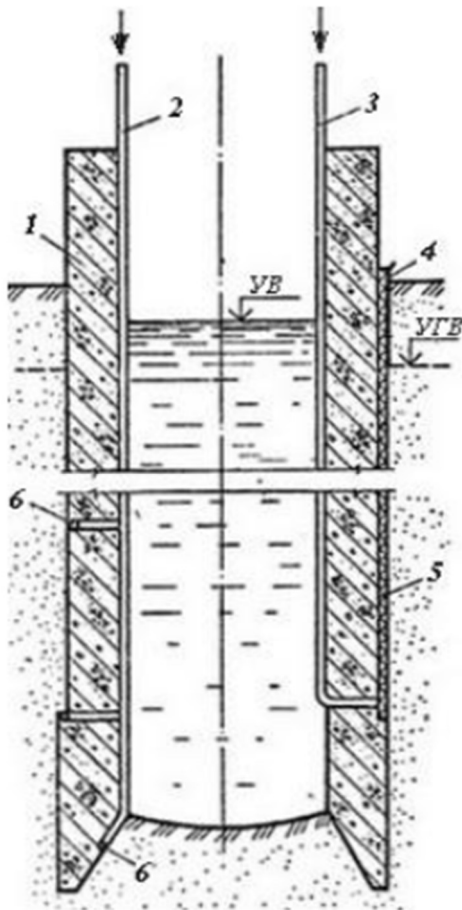


Рис. 1.7. Схема опускного колодязя з пристроями для підмивання ґрунту (ліворуч) та для створення тиксотропної сорочки (праворуч) 1-стіна колодязя; 2 - трубка для подачі води; 3 - те ж, глинистого розчину; 4- огорожа (форшахта) від обсіпання ґрунту; 5 - тиксотропна сорочка; 6 - водорозвідна трубка.

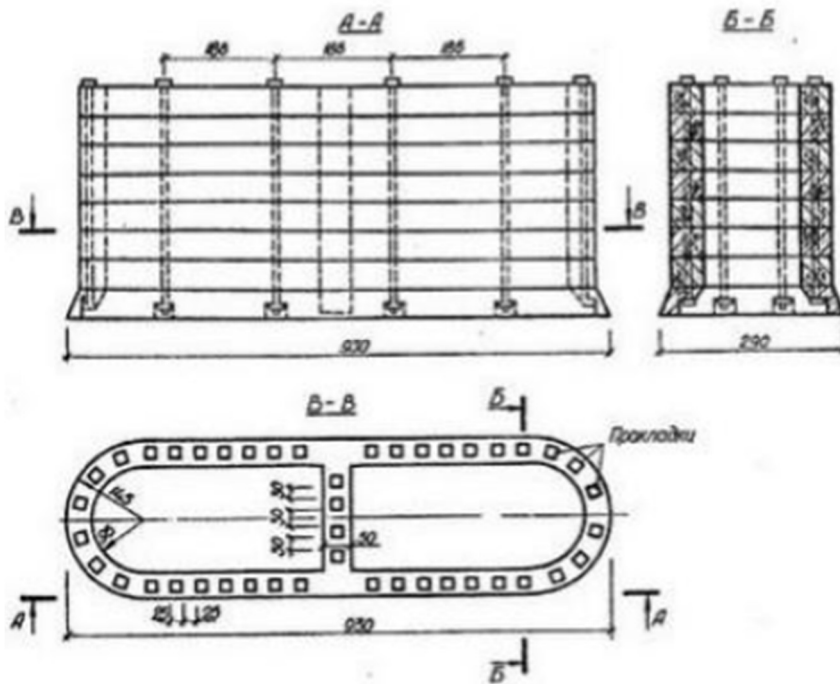


Рис. 1.8 Збірний опускний колодязь.

Після закінчення монтажу опускного колодязя в отвори в стінах встановлюють металеві тяжі та стягують ними секції між собою. Отвори із закріпленими в них тяжами заповнюють цементним розчином. Грунт із порожнини колодязя видаляють грейфером. Після опускання колодязя до проектної позначки його порожнину заповнюють бетоном.

Після тужавіння бетону підкладки вибивають у певній послідовності й починають розроблення ґрунту під загостреною частиною ножа. За рахунок власної ваги під ножем створюється висока концентрація напруг, ґрунт втрачає стійкість і ніж осідає. Стінки колодязів можуть мати різну конструкцію. Для неглибоких колодязів стінки найчастіше роблять постійної товщини. У глибоких колодязях товщину стінок зменшують за рахунок уступів. Уступи влаштовують на внутрішній поверхні стінок. Перший – трохи вище від ножа, а інші – через 3–5 м завширшки 20–30 см. При розміщенні уступів ураховують також яруси бетонування.

Матеріалом для виготовлення стінок є бетон, монолітний чи збірний залізобетон. Іноді на верхній частині колодязя передбачається кільцевий пояс.

Внутрішні залізобетонні стіни та перекриття бетонують звичайними способами. Для полегшення опускання колодязів іноді застосовують низькочастотні потужні вібратори.

На розроблення ґрунту в опускному колодязі припадає до 60–70 % часу його спорудження. Роботи ведуть у будь-яку пору року. Залежно від умов приймають різні схеми виконання земляних робіт. Часто розроблення ґрунту ведуть насухо екскаваторами за допомогою бульдозерів, які пересуваються на дні. Можлива робота тільки бульдозерів, що зміщують ґрунт у визначене місце, звідки його виймають грейферами. При застосуванні екскаваторів ґрунт навантажують у баддю і кранами подають нагору.

Із неглибоких колодязів ґрунт можна витягати на поверхню за допомогою транспортерів.

Вибір механізмів для розробки ґрунту залежить від розмірів колодязя та інженерно-геологічних умов. При відсутності підземних вод або в умовах водопониження застосовують розробку ґрунту в колодязі екскаваторами або бульдозерами (рис.1.9.а). Вийнятий ґрунт баддями піднімають на поверхню. Цей метод прийнятний при розробці пухких пісків, легких супісках, гальки. Використовують також засоби гідромеханізації в легко розмиваючих ґрунтах (піски, супіски, дрібні суглинки), але при наявності на будмайданчику необхідної кількості води, забезпечення достатньої кількості електроенергії і трубами для скидання пульпи за межі будівельного майданчика. Глибину розробки ґрунту на одну висоту опускання приймають рівною 1,5...2,0 м.

На обводненій території або в ґрунтах з високим рівнем підземних вод попередньо проводять водозниження або відкачування води. Глибинне водозниження здійснюють за допомогою голкофільтрів, розташованих по периметру, і відкачуванням насосами.

Розробку ґрунту під водою зазвичай здійснюють грейфером (рис.1.9.б).

По мірі нарощування ваги опускного колодязя вертикальність його переміщення в ґрунті контролюється інструментально. Можуть виникати складності при недостатньо проведених інженерно-геологічних дослідженнях – з'являються включення твердих порід під ножовою частиною колодязя, що створює нерівномірне переміщення по вертикалі, викликає перекид або зависання, а іноді призводить до руйнування стінок опускного колодязя.

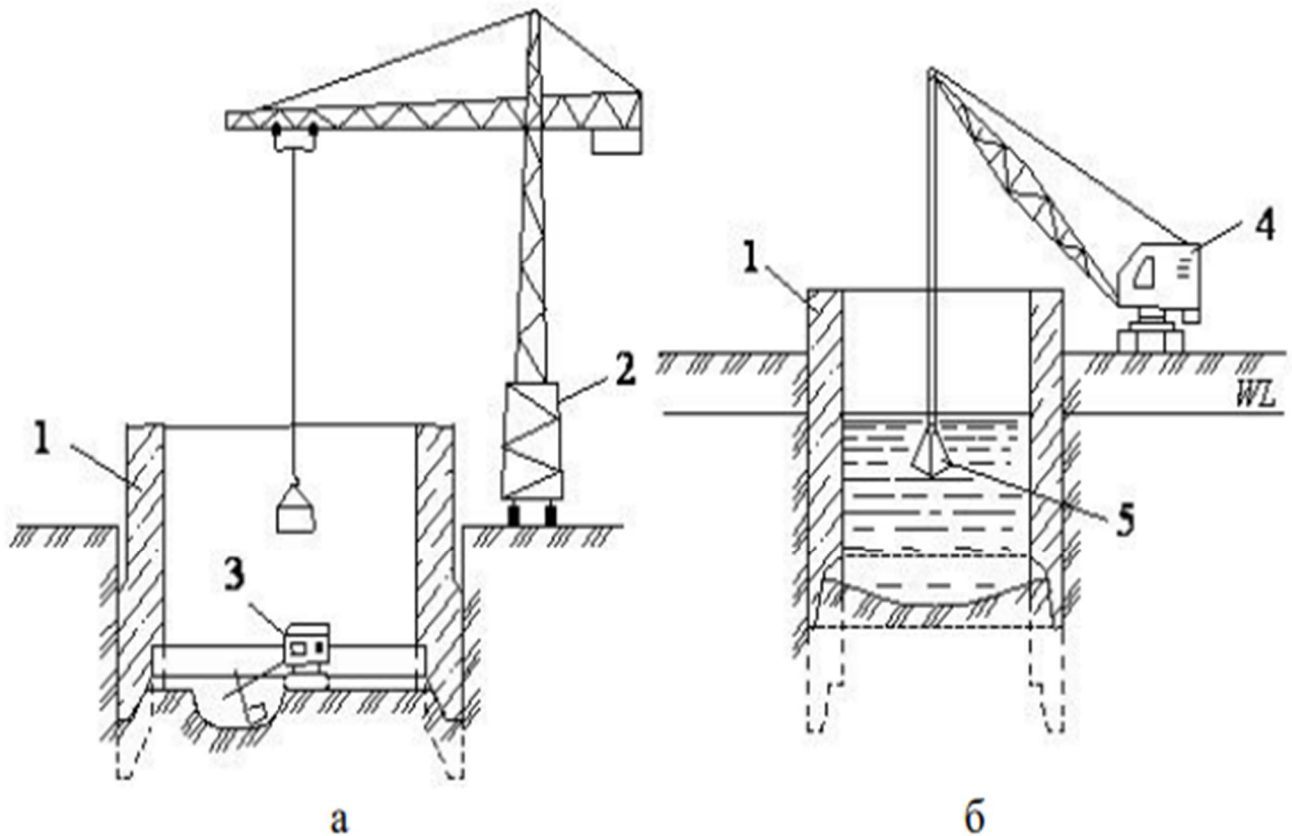


Рис.1.9. Розробка ґрунту в опускному колодязі:

а – насухо за допомогою екскаватора; б – під водою за допомогою грейфера;

1 – колодязь; 2 – баштовий кран; 3 – екскаватор;

4 – кран-екскаватор; 5 – грейфер

Якщо має місце значне надходження води до колодязя або наявні нестійкі породи (пливун), ґрунт виймають грейферами, гідроелеваторами або ерліфтами. Ґрунт завжди виймають рівномірно по всій площі колодязя від центра до периферійної частини. Дуже важливо, щоб від ножа до центра був нахил. Опускання колодязів у пливун ведуть після розроблення ґрунту засобами гідромеханізації.

Іноді для зниження рівня води в опускному колодязі застосовують відкритий водовідлив. Із цією ж метою можна влаштовувати глибинне водозниження за допомогою голкофільтрів чи глибинних насосів (рис. 1.10).

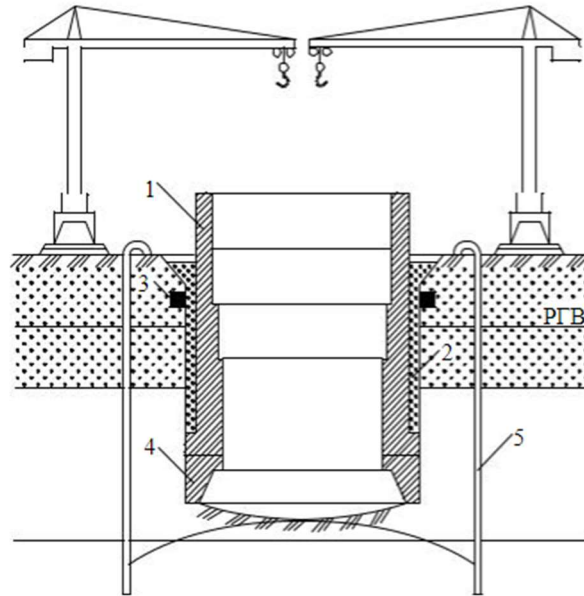


Рис. 1.10 Масивний опускний колодезь із глибинним водозниженням:

- 1 – опускний колодезь; 2 – тиксотропна сорочка; 3 – комір (форшахта);  
4 – ніж (консоль); 5 – голкофільтр

Інколи застосовують заморожування ґрунту. Для утворення льодогрунтової огорожі по периметру колодезя бурять свердловини діаметром 15–20 см на відстані 1,5–2 м між ними, які заглиблюють у водотрив. У свердловини опускають заморожувальні та нагнітальні труби, через які створюють циркуляцію розчину хлористого кальцію. За рахунок повільного зниження температури навколо свердловини утворюються циліндри промороженого ґрунту. Поєднуючись між собою, вони в цілому становлять льодогрунтовий водонепроникний шар.

Після опускання колодезя до проектної позначки нижню частину його заповнюють бетоном насухо або під воду – методом труби, що вертикально рухається (ВПТ).

Для зменшення тертя між ґрунтом та зовнішньою поверхнею колодезя в стінці роблять невеликий уступ, а в утворений проміжок по ін’єкційних трубах закачують бентонітову суспензію. Такий прийом, запропонований М. В. Озеровим, дістав назву “тиксотропної сорочки”.

У зв'язку з тим, що в більшості випадків поблизу поверхні розміщені нестійкі шари ґрунту, в них по периметру колодязя передбачається форшахта (“комір”) у вигляді монолітного залізобетонного кільця заввишки до 1 м. Воно певною мірою відіграє роль напрямної.

Для зменшення тертя між ґрунтом та стінками колодязя використовують також обмазування зовнішньої поверхні стінок полімерними матеріалами.

Заглиблення збірних залізобетонних колодязів виконують за допомогою віброзанурювачів чи вібромолотів.

У конструкціях стінок використовують збірні панелі завтовшки 0,25–0,7 м залежно від глибини та радіуса колодязя. Панелі з'єднують за допомогою петльового стикування арматурою і подальшим бетонуванням. Такі колодязі глибиною до 20 м монтуються з одного ряду панелей. У міру занурення першої ланки колодязя, яка має в нижній частині ніж, після знімання вібратора або крізь передбачений отвір засобами гідромеханізації із середини виймається ґрунт. Ланки стикуються зварюванням або болтами. Загальна глибина закладання колодязя тісно пов'язана з розташуванням міцного шару ґрунту. Якщо це скельна порода, то в ній вибурають приямок для замонолічування кінцевої частини колодязя. Якщо ж в основі колодязя немає скельного ґрунту, то доцільно передбачити розширення з подальшим заповненням його бетоном.

Форма колодязя в плані визначається конфігурацією проектованої споруди (рис. 1.11). Найбільш раціональною є кругла форма, оскільки стінка круглого колодязя працює тільки на стискування, і при заданій площі основи володіє найменшим зовнішнім периметром, що зменшує сили тертя по їх бічній поверхні, що виникають при зануренні. Плоскі ж стінки опускних колодязів в основному працюватимуть на вигин (що далеко не вигідно), але, з іншого боку, прямокутна і квадратна форма дозволяє раціональніше використовувати площу внутрішнього приміщення [7].



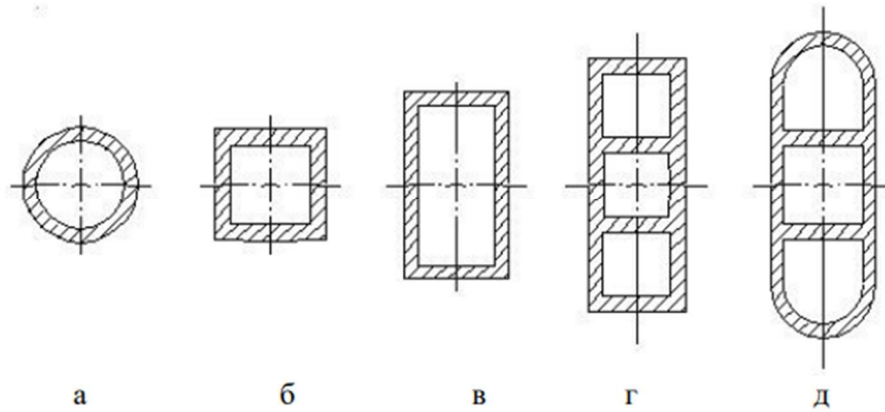


Рис.1.11 Форми січень опускних колодязів в плані:

а – кругла; б – квадратна; в – прямокутна; г – прямокутна з поперечними перегородками; д – із закругленими торцевими стінками

У будь-якому випадку контур колодязя має бути в плані симетричним, оскільки будь-яка асиметрія ускладнює його занурення (прекоси, відхилення).

Конструкційні матеріали для опускних колодязів: дерево; кам'яна або цегляна кладка; метал; бетон; залізобетон – найбільш поширений.

Вони бувають монолітними (тільки коли форма колодязя в плані має складний контур, немає можливості виготовлення збірних елементів, при проходці скельних ґрунтів і ґрунтів з великим числом валунів), збірномонолітними та збірними (найбільш поширені).

Товщина стінок колодязя визначається з умови створення необхідної ваги для подолання сили тертя в процесі занурення і може перевищувати 2 м. Нижня частина колодязя називається ножом.

Для зменшення тертя поверхні стінок з оточуючим ґрунтом передбачають в ножовій частині виступ, який утворює пазуху в процесі занурення колодязя. Пазуху заповнюють розчином бентонітової глини, яка утримує стінки ґрунту в вертикальному положенні. Також для зменшення тертя колодязям надають конічну або циліндричну ступінчасту форму, з використанням тиксотропної суспензії. Оболонка опускного колодязя з монолітного залізобетону складається з двох основних частин : 1 – ножовий; 2 – власне оболонки (рис. 1.12).

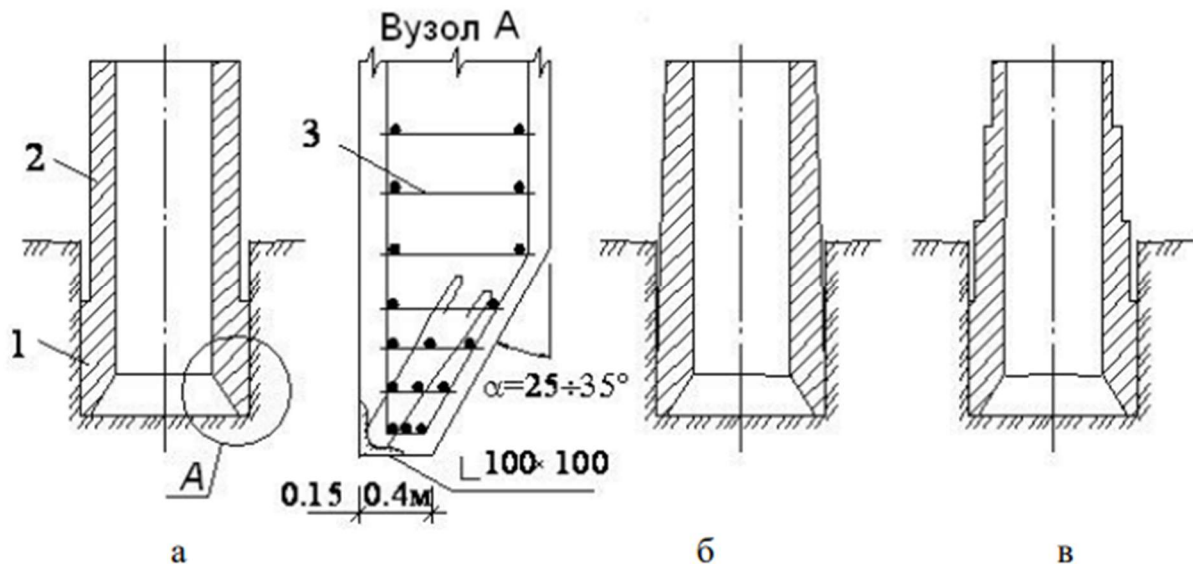


Рис.1.12. Форма вертикальних січень монолітних опускних колодязів:  
 а – циліндрична; б – конічна; г – циліндрова ступінчаста; 1 – ножова частина  
 опускного колодязя; 2 – оболонка опускного колодязя;  
 3 – арматура ножа колодязя

Ножова частина ширша за стіну оболонки на 100...150 мм з боку ґрунту. Товщина стін монолітних колодязів визначається з умови створення ваги, необхідної для подолання сил тертя [8].

Бетон має бути міцним, щільним (вага) і мати високу водонепроникність – С30/35.

Монолітні залізобетонні колодязі виготовляють безпосередньо над місцем їх занурення на спеціально виготовленому вирівняному майданчику. При  $h_k > 10$  м його бетонування ведеться окремими ярусами, послідовно. До опускання переходять лише після набиранням бетону 100% міцності, що непродуктивно (втрата часу).

До недоліків монолітних залізобетонних опускних колодязів також слід віднести: велику витрату матеріалів, що не виправдана вимогами міцності; значну трудомісткість, за рахунок їх виготовлення повністю на будівельному майданчику.

Переваги монолітних колодязів: простота виготовлення; можливість надання їм будь-якої форми; відсутність (як правило) небезпеки спливання.

Із збірних опускних колодязів найбільшого поширення набули колодязі з порожнистих прямокутних елементів (рис.1.13).

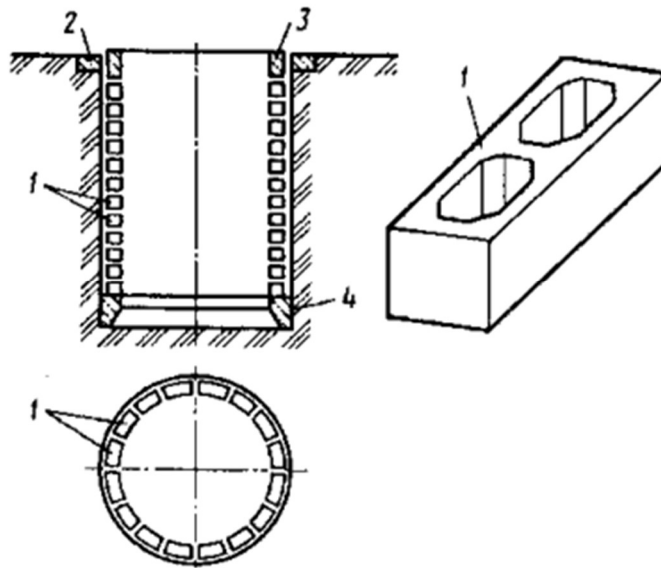


Рис.1.13 Збірний опускний колодязь з порожнистих прямокутних блоків:

- 1 – блоки; 2 – форшахта; 3 – монолітний залізобетонний пояс;  
4 – ніж з монолітного залізобетону

Колодязі з порожнистих прямокутних елементів виконують з монолітною ножовою частиною, на якій вмонтовується оболонка із збірних двохпустотних блоків, без перев'язки швів (один на іншій). Блоки скріпляються між собою тільки у вертикальних швах. В результаті утворюються вертикальні порожнини в блоках на всю висоту колодязя, заповнювані надалі бетоном. Якщо колодязь розбитий по висоті, то у верхній частині кожного ярусу опускання влаштовують монолітний пояс.

Наявність в блоках наскрізних порожнин дозволяє регулювати вагу колодязя при його опусканні або для вирівнювання при перекосах (заповнення порожнин важкими матеріалами, що також за необхідності утримує колодязь від спливання). З плоских вертикальних панелей (клепок) (рис.1.14).

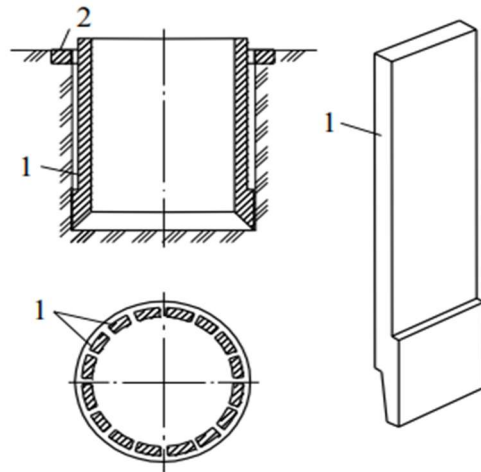


Рис.1.14 Збірний опускний колодязь з вертикальних панелей:

1 – панелі; 2 – форшахта;

Кожна з плоских вертикальних панелей (клепок) є елементом стіни колодязя на всю його висоту. Між собою панелі з'єднуються за допомогою петлевих стиків або накладками при зварюванні.

За необхідності зведення такого опускного колодязя більшої висоти стіни його нарощують такими ж панелями, але вже без ножової частини. При цьому в горизонтальному стику панелі верхнього і нижнього ярусу з'єднують зварюванням заставних деталей.

#### Висновки за розділом 1

Отже на основі проведених досліджень щодо визначення ефективних конструкцій опускного колодязю можна зробити наступні висновки:

Область застосування фундаментів типу опускний колодязь постійно розширюється у зв'язку з освоєнням підземного простору та збільшенням навантаження від споруд. При проектуванні опускних колодязів є багато нерозв'язаних задач, тому дослідження опускних колодязів є актуальною задачею.

## РОЗДІЛ 2

### ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

Для якісної оцінки роботи під навантаженням опускних колодязів з різним конструктивним рішенням розглянемо послідовність проведення модельного експерименту при варіюванні геометричних і конструктивних параметрів.

Опускні колодязі представляють собою конструктивні рішення, при проектуванні яких стикаються з вирішенням складних багатокритеріальних задач. Тобто, коли вирішення повинно відповідати декільком вимогам одночасно, серед яких зустрічаються протиріччя і навіть взаємовиключення. В процесі розв'язання такої складної задачі виникає багато варіантів розв'язків, з яких необхідно вибрати єдиний, але найкращий (оптимальний).

З метою одержання оптимального результату розроблено програму проведення чисельного експерименту. Програма вивчення роботи опускного колодязя під навантаженням передбачала такі етапи:

- створення розрахункової опускного колодязю;
- дослідження залежності навантаження, що сприймається опускним колодязям, від конструкції опускного колодязю, від геометричних параметрів та характеристик ґрунту;
- для порівняльної оцінки передбачено виконати моделювання роботи поодиноких паль під навантаженням;
- побудова графіків залежності «осідання–навантаження» та порівняння отриманих результатів з теоретичними розрахунками.

При моделюванні були взяті такі передумови і параметри:

- модель ґрунту основи – пружно-пластична модель Кулона–Мора;
- розміри ґрунтової основи в плані прийнято 50х50 м, глибина – 50 м;
- модель опускного колодязю, що має кільцевий постійний переріз в плані;
- зовнішній діаметр стінки опускного колодязю 16 м;
- глибина закладання колодязя 7, 10, 12, 14 м;

- товщина стінки опускного колодязя 800 мм;
- діаметр бурових паль 500, та 800 мм – для опускного колодязя з бурових паль;
- за навантаження, що сприймається стрічковим фундаментом мілкового закладання до та після підсилення, опускним колодязем береться значення зовнішнього навантаження з урахуванням власної ваги фундаменту при деформаціях, що не перевищують допустимого значення. Глибина закладання фундаменту варіювалась - 14 м, 12 м, 10 м та 7 м; глибина підземного приміщення – 7 м від поверхні (рис. 2.1-2.2).

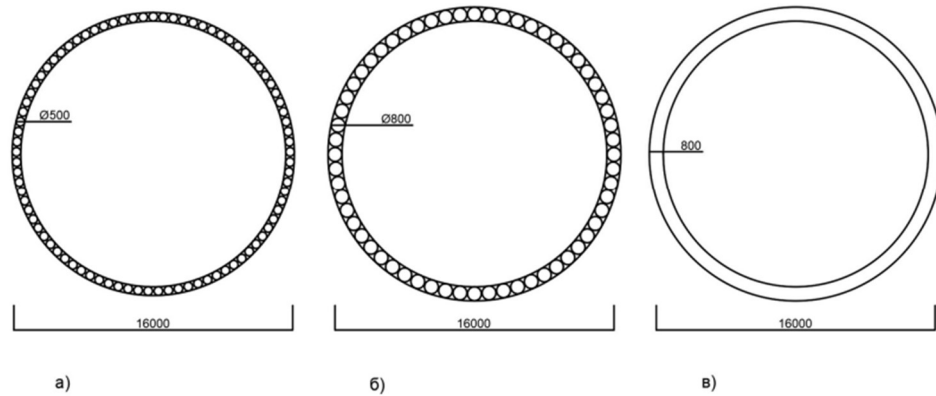


Рис. 2.1 – Схема розміщення паль та схема фундаменту з суцільної стінки :  
 а) для паль  $\varnothing$  500 мм , б) для паль  $\varnothing$  800 мм , в) фундаменту типу опускний колодязь з товщиною стінки 800 мм

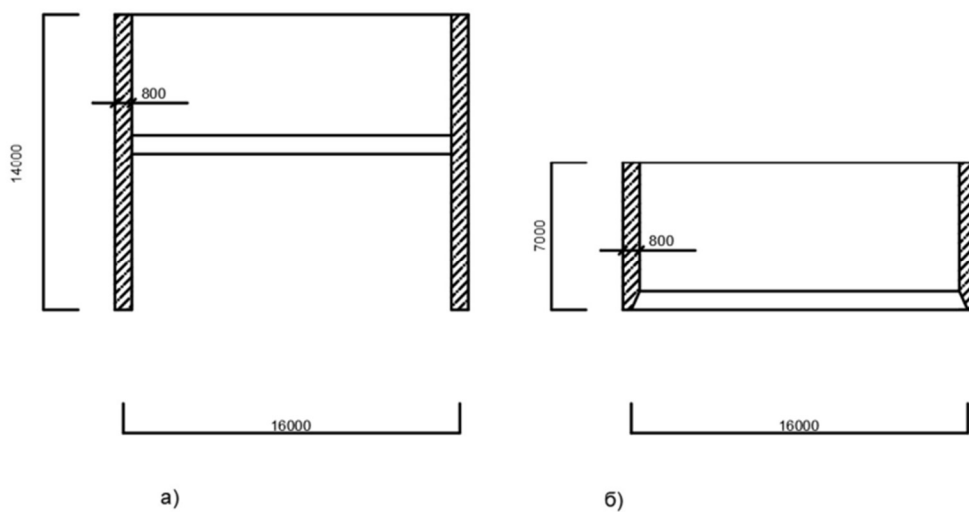


Рис. 2 – Розріз фундаменту (глибина підземного приміщення – 7 м): а) глибина закладання 14 м, б) глибина закладання 7 м

Таблиця 2.1 – Програма чисельного моделювання

Група дослідів	Діаметр колодязя, м	Глибина закладання, м	Товщина стінки або діаметр паль, мм	Грунтові умови, м
I	16М	14М	t=800	суглинок, $\gamma_{II}=18,7 \text{ кН/м}^3$ , $\phi=22^\circ$ , с=28 кПа, E=19 МПа, $\nu=0,35$
			d=500	
			d=800	
II	16М	14М	t=800	суглинок, $\gamma_{II}=18,7 \text{ кН/м}^3$ , $\phi=22^\circ$ , с=28 кПа, E=19 МПа, $\nu=0,35$
		12М		
		10М		
		7М		
III	16М	14М	t=800	пісок, $\gamma_{II}=20,1 \text{ кН/м}^3$ , $\phi=38^\circ$ , с=2 кПа, E=40 МПа, $\nu=0,3$
		12М		
		10М		
		7М		
IV	16М	14М	t=800	глина, $\gamma_{II}=18,7 \text{ кН/м}^3$ , $\phi=37^\circ$ , с=14 кПа, E=12 МПа, $\nu=0,42$
		12М		
		10М		
		7М		
V	16М	14М	t=800	супісок, $\gamma_{II}=18,7 \text{ кН/м}^3$ , $\phi=28^\circ$ , с=4 кПа, E=32 МПа, $\nu=0,3$
		12М		
		10М		
		7М		

## Висновки за розділом 2

Була складена програма математичного моделювання роботи фундаменту типу опускний колодязь , на основі якого буде проводитись оцінка перерозподілу зусиль між елементами фундаменту при різних геометричних розмірах.

Програма передбачає дослідження роботи фундаменту у варіанті з суцільної стінки та з паль.



### РОЗДІЛ 3

#### АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження виконувались за допомогою програмного комплексу Plaxis Foundation 3D. Розглядається фундамент типу опускний колодезь діаметром 16,0 м товщиною стінки 800 мм та фундамент з буронабивних паль діаметром 800 мм та 500 мм. Глибина закладання фундаменту варіювалась - 14 м, 12 м, 10 м та 7 м; глибина підземного приміщення – 7 м від поверхні

При моделюванні були враховані такі фази роботи:

- робота ґрунтової товщі без фундаменту (початкова фаза);
- влаштування опускного колодезя;
- робота опускного колодезя під дією вертикального навантаження

Модель опускного колодезя з суцільною стінкою зовнішнім діаметром 16 м і глибиною закладання 14 м наведено на рис. 3. 1

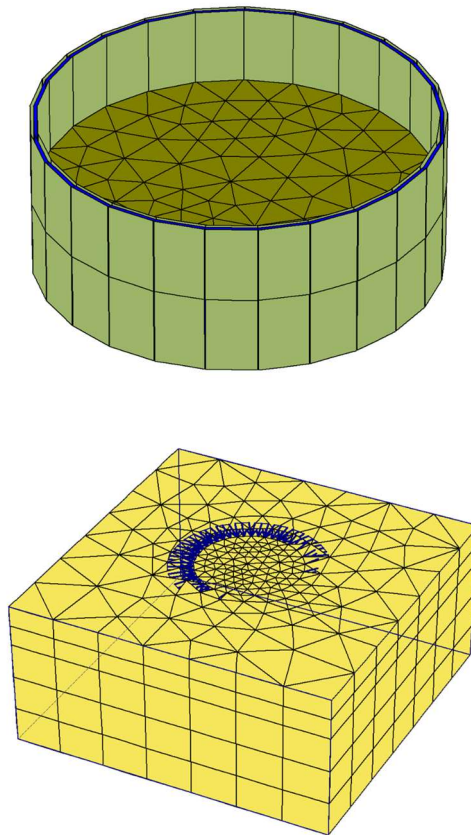


Рис. 3.1 – Кінцево-елементна модель ґрунтового масиву  
та опускного колодезя

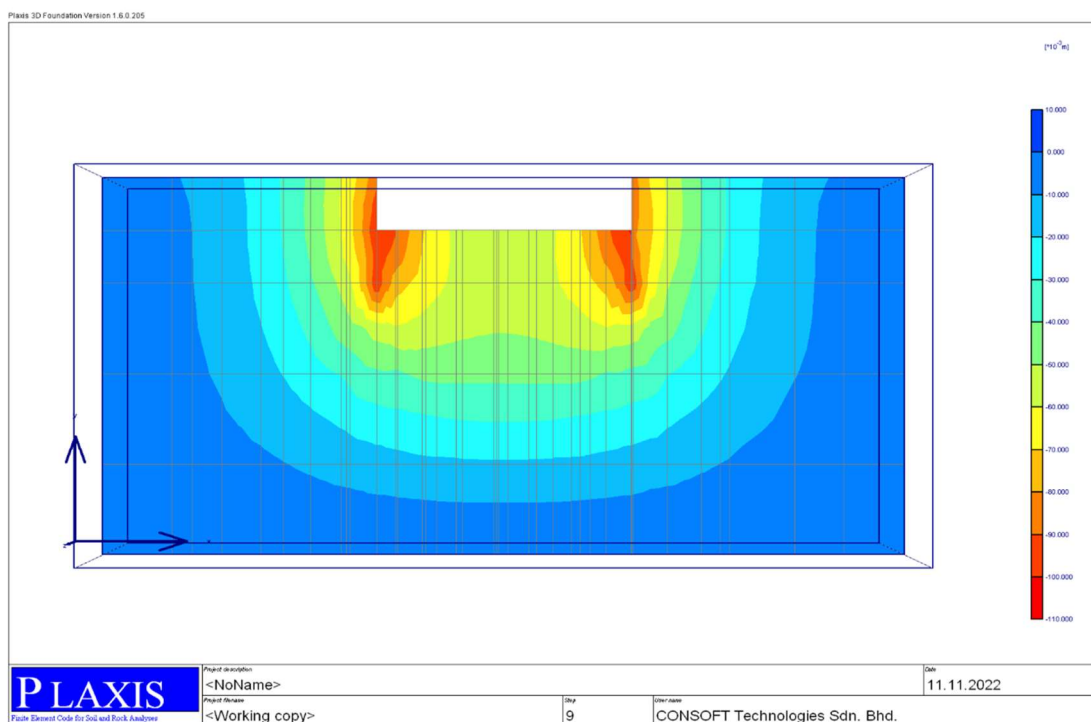


Рис. 3. 2 – Мозаїка горизонтальних деформацій ґрунтового масиву для колодязю діаметром 16 м та глибиною закладання 14 м із суцільною стінкою 800 мм

Отже , в першій групі дослідів відбувається порівняння роботи трьох фундаментів діаметром 16 м глибиною закладання 14 м і в першому випадку товщиною стінки 800 мм , в другому випадку паль діаметром 800 мм і в третьому випадку паль діаметром 500 мм . Дані отриманні в ході моделювання наведені в рис. 3.3

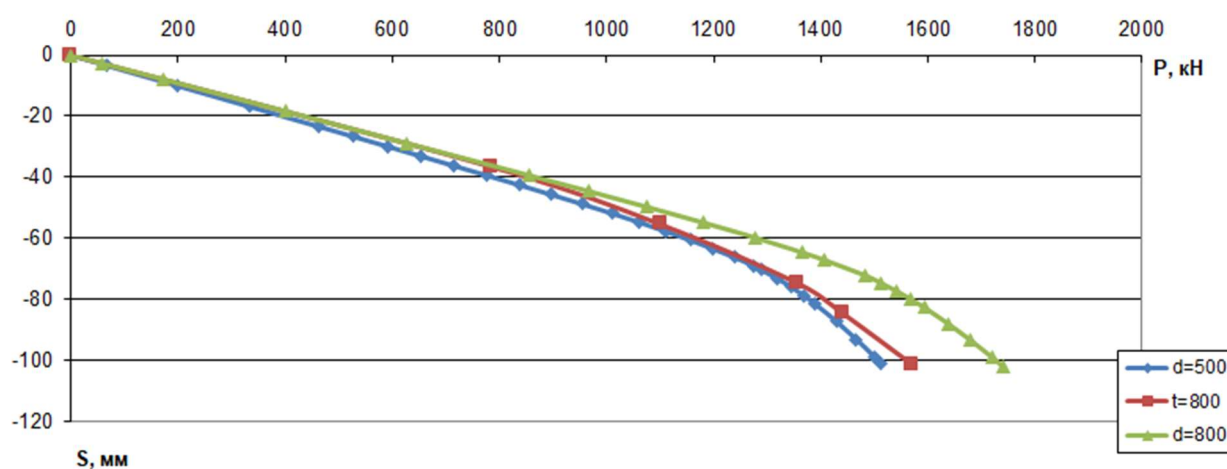


Рис. 3.3 – Графік залежності осідання – навантаження для колодязів із паль та суцільної стінки

При порівнянні фундаменту зі стінкою 800 мм та палі діаметром 800 мм, було визначено що палі працюють більш ефективно так як їх ефективна площа роботи є більшою, в зв'язку з цим було прийняте рішення по підбору діаметру палі так щоб ефективна площа палі буда рівні ефективній площі фундаменту зі стінкою 800 мм.

Навантаження, які може витримати фундамент за аналізом залежностей осідання від навантаження, визначалося при досягненні осідання  $s = 100$  мм

За отриманими даними можна прийняти що робота фундаментів з суцільної стінки та фундаментів з палі при однаковій ефективній площі є рівною . тому подальші розрахунки і моделювання будуть виконуватися для фундаментів з суцільною стінкою.

Для детальнішого аналізу та порівняння результати розрахунків зведено у графіки залежності осідань від прикладеного навантаження для колодязів влаштованих із суцільної стінки в різних ґрунтах при різній глибинні закладання (рис. 3.4 -3.7)

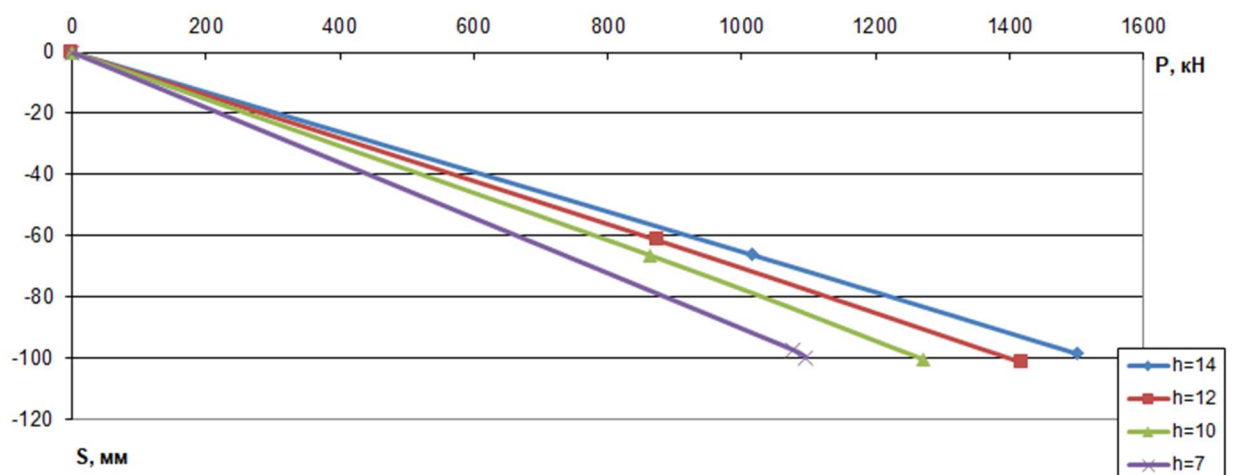


Рис. 3. 4 – Графік залежності осідання – навантаження для колодязів із суцільної стінки для ґрунтового масиву – суглинок

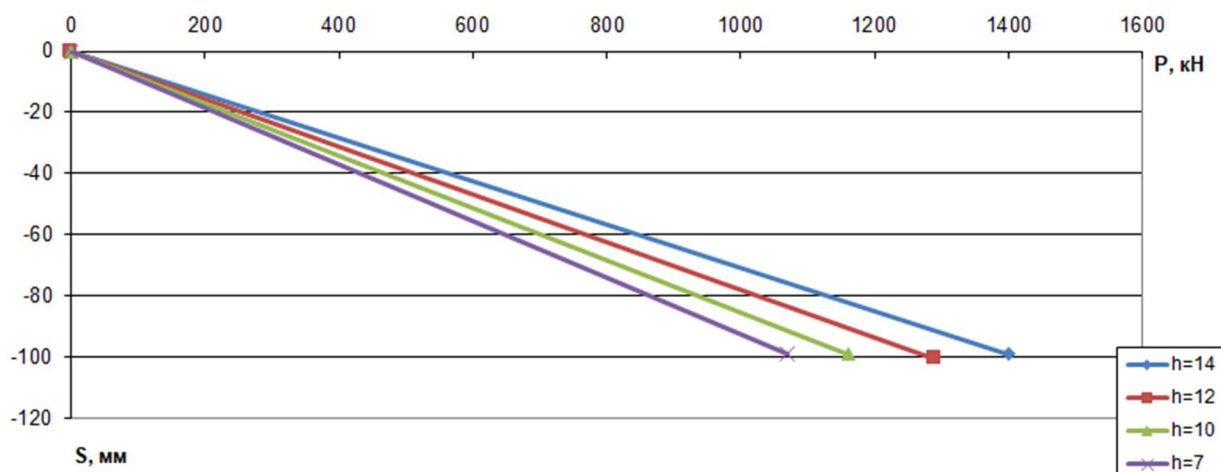


Рис. 3.5 – Графік залежності осідання – навантаження для колодязів із суцільної стінки для ґрунтового масиву – глина

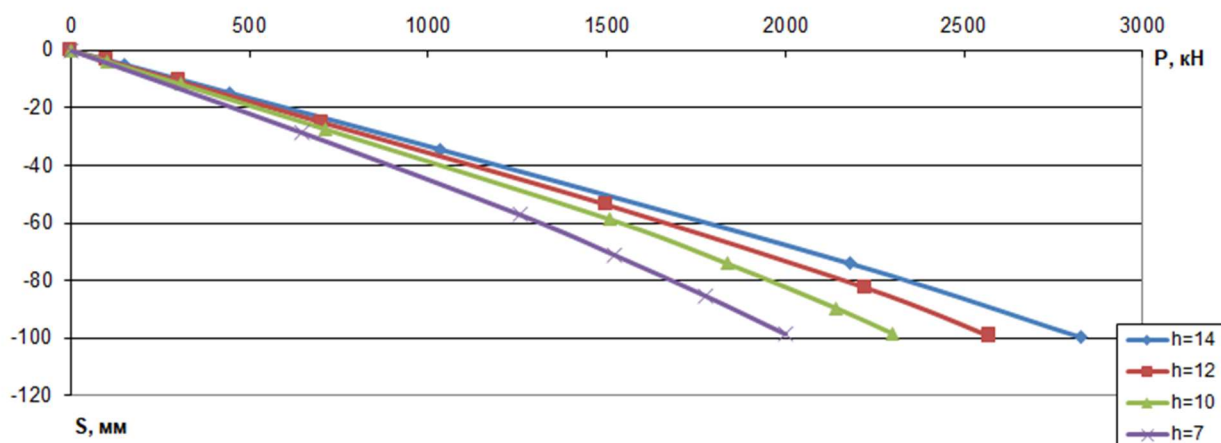


Рис. 3.6 – Графік залежності осідання – навантаження для колодязів із суцільної стінки для ґрунтового масиву – пісок

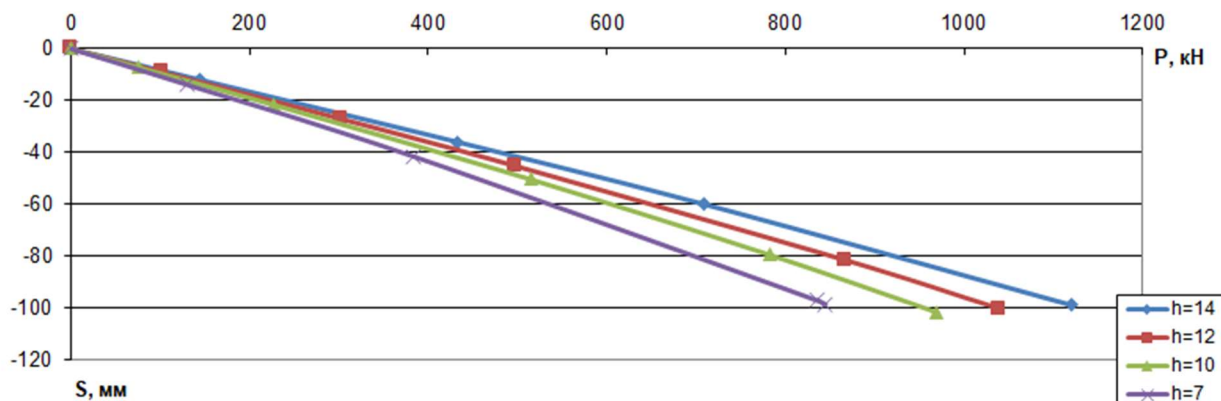


Рис. 3.7 – Графік залежності осідання – навантаження для колодязів із суцільної стінки для ґрунтового масиву – супісок

Після аналізу отриманих даних горизонтальних деформацій можна зробити висновок, що розвиток горизонтальних деформацій носить закономірний характер, величина горизонтальних деформацій не перевищує граничнодопустимих значень .

У таблицях 3.1 наведено навантаження на опускний колодязь при осіданні 100 мм при різних геометричних параметрах у різних однорідних ґрунтових умовах.

З таблиці порівняння значень несучої здатності фундаменту залежно від глибини закладання колодязю видно, що у ґрунті суглинок, при діаметрі колодязю 16 м при будь-якій змодельованій глибині зануренні більша несуча здатність конструкцій у колодязю, який виконаний з паль діаметром 800 мм. Це свідчить про те, що цей варіант фундаменту ефективніший від іншого у запропонованих умовах

Таблиця 3.1 – Несуча здатність фундаменту залежно від глибини закладання колодязю та ґрунтових умов

Ґрунт	Діаметр колодязю 16 м			
	Довжина фундаменту, м			
	7м	10м	12м	14м
Суглинок	1096	1272	1420	1500
Пісок	2000	2300	2571	2829
Глина	1070	1160	1290	1400
Супісок	845	970	1040	1120

На основі даних таблиці значень несучої здатності фундаменту залежно від виду основи ґрунтового масиву, можна зробити висновок, що опускний колодязь має більшу несучу здатність у піску.

### Висновки за розділом 3

Чисельним моделюванням за методом скінчених елементів досліджено роботу опускних колодязів різного конструктивного рішення під дією вертикального навантаження. Аналіз результатів показав, що опускні колодязі з бурових пальь осідають менше ніж опускні колодязі із суцільною стінкою в однакових ґрунтових умовах і при однакових навантаженнях.

Для всіх графіків залежності осідання – навантаження для колодязів із пальь та суцільної стінки вид ґрунтового масиву не має впливу, оскільки більші осідання спостерігаються у фундаменту із суцільною стінкою.

Величина несучої здатності опускного колодязю закономірно зростає із збільшенням товщини стінки чи діаметру бурових пальь, глибини закладання.

При однаковому діаметрі пальь і товщині суцільної стінки несуча здатність опускних колодязів більша при влаштуванні його з бурових пальь.

Зміна однорідних ґрунтових умов не впливає на характер залежності «осідання-навантаження» для опускних колодязів різного конструктивного рішення, закономірно, що несуча здатність більша в піщаних ґрунтах.

## РОЗДІЛ 4

### Архітектурно-будівельні рішення

#### 4.1.1 Вихідні дані

##### Загальні відомості

Технічна частина магістерської кваліфікаційної роботи являє собою споруду насосної станції, що складається з двох частин надземної з розмірами 12 на 15 м та висотою 4,5 м та підземної, що являє собою фундамент типу опускний колодезь діаметром 16 м висотою 7 м з товщиною дна 0,5 м, та виконаний з паль діаметром 500 мм

Будівля відноситься до 2 степені вогнестійкості, до класу відповідальності СС2.

Найхолодніша п'ятиденка забезпеченістю 0,98 -25 0С[3]:

Найхолодніша п'ятиденка забезпеченістю 0,92 -21 0С :

Найбільш жарка п'ятиденка забезпеченістю 0,99 +23 0С :

Тривалість опалювального періоду 182 доби :

Середня швидкість вітру у січні від 3,1 до 4 м/с :

Характеристичне снігове навантаження 1400 Па :

Характеристичне вітрове навантаження 475 Па :

Характеристичне значення вітрового тиску при ожеледиці 250 Па :

Характеристичне значення товщини снігового покриву 19 мм :

Глибина промерзання ґрунту 0,8 м .

#### 4.1.2 Генеральний план

Генеральний план розроблений на підставі:

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

Проектні рішення розділу виконано відповідно до діючих будівельних

норм і правил. Ділянка під забудову знаходиться в м. Вінниця у технічному районі міста. Площа забудови – 88600 м<sup>2</sup>. Будівельний майданчик характеризується рівнинним рельєфом [36].

#### 4.1.3 Благоустрій

Роботи по благоустрою заплановано виконати після закінчення робіт по організації рельєфу і очищення території від будівельного сміття. Розміщення обладнання та малих архітектурних форм на майданчиках благоустрою відповідає їх функціональному призначенню.

Рослинний шар ґрунту був знятий до початку будівництва. Для улаштування газонів потрібен привізний ґрунт. Існуюче озеленення максимально зберігається.

Для працюючих на водоочисних спорудах передбачено приміщення відпочинку, для курців є спеціально відведене місце для паління.

#### 4.1.4 Об'ємно-планувальні рішення

Споруда насосної станції у плані має нескладну форму – коло, з діаметром на відмітці 0,000 – 16,40 м та на відмітці. По об'ємнопланувальному рішенню будівля каркасна з зовнішніми та внутрішніми стінами із цегли товщиною 380 мм. Для вертикальних переміщень всередині споруди передбачені сходинокві марші.

Всередині будівлі передбачено металеві сходи для обслуговування.

#### 4.1.5 Архітектурно-конструктивні рішення

Архітектурно-планувальна структура запроектованої споруди визначена функціональним призначенням споруди та вимогами архітектурнопланувального рішення споруди .

Фундаменти – опускний колодезь діаметром 16,4 м, виконаний буровими палями діаметром 500 мм, глибиною закладання складає 7 м, основа



під фундамент – суглинок. Дана споруда не потребує утеплення. Сходинокві марші, площадки– металеві, підлоги прийняті на першому поверсі керамічні . Вимощення – асфальтобетоне шириною 1200мм.

#### 4.1.6 Опалення та вентиляція

У насосній станції опалювання не передбачено.

Для промислової споруди передбпчена система вентиляції – припливно-витяжна з штучним спонуканням повітря.

#### 4.2 Математичне моделювання фундаменту типу опускний колодязь

Розрахунок опускного колодязю

Вихідні дані:

Параметри опускного колодязю  $D = 16,4$  м –зовнішній діаметр опускного колодязю;  $D_0 = 15,6$  – внутрішній діаметр опускного колодязю  $H = 15$  м – висота опускного колодязю;  $b_w = 0,25$  мм – ширина стінки опускного колодязю; Грунтові умови: Суглинок  $\gamma_s = 26,8$  кН/м<sup>3</sup>;  $\gamma_{II} = 18,7$  кН/м<sup>3</sup>;  $c = 28$ ;  $\varphi = 22^\circ$ ;  $E = 19$  МПа;  $w = 20\%$ . Для занурення колодязю на проектну відмітку необхідно, щоб на будь-якому етапі зануренні вертикальні сили, що задавлюють колодязь, були більші сил опору ґрунту. Тому визначаємо вагу стін колодязю, як відношення об'єму стін колодязю до питомої ваги бетону:

$$G_w = \left( \frac{\pi(D^2 - D_0^2)}{4} \right) \cdot \gamma_b \cdot H_k = \left( \frac{3.14(16.4^2 - 15.6^2)}{4} \right) \cdot 25 \cdot 14 = 7037.17 \text{ kH} \quad (4.1)$$

де  $D$  – зовнішній діаметр опускного колодязю, м;

$D_0$  – внутрішній діаметр опускного колодязю, м;

$\gamma_b$ - питома вага матеріалу (бетон), кН/м<sup>3</sup>;

$H_k$ - висота колодязю, м.

Визначаємо сили тертя стін колодязю по ґрунту при зануренні,

$$T_2 = \gamma \cdot \gamma_c \sum_{i=1}^n f_i h_i u_i = 0.7 \cdot 43,98 \cdot 60 \cdot 14 = 25860 \text{ кН};$$

де  $\gamma$ - коефіцієнт надійності при навантаженні,;

$\gamma_c$ - коефіцієнт умов роботи, приймається рівний 0,7;

$n$ - число шарів основи в межах глибини занурення колодязю;

$f_i$ -середня питома сила тертя колодязю об поверхню ґрунту в межах  $i$ -го шару основи;

$u_i$  – зовнішній периметр колодязю в межах  $i$ -го шару основи.

Периметр опускного колодязю:  $U = \pi D = 3,14 \cdot 14 = 43,98$  м.

Виконуємо перевірку можливості занурення колодязю

(з врахуванням коефіцієнтів надійності по навантаженням):

$$\frac{G_w}{T_2} = \frac{0,9 \cdot 7037}{1,1 \cdot 25860} = 0,22 < \gamma_{pl} = 1,2 \quad (4.2)$$

Отже, вага колодязю недостатня для занурення. Для занурення колодязю у ґрунтовий масив використовується спосіб вдавлювання. Суть даного способу полягає в тому, що колодязь задавлюють в ґрунт гідравлічною системою.

Виконуємо розрахунок зусиль вдавлювання:

$$Q_1 = \gamma_{pl} \cdot T_2 - G_w = 1,1 \cdot 25860 \cdot 1,2 - 0,9 \cdot 7037 = 27801,9 \text{ кН}; \quad (4.3)$$

Для занурення колодязю застосовуємо 8 домкратів вантажопідйомністю 3500 кН, розташовуємо їх по периметру колодязю на однаковій відстані. Занурення колодязю виконується з випередженням ріжучої кромки ножа поверхні забою.

Перевіряємо колодязь на спливання після влаштування водозахисної подушки товщиною  $h_1 = 0,5$  м і плити днища товщиною  $h_2 = 0,4$  м. Вага водозахисної подушки і плити днища:

$$G_p = \frac{\pi D_0^2}{4} \gamma b (h_1 + h_2) = \frac{3,14 \cdot 15,6^2}{4} \cdot 25 (0,5 + 0,4) = 4300 \text{ кН}; \quad (4.4)$$

Сума зусиль тертя при розрахунку колодязю на сплиття:

$$T_1 = 0,5 T_2 = 0,5 \cdot 25860 = 5172 \text{ кН}$$

Площа основи опускного колодязю складає:

$$A_w = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 16,4^2}{4} = 221,24 \text{ м}^2 \quad (4.5)$$

Розрахункове перевищення рівня ґрунтових вод над основою водозахисної подушки колодязю в період будівництва складає  $H_w=7$  м. Тоді, враховуючи вагу стін колодязю  $G_w=7037,17$  кН, розраховуємо коефіцієнт запасу від спливання:

$$\frac{\sum G + \sum T_1 \pi D^2}{A_w \cdot H_w \cdot \gamma_w} = \frac{0,9(7037,17 + 43 \cdot \pi \cdot 16,4^2) + 5172}{221,24 \cdot 7 \cdot 10} = 1,04 < \gamma_{\text{ет}} = 1,2 \quad (4.6)$$

де  $\sum G$  - сума всіх постійних розрахункових навантажень з врахуванням відповідних коефіцієнтів перенавантажень;

$\sum T_1$  - сума зусиль тертя при розрахунку на спливання, що приймається рівна  $0,5T_2$ ;

$A_w$  - площа основи опускного колодязю;

$H_w$  - розрахункове перевищення рівня ґрунтових вод над основою днища колодязю;

$\gamma_w$  – питома вага води рівна  $10$  кН/м<sup>3</sup>;

$\gamma_{\text{ет}}$  – коефіцієнт надійності від спливання, приймається рівний  $1,2$ .

Умова нерівності не виконується, необхідно передбачити заходи запобігання від спливання: збільшення ваги колодязю (змінюємо ширину стінок колодязю з  $0,25$  м на  $0,5$  м), застосовуємо анкерні конструкції, замінюємо тіксотропну суспензію тампонаже (наприклад, цементно-піщаним розчином).

Під час занурення колодязю можливе його зависання в результаті защемлення верхньої частини колодязю міцним ґрунтом. Враховуючи, що занурення колодязю виконується задавлюванням системою гідравлічних домкратів з випередженням ріжучої кромки ножа поверхні забою, зависання колодязю в процесі занурення не можливе. Відповідно, необхідність перевірки колодязю на розрив при зависанні не потрібний.

Занурення колодязю виконується ярусами, висоту першого ярусу приймаємо рівним мінімальному значення  $H_n=5$  м. Перевіримо необхідність розрахунку першого ярусу колодязю на згин.

$$\frac{H_n}{D_0} = \frac{5}{15,6} = 0,32 > 0,2 \quad (4.7)$$

Отже, необхідність розрахунку першого ярусу колодязю на згин не потрібно виконувати.

Розраховуємо зусилля, що діють на ніж в період занурення колодязю

Перший розрахунковий випадок. Розглянемо спочатку занурення першого ярусу колодязю висотою  $H_n=5$  м в основу пісок середньої крупності. Навантаження  $q_w$  на 1 м периметра ножа колодязю, визначаємо, нехтуючи формою ножа:

$$q_w = b_w H_n \gamma_b = 0,8 \cdot 5 \cdot 25 = 100 \text{ кН/м} \quad (4.8)$$

Знаходимо згинаючі моменти, при чому при розрахунку  $M_{Fh}$ , враховуємо, що ширина розрахункового перерізу с-с менше повної ширини ножа на  $c=0,2$  м, а при розрахунку  $M_{Fh}$  – що горизонтальна складова сили тиску ґрунту на скошену частину ножа має плече відносно перерізу с-с, рівне  $1-11/3$ .

$$p = \frac{q_w}{b+0,5b_1} = \frac{100}{0,3+0,5 \cdot 0,5} = 301,89 \left( \frac{\text{кН}}{\text{м}} \right) \quad (4.9)$$

$$F = pb = 301,89 \cdot 0,3 = 90,57 \left( \frac{\text{кН}}{\text{м}} \right) \quad (4.10)$$

$$F_v = \frac{pb_1}{2} = \frac{301,89 \cdot 0,5}{2} = 75,47 \left( \frac{\text{кН}}{\text{м}} \right) \quad (4.11)$$

$$F_h = F_v \tan(\alpha - \varphi) = 75,47(45^\circ - 22^\circ) = 32 \quad (4.12)$$

$$M_F = \frac{F(b_c - b)}{2} = \frac{90,57(0,8 - 0,3)}{2} = 22,64 \left( \frac{\text{кН}}{\text{м}} \right) \quad (4.13)$$

$$M_F = F_v \left( \frac{b_c}{2} - \frac{2b_1}{3} \right) = 75,47 \left( \frac{0,8}{2} - \frac{2 \cdot 0,5}{3} \right) = 5 \left( \frac{\text{кН}}{\text{м}} \right) \quad (4.14)$$

$$M_{Fh} = \frac{2F_{hl}}{3} = \frac{2 \cdot 32 \cdot 0,5}{3} = 10,67 \text{ (кН/м)} \quad (4.15)$$

Всі зусилля визначенні для ділянки консолі довжиною 1 м.

Другий розрахунковий випадок. Перед влаштуванням водозахисної подушки ґрунт з-під скошеної частини ножа буде повністю видалений, тому консоль необхідно перевірити на дію активного тиску ґрунту. Для розрахунку ординат епюри активного тиску ґрунту на ніж необхідно знайти осереднений в межах глибини розташованого перерізу, що розглядається, питома вага ґрунту з врахуванням зваженої дії води. Визначаємо питому вагу ґрунтів, з врахуванням незначної висоти ножа, оскільки ґрунт однорідний, то  $\gamma_s = 26,8 \text{ кН/м}^3$ .

Враховуючи зважену дію води:

$$\gamma_{sb} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e} = \frac{26,8 - 10}{1 + 0,72} = 9,77 \left( \frac{\text{кН}}{\text{м}} \right) \quad (4.16)$$

Ординати епюри тиску на 1 м периметра ножа, визначаємо на відмітці – 14 м:

$$a_2 = \gamma_{sb} z \tan^2(45^\circ - \varphi/2) + \gamma_w \cdot z_w = 9,77 \cdot 9 \cdot \tan^2(45^\circ - 22^\circ/2) + 10 \cdot 8 = 120 \text{ (кПа)}; \quad (4.17)$$

На відмітці – 14, 5 (низ ножа):

$$a_1 + a_2 = \gamma_{sb} z \tan^2(45^\circ - \varphi/2) + \gamma_w \cdot z_w = 9,77 \cdot 14,5 \cdot \tan^2(45^\circ - 22^\circ/2) + 10 \cdot 13,5 = 199,45 \text{ (кПа)};$$

Згинаючий момент:

$$M_c = \frac{\alpha_1 l^2}{3} + \frac{\alpha_2 l^2}{3} = \frac{(199,45 - 120) \cdot 0,5^2}{3} + \frac{120 \cdot 0,5^2}{3} = 16,652 \text{ (кН)} \quad (4.18)$$

Знаходимо ріжучу силу, що приходить на 1 м периметр ножа:

$$Q_c = l \left( \alpha_2 + \frac{\alpha_1}{2} \right) = 0,5 \left( 120 + \frac{199,45 - 120}{2} \right) = 79,86 \left( \frac{\text{кН}}{\text{м}} \right) \quad (4.19)$$

Визначаємо внутрішні зусилля в 1-му поясі опускного колодязю (ділянка стіни колодязю вище ножа).

Знаходимо ординати епюри активного тиску ґрунту, на відмітці – 14, 5:

$$p_g^{-14,5} = \gamma H \tan^2(45^\circ - 22^\circ/2) = 9,77 \cdot 14,5 \cdot \tan^2\left(45^\circ - \frac{22^\circ}{2}\right) = 64,45(\text{кПа}); \quad (4.20)$$

Гідростатичний тиск води на відмітці – 14, 5 м в період будівництва:

$$p_w^{-14,5} = H_w \gamma_w = 13,5 \cdot 10 = 135(\text{кПа}); \quad (4.21)$$

Сумарна величина активного тиску ґрунту і тиску води

$$p^{-14,5} = p_g^{-14,5} + p_w^{-14,5} = 64,45 + 135 = 199,45(\text{кПа}) \quad (4.22)$$

Визначаємо ті ж величини на відмітці 8,5 м :

$$p_g^{-8,5} = \gamma H \tan^2(45^\circ - 22^\circ/2) = 9,77 \cdot 8,5 \cdot \tan^2\left(45^\circ - \frac{22^\circ}{2}\right) = 37,78(\text{кПа}); \quad (4.23)$$

$$p_w^{-8,5} = H_w \gamma_w = 7,5 \cdot 10 = 75(\text{кПа}); \quad (4.24)$$

$$p^{-8,5} = p_g^{-8,5} + p_w^{-8,5} = 37,78 + 75 = 112,78(\text{кПа}); \quad (4.25)$$

$$q = \frac{(p^{-14,5} + p^{-8,5}) \cdot (0,8 + 0,5)}{2} = \frac{(199,45 + 112,78) \cdot (0,8 + 0,5)}{2} = 202,95 \left(\frac{\text{кН}}{\text{м}}\right) \quad (4.26)$$

Відповідно геологічному розрізу, шари ґрунту залягають горизонтально. Звідси, додаткового тиску ґрунту, викликаного нахилом пластів ґрунту, рівне нулю. визначаємо коефіцієнт нерівномірності ґрунту по периметру колодязю  $K_u = 1,25$

Знаходимо згинальні моменти і відповідні їм нормальні сили за формулами

$$M_a = -0,1488 q r_m^2 (K_u - 1) = -0,1488 \cdot 202,95 \cdot 15,6^2 (1,25 - 1) = -1837,3(\text{кНм}) \quad (4.27)$$

$$M_b = 0,1366 \cdot 202,95 \cdot 15,6^2 (1,25 - 1) = 1686,67(\text{кНм}) \quad (4.28)$$

$$N_a = 202,95 \cdot 15,6 [1 + 0,7854(1,25 - 1)] = 1413,15(\text{кН}) \quad (4.29)$$

$$N_b = 202,95 \cdot 15,6 [1 + 0,5(1,25 - 1)] = 1187,26(\text{кН}) \quad (4.30)$$

За знайденими значеннями розрахункових зусиль підбирається кільцева арматура.

Так як, по всій глибині занурення колодязю ґрунт є однаковий, знаходимо площу на 1 м за формулою

$$F_1 = 1 + 14/2 = 7,5(\text{м}^2) \quad (4.31)$$

Приведене значення коефіцієнта пропорційності знаходимо за формулою

$$K = \frac{2(7,5 \cdot 14200)}{14,5} = 14690 \text{ (кН/м}^2\text{)} \quad (4.32)$$

Коефіцієнт постелі ґрунту під підшовою колодязю знаходимо за формулою

$$c_0 = kH = 14200 \cdot 14,5 = 205900 \text{ (кН/м}^3\text{)} \quad (4.33)$$

Момент інерції поперечного перерізу колодязю, формула

$$J = \frac{\pi(D^4 - D_0^4)}{64} = \frac{3,14(16,4^4 - 15,6^4)}{64} = 643,8 \text{ (м}^4\text{)} \quad (4.34)$$

Знаходимо розрахункову ширину опускного колодязю, формула

$$b_p = k_\phi(b + 1) = 1(16,4 + 1) = 17,4 \text{ (м)} \quad (4.35)$$

$k_\phi = 1$  – коефіцієнт, що враховує форму сприйняття навантаження колодцем;

Коефіцієнт деформації  $\alpha_\varepsilon$  визначаємо за формулою

$$\alpha_\varepsilon = \sqrt[5]{\frac{kbp}{\gamma cEI}} = \sqrt[5]{\frac{14690 \cdot 17,4}{3 \cdot 643,8 \cdot 1,9 \cdot 10^7}} = 0,093 \quad (4.36)$$

Знаходимо приведену глибину занурення колодязю, формула

$$H = \alpha_\varepsilon H = 0,093 \cdot 14 = 1,3 < 2,5 \text{ (м)} \quad (4.37)$$

Розрахунок колодязю виконується по схемі закріпленого в ґрунті абсолютно жорсткого стержня.

Знаходимо момент інерції підшови колодязю в площині дії сил, формула

$$J_0 = \frac{\pi D^4}{64} = \frac{3,14 \cdot 16,4^4}{64} = 3551 \text{ (м}^4\text{)} \quad (4.38)$$

Момент що діє на колодязь на поверхніземлі  $M_1 = 0$

Діаметер умовного масивного фундаменту

$$D_y = 16,4 + 2 \cdot 14 \cdot \text{tg}(22/4) = 18,55 \text{ (м)} \quad (4.39)$$

Тиск під підшовою умовного фундаменту визначають за формулою

$$P = \frac{(4000 + 7037,17)}{3,14 \cdot 18,55} = 1,05 \text{ (кПа)} \quad (4.40)$$

За відсутності горизонтальної складової навантаження стійкість фундаменту забезпечена.

Проектування фундаментів на бурових палях

Проводимо збір навантажень на 1 п.м. таблиця 4.1

таблиця 4.1 Збір навантаження

Вид навантаження	Характ. значення	$\gamma_{fe}$	Експлуат. значення	$\gamma_{fm}$	Граничне значення
Постійне					
1.Власна вага стіни 4,5·0,38·16	27,36	1	27,36	1,1	30,1
2.Перекрыття 0,2·25·4	20	1	20	1,1	22
3.Підлога 1,75·4	7	1	7	1,3	9,1
4.Дах 2,83·4	11,32	1	11,32	1,3	14,72
Зміни					
1.Перегородки 4,5· 0,38·16	27,36	1	27,36	1,2	32,83
2.Сніг 1,36·4	5,34	0,49	2,67	1,14	6,2
3.Корисне 4·2	8	1	8	1,2	9,6

$$N_e = (\sum N_i \text{ пост.} + 0,95 \sum N_i \text{ тим.трив.}) \cdot \gamma_n \quad (4.41)$$

$$N_e = [65,68 + 0,9 \cdot 2,67 + 0,95 \cdot 30,03] \cdot 0,975 = 94,2 \text{ (кН);}$$

$$N_m = (\sum N_i \text{ пост.} + 0,95 \sum N_i \text{ тим.трив.}) \cdot \gamma_n \quad (4.42)$$

$$N_m = [75,92 + 0,9 \cdot 9,6 + 0,95 \cdot 42,43] \cdot 1,1 = 137,36 \text{ (кН)}$$

Визначаємо несучу здатність паль

$$N \leq \frac{F_d}{\gamma_k} \quad (4.43)$$

де  $N$  -розрахункове навантаження, кН (тс), на одну палю;

$F_d$  - несуча здатність, кН (тс), визначена звичайним шляхом;

$\gamma_k$  - коефіцієнт надійності, для теоретичного визначення  $\gamma_k = 1,4$ ;

Визначаємо несучу здатність під нижнім кінцем палі та несучої здатності по боковій поверхні палі за формулою

$$F_d = \gamma_c (\gamma_c R A + u \sum \gamma_{cf} f_i h_i) = 1(1 \cdot 4417 \cdot 0,196 + 0,785 \cdot 390) = 1172 \quad (4.44)$$

$$N = \frac{1172}{1,4} = 837,14$$

$$n = 1,1 \cdot 137,36 / 837,14 = 0,18$$

Для створення суцільної стінки з паль кількість паль складає  $n=2$ , тобто несуча здатність стіни з паль достатня .



Вага ростверку з ґрунтом на його уступах

$$G_p = 0,5^2 \cdot 20 = 5 \quad (4.45)$$

Середнє навантаження на палю

$$P = \frac{94,2 + 5}{2} = 49,6 \quad (4.46)$$

Коефіцієнт пуасона

$$V = 0,35$$

Визначаємо граничний опір на палю

$$P_u = 1,25 F_d = 1,25 \cdot 1172 = 1465 \quad (4.47)$$

$$P_e = 0,5 \cdot P_u = 0,5 \cdot 1465 = 732,5 \quad (4.48)$$

$$E = 19 \text{ Мпа}$$

Приведений радіус палі

$$r = r^0 / l = 0,25 / 7,5 = 0,033 \quad (4.49)$$

При бетоні класу В=20 модуль деформації матеріалу палі  $E_0 = 24500$

Коефіцієнт, що визначає частину навантаження, яка передається нижнім кінцем  $b = 0,089$

Коефіцієнт умов роботи ґрунту вздовжбічної поверхні  $k_f = 1,4$

Коефіцієнт умов роботи ґрунту під нижнім кінцем палі  $k_r = 4,7$

Коефіцієнт осідання  $c = 0,6$

Пружня складова осідання палі

$$S_e = 2(1 + 0,35) \frac{732,5 \cdot 0,6}{19000 \cdot 7,5} + \frac{732,5 \cdot 7,5 \cdot (1 + 0,089)}{2 \cdot 24500 \cdot 10^3 \cdot 0,196} = 0,00895 \quad (4.50)$$

Осідання одиночної палі

$$S_1 = \frac{0,00895 \cdot 49,6}{1465 - 49,6} = 0,00031 \quad (4.51)$$

Визначаємо осідання палі взявши за основу центральну палю

1) Відстань від середньої палі  $a_1 = 0,5$        $w_1 = 0,481$

$$S_{ij} = 2(1 + 0,35) \frac{0,481 \cdot 1}{19000 \cdot 7,5} = 9,13 \cdot 10^{-6}$$

$$2) a_2/2r_0=1/0,5=2 \quad w_2=0,375 \quad kb_2=1$$

$$S_{ij}=2(1+0,35)\frac{0,375 \cdot 1}{19000 \cdot 7,5}=7,11 \cdot 10^{-6}$$

$$3) a_3/2r_0=1,5/0,5=3 \quad w_3=0,315 \quad kb_3=1$$

$$S_{ij}=2(1+0,35)\frac{0,315 \cdot 1}{19000 \cdot 7,5}=5,97 \cdot 10^{-6}$$

Осідання станове

$$S_i=0,00031+2 \cdot 9,13 \cdot 10^{-6} \cdot 49,6+2 \cdot 49,6 \cdot 7,11 \cdot 10^{-6}+2 \cdot 49,6 \cdot 5,97 \cdot 10^{-6}=0,0025 \quad (4.50)$$

$$S=0,25\text{см} < S_u=10\text{см}$$

Умова виконується

Висновки за розділом 4

Прийнято основні архітектурно-будівельні рішення, вибрано конструкцію стіни, розрахунком. Сплановано генеральний план території.

Виконано збір навантажень для фундаментів

Виконано конструювання типового варіанту фундаменту з забивних палів і конструювання варіанту фундаменту на підставі наукового дослідження.

## Розділ 5

## ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

## 5.1 Техніко-економічне порівняння конструктивного рішення фундаментів.

Виконаємо техніко-економічне порівняння різних конструктивних варіантів влаштування опускного колодязю під інженерну споруду – насосної станції. По найменшій кошторисній вартості та найменшим трудовитратам будівельників і машиністів виберемо основний варіант фундаменту. Визначення об'ємів робіт для варіантів фундаментів наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Визначення обсягів робіт

№ п/п	Найменування робіт і витрат	Один. вим.	Формула підрахунку	Кількість
1	2	3	4	5
Опускний колодязь із суцільною стінкою				
1	Розробка ґрунту II групи	1000 м <sup>3</sup>	$V_1 = \pi r^2 \cdot 7,5 = 3,14 \cdot 8,2^2 \cdot 7,5 = 1584 \text{ м}^3$	1,584
2	Занурення ножової частини колодязю із розробленням ґрунту	м <sup>3</sup>	$V_2 = 2\pi \cdot R_n \cdot S_n + 2\pi \cdot R_n \cdot H_w \cdot b =$ $= 2 \cdot 3,14 \cdot 14,8 \cdot 0,62 + 2 \cdot 3,14 \cdot 3,8 \cdot 0,6 \cdot 14,8 = 201 \text{ м}^3$	201
3	Влаштування анкерних болтів з шайбою	т	$7,59 \cdot 17 = 129 \text{ кг}$	0,129
4	Занурення II-го ярусу колодязю із розробленням ґрунту	м <sup>3</sup>	$V_3 = 2\pi \cdot R_n \cdot H_w \cdot b =$ $= 2 \cdot 3,14 \cdot 5 \cdot 0,6 \cdot 14,8 - 3,14 \cdot 13,6 \cdot 5 = 100,5 \text{ м}^3$	100,5
5	Влаштування анкерних болтів з шайбою	т	$7,59 \cdot 17 = 129 \text{ кг}$	0,129
8	Влаштування цементно-піщаної підготовки	м <sup>3</sup>	$V_5 = 3,14 \cdot 7,8 \cdot 7,8 \cdot 0,1 = 19,11 \text{ м}^3$	19,11
9	Влаштування монолітного днища колодязю	м <sup>3</sup>	$V_6 = 3,14 \cdot 7,8 \cdot 7,8 \cdot 0,5 = 95,57 \text{ м}^3$	95,57
10	Влаштування перекриття колодязю	м <sup>3</sup>	$V_7 = \pi r^2 \cdot 0,2 = 3,14 \cdot 8,2^2 \cdot 0,2 = 42,25 \text{ м}^3$	42,25

## Продовження таблиці 5.1

Опускний колодезь із бурових паль				
1	Розробка ґрунту II групи	1000 м <sup>3</sup>	$V_1 = \pi r^2 \cdot 0,5 = 3,14 \cdot 8,2^2 \cdot 0,5 = 105,62 \text{ м}^3$	0,1056
2	Улаштування бурових паль	м <sup>3</sup>	$V_2 = 7,5 \cdot 100 \cdot 0,196 = 147,26 \text{ м}^3$	147,26
3	Кількість арматури Ø18 А400С	1 т	$V_3 = 147,26 \cdot 0,007 \cdot 7,85 = 8,09 \text{ т}$	8,09
4	Влаштування бетонної підготовки	100 м <sup>3</sup>	$V_4 = \left( \frac{\pi(D^2 - D_0^2)}{4} \right) \cdot n = 1,51 \text{ м}^3$	0,0151
5	Влаштування монолітного стрічкового ростверку	100 м <sup>3</sup>	$V = 7,54 \text{ м}^3$	0,0754
6	Кількість арматури Ø18 А400С	1 т	$V = 7,54 \cdot 0,007 \cdot 7,85 = 0,41 \text{ т}$	0,41

Кошторисний розрахунок улаштування фундаменту опускного колодезю під споруду димової труби за запропонованими варіантами виконуємо за допомогою програмного комплексу АВК . Результати кошторисних розрахунків представлені у табл. 5.2 – 5.3.

Влаштування фундаменту опускного колодязю із суцільною стінкою

**Локальний кошторис на будівельні роботи № 1-1-1**  
на Влаштування фундаменту опускного колодязю із суцільною стінкою

Основа:  
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість  
Кошторисна трудомісткість  
Кошторисна заробітна плата  
Середній розряд робіт

618,543 тис. грн.  
5,8 тис.люд.-год.  
128,541 тис. грн.  
4,1 розряд

Складений в поточних цінах станом на "15 грудня" 2022 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										тих, що обслуговують машини	
					заробітної плати	в тому числі заробітної плати	в тому числі заробітної плати	на одиницю	всього		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	E1-17-2	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ході з ковшом місткістю 1 [1-1, 2] м3, група ґрунтів 2	1000м3	1,584	<u>7772,92</u> 197,42	<u>7567,38</u> 2390,80	12312	313	<u>11987</u> 3787	<u>11,73</u> 83,13	<u>18,58</u> 131,68
2	C311-1	Перевезення ґрунту до 1 км	т	105,62	<u>6,02</u> -	<u>6,02</u> 0,78	636	-	<u>636</u> 82	<u>-</u> 0,048	<u>-</u> 5,07
3	E5-122-1	Зведення стін збірних залізобетонних опускних колодязів	м3	201	<u>1200,17</u> 222,50	<u>350,46</u> 38,23	241234	44723	<u>70442</u> 7684	<u>10,51</u> 1,985	<u>2112,51</u> 398,99
4	E6-11-2	Установлення в готові гнізда із закладенням анкерних болтів довжиною понад 1 м	т	0,129	<u>26076,89</u> 5759,88	<u>579,87</u> 150,75	3364	743	<u>75</u> 19	<u>300,15</u> 7,4024	<u>38,72</u> 0,95
5	C111-1848	Болти будівельні з гайками та шайбами	т	0,129	<u>19538,53</u>	-	2520	-	-	-	-

## 3 Програмний комплекс АВК-5 (3.0.0)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	E30-78-5	Обмазувальна гідроізоляція епоксидною мастикою двошарова	100м2	2,576	<u>5895,06</u> 2370,46	<u>285,91</u> 74,92	15186	6106	<u>737</u> 193	<u>120,45</u> 4,5936	<u>310,28</u> 11,83
7	E5-122-1	Зведення стін збірних залізобетонних опускних колодязів	м3	100,53	<u>1200,17</u> 222,50	<u>350,46</u> 38,23	120653	22368	<u>35232</u> 3843	<u>10,51</u> 1,985	<u>1056,57</u> 199,55
8	E6-11-2	Установлення в готові гнізда із закладенням анкерних болтів довжиною понад 1 м	т	0,129	<u>26076,89</u> 5759,88	<u>579,87</u> 150,75	3364	743	<u>75</u> 19	<u>300,15</u> 7,4024	<u>38,72</u> 0,95
9	C111-1848	Болти будівельні з гайками та шайбами	т	0,129	<u>19538,53</u> -	<u>-</u> -	2520	-	<u>-</u> -	<u>-</u> -	<u>-</u> -
10	E30-78-5	Обмазувальна гідроізоляція епоксидною мастикою двошарова	100м2	1,288	<u>5895,06</u> 2370,46	<u>285,91</u> 74,92	7593	3053	<u>368</u> 96	<u>120,45</u> 4,5936	<u>155,14</u> 5,92
11	E6-1-1	Улаштування бетонної підготовки	100м3	0,1911	<u>69945,46</u> 3294,47	<u>1898,95</u> 520,67	13367	630	<u>363</u> 100	<u>195,75</u> 25,4989	<u>37,41</u> 4,87
12	E5-121-1	Улаштування монолітного днища колодязя	м3	95,57	<u>1106,45</u> 113,15	<u>114,00</u> 27,26	105743	10814	<u>10895</u> 2605	<u>5,04</u> 1,5314	<u>481,67</u> 146,36
13	E6-10-1	Укладання бетону товщиною 200 мм по перекриттях	100м2	0,4225	<u>7810,60</u> 526,63	<u>407,33</u> 102,64	3300	223	<u>172</u> 43	<u>29,29</u> 4,8508	<u>12,38</u> 2,05
		Разом прямі витрати по кошторису					531792	89716	<u>130982</u> 18471		<u>4261,98</u> 908,22
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. <b>Всього будівельні роботи, грн.</b>					531792				
		-----									
		<b>Всього по кошторису</b>					<b>618543</b>				
		<b>Кошторисна трудомісткість, люд.год.</b>					<b>5800</b>				

3 Програмний комплекс АВК-5 (3.0.0)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		Кошторисна заробітна плата, грн.						128541				

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

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

Влаштування фундаменту опускного колодязю із суцільною стінкою

**Локальний кошторис на будівельні роботи № 1-1-2**  
на Влаштування фундаменту опускного колодязю із буросічних паль

Основа:  
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість  
Кошторисна трудомісткість  
Кошторисна заробітна плата  
Середній розряд робіт

481,971 тис. грн.  
5,071 тис.люд.-год.  
115,001 тис. грн.  
4,4 розряд

Складений в поточних цінах станом на "15 грудня" 2022 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	E1-17-2	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ході з ковшом місткістю 1 [1-1, 2] м3, група ґрунтів 2	1000м3	0,10562	<u>7772,92</u> 197,42	<u>7567,38</u> 2390,80	821	21	<u>799</u> 253	<u>11,73</u> 83,13	<u>1,24</u> 8,78
2	C311-1	Перевезення ґрунту до 1 км	т	105,62	<u>6,02</u>	<u>6,02</u> 0,78	636	-	<u>636</u> 82	<u>-</u> 0,048	<u>-</u> 5,07
3	E5-37-2	Улаштування залізобетонних буронабивних паль діаметром до 500-600 мм із розширом до 1400 мм у стійких ґрунтах 1-2 груп установкою СБУ, довжина паль до 25 м	м3	147,26	<u>2140,48</u> 334,57	<u>1012,02</u> 240,25	315207	49269	<u>149030</u> 35379	<u>14,7</u> 11,6457	<u>2164,72</u> 1714,95
4	ЕД6-63-5	Встановлення арматури окремими стрижнями із в'язанням вузлів в масиви, окремі фундаменти і плитні основи з арматурою у вигляді плоских сіток, діаметр арматури, мм понад 18 до 26	т	8,09	<u>370,35</u> 294,18	<u>54,21</u> 17,83	2996	2380	<u>439</u> 144	<u>15,33</u> 1,0514	<u>124,02</u> 8,51



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	C124-6	Гарячекатана арматурна сталь гладка, клас А-1, діаметр 16-18 мм	т	8,09	7508,32	—	60742	—	—	—	—
6	E30-78-5	Обмазувальна гідроізоляція епоксидною мастикою двошарова	100м2	3,8642	5895,06 2370,46	285,91 74,92	22780	9160	1105 290	120,45 4,5936	465,44 17,75
7	E6-1-1	Улаштування бетонної підготовки	100м3	0,0151	69945,46 3294,47	1898,95 520,67	1056	50	29 8	195,75 25,4989	2,96 0,39
8	E6-10-1	Укладання бетону товщиною 100 мм по перекриттях	100м2	0,0754	7810,60 526,63	407,33 102,64	589	40	31 8	29,29 4,8508	2,21 0,37
Разом прямі витрати по кошторису							404827	60920	152069 36164		2760,59 1755,82
Разом будівельні роботи, грн.							404827				
в тому числі:											
вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.							191838				
всього заробітна плата, грн.							97084				
Загальновиробничі витрати, грн.							77144				
трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год.							554,2				
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.							17917				
<b>Всього будівельні роботи, грн.</b>							<b>481971</b>				
-----											
<b>Всього по кошторису</b>							<b>481971</b>				
Кошторисна трудоємність, люд.год.							5071				
Кошторисна заробітна плата, грн.							115001				

Склав

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

Перевірив

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

Отримані дані кошторисної трудомісткості та вартості для влаштування різних конструктивних варіантів фундаментів опускного колодязю зводимо в таблицю техніко-економічних показників різних варіантів фундаментів, таблиці.5.2.,

Таблиця 5.2– Техніко-економічне порівняння варіантів фундаментів

№	Тип фундаменту	Кошторисна вартість		Кошторисна трудомісткість	
		тис. грн.	%	люд-год	%
1	Варіант влаштування фундаменту опускного колодязю із суцільною стінкою	618,543	128,34	5800	114,38
2	Варіант влаштування фундаменту опускного колодязю із буросічних паль	481,971	100	5071	100

#### Висновок за розділом 5

Отримані дані кошторисної вартості та трудомісткості свідчать про те, що влаштування фундаменту опускного колодязю виконаного буросічними палями є економічним варіантом, в порівнянні з фундаментом опускний колодязь у традиційному варіанті. Тому для даної споруди насосної станції виконуємо розрахунок і конструювання фундаменту опускного колодязю із буросічних паль.

## Розділ 6

### Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Завданням охорони праці є зменшення травматизму та професійних захворювань робітників, на робочих місцях. Для цього поліпшуються умови праці, працівники додатково забезпечуються засобами індивідуального захисту, проводяться планові і позапланові інструктажі з техніки безпеки.

Далі розглянемо умови праці інженера в галузі цивільного будівництва, який здійснює проектування опускного колодезю в місті Вінниця, Вінницької області.

Аналіз умов праці проводимо на його робочому місці, де він здійснював чисельне моделювання різних конструктивних варіантів влаштування опускного колодезю в місті Вінниця, Вінницької області, яке обладнане комп'ютером із відповідним програмним забезпеченням. На інженера-проектувальника (цивільне будівництво), впливають відповідно до ГОСТ 12.0.003-74 , такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

1. Фізичні:
  - підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
  - підвищений рівень шуму на робочому місці;
  - підвищена та понижена вологість повітря;
  - підвищена та понижена швидкість повітря;
  - підвищене значення напруги в електричному колі, замикання якого може відбутися через тіло людини;
  - підвищений рівень електромагнітного випромінювання;
  - нестача природного світла;

- підвищена та понижена температура повітря;
- недостатня освітленість робочої зони.

2. Психофізіологічні поділяються на фізичні та нервово-психічні.

А) фізичні – статичні;

Б) Нервово-психічні:

- розумове перевантаження;
- перенапруга аналізаторів;
- монотонність праці;
- статичне перевантаження.

Відповідно до визначених факторів формуємо рішення щодо безпечного виконання роботи.

### 6.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи

#### Обладнання приміщення та робочого місця

Для оцінки умов праці обираємо робоче місце інженера-проектувальника (цивільне будівництво), який здійснює чисельне моделювання різних конструктивних варіантів влаштування опускного колодязю.

Приміщення, де відбувалася безпосередньо саме проектування та чисельне моделювання різних конструктивних варіантів влаштування опускного колодязю (площа, об'єм) повинні в першу чергу відповідати кількості робітників і наявному комплекту технічних засобів. Площа на одного співробітника, який працює за ПК, повинна складати не менше  $6,0 \text{ м}^2$ , об'єм – не менше  $20 \text{ м}^3$ . Площа приміщень з ПК повинна розраховуватися не більш як на 12 чоловік. На робочому місці мають бути передбаченні заходи від можливих шкідливих та небезпечних чинників.

Перевіримо виконання даних вимог. Схема приміщення зображена на рис 6.1.

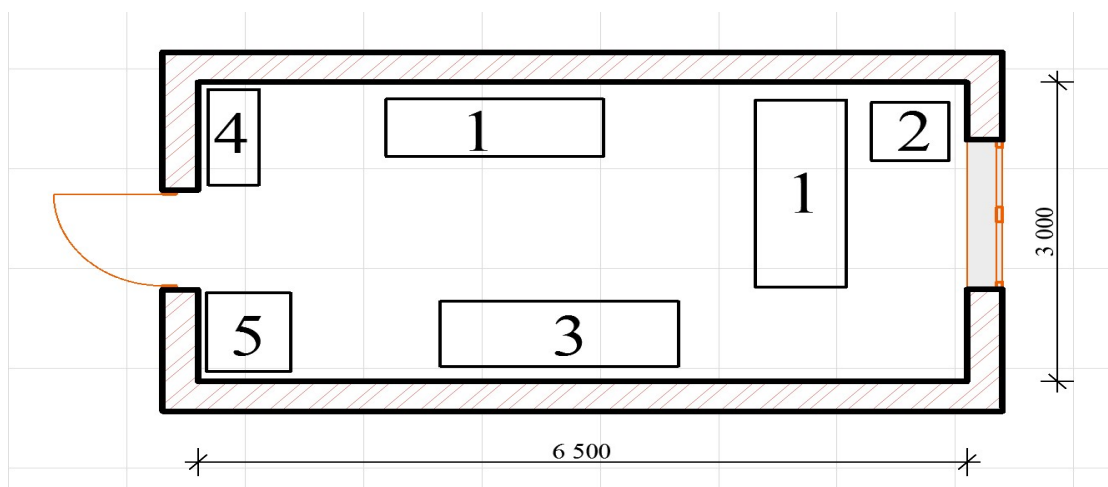


Рисунок 6.1 - Схема приміщення: 1 – робочі місця обладнані ПК; 2 – тумба для принтера; 3, 4 – меблі для документації; 5 – шафа для одягу.

Площа даного приміщення становить  $19,5 \text{ м}^2$ , об'єм –  $58,5,0 \text{ м}^3$ , кількість працівників у приміщенні – 2 особи. З них комп'ютеризованих 2 місця. Відповідно на одного працівника припадає  $9,75 \text{ м}^2$  площі і  $29,25 \text{ м}^3$  об'єму повітря. Отримані дані повністю відповідають вимогам НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями» .

Робоче місце інженера-проектувальника (цивільне будівництво), який здійснює чисельне моделювання різних конструктивних варіантів влаштування опускного колодязю та взаємне розташування всіх його елементів відповідає антропометричним, фізичним і психологічним вимогам ДСТУ 8604:2015 . Велике значення має також характер роботи. Зокрема, при організації робочого місця інженера-проектувальника опускних колодязів дотримані наступні основні умови: оптимальне розміщення устаткування, що входить до складу робочого місця і достатній робочий простір, що дозволяє здійснювати всі необхідні рухи і переміщення.

Раціональне планування робочого місця передбачає чіткий порядок і сталість розміщення предметів, засобів праці і документації. Те, що потрібно для виконання робіт частіше, розташоване в зоні легкої досяжності робочого простору.

Основні вимоги щодо роботи на ПК:

- не залишати працюючі ПК і їхні пристрої без нагляду;
- підключати і відключати вилку кабелів пристроїв ПК з мережевого фільтру тільки при відключеній напрузі;
- подавати напругу на пристрої і окремі блоки ПК тільки після ретельної перевірки надійності та справності кабелів і роз'ємів мережі електроживлення;
- при виявленні запаху горілого в пристроях ПК необхідно вимкнути апаратуру, повторно не включати і звернутися до спеціаліста з технічного обслуговування ПК;
- для профілактики порушень і підтримання працездатності інженера-проектувальника опускних колодязів повинні бути введені додаткові регламентовані перерви для відпочинку;
- у період роботи за дисплеєм необхідно передбачити три-п'ятихвилинні перерви для відпочинку, через кожні 40 – 45 хвилин. Середня сумарна тривалість роботи за монітором за день не повинна перевищувати 4 год, а за тиждень 20 год.

Електробезпека приміщення

Приміщення із робочими місцями користувачів комп'ютерів для забезпечення електробезпеки обладнання, а також для захисту від ураження електричним струмом самих користувачів ПК повинні мати достатні технічні засоби захисту відповідно до ДСТУ Б В.2.5-82:2016 .

Категорія приміщення з електробезпеки – без підвищеної небезпеки, згідно ПУЕ.

Лінія електромережі для живлення приладів, периферійних пристроїв ПК та устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження ПК виконана як окрема групова трипровідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується

для заземлення (занулення) електроприймачів.

ПК, периферійні пристрої ПК та устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження ПК, інше устаткування (апарати управління, контрольні-вимірні прилади, світильники тощо), електропроводи та кабелі за виконанням та ступенем захисту мають відповідати класу зони за ПУЕ, мати апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів.

Під час монтажу та експлуатації ліній електромережі необхідно повністю унеможливити виникнення електричного джерела загоряння внаслідок короткого замикання та перевантаження проводів, обмежувати застосування проводів з легкозаймистою ізоляцією і, за можливості, перейти на негорючу ізоляцію.

Вимоги безпеки перед початком роботи:

- увімкнути систему кондиціонування в приміщенні;
- перевірити надійність встановлення апаратури на робочому столі. Повернути монітор так, щоб було зручно дивитися на екран – під прямим кутом (а не збоку) і трохи зверху вниз, при цьому екран має бути трохи нахиленим, нижній його край ближче до оператора;
- перевірити загальний стан апаратури, перевірити справність електропроводки, з'єднувальних шнурів, штепсельних вилок, розеток, заземлення захисного екрана. При виявленні будь-яких несправностей ПК не вмикати і негайно повідомити керівника.;
- відрегулювати освітленість робочого місця;
- відрегулювати та зафіксувати висоту крісла, зручний для користувача нахил його спинки;
- приєднати до системного блоку необхідну апаратуру. Усі кабелі, що з'єднують системний блок з іншими пристроями, слід вставляти та виймати при вимкненому комп'ютері;
- ввімкнути апаратуру комп'ютера вимикачами на корпусах в послідовності: монітор, системний блок, принтер (якщо передбачається друкування);

- відрегулювати яскравість свічення монітора, мінімальний розмір світної точки, фокусування, контрастність. Не слід робити зображення надто яскравим, щоб не втомлювати очей.

Вимоги безпеки під час виконання роботи:

- необхідно стійко розташовувати клавіатуру на робочому столі, не опускати її хитання. Під час роботи на клавіатурі сидіти прямо, не напружуватися;

- для уникнення несприятливого впливу на користувача пристроїв типу «миша» належить забезпечувати вільну велику поверхню столу для переміщення миші і зручного упору ліктьового суглоба;

- не дозволяються сторонні розмови, подразнюючі шуми;

- періодично при вимкненому комп'ютері прибирати ледь змоченою мильним розчином бавовняною ганчіркою порох з поверхонь апаратури;

- відрегулювати яскравість свічення монітора, мінімальний розмір світної точки, фокусування, контрастність. Не слід робити зображення надто яскравим, щоб не втомлювати очей.

## 6.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

### Мікроклімат

Нормування мікроклімату на робочому місці відбувається згідно ДСН 3.3.6.042-99 . Проектування та чисельне моделювання різних конструктивних варіантів влаштування опускного колодязю проектувальником за енерговитратами відноситься до категорії I а (енерговитрати до 139Дж/с) . Допустимі параметри мікроклімату для категорії I а наведені в табл. 6.1



Таблиця 6.1 – Параметри мікроклімату

Період року	Допустимі		
	t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	22-28	55	0,1-0,2
Холодний	21-25	75	0,1

Для забезпечення допустимих за нормативами параметрів мікроклімату в приміщенні передбачено:

- У холодний період року для обігріву будівлі передбачається використання централізованої парової системи опалення.
- Забезпечення допустимих метеорологічних умов праці в приміщенні здійснюється за допомогою системи кондиціонування.
- Систематичне (раз за зміну) вологе прибирання.

Склад повітря робочої зони

В приміщенні, де здійснюється проектування та чисельне моделювання різних конструктивних варіантів влаштування опускного колодязю можливими шкідливими речовинами у повітрі є пил, вуглекислий газ та озон.

Джерелом озону є офісна техніка (принтер). Пил потрапляє у приміщення ззовні, через вікна та дверей, заноситься працівниками. ГДК шкідливих речовин, які знаходяться в досліджуваному приміщенні, наведені в табл. 6.2, а рівні позитивних і негативних іонів повітря приміщень із ПК повинні відповідати нормам приведеним в табл. 6.3.

Таблиця 6.2 – ГДК шкідливих речовин у повітрі

Назва речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4
Озон	0,16	0,03	1
Вуглекислий газ	3	1	4

Таблиця 6.3 – Рівні іонізації повітря приміщень при роботі на ПК

Рівні	Кількість іонів на 1см <sup>3</sup>	
	n <sup>+</sup>	n <sup>-</sup>
Мінімально необхідні	400	600
Оптимальні	1500-3000	3000-5000
Максимально необхідні	50000	50000

Забезпечення складу повітря робочої зони здійснюється за допомогою системи кондиціонування та систематичного вологого прибирання. У разі необхідності здійснюється провітрювання приміщення через вікна та двері.

#### Виробниче освітлення

У приміщенні, де здійснюється проектування та чисельне моделювання різних конструктивних варіантів влаштування опускного колодязю використовується штучне та природне освітлення. Робочі місця по відношенню до світлових прорізів повинні розташовуватися так, щоб природне світло падало збоку, переважно зліва.

Норми освітленості при штучному освітленні та КПО (згідно з вимогами ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення»).

Приведені значення для зручності представленні у табл. 6.4.

Таблиця 6.4 - Норми освітленості в приміщенні

Характеристика зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Природне освітлення		Сумісне освітлення
						Освітленість, лк		КПО, $D_H$ , %
						При системі комбінованого освітлення		середнє $E_{сер сум}$
						всього	У т.ч. від загального	
Високої точності	Від 0,3 до 0,5 включно	III	г	великий	світлий	400	200	3,0

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення вікон та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. Штучне освітлення влаштоване в системі комбінованого освітлення та складається з загального на стелі та місцевого безпосередньо на робочому місці. У зв'язку з нестачею природного освітлення, використовується сумісне освітлення, за рахунок доповнення недостатнього природного штучним. Штучне освітлення створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG".

## Виробничий шум

Встановлено, що шум погіршує умови праці, чинячи шкідливу дію на організм людини. При тривалій дії шуму на людину відбуваються небажані явища: знижується гострота зору, слуху, підвищується кров'яний тиск, знижується увага. Сильний тривалий шум може стати причиною функціональних змін серцево-судинної і нервової систем.

Для умов виконання роботи допустимі рівні звукового тиску повинні наведені в табл. 6.5 (згідно ДСН 3.3.6.037-99 ).

Таблиця 6.5 – Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного широкополосного шуму

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах зі середньгеометричними частинами (Гц)								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Виробничі приміщення	86	71	61	54	49	45	42	40	38

Основними заходами боротьби з шумом є ліквідація або ослаблення джерела шуму шляхом застосування звукопоглинаючих матеріалів у приміщенні і раціональна планування виробничого приміщення.

## Виробничі випромінювання

Під час виконання роботи із використанням ПК на працівника діє підвищений рівень електромагнітного поля. За рахунок роботи ПК та блоків живлення утворюється електромагнітне випромінювання.

Для забезпечення допустимих параметрів неіонізуючих електромагнітних випромінювань використовувати тільки якісну техніку, яка має сертифікат.

## Психофізіологічні фактори

Робота інженера є достатньо складною і потребує різних навичок та характеристик працюючого, тому і впливи від робіт різні і визначаються за Державними санітарними нормами та правилами «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», НАКАЗ МОЗ № 248 від 08.04.2014 .

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

- енергозатрати організму: при регіональному навантаженні (з переважною участю м'язів рук та плечового суглоба) для жінок - до 7800;

- загальні енергозатрати організму, Вт - до 290;

- робоча поза: періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаєморозташування різних частин тіла відносно одна одної);

- нахили тулуба (вимушені, більше 30°), кількість за зміну: 51-100;

Отже дана робота за важкістю відноситься до другого класу робіт – допустима (середньої важкості).

Напруженість праці визначається з дод. 16 , робота відноситься до інтелектуальної, і має наступні характеристики:

- зміст роботи: відсутня необхідність прийняття рішення;

- сенсорні навантаження : 51-75;

- розмір об'єкта розрізнення (при відстані від очей працюючого до об'єкта розрізнення не більше 0,5 м), мм, % часу зміни: 5,0-1,1 мм більше 50% часу;

- тривалість робочого дня, год. – 8 годин;

- змінність роботи - однозмінна робота (без нічної зміни).

Дані характеристики вказуються на те, що за напруженістю робота інженера-

проектувальника (цивільне будівництво), який здійснює чисельне моделювання різних конструктивних варіантів влаштування опускного колодязю відноситься до другого класу з допустимими умовами напруженості праці (напруженість праці середнього ступеня).

Висновок : Відповідно, було здійснено оцінку умов праці для робочого місця інженера-проектувальника (цивільне будівництво), згідно ДК 003: 2010, професія – 2142.2, який здійснює чисельне моделювання різних конструктивних варіантів влаштування опускного колодязю. Проаналізувавши всі перераховані значення оптимальних умов праці, можна зробити висновок, що на робочому місці проектувальника фундаментів різних конструктивних варіантів влаштування опускного колодязю умови праці відносяться до 2-го класу умов праці (допустимі) і відповідають встановленим нормам з охорони праці.

### 6.3 Розрахунок сейсмічних впливів на опускний колодязь

Характеристики ґрунтового масиву

На будівельному майданчику виділені такі інженерно-геологічні елементи

Для аварійного сполучення навантажень

При визначенні вертикальної складової навантаження на палю [16] додатково враховуються коефіцієнти  $\gamma_{eq1}$ ,  $\gamma_{eq2}$ ,  $\gamma_{eq3}$ .

За табл. Н.7.1 [16] при сейсмічності території 6 балів коефіцієнт умов роботи ґрунту під нижнім кінцем палі для глинистих ґрунтів з показником текучості  $0 \leq I_L \leq 0,5$   $\gamma_{eq1} = 0,95$ ; коефіцієнт умов роботи по боковій поверхні палі для глинистих ґрунтів з показником текучості  $0 \leq I_L \leq 0,75$   $\gamma_{eq2} = 0,85$ ,  $\gamma_{eq3} = 0,9$  (п.Н.7.1 [16]).

Коефіцієнт деформації  $\alpha_\varepsilon$  при улаштуванні палі з бетону класу С20/25 знаходимо за формулою 6.1:

$$\alpha_\varepsilon = \sqrt[5]{\frac{kb_p}{\gamma_c EI}} = \sqrt[5]{\frac{13200 \cdot 1,25}{3 \cdot 19 \cdot 10^6 \cdot 5208 \cdot 10^6}} = 0,561 \text{ (м}^{-1}\text{)} \quad (6.1)$$

при умовній ширині палі  $b_p = 1,5d + 0,5 = 1,5 \cdot 0,5 + 0,5 = 1,25$  (м),  
моменті інерції перерізу палі  $I = d^4/12 = 0,5^4/12 = 0,005208$  (м<sup>4</sup>).

Розрахункова довжина палі, на якій не враховується опір ґрунту по боковій поверхні при сейсмічних впливах, за формулою 6,2:

$$h_d = \frac{a_1(H + \alpha_c a_3 M)}{b_p \left( \frac{a_2}{\alpha_c} \gamma_1 \text{tg} \varphi_1 + c_1 \right)} \quad (6.2)$$

Приймаємо в першому наближенні максимальне горизонтальне навантаження на одну палю (в напрямку осі у)  $H = 16$  (кН).

Оскільки перший шар основи мулистий ґрунт, розглядаємо наступний шар ґрунту. Осереднені значення характеристик міцності ґрунтів ІГЕ №1:

$$\phi_{I, \text{сеп}} = 22^0; c_{I, \text{сеп}} = 28 \text{ (кПа)}.$$

$\phi_I = 22^0 - 2 = 20^0$  (за п. Н.7.2 [4]), для низького ростверку  
 $a_1 = 1,2; a_2 = 1,2; a_3 = 0$

$$h_d = \frac{1,2 \cdot 16}{1,25 \left( \frac{1,2}{0,561} \cdot 18,7 \cdot 0,364 + 28 \right)} = 0,35 \text{ (м)} < 3/\alpha_\varepsilon = 5,3 \text{ (м)} \quad (6.3)$$

Приймаємо  $h_d = 1,0$  м.

Опір по боковій поверхні палі визначаємо в табличній формі у табл. 6,6.

Таблиця 6,6 - Розрахунок опору по бічній поверхні палі при сейсмічних впливах

№ ІГЕ	H <sub>i</sub> , м	h <sub>i</sub> , м	f <sub>i</sub> , м	γ <sub>eq2</sub> f <sub>i</sub> ·h <sub>i</sub> , кН/м
1	0	0	2	0
1	2	42	2	84
1	4	53	2	100
1	6	58	2	116
1	8	62	2	124
1	10	65	2	130
1	12	67,8	2	135,6
1	14	70,6	2	141,2

$$\sum = 830,8$$

Тоді несуча здатність палі на вдавлюючі навантаження при сейсмічних впливах, за формулою 6,3:

$$F_{eq} = \gamma_c(\gamma_c R_{RA} \cdot \gamma_{eq1} \cdot \gamma_{eq3} + u \cdot \sum_{h_d} \gamma_{eq2} \gamma_c f_i h_i) = 1(1 \cdot 5480 \cdot 0,196 + 1,57 \cdot 830,8) = 2378 \text{ (кН)} \quad (6,3)$$

Допустиме вертикальне навантаження на палю при аварійному сполученні, за формулою 6,4:

$$N = 2378/1,4 = 1699 \text{ (кН)}. \quad (6.4)$$

Визначаємо розрахункове навантаження, що може бути передане на 1 пог.м. фундаменту з умов несучої здатності ґрунту:

$$N \cdot n = 1699 \cdot 2 = 2398 \text{ (кН)} > N_m \cdot \gamma_c = 137,36$$

де  $n$  – кількість палей в 1 погонному метрі фундаменту.

Умова виконується несуча здатність колодязю забезпечена.

Висновок : Відповідно до вимог ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах перевірка сейсмічних впливів при аварійному сполученні навантажень несуча здатність опускного колодязю із бурових палей забезпечується.



## Висновки за розділом 6

Розроблений розділ охорони праці. Проаналізувавши всі значення оптимальних умов праці, можна зробити висновок, що на робочому місці проектувальника фундаментів різних конструктивних варіантів влаштування опускного колодязю умови праці відносяться до класу умов праці допустимі і відповідають встановленим нормам з охорони праці.

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

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Отже на основі проведених досліджень щодо визначення ефективних конструкцій опускного колодязю можна зробити наступні висновки:

1. Область застосування фундаментів типу опускний колодязь постійно розширюється у зв'язку з освоєнням підземного простору та збільшенням навантаження від споруд. При проектуванні опускних колодязів є багато нерозв'язаних задач, тому дослідження опускних колодязів є актуальною задачею.

2. Чисельним моделюванням за методом скінчених елементів досліджено роботу опускних колодязів різного конструктивного рішення під дією вертикального навантаження. Аналіз результатів показав, що опускні колодязі з бурових паль осідають менше ніж опускні колодязі із суцільною стінкою в однакових ґрунтових умовах і при однакових навантаженнях.

3. Для всіх графіків залежності осідання – навантаження для колодязів із паль та суцільної стінки вид ґрунтового масиву не має впливу, оскільки більші осідання спостерігаються у фундаменту із суцільною стінкою.

4. Величина несучої здатності опускного колодязю закономірно зростає із збільшенням товщини стінки чи діаметру бурових паль, глибини закладання.

5. При однаковому діаметрі паль і товщині суцільної стінки несуча здатність опускних колодязів більша при влаштуванні його з бурових паль.

6. Зміна однорідних ґрунтових умов не впливає на характер залежності «осідання-навантаження» для опускних колодязів різного конструктивного рішення, закономірно, що несуча здатність більша в піщаних ґрунтах.

7. Отримані дані кошторисої вартості та трудомісткості свідчать про те, що влаштування фундаменту опускного колодязю виконаного буровими палями є економічним варіантом, в порівнянні з фундаментом опускний колодязь у традиційному варіанті. Тому для даної інженерної споруди виконуємо розрахунок і конструювання фундаменту опускного колодязю із бурових паль.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Савйовський В.В., Тонкачєєв Г.М. Технологія зведення підземної споруди методом опускного колодязя: методичні вказівки до виконання курсової роботи. К.: КНУБА, 2017. – с. 24.
2. Силин К. С., Глотов Н. М., Завриев К. С. Проектування фундаментів глибокого закладання. – Москва: Транспорт, 1981. – 252 с.
3. Дорошкевич Н. М. Исследование напряжений в грунте при свайных фундаментах : дис. ....канд. техн. наук : 05.23.02. Москва, 1959. 140 с.
4. Дорошкевич Н. М., Знаменский В. В. Экспериментальные исследования деформаций групп свай при действии постоянных и кратковременных циклических нагрузок. Свайные фундаменты : труды ВНИИОСП, ДальНИИС. М. : Стройиздат, 1991. С. 45–50.
5. Сальников Б. А. Исследование несущей способности свайных фундаментов в слабых глинистых грунтах : дис. ....канд. техн. наук : 05.23.02. Москва, 1969. 140 с.
6. Сальников Б. А. Исследование работы свайных фундаментов на моделях. Применение моделирования при исследовании транспортных сооружений. М.: Транспорт, 1984. (Тр. ВНИИ транспортного строительства). С. 52-60.
7. Дорошкевич Н.М., Клейн Г. К., Смиренкин П. П. Основы и фундаменты. Учебник для колледжей. Издание 4-е переделаное и дополниное. – Москва, «Вишяя школа», 1972., 256 с.
8. Денисов О. Г. Основы и фундаменты промышленных и гражданских промислових и громадських зданий. Москва: 1968., 376 с.
9. Знаменский В. В. Работа свайного фундамента в глинистых грунтах и расчет их по деформациям : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.02. Москва, 1971. 128 с.
10. Знаменский В. В., Рузаев А. М., Полинков И. Н.

Взаимодействиенизкого ростверка со сваями./ Вестник МГСУ. М., 2008. №2. С. 48-51.

11. Сирожиддинов З. Несущая способность кустов свай в слабых водонасыщенных грунтах при внецентренной нагрузке : дис. канд. техн. наук : 05.23.02. Москва, 1978. 135 с.

12. Бартоломей А. А., Омельчак И. М., Юшков Б. С. Прогноз осадок свайных фундаментов /Под ред. Бартоломея А. А.. Москва : Стройиздат,1994. 384 с.

13. Васильченко А. В. Исследование работы низкого ростверка на моделях свайных кустов. Сборник научных трудов «Проблемы освоенияприродных ресурсов Европейского севера». Ухта. 1996. С. 205-207.

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

15. Рузаев А. М. Оптимизация проектных решений свайных фундаментов с учетом взаимного влияния свай и работы низкого ростверка на их несущую способность : дис. ... канд. техн. наук : 05.23 02. Москва, 2010. 147 с.

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

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

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

19. Козачок Л. Д. Распределения напряжений в основании моделей кустов свай. Республ. межвед. науч.-техн. сб. Киев : Будівельник, 1974.

Вып.7: Основания и фундаменты. С. 47-51.

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

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

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

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

24. Алехин В. С. Взаимодействие свай в составе групп и определение предельного сопротивления основания : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.02. Москва, 2020. 147 с.

25. Давлатов Д. Н. Усиление ленточных свайных фундаментов переустройством в комбинированный с опрессовкой и цементациеоснования: дис. ... канд. техн. наук : 05.23.02. Тюмень, 2020. 127 с.

26. Аль-Хасауни Аднан Сакер Хусейн Особенности работы забивных свай разной длины в кусте при действии вертикальных нагрузок : автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.23.02 / Киевский инж.-строит. ин-т. - Киев, 1990. - 20 с.

27. Маєвська І. В. Урахування роботи ростверку у складі стрічкових пальових та підсилених палями фундаментів : монографія / І. В. Маєвська, Н. В. Блащук. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 168 с.

28. Маєвська І. В. Вплив виду ґрунту на сумісну роботу паль і ростверка в кушовому пальовому фундаменті/ І. В. Маєвська, Н. В. Блащук, К. А. Чобанова / Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2013. – №2. – С.40-47.

29. Вялов, С. С. Реологические основы механики грунтов – М.: Высшая

школа, 1978. – 349с.

30. Готман, А. Л. Расчет свай переменного сечения на совместное действие вертикальной и горизонтальной нагрузок методом конечных элементов // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2000. – No 1. –

С.6-12.

31. Дубина, М. М. Метод конечных элементов для расчетов фундаментов на выштампованных котлованах и устойчивости откосов / М. М. Дубина, Д. К. Тесленко, В. М. Целицо – М. : Изд-во Весь Мир, 2001. – 224с.

32. Зарецкий, Ю. К. Нелинейная механика грунтов и перспективы ее развития // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1982. – No 5. – С.28-31.

33. Зенкевич, О. Метод конечных элементов в теории сооружений и в механике сплошной среды / О. Зенкевич, – М. : Недра, 1974. – 240с.

34. Зенкевич, О. Метод конечных элементов. – М.: Мир, 1975. – 541с.

35. Пилягин, А. В. Смешанная упругопластическая задача расчета грунтового основания в пространственной постановке / А. В. Пилягин, С. В. Казанцев // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1989. – No 4. – С.24-26.

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

37. Бугров, А. К. О решении смешанной задачи теории упругости и пластичности грунта // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1974. – No 6. – С.20-23.

38. Винников, Ю. Л. Моделирование процессов уплотнения грунта при осесимметричном напряженно-деформированном состоянии оснований: автореф. дис. докт. техн. наук. – Киев, 2005. – 38с.

39. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування зі зміною No1 та No2. [Чинний від 2012-07-01].

Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 161 с. (Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення).

40. ДБН В.2.2-15-2019. Житлові будинки. Основні положення. [Чинний від 2019-26-03]. Київ: Держбуд України, 2005. 36 с. (Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення).

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

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

43. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. [Чинний від 2017-05-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2017. 30 с.

44. ДБН В.1.1.7-2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2017-01-06]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2017. 35 с.

45. ДБН В.1.2-14-2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 30 с. (Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів).

46. ДСТУ Б А.2.4.-6:2009. Правила виконання робочої документації генеральних планів. [Чинний від 2010-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 34 с. (Система проектної документації для будівництва).

47. ДБН В.1.2.-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. [Чинний від 2007-01-01]. Київ : Мінбуд України, 2006. 59 с. (Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів).

48.ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

49.ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2012-04-01]. Київ : Мінрегіон України, 2012. 115 с. (Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів).

50.ДБН В.1.1.7-2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2017-01-06]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2017. 35 с.

51.Про затвердження Мінімальних вимог безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці. Наказ Міністерств соціальної політики України від 29.11.2018 No 1804

52. ДБН В.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд. – К. : Мінбуд України, 2006. – 154 с.

53.Правила улаштування електроустановок - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.energiy.com.ua/PUE.html>

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

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

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

57.Наказ від 08.04.2014 No 248 Про затвердження Державних санітарних норм та правил Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу - [Електронний ресурс] - Режим доступу:



[http://online.budstandart.com/ua/catalog/topiccatalogua/labor-protection/14.\\_nakazy\\_ta\\_rozpor\\_183575/248+58074-detail.html](http://online.budstandart.com/ua/catalog/topiccatalogua/labor-protection/14._nakazy_ta_rozpor_183575/248+58074-detail.html)

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

59. Чорний А.В. Блащук Н.В. Особливості роботи підземної споруди кільцевої форми, що влаштована з буронабивних паль

(<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2022/author/submission/16768>)

ПРОТОКОЛ  
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА  
НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Вдосконалення конструкції підземної споруди кільцевої форми, що влаштована з буровабивних паль

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота  
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра БМГА, ФБЦЕІ  
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 87,4 % Схожість 12,6 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

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

Особа, відповідальна за перевірку

  
(підпис)

Блащук Н.В.  
(прізвище, ініціали)


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

Автор роботи

  
(підпис)

Чорний А.В.  
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

  
(підпис)

Блащук Н.В.  
(прізвище, ініціали)

Відомість аркушів графічної частини

Аркуш	Найменування	Примітки
1	Мета дослідження. Об'єкт дослідження Предмет дослідження.	Плакат
2	Практична цінність роботи ,Методи дослідження, Наукова новизна,Особистий внесок здобувача	Плакат
3	Програма чисельного моделювання	Плакат
4	Кінцево-елементна модель ґрунтового масиву та опускного колодязю	Плакат
5	Мозаїки вертикальних деформацій ґрунту при навантаженні пальових фундаментів	Плакат
6	Графіки залежності навантаження – осідання фундаментів з суцільної стінки	Плакат
7	Графіки залежності навантаження – осідання фундаментів з паль діаметром 500 та 800 мм та суцільної стінки товщиною 800, Несуча здатність фундаменту залежно від глибини закладання колодязю та ґрунтових умов	Плакат
8	Висновки по науковим розділам	Плакат
9	Креслення : Розріз 1-1 Розріз 2-2, План насосної станції	
10	Креслення : Генплан , План будівлі,Експлікація	
11	Креслення : Поперечний переріз опускного колодязю з суцільної стінки, та бурових паль,опускний колодязю з суцільної стінки,та з бурових паль, техніко-економічне порівняння фундаментів, ніж опускного колодязю, фрагмент фундаменту	
12	Економічне порівняння фундаментів	Плакат
13	Загальні висновки	Плакат

**ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії  
Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури**

**Вдосконалення конструкції підземної споруди кільцевої форми,  
що влаштована з буронабивних паль**

**Магістрант:** Чорний А. В.  
**Науковий керівник:** Блащук Н. В.

м.Вінниця, 2022

**Метою даного дослідження** є аналіз роботи опускного колодязю , знаходження більш ефективних способів його зведення.

Для реалізації даної мети необхідно вирішити наступні задачі:

проаналізувати методику розрахунку, рекомендації та публікації щодо роботи фундаментів типу опускний колодязь ;

за допомогою програмного комплексу Plaxis 3D Foundation та чисельно-математичного моделювання визначити напружено-деформований стан системи;

При математичному моделюванні дослідити напружено-деформований стан ґрунтової основи традиційного опускного колодязя та рівнозначного за геометричними параметрами фундаменту з буронабивних паль у різних ґрунтових умовах при дії вертикального;

за результатами чисельного моделювання визначити вид фундаменту який більш ефективніше виконував свою роботу

**Об'єкт дослідження** – Фундамент підземної споруди кільцевої форми.

**Предмет дослідження** – напружено-деформований стан фундаментів типу опускний колодязь - використання різної паль різної довжини і діаметру у складі фундаменту.

**Методи дослідження** – оцінка ефективності використання та роботу опускного колодязя  
Задачі дослідження:

- виконати огляд наявних варіантів конструктивних рішень опускного колодязю; - виконати аналіз методів розрахунку опускних колодязів;
- шляхом чисельного моделювання, в якому використовується пружнопластична модель ґрунту, методом скінчених елементів (МСЕ) проаналізувати напружено-деформований стан ґрунтової основи опускних колодязів при дії вертикального навантаження;
- за результатами моделювання методом скінчених елементів порівняти роботу опускних колодязів різного конструктивного рішення під дією вертикального навантаження.

**Наукова новизна**: проаналізовано ефективні конструктивні рішення опускного колодязю, виконано математичне моделювання роботи опускного колодязю під дією вертикального навантаження.

**Практична цінність роботи** – виявлені фактори, що впливають на несучу здатність опускних колодязів різного конструктивного рішення, при врахуванні яких запропоновано ефективну конструкцію опускного колодязю для технічного об'єкту.

**Особистий внесок здобувача** полягає у проведенні теоретичних досліджень, в моделюванні методом скінчених елементів роботи опускних колодязів різних конструктивних рішень під дією вертикального навантаження у ґрунтовому масиві.

# Програма чисельного моделювання

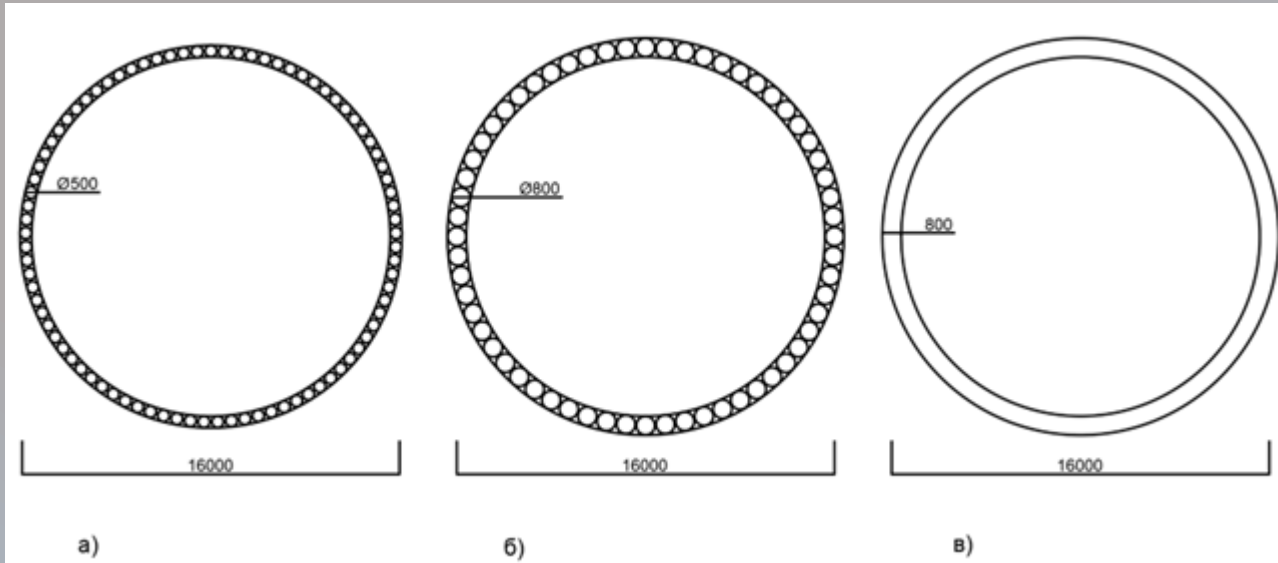


Схема розміщення паль та схема фундаменту з суцільної стінки :  
 а) Схема розміщення паль  $\varnothing 500$  мм , б) Схема розміщення паль  $\varnothing 800$  мм ,  
 в) Схема розміщення фундаменту з суцільної стінки товщиною 800 мм

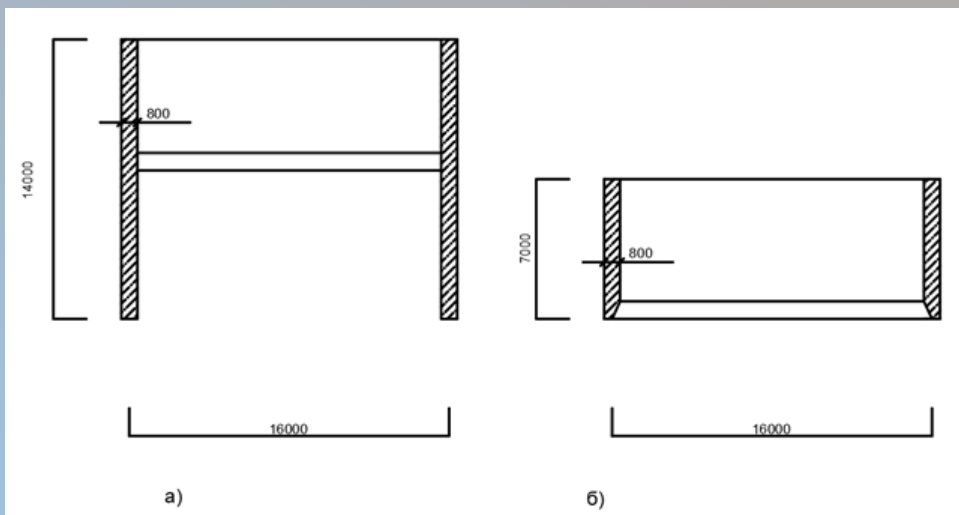
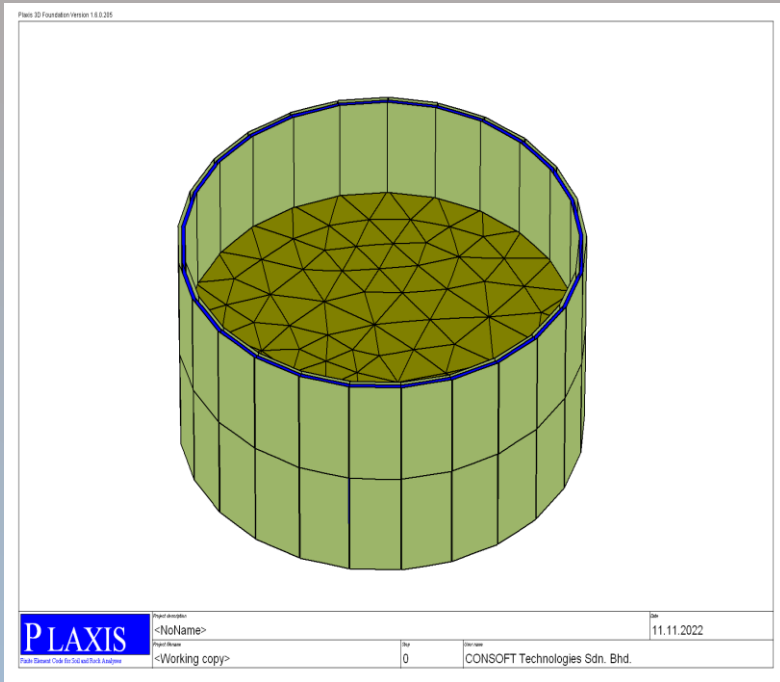


Схема розрізу фундаменту:  
 а) на глибині 14 м ,  
 б) на глибині 7 м

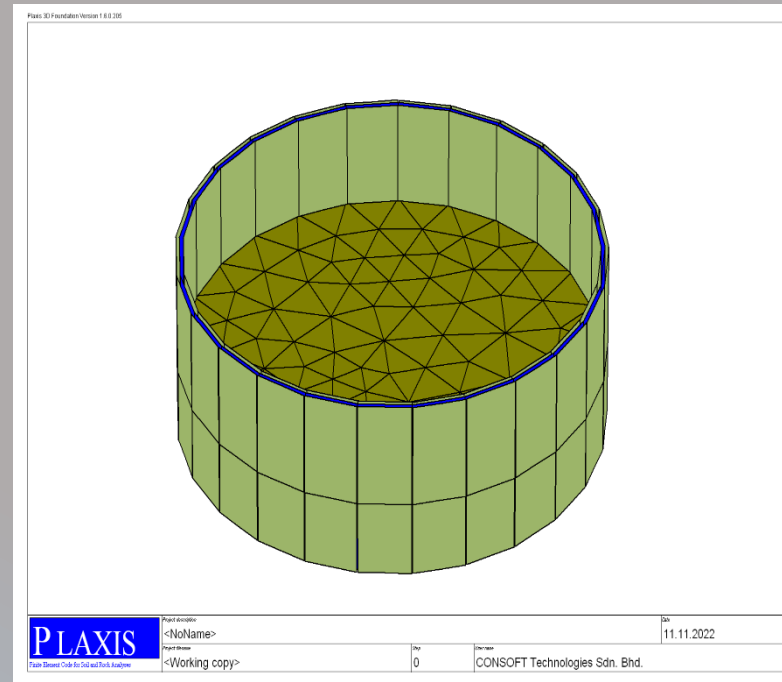
Група дослідів	Діаметр колодезя, м	Глибина закладання, м	Товщина стінки або діаметр паль, мм	Грунтові умови, м
I	16М	14М	t=800	суглинок, $\gamma_{II}=18,7$ кН/м <sup>3</sup> , $\phi=22^\circ$ , c=28 кПа, E=19 МПа, v=0,35
			d=500	
			d=800	
II	16М	14М	t=800	суглинок, $\gamma_{II}=18,7$ кН/м <sup>3</sup> , $\phi=22^\circ$ , c=28 кПа, E=19 МПа, v=0,35
		12М		
		10М		
		7М		
III	16М	14М	t=800	пісок, $\gamma_{II}=20,1$ кН/м <sup>3</sup> , $\phi=38^\circ$ , c=2 кПа, E=40 МПа, v=0,3
		12М		
		10М		
IV	16М	14М	t=800	глина, $\gamma_{II}=18,7$ кН/м <sup>3</sup> , $\phi=37^\circ$ , c=14 кПа, E=12 МПа, v=0,42
		12М		
		10М		
		7М		
V	16М	14М	t=800	супісок, $\gamma_{II}=18,7$ кН/м <sup>3</sup> , $\phi=28^\circ$ , c=4 кПа, E=32 МПа, v=0,3
		12М		
		10М		
		7М		

При моделюванні роботи пальового фундаменту були враховані наступні фази роботи:  
робота ґрунтової товщі без фундаментів (початкова фаза);  
влаштування фундаменту з суцільної стінки (перша фаза);  
робота фундаменту під дією вертикального навантаження (друга фаза).

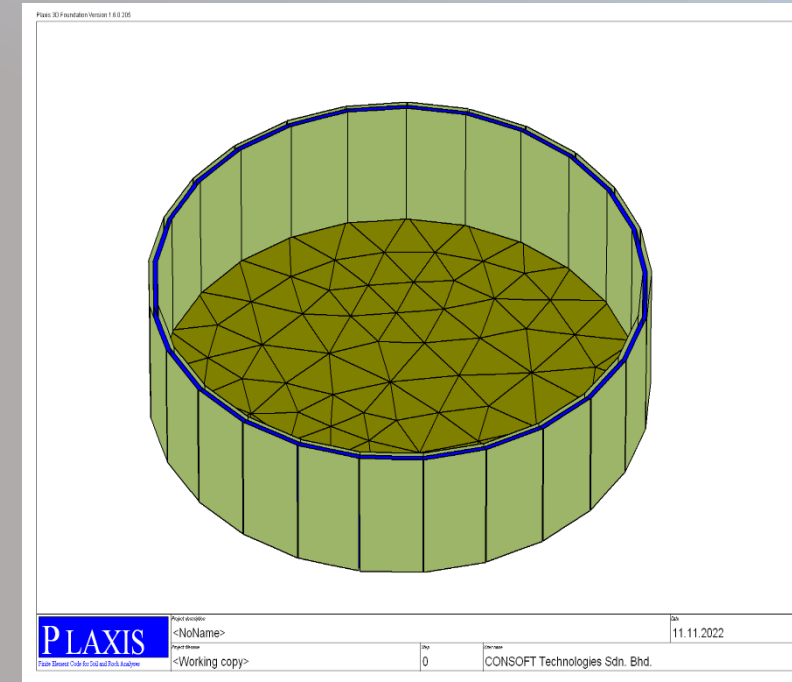
### Кінцево-елементна модель ґрунтового масиву та опускного колодязю



а) на глибині 14 м ,



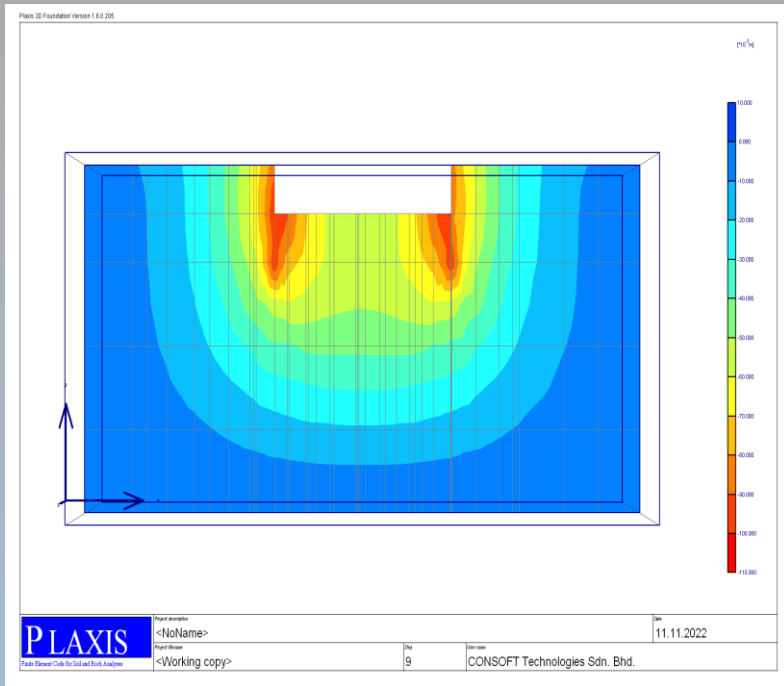
б) на глибині 12 м ,



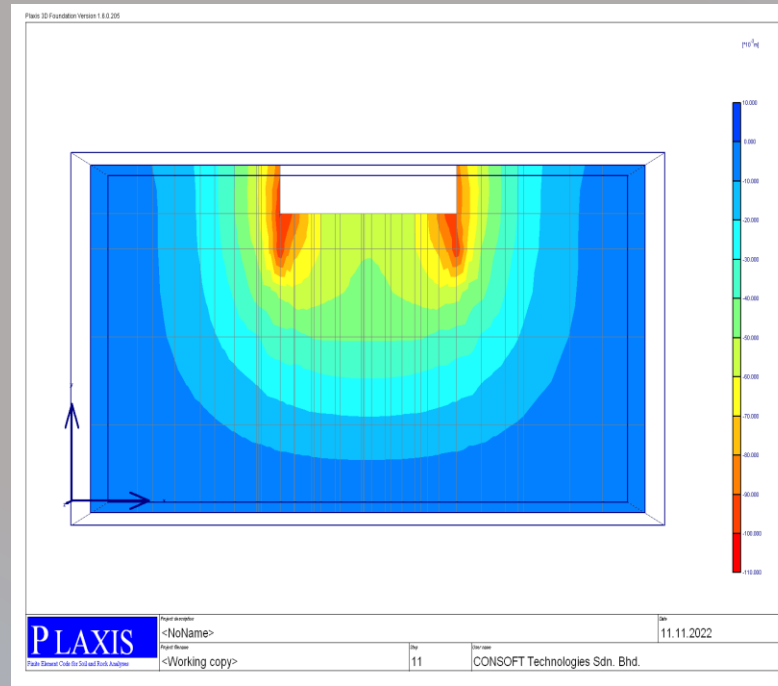
в) на глибині 7 м ,



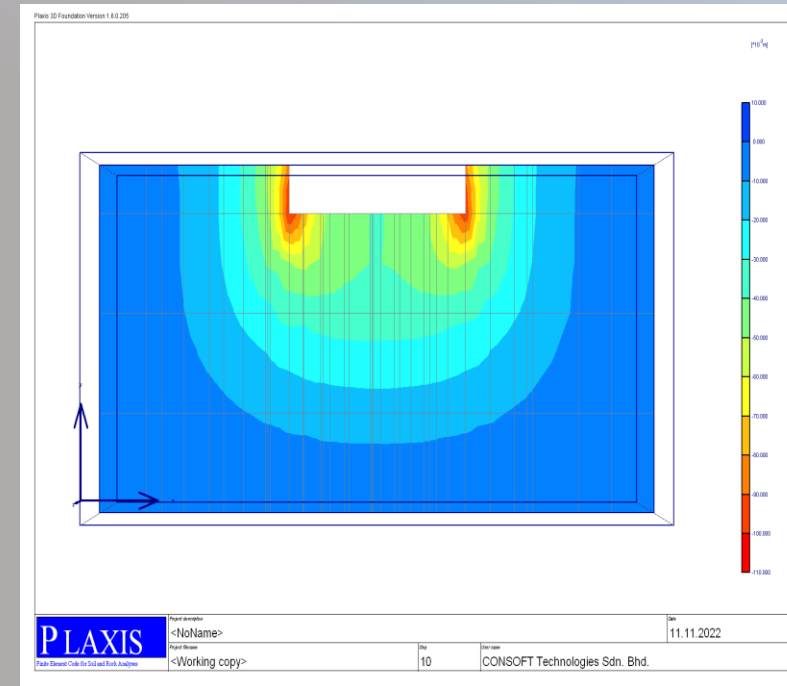
# Мозаїки вертикальних деформацій ґрунту при навантаженні пальових фундаментів



а) на глибині 14 м ,

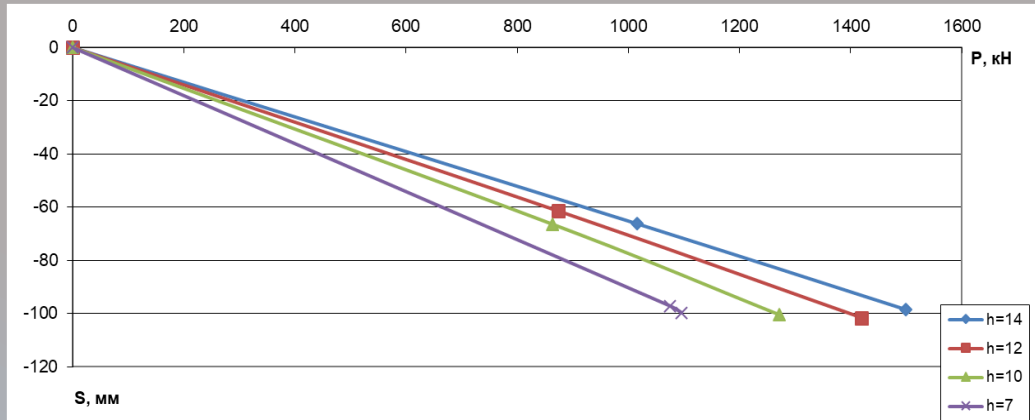


б) на глибині 12 м ,

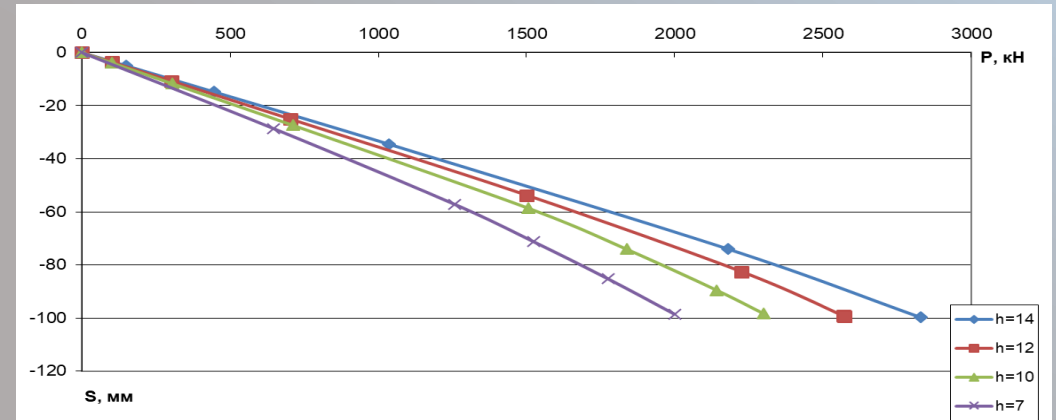


в) на глибині 7 м ,

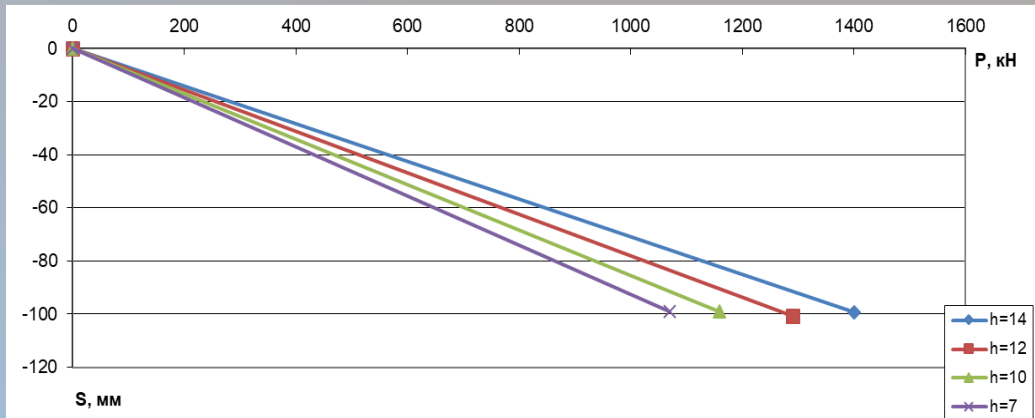
## Графіки залежності навантаження – осідання фундаментів з суцільної стінки



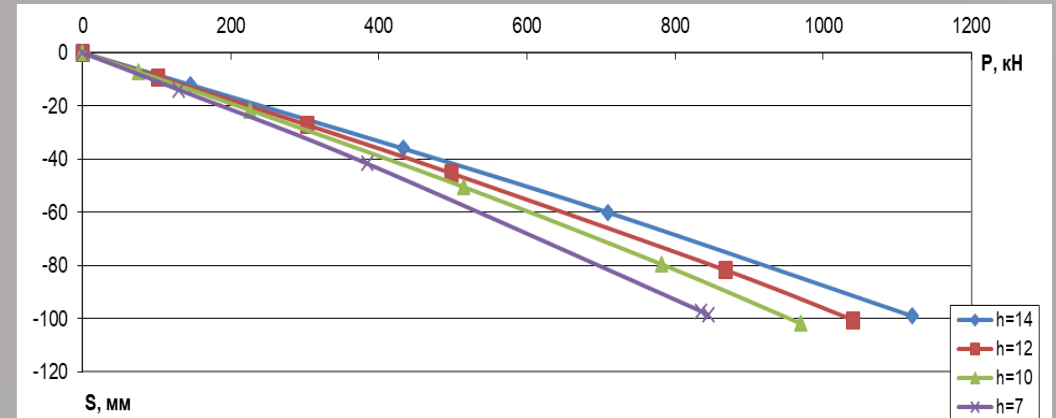
В суглинку



В піску

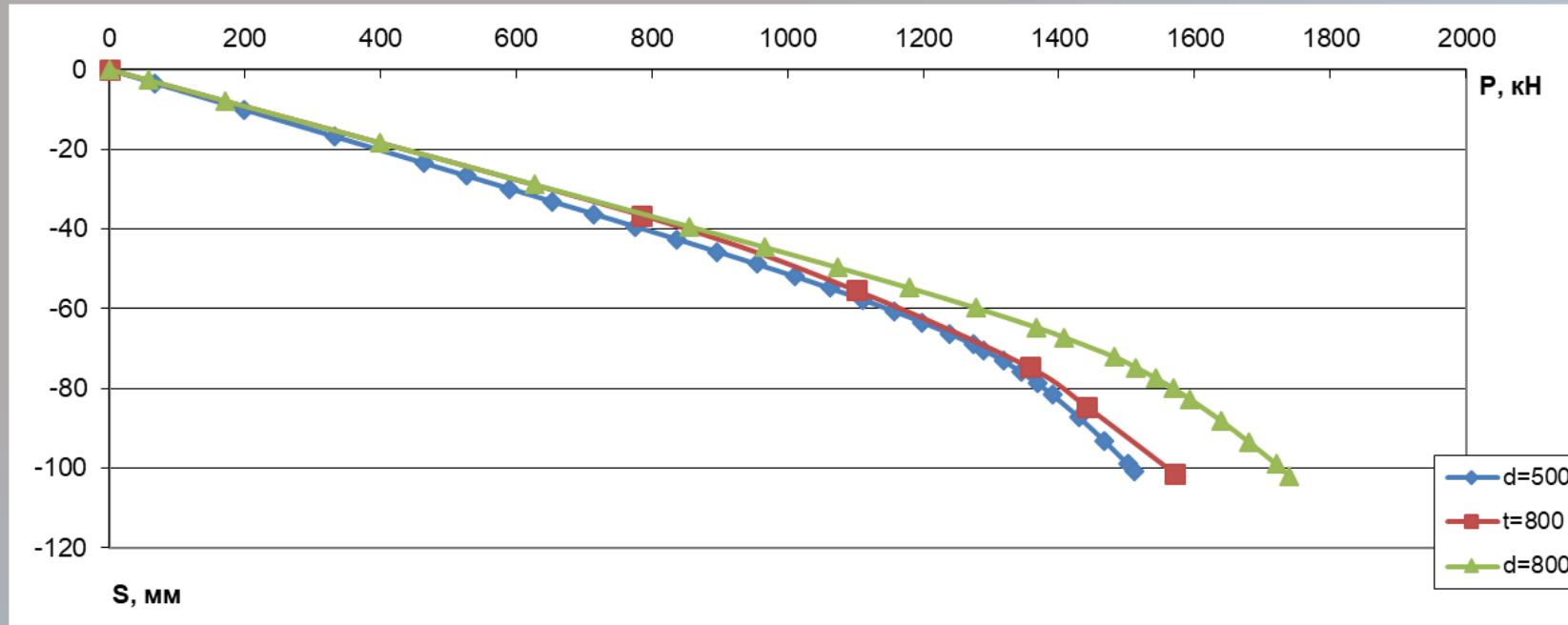


В глині



В супіску

**Графіки залежності навантаження – осідання фундаментів з паль діаметром 500 та 800 мм та суцільної стінки товщиною 800**



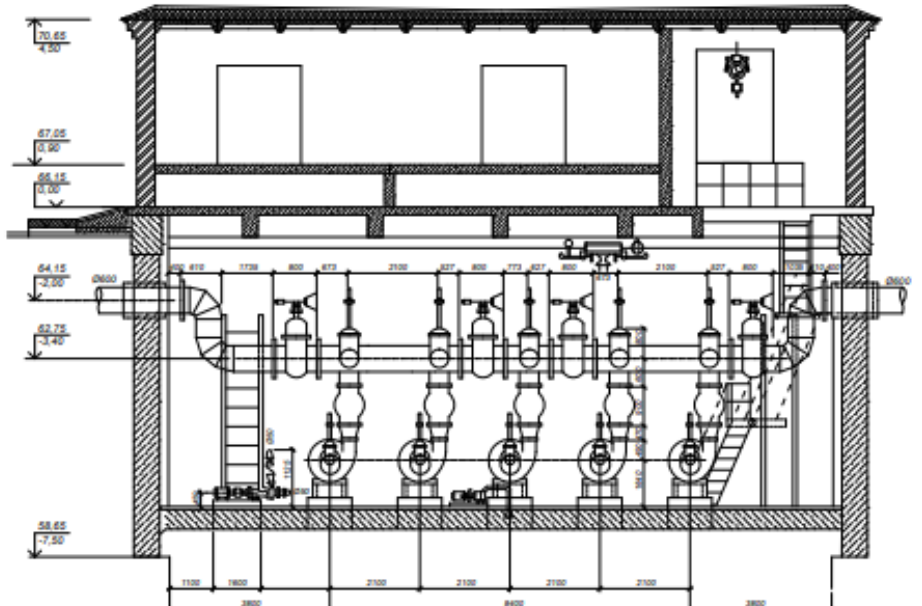
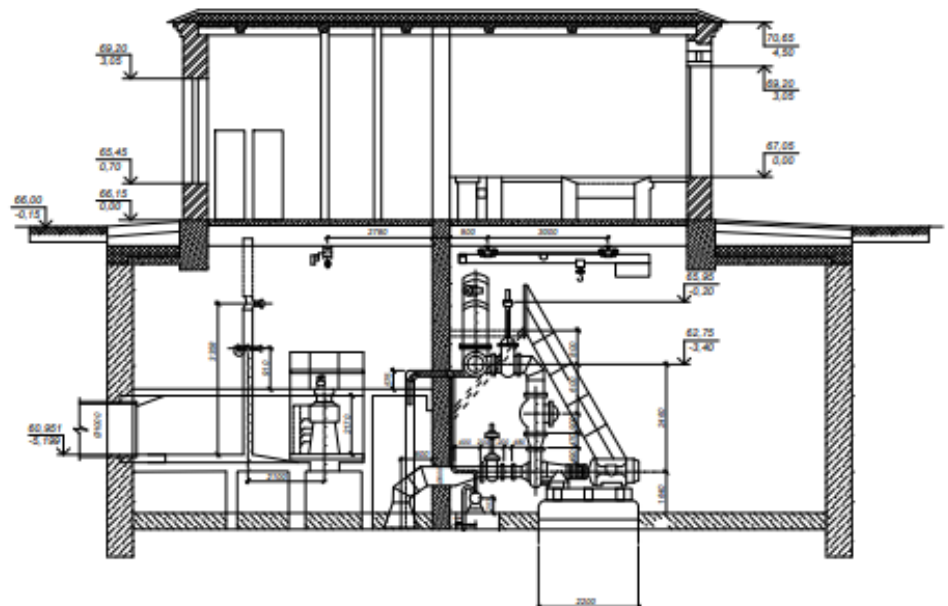
**Несуча здатність фундаменту залежно від глибини закладання колодязю та ґрунтових умов**

Ґрунт	Діаметр колодязю 16 м			
	Довжина фундаменту, м			
	7м	10м	12м	14м
Суглинок	1096	1272	1420	1500
Пісок	2000	2300	2571	2829
Глина	1070	1160	1290	1400
Супісок	845	970	1040	1120

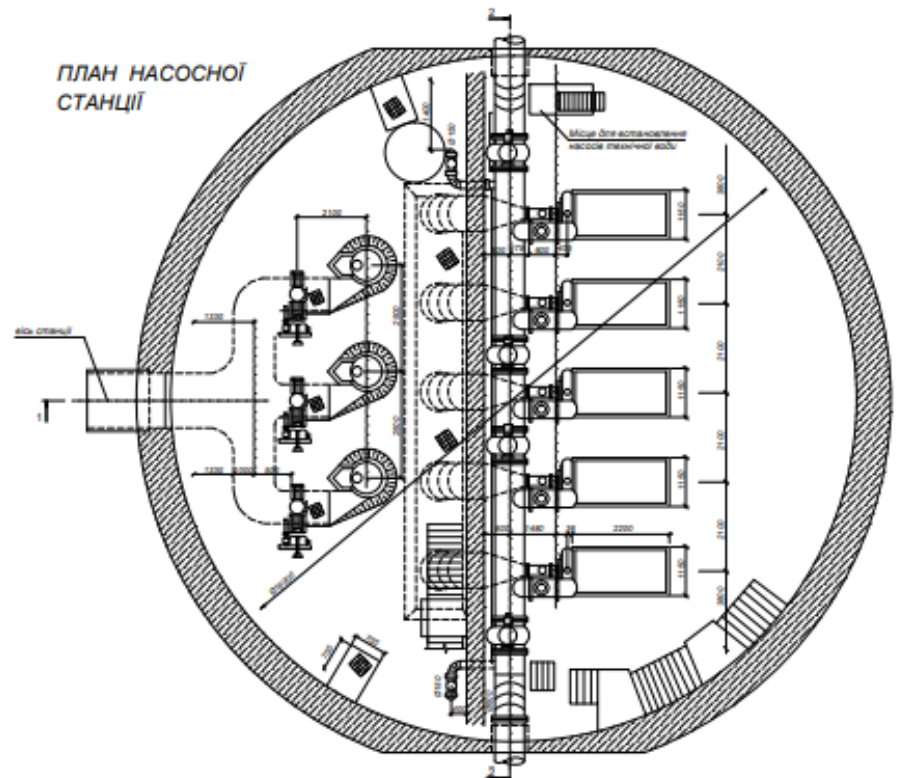
## Висновки по науковим розділам

Отже на основі проведених досліджень щодо визначення ефективних конструкцій опускного колодязю можна зробити наступні висновки:

1. Чисельним моделюванням за методом скінчених елементів досліджено роботу опускних колодязів різного конструктивного рішення під дією вертикального навантаження. Аналіз результатів показав, що опускні колодязі з бурових паль осідають менше ніж опускні колодязі із суцільною стінкою в однакових ґрунтових умовах і при однакових навантаженнях , фундаменти що влаштованні на глибині закладання 14 м працюють на 30-40% краще в порівнянні з 7 м фундаментами .
2. Для всіх графіків залежності осідання – навантаження для колодязів із паль та суцільної стінки вид ґрунтового масиву не має впливу, оскільки більші осідання спостерігаються у фундаменту із суцільною стінкою.
3. Величина несучої здатності опускного колодязю закономірно зростає із збільшенням товщини стінки чи діаметру бурових паль, глибини закладання.
4. При однаковому діаметрі паль і товщині суцільної стінки несуча здатність опускних колодязів більша при влаштуванні його з бурових паль.
5. Зміна однорідних ґрунтових умов не впливає на характер залежності «осідання-навантаження» для опускних колодязів різного конструктивного рішення, закономірно, що несуча здатність більша в піщаних ґрунтах.



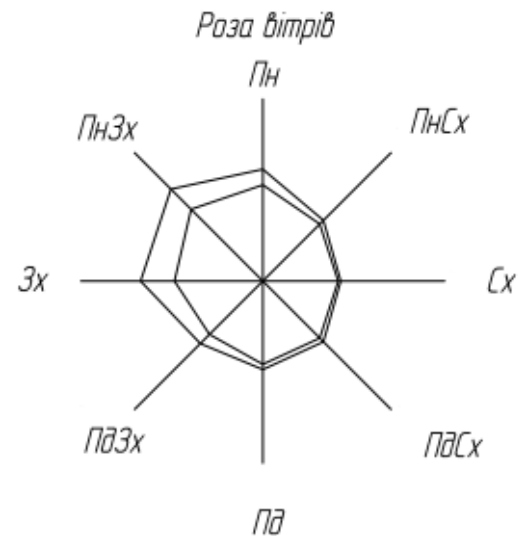
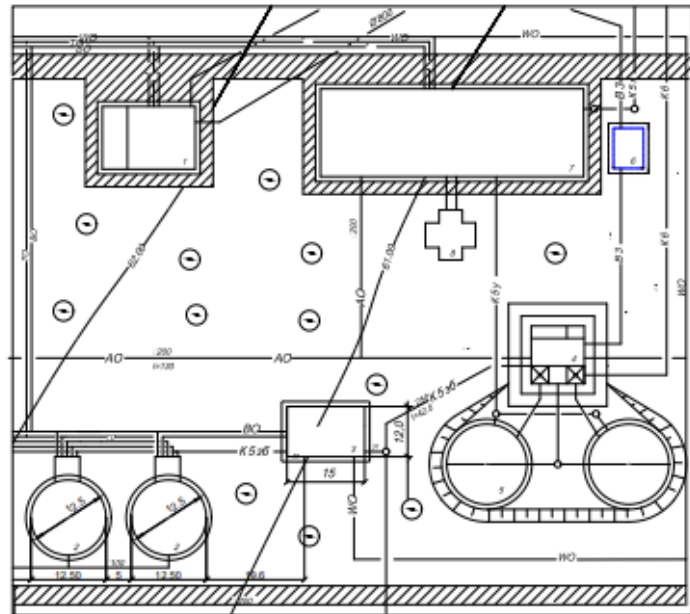
ПЛАН НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ



ОСНОВНІ НЕПОЛАДКИ В РОБОТІ НАСОСНИХ АГРЕГАТІВ

Неполадки	Причини неполадки
Насос після пуску не подає воду	Заливка насоса проведена недостатньо щільно. Потребований напір більше розрахункового. Велика висота всмоктування. Артезіанський насос неправильно встановлений по відношенню до динамічного рівня підземних вод
Подача насоса в процесі роботи зменшується	Зменшується число обертів насосного агрегата через падіння напруги в електромережі. Просикувані повітря через сальнік насоса. Збільшення висоти всмоктування насоса. Забруднення робочого колеса насоса. Збільшення опору магістрального трубопроводу.
Напір в процесі роботи зменшується	Розрив напірної лінії насоса. Зменшення числа обертів насосного агрегата через падіння напруги в електромережі. Потрібний напір в мережі зменшується в процесі експлуатації.
Насос в процесі роботи вібрає, чути шум	Порушення центровки агрегата. Послаблення болтів кріплення до рами. Просику вала. Задіяння крутяться частин. Знос підшипників. Недостатня велика висота всмоктування насоса.
Перевантаження двигуна насоса	Неправильна зборка насоса. Механічне пошкодження насоса чи двигуна.

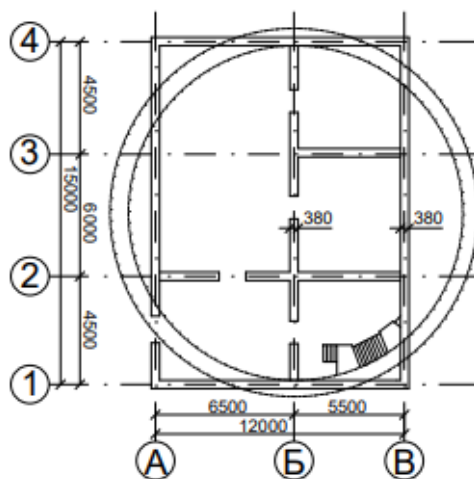
08-08.МКР.015 - КБ					
Насосна станція в місті Івано-Франківську					
Ділянка	№	Вид	№	Вид	№
Розробка	15/11	Архитектура	15/11	Архитектура	15/11
Виконав	15/11	Архитектура	15/11	Архитектура	15/11
Перевірив	15/11	Архитектура	15/11	Архитектура	15/11
Твердив	15/11	Архитектура	15/11	Архитектура	15/11
Відомий	15/11	Архитектура	15/11	Архитектура	15/11
					ІІ
					І
ВНТУ, ГР. 621 М					



УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

Найменування	Позначення
1 Мулоправід сирого мулу	— K5c —
2 Мулоправід активного мулу	— K5a —
3 Мулоправід надлишкового мулу	— K5n —
4 Мулоправід рециркуляційного мулу	— K5p —
5 Мулоправід зброженого осаду	— K5z —
6 Мулоправід ущільненого мулу	— K5y —
7 Мулоправід з контактного резервуару	— K5k —
8 Дренажний трубоправід	— K4 —
9 Покриправід	— K6 —
10 Хлопправід	— B9x —
11 Водоправід	— B0 —
12 Освітлена вода	— B3 —
13 Побутова каналізація	— K1 —
14 Аварійний вентус	— KOa —
15 Мулова вода	— K4m —
16 Пароправід	— T7 —
17 Повітроправід	— AO —
18 Газоправід	— P1 —
19 Електромережа	— WO —
20 Зелений насадження	— ☉ —

ПЛАН БУДІВЛІ



ЕКСПЛІКАЦІЯ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

Найменування	Примітка
1 Хлораторна зі складом хлору	
2 Метантанки	
3 Насосна станція	
4 Камера промиви осаду	
5 Ущільнювач	
6 Резервуар	
7 Корпус вакум-фільтра	
8 Відділення бумарів	

08-08.МКР.015 - КБ				
№	ВМ	ВЛ	ВЗ	ВТ
ВН	ВН	ВН	ВН	ВН
Назва стадії в місті місто:				
Висновки	Лист 1/11	Висновки	конструктивні рішення	Лист 1/11
Висновки	Лист 2/11	Висновки	закупівельні умови	Лист 2/11
Висновки	Лист 3/11	Висновки	технічні умови	Лист 3/11
Висновки	Лист 4/11	Висновки	технічні умови	Лист 4/11



## Порівняння варіантів (за результатами економічної частини)

Виконаємо техніко-економічне порівняння різних конструктивних варіантів влаштування опускного колодязю під інженерну споруду – насосної станції. По найменшій кошторисній вартості та найменшим трудовитратам будівельників і машиністів виберемо основний варіант фундаменту. Кошторисний розрахунок влаштування фундаменту опускного колодязю під споруду димової труби за запропонованими варіантами виконуємо за допомогою програмного комплексу АВК . Отримані дані кошторисної трудомісткості та вартості для влаштування різних конструктивних варіантів фундаментів опускного колодязю зводимо в таблицю техніко-економічних показників різних варіантів фундаментів

### Техніко-економічне порівняння варіантів фундаментів

№	Тип фундаменту	Кошторисна вартість		Кошторисна трудомісткість	
		тис. грн.	%	люд-год	%
1	Варіант влаштування фундаменту опускного колодязю із суцільною стінкою	618,543	128,34	5800	114,38
2	Варіант влаштування фундаменту опускного колодязю із буросічних паль	481,971	100	5071	100



## Загальні висновки

Отже на основі проведених досліджень щодо визначення ефективних конструкцій опускного колодязю можна зробити наступні висновки:

1. Область застосування фундаментів типу опускний колодязь постійно розширюється у зв'язку з освоєнням підземного простору та збільшенням навантаження від споруд. При проектуванні опускних колодязів є багато нерозв'язаних задач, тому дослідження опускних колодязів є актуальною задачею.
2. Чисельним моделюванням за методом скінчених елементів досліджено роботу опускних колодязів різного конструктивного рішення під дією вертикального навантаження. Аналіз результатів показав, що опускні колодязі з бурових паль осідають менше ніж опускні колодязі із суцільною стінкою в однакових ґрунтових умовах і при однакових навантаженнях.
3. Для всіх графіків залежності осідання – навантаження для колодязів із паль та суцільної стінки від ґрунтового масиву не має впливу, оскільки більші осідання спостерігаються у фундаменту із суцільною стінкою.
4. Величина несучої здатності опускного колодязю закономірно зростає із збільшенням товщини стінки чи діаметру бурових паль, глибини закладання.
5. При однаковому діаметрі паль і товщині суцільної стінки несуча здатність опускних колодязів більша при влаштуванні його з бурових паль.
6. Зміна однорідних ґрунтових умов не впливає на характер залежності «осідання-навантаження» для опускних колодязів різного конструктивного рішення, закономірно, що несуча здатність більша в піщаних ґрунтах.
7. Отримані дані кошторисої вартості та трудомісткості свідчать про те, що влаштування фундаменту опускного колодязю виконаного буросічними палями є економічним варіантом, в порівнянні з фундаментом опускний колодязь у традиційному варіанті. Тому для даної інженерної споруди виконуємо розрахунок і конструювання фундаменту опускного колодязю із бурових паль.

## ВІДГУК

керівника магістерської кваліфікаційної роботи

студента Чорного Андрія Володимировича  
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: Вдосконалення конструкції підземної споруди  
кільцевої форми, що влаштована з буронабивних паль

Пошук нових конструктивних рішень підземних споруд кільцевої форми є актуальною задачею.

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

У магістерській кваліфікаційній роботі досліджено напружено-деформований стан кільцевих фундаментів з буронабивних паль та фундаментів типу опускний колодязь з ґрунтовою основою для споруд, підземний простір яких експлуатується.

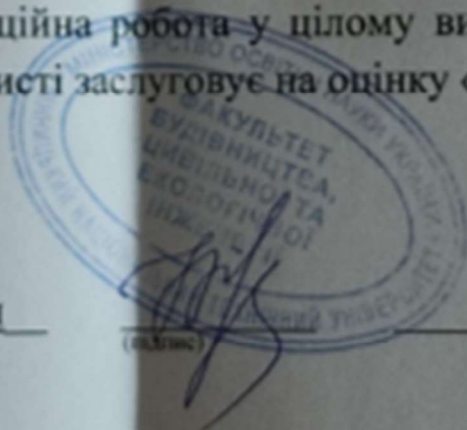
За результатами наукового розділу запропоновано рішення щодо проектування фундаментів кільцевої форми з буро набивних паль для технічного об'єкту. У розділі «Економічна частина» за кошторисними розрахунками встановлено позитивний економічний ефект від застосування результатів досліджень наукової частини.

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

У тексті пояснювальної записки присутні незначні граматичні помилки, але магістерська кваліфікаційна робота у цілому виконана на достатньому рівні, при відповідному захисті заслуговує на оцінку «В» (85 б).

**Керівник магістерської кваліфікаційної роботи**

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



Н. В. Блащук  
(ініціали, прізвище)

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

студента Чорного Андрія Володимировича  
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: Вдосконалення конструкції підземної споруди кільцевої форми, що влаштована з буронабивних паль

Презентована робота виконана на цікаву тематику, яка займає важливу роль у галузі фундаментобудування. Основна суть поданої роботи відповідає завданню, а отримані в результаті досліджень висновки в повній мірі відображують поставлені задачі. Робота виконана на достатньому рівні, всі прийняті рішення обгрунтовані результатами досліджень або відповідними розрахунками. Результати наукових досліджень магістерської кваліфікаційної роботи були апробовані на міжнародній науково-технічній конференції «Іноваційні технології в будівництві», 2022 р.

До недоліків слід віднести, що в розділі числового моделювання наведені лише графіки залежності «осідання-навантаження», а слід було навести мозаїки, що ілюструють напружено-деформований стан ґрунтової основи. За виконану роботу при належному захисті студент заслуговує на оцінку «В» (86 б.) та присвоєння кваліфікації магістра з будівництва.

**Опонент**

К.Т.Н., доцент каф. ІСБ  
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Слободян Н.М.  
(ініціал, прізвище)

