

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**

**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Навчально-науковий інститут енергозбереження та енергоменеджменту**

**Кафедра геоінженерії**

До захисту допущено:

В.о. завідувачки кафедри

\_\_\_\_\_ Наталя ЗУЄВСЬКА

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

## **Дипломний проєкт**

**на здобуття ступеня бакалавра**

**за освітньо-професійною програмою «Геоінженерія»**

**спеціальності 184 Гірництво**

**на тему: «Будівництво пішохідного переходу з розглядом способу влаштування  
огороження котловану»**

Виконала:

студентка IV курсу, групи ОС-11

Чміленко Даніела Андріївна \_\_\_\_\_

Керівник:

професор кафедри, д.т.н.,

Фролов Олександр Олександрович \_\_\_\_\_

Нормоконтроль:

доцент, к.т.н.,

Ган Анатолій Леонідович \_\_\_\_\_

Рецензент: \_\_\_\_\_

Засвідчую, що у цьому дипломному  
проєкті немає запозичень з праць інших  
авторів без відповідних посилань.

Студентка \_\_\_\_\_

Київ – 2025 року

## ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проєкт	5	
2	A4	ДП 1698-с.00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	77	
3	A1	ДП 1698-с.01.000 ТК		1	
4	A1	ДП 1698-с.02.000 ТК		1	
5	A1	ДП 1698-с.03.000 ТК		1	
6	A1	ДП 1698-с.04.000 ТК		1	
7	A1	ДП 1698-с.05.000 ТК		1	

				ОС-11.1698-с.014		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Чміленко Д.А.			Відомість дипломного проєкту	Лист	Листів
Керівн.	Фролов О.О.				1	1
Консульт.					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. геoinженерії гр. ОС-11	
Н/контр.	Ган А.Л.					
Зав.каф.	Зуєвська Н.В.					

**Пояснювальна записка**  
**до дипломного проєкту**  
**на тему: «Будівництво пішохідного переходу з розглядом способу**  
**влаштування огороження котловану»**

Київ – 2025 року

**Національний технічний університет України**  
**«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**  
**Навчально-науковий інститут енергозбереження та енергоменеджменту**  
**Кафедра геоінженерії**

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)  
Спеціальність 184 Гірництво  
Освітньо-професійна програма «Геоінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувачка кафедри  
\_\_\_\_\_ Наталя ЗУЄВСЬКА  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на дипломний проєкт студентці**  
**Чміленко Даніели Андріївни**

1. Тема проєкту «Будівництво пішохідного переходу з розглядом способу влаштування огородження котловану», керівник проєкту Фролов Олександр Олександрович, д.т.н., доцент, затверджені наказом по університету від «23» 05 2025 р. № 1698-с

2. Строк подання студентом проєкту 12 червня 2025 року

3. Вихідні дані до проєкту:

- місце розміщення – перетин вулиці П. Усенка та проспекта Л. Каденюка на території Дніпровського району м. Києва;
- призначення – підземний пішохідний переход;
- основні параметри – підземний перехід з 4 виходами, характеризується абсолютними відмітками поверхні землі 103,0 – 106,0 м ;
- геологічна будова: Насипні ґрунти складені пісками темно-сірими, жовтуватого-сірими, неоднорідними, з уламками цегли. Рослинні ґрунти сформовані пісками сірими, слабогумусованими;
- абсолютні відмітки поверхні землі – + 103,0 – 106,0 м;
- нижня відмітка споруди на позначці – + 99,7 м.

4. Зміст пояснювальної записки:

- інженерно-геологічні умови, об'ємно-планувальні рішення;
- технологія спорудження підземного переходу;
- розрахунково-конструкторський розділ;
- влаштування огородження котловану;
- техніко-економічні показники будівництва;
- охорона праці.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо)

- інженерно-геологічний розріз;
- генеральний план;
- схема виконання робіт по зануренню металевого двутавра;
- схема розташування до плит перекриття;
- влаштування котловану.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Норм. контроль	Ган А.Л.		

7. Дата видачі завдання 18 травня 2025 року

#### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Технологічне призначення споруди	19.05.2025 - 22.05.2025	
2	Інженерно-геологічні, гідрогеологічні умови, ситуаційний план	22.05.2025 – 25.05.2025	
3	Об'ємно-планувальні рішення, архітектурно-будівельне проектування	25.05.2025 – 27.05.2025	
4	Розрахунково-конструкторський розділ	27.05.2025 – 01.06.2025	
5	Технологія будівництва	01.06.2025 – 06.06.2025	
6	Влаштування огороження котловану	06.06.2024 – 07.06.2025	
7	Техніко-економічні показники будівництва	07.06.2025 - 12.06.2025	

Студентка

Даніела ЧМІЛЕНКО

Керівник

Олександр ФРОЛОВ

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ, ОБ’ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ.....	10
1.1. Геологічний розділ .....	10
1.2. Фізико-механічні властивості ґрунтів .....	11
1.3. Об’ємно-планувальні рішення, архітектурно-будівельне планування ..	12
1.4. Габарити переходів .....	13
1.5. План та профіль переходів .....	13
1.6. Конструктивне рішення тунельної частини .....	13
2. ТЕХНОЛОГІЯ СПОРУДЖЕННЯ ПІДЗЕМНОГО ПЕРЕХОДУ.....	15
2.1. Підготовчий період.....	15
2.2. Земляні роботи.....	18
2.3. Будівельно-монтажні роботи.....	19
2.4. Гідроізоляція.....	25
3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	29
3.1. Розрахункові схеми та навантаження .....	29
3.2. Програмний комплекс ЛІРА.....	33
4. ВЛАШТУВАННЯ ОГОРОДЖЕННЯ КОТЛОВАНУ.....	42
4.1. Загальні положення.....	42
4.2. Будівництво котловану.....	43
4.3. Роботи нульового циклу.....	45
4.4. Роботи основного циклу.....	47
4.5. Спорудження підземної споруди.....	50
4.6. Роботи завершального циклу.....	54
4.7. Підбір комплекту машин для розробки котловану.....	55
4.8. Розрахунок тимчасового кріплення.....	57

						ОС-11.1698-с.014		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Чміленко Д.А.				ЗМІСТ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Фролов О.О.					1	2	
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського НН ІСЄ		
Н.Контр	Ган А.Л.							
Затверд.	Зуєвська Н.В.							

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ БУДІВНИЦТВА.....	61
6. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	73
6.1. Загальні положення .....	73
6.2. Заходи по охороні праці .....	74
6.3. Виробнича санітарія .....	75
6.4. Безпека на будівельному майданчику .....	77
6.5. Протипожежний захист .....	77
ВИСНОВКИ.....	79
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	80

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Даний проект розробляється відповідно для будівництва підземного пішохідного переходу.

Він містить у собі геологічний розріз, архітектурно-планувальні рішення, конструкторські рішення і розрахунок, техніко-економічне обґрунтування, розрахунок основного варіанта зі спеціальною частиною «влаштування котловану», технологію спорудження, організацію будівництва, розробку санітарно-технічних пристроїв, протипожежних заходів, вентиляції, освітлення, кошторисні розрахунки, питання охорони праці.

Проектно-кошторисна документація розроблена відповідно до діючих нормативних документів і положень.

Цей проект дозволить:

- розділити пішохідний та транспортний потоки;
- впорядкувати пішохідне прямування;
- знизити число дорожньо-транспортних подій;
- підвищити безпеку прямування;

- сприяти деякою мірою оздоровленню навколишнього середовища.

Збільшення масштабів житлового та комунального будівництва, розвиток дорожньо-транспортної інфраструктури, спорудження сучасних інженерних об'єктів і облаштування пішохідних зон вимагають значного залучення міських територій. У зв'язку з цим виникає потреба у впровадженні нових багаторівневих підходів до реалізації містобудівних проектів великого масштабу.

Цей пішохідний перехід сприятиме звільненню земної поверхні від допоміжних споруд, забезпечить безперервний рух міського транспорту на високій швидкості, розмежує потоки пішоходів і транспортних засобів, покращить транспортне обслуговування громадян, впорядкує пішохідний рух і зменшить кількість дорожньо-транспортних пригод.

					ОС-11.1698-с.014			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВСТУП	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розробив		Чміленко Д.А.					1	2
Перевір.		Фролов О.О.						
Реценз.								
Н.Контр		Ган А.Л.						
Затверд.		Зуєвська Н.В						
						КПІ ім. Ігоря Сікорського НН ІСЄ		

При розробці проекту враховано положення ДБН А.2.2-1-2003 щодо оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС), з метою мінімізації негативних наслідків будівництва [1].

Цей пішохідний перехід інтегрований у міську забудову та планування, гармонійно вписується в навколишній ландшафт, мінімально займає міську територію і відзначається виразністю просторових форм, які створюють чіткий архітектурний образ.

Вимоги гармонійності насамперед стосуються облаштування виходів з пішохідних переходів, оскільки саме ці елементи тісно інтегровані в міське архітектурне середовище та виступають ключовими об'єктами візуального сприйняття.

Проектом передбачене:

- будівництво підземного переходу;
- перекладка і прокладка сантехнічних мереж;
- дорожні роботи, благоустрій.

Розробка проектно-кошторисної документації здійснюється згідно з вимогами ДБН А.2.2-3-2014, який регламентує склад та зміст проектно-кошторисної документації на будівництво [2].

Підземний пішохідний перехід будується на перехресті проспекта Каденюка та вулиці Усенка. Безпосередньо до місця його спорудження прилягають житлові квартали, в яких проживає значна кількість мешканців.

У цьому контексті значна інтенсивність руху пішоходів через проїзну частину в поєднанні з високою щільністю транспортних потоків суттєво ускладнює забезпечення безпечного та безперешкодного переходу пішоходів на одному рівні з транспортними засобами.

Це сприяло виникненню частих дорожньо-транспортних пригод.

Зазначені обставини стали основними передумовами для розробки проекту будівництва цього підземного пішохідного переходу.

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1. ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ, ОБ'ЄМНО-ПАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ

## 1.1. Геологічний розділ

В геоморфологічному відношенні ділянка вишукувань розташована в межах лівобережної надзаплавної тераси річки Дніпра та характеризується абсолютними відмітками поверхні землі 103,0 – 106,0 м.

Геологічна будова на розвідувану глибину до 11,0 м складена відкладами четвертинного періоду (рис.1.1).

Інженерно-геологічні вишукування виконані відповідно до ДБН А.2.1-1-2014, що встановлює вимоги до дослідження ґрунтів та підземних вод для будівництва [3].

Четвертинні відклади складені алювіальні пісками сірувато-жовтими, сірими, жовтувато-сірими, дрібними, місцями середньої крупності.

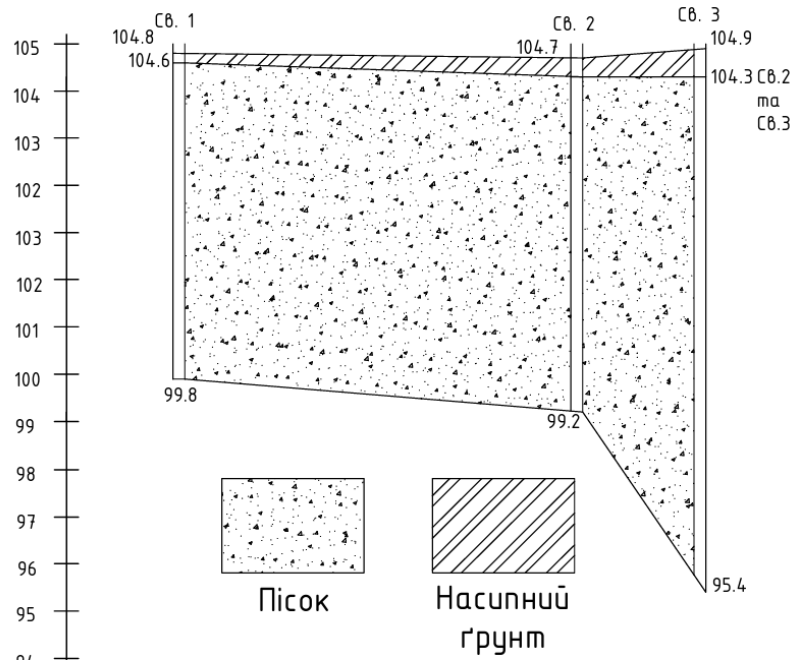


Рис. 1.1 – Геологічний розріз ґрунтів

ОС-11.1698-с.014				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив		Чміленко Д.А.		
Перевір.		Фролов О.О.		
Реценз.				
Н.Контр		Ган А.Л.		
Затверд.		Зуєвська Н.В.		
<b>ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ, ОБ'ЄМНО- ПАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ</b>			Літ.	Аркуш
			1	5
КПІ ім. Ігоря Сікорського НН ІСЄ				

З денної поверхні описані ґрунти, які перекриті шаром насипного та рослинного ґрунту. Насипні ґрунти потужністю до 2,6 м складені пісками темно-сірими, жовтувато-сірими, неоднорідними, з уламками цегли. Рослинні ґрунти сформовані пісками сірими, слабогумусованими, потужністю до 0,5 м.

На період вишукувань окремими свердловинами був зафіксований рівень підземних вод на глибинах 5,4 – 8,8 м, в межах абсолютних відміток 95,2 – 98,1 м.

Поповнення водоносного горизонту здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів. Прогнозний період рівня підземних вод не буде перевищувати 1,5 м відносно зафіксованого вишукуваннями.

Глибина сезонного промерзання ґрунтів 1,1 м.

## 1.2. Фізико-механічні властивості ґрунтів

Фізико-механічні властивості ґрунтів визначалися лабораторними методами досліджень. Гранулометричний аналіз та інші фізико-механічні властивості ґрунтів визначались згідно з методиками ДСТУ Б В.2.1-19:2009 [4].

В лабораторії одержані основні кваліфікаційні показники, згідно яких піски, що мають переважне розповсюдження, відносяться до пилюватих, дрібних та середньої крупності, зрідка крупних. За ступенем вологості піски характеризуються мало вологим, вологим та водо-насиченим станом.

Рослинні ґрунти сформовані пісками сірими, слабогумусованими.

Глинисті ґрунти мають пластичну, м'яко-пластичну, туго-пластичну та текучу консистенцію. Що відображено на геологічних розрізах.

Нормативні та розрахункові значення показників виділених інженерно-геологічних елементів наведені в інженерно-геологічній колонці. (Таблиця 1.1)

В розглянутих інженерно-геологічних умовах основою дорожнього покриття та супісками, зрідка з будівельними залишками, а також піски алювіальні сірувато-жовтого, сірого, жовтувато-сірого, дрібного, іноді середньої крупності.

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 – Нормативні та розрахункові значення показників виділених інженерно-геологічних елементів.

№	Найменування ґрунту	Нормативні значення					Розрахункові значення			
		Коефіцієнт пористості	Модуль деформації, МПа	Коефіцієнт фільтрації, м/добу	Щільність ґрунту, т/м <sup>3</sup>	Питоме значення, МПа	Кут внутрішнього тертя, градус	Щільність ґрунту, т/м <sup>3</sup>	Питоме значення, МПа	Кут внутрішнього тертя, градус
		$e$	$E$	$K_{\phi}$	$\rho$	$c$	$\varphi$	$\rho_2$	$c_2$	$\varphi_2$
1	Насипний ґрунт				1,60					
2	Рослинний ґрунт				1,55					
3	Пісок	0,65	25	3–8	1,70	0,001	30	1,70	0,001	30

При оцінці впливу геологічної будови на проектні рішення використано рекомендації, викладені у [5] з геотехнічного забезпечення підземного будівництва.

### 1.3. Об'ємно-планувальні рішення, архітектурно-будівельне планування

Конструктивні рішення переходів розроблені для районів з сейсмічністю не більше за 6 балів, з непросадочними ґрунтами з рівнем ґрунтових вод не вище низу тунелю, при умовних опорах ґрунту для тунелів шириною 3 – 4 м  $R_{ГР} > 1,5 \text{ кг/см}^2$ , для ширини тунелів 6 – 8 м  $R_{ГР} > 2 \text{ кг/см}^2$ , при менших значеннях вказаних величин необхідно посилити основу тунелів (збільшити товщини бетонного підготовлення, армування і т.д.), що визначається при конкретному проектуванні.

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 1.4. Габарити переходів

Висота переходів в тунельній частині і на сходах прийнята не менше 2,3 м. Ширина тунельної частини переходів встановлена 3, 4, 6, 8 м прийнята кратною до ширини смуги руху для пішоходів, яка дорівнює 1,0 м, при розрахунковій пропускній спроможності 2000 люд/год на кожний метр ширини.

Ширина сходів визначена з пропускної спроможності 1500 люд/год на 1 м ширини і прийнята 3, 4, 5, 8, 10 м в залежності від ширини переходу.

#### 1.5. План та профіль переходів

Конфігурація переходів в плані визначається при проектуванні. При цьому слід назначати напрямки осей співпадаючими з віссю тунельної частини або під кутом 90° до неї.

Несучі конструкції тунельної частини переходу встановлюються на горизонтальній платформі, а поздовжній нахил підлоги переходу формується, за потреби, шляхом використання шару керамзитобетону необхідної товщини.

Сходові переходи обладнуються парапетами, верхня частина яких розташована горизонтально, без врахування нахилу місцевості. У випадку значних уклонів допускається облаштування верхньої частини парапету з одним перепадом по висоті. Висота парапету при цьому повинна бути не менше 0,7 м та не більше 1,1 м, рахуючи від тротуару до верху накривної плити парапету.

#### 1.6. Конструктивне рішення тунельної частини

Вертикальні огорожуючі конструкції тунельної частини монтуються з облицьованих в заводських умовах стінових елементів довжиною 3,0 м, з влаштуванням, в необхідних випадках, елементів з дверним проходом і добірних стінових елементів довжиною 1,0 м. Плити перекриття та днища довжиною 3,0 або 1,5 м вкладаються з перев'язкою швів (рис.1.2). В необхідних випадках в перекритті та днищі влаштовуються монолітні частки.

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 2. ТЕХНОЛОГІЯ СПОРУДЖЕННЯ ПІДЗЕМНОГО ПЕРЕХОДУ

### 2.1. Підготовчий період

Система підготовка будівельного виробництва в відповідності із ДБН А.3.1-5:2016 "Організація будівельного виробництва" містить загальну підготовку будівельного виробництва, підрядних будівельно-монтажних організацій та замовника [6].

Організаційно-технологічна підготовка об'єктів, що будуються, здійснюється з метою створення необхідних умов для своєчасного розгортання будівельно-монтажних робіт, вдалого їх виконання та створення умов для вводу в дію об'єкту у встановлений термін.

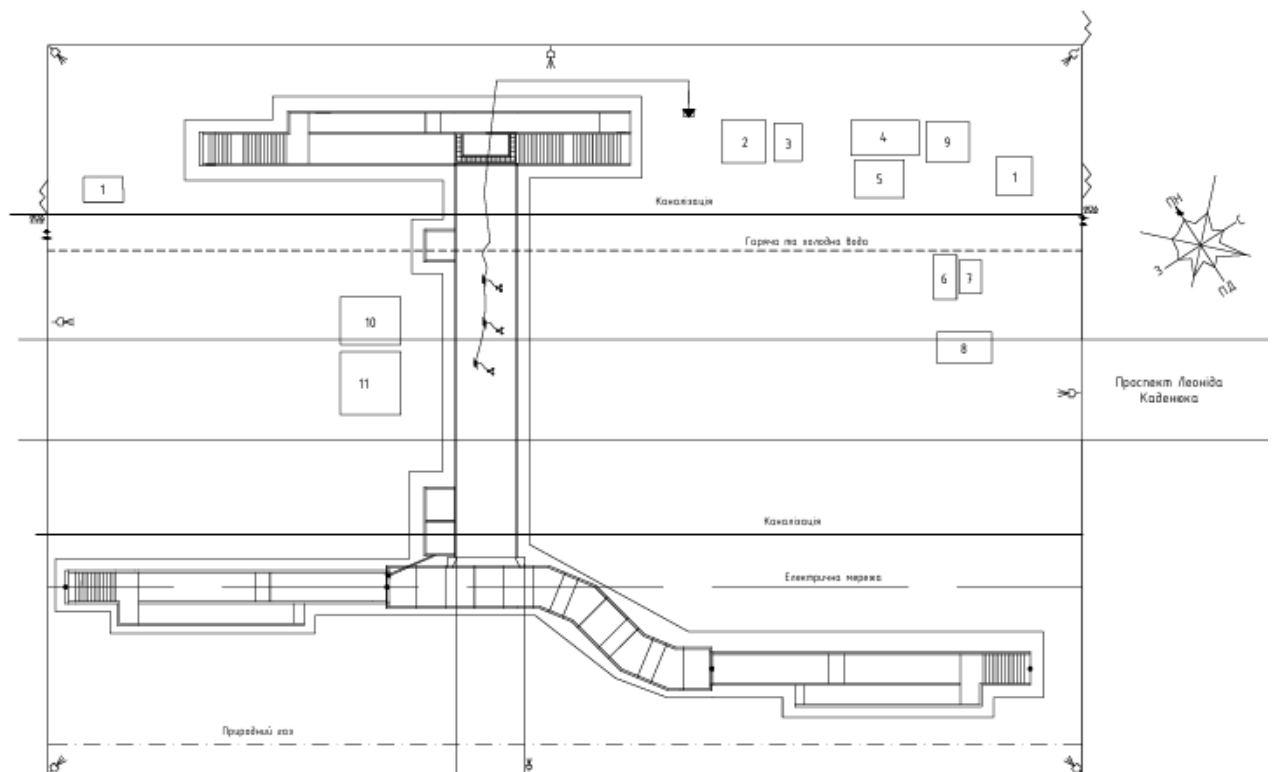
Виконання будівельно-монтажних робіт, що належать до підготовчого етапу, здійснюється згідно ДБН А.3.1-5:2016, який вимагає, щоб до початку основних будівельно-монтажних були розроблені проекти виконання робіт, а будівельний майданчик та об'єкт були підготовлені до виконання робіт основного періоду будівництва, включаючи здійснення організаційно-підготовчих заходів, виконання підготовчих робіт на майданчику [6].

Згідно вище вкладеного до початку основних будівельно-монтажних робіт закладається виконання робіт підготовчого періоду:

- встановлення тимчасових будівель та споруд;
- відведення міського автотранспорту;
- влаштування тимчасових водо- та енергопостачання;
- знесення зелених насаджень, що знаходиться в районі забудови;
- винесення в проектне положення всіх інженерних мереж, що знаходиться в районі будівництва;

					ОС-11.1698-с.014			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		Чміленко Д.А..			<b>ТЕХНОЛОГІЯ СПОРУДЖЕННЯ ПІДЗЕМНОГО ПЕРЕХОДУ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Фьолов О.О.					1	14
<i>Реценз.</i>						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського НН ІСЄ</i>		
<i>Н.Контр</i>		Ган А.Л.						
<i>Затверд.</i>		Зуєвська Н.В.						

- заходи щодо організації відводу дощових вод з нагірних ділянок котлованів та траншей (для відведення зливових вод з водостічних труб прилеглих будинків на поверхні землі укладаються сталеві труби діам. 300).



**Експлікація тимчасових будівель та споруд**

номер	Найменування будівель та споруд	Кількість	Площа	Розміри будівель	Тип будівель
1	Промісна	2	10,8	2,7х4	420-01-3
2	Диспетчерська	1	21,3	6х3	420-04-30
3	Каптура майстра	1	24,3	2,7х9	420-04-47
4	Гардероб чоловіча з душем	1	24,3	2,7х9	420-04-52
5	Гардероб жіноча з душем	1	24,3	2,7х9	420-04-47
6	Приміщення для їжі	1	16,2	2,7х6	420-04-23
7	Приміщення для зварюв.	1	16,2	2,7х6	420-04-23
8	Приміщення для вимірювальної апар.	1	16,2	2,7х6	420-04-23
9	Відрачна чоловіча/жіноча	3	16,2	2,7х6	420-04-23
10	Майстерня	1	24,3	2,7х9	420-04-47
11	Склад	1	30	5х6	Дерев'яний

**Умовні позначення**

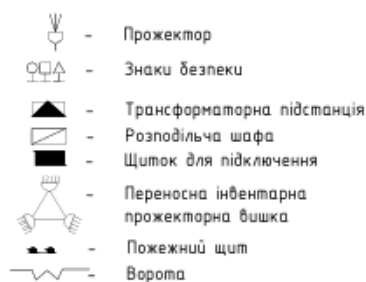


Рис. 2.1 – Генеральний план будівельного майданчика

Будівельний майданчик огорожується тимчасовою огорожею вистою 2 м, а монтажні та підкранові колії – 1,2 м з інвентарних елементів згідно ДСТУ Б В.2.8-43:2011. Тимчасові будівлі встановлюються пересувні та інвентарні. Місця безпосереднього ведення робіт освітлюються за допомогою інвентарних пересувних прожекторів [7].

						OS-11.1698-с.014	Арк.
							2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Перед початком робіт на першому етапі діючі мережі переносяться за межі котлована: каналізація діам. 600 мм, газопроводи низького та середнього тиску, дощова каналізація діам. 300 мм, телефонна каналізація. Проектування зовнішніх мереж каналізації виконано з урахуванням положень ДБН В.2.5-75:2013, що регламентує основні вимоги до систем водовідведення [8].

Існуюча тепломережа, що потрапляє в котлован, переноситься відповідно до тимчасової схеми. Каналізація діам. 500 мм перекладається під запроєктованими переходим. Діючий зливосточний колектор перерізом 3000×2800 мм, склепіння якого попадає у конструкцію днища переходу реконструюється у межах котлована.

На другому етапі будівництва переходу роботи виконуються на ділянці вже існуючої проїжджої частини, при цьому рух транспорту організовується по новій смузі шириною 7,5 метра.

Будівництво переходу виконується у котловані з укосами та кріпленням стінок котловану. Кріплення стінок передбачено: двотаврова №36,  $H = 11$  м, крок 12 м; дерев'яна закладка.

Двотаврові стояки монтуються в заздалегідь підготовлені свердловини. Котлован розробляється екскаватором типу ЕО-4321, обладнаним “зворотною лопатою” з ковшем місткістю 0,63 м<sup>3</sup> поблизу газопроводу низького тиску та водопроводу ґрунт розробляється вручну. Вилучений ґрунт повністю транспортується автомобільними самоскидами до тимчасового відвалу.

Будівельно-монтажні роботи виконуються:

- на першому етапі – гусеничним краном МКГ-25 зі стрілою 12,5 м, який переміщується у котловані;
- на другому етапі – краном “КАТО-50” НК-750VS-S зі стрілою 24 м, який переміщується вздовж брівки котловану.

Зворотне засипання пазух котлована виконується місцевим ґрунтом бульдозером типу Д-271А з пошаровим ущільненням пневмо-трамбівками.

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.2. Земляні роботи

Виконання та прийом земляних робіт мають виконуватися у відповідності з розробленою проектною документацією, ДСТУ Б А.1.1-91:2008 та проектом виконання земляних робіт [9].

На будівельному майданчику виконання земляних робіт розпочинається з підготовки території, організації відведення поверхневих вод і проведення геодезичних розбивочних робіт, що включають створення геодезичної основи.

Під час проведення земляних робіт необхідно враховувати властивості ґрунтів, що підлягають обробці, а також гідрогеологічні та кліматичні особливості будівельного майданчика. Згідно геологічного звіту по ступеню труднощі розробки ґрунту будівельного майданчику внесені:

до 1 групи – при розробці одноковшеvim екскаватором та вручну;

до 2 групи – при розробці бульдозером .

Смертні виробничі норми враховують обсяги розробки ґрунту у його щільному стані. Для переведення об'єму розпушеного ґрунту в об'єм щільного необхідно враховувати збільшення об'єму, яке виникає під час розпушення.

Розбивка котловану включає визначення нижнього контуру та верхньої брівки, попереднє вирівнювання поверхні, передавання відміток на дно котловану та розрахунок об'ємів ґрунту.

Помилки розбивки меж нижнього контуру та верхньої брівки відносно основних осей будівлі не мають перевищувати 5 см.

Для облаштування основи на дні котловану та схилів здійснюється виконавча зйомка, а також виконується розрахунок обсягів робіт.

Перед початком планувальних робіт з території майданчика знімають верхній родючий шар ґрунту. Його обережно переміщують у спеціально відведені місця для подальшого використання під час благоустрою території. Організація земляних робіт виконувалась з урахуванням положень щодо стійкості ґрунтів та умов виїмки в міських умовах, запропонованих у посібнику Парфентьєвої І.О. та співавторів [10].

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розміри котловану для підземної споруди визначаються з урахуванням габаритів конструкції, а також необхідності облаштування опалубки, її закріплення та виконання гідроізоляційних робіт.

У зимовий період трудомісткість і вартість земляних робіт значно зростають, тому підвищення їх економічної ефективності має бути забезпечене через комплексну підготовку до зими та розробку плану виконання робіт.

Перед початком зимового сезону слід виконати максимально можливий обсяг земляних робіт і створити умови для подальшого проведення будівельно-монтажних робіт.

На земляних роботах для розпушення ґрунту застосовуються клин-баби, дизель-молоти, а для розмороження – прогріви.

## **2.3. Будівельно-монтажні роботи**

### **2.3.1. Монтаж будівельних конструкцій.**

При прийомці конструкцій необхідно звертати увагу на виконання наступних вимог:

- конструкції повинні бути обґрунтовані та пофарбовані згідно вимог ДБН;
- на відправних елементах, що пройшли на заводі загальне складання, проставлені індивідуальні марки.
- фрезеровані торці конструкції, що передають зусилля на поверхні шарнірів, що труться а також поверхні качання опорних частин покрити змащенням;
- отвори для шарнірів мають бути захищені відповідними заглушками.

При встановленні металевих конструкцій повинно бути забезпечене виконання наступних основних вимог:

- геометрична незмінність та стійкість конструкцій, що монтуються на всіх етапах монтажу;
- безпека ведення монтажних, будівельних та спеціальних будівельних робіт;
- забезпечення міцності конструкцій та елементів при монтажних навантаженнях;

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- монтаж кожної ділянки (зони) повинен з елементів, що включають зв'язну панель.

Після виконання монтажу металевих конструкцій їх поверхні необхідно обчистити від іржі, окалини та знежирити. Після нанесення шару грунтування ГФ-021 ГОСТ 25129-82 їх треба пофарбувати емаллю ПФ-115 ГОСТ 6465-76 або олійною фарбою за два рази.

Загальна стійкість конструкцій під час монтажу забезпечується шляхом встановлення тимчасових зв'язків та кріплень відповідно до проектної виробничої документації (ПВР) або технологічної карти. Стропування конструкцій дозволяється лише в позначених місцях, де необхідно встановити підкладки для запобігання пошкодженням канатів на поверхні конструкцій. Підкладка повинна бути закріплена до стропи, щоб уникнути її падіння під час розстропування.

При підйомі елементів, що перевищують дві точки, слід використовувати пристрої, які забезпечують рівномірне натяг усіх строп. Строповка повинна гарантувати підйом і подачу конструкцій до місця встановлення в положенні, близькому до проектного, а також забезпечити їх доставку до місця монтажу за допомогою крана.

Встановлення конструкцій має відбуватися плавно, без ударів та поштовхів по вже змонтованим елементам, і здійснюватися безпосередньо на проектні осі та відмітки, без подальшого рихтування. Монтаж залізобетонних елементів тунелю виконується із застосуванням екскаваторів і бульдозерів. Послідовність робіт подано за підходами з посібника Цимбала С.Й. Монтаж ведеться з дотриманням заходів безпеки та точності посадки елементів [11].

Перед звільненням елементів та конструкцій від монтажного гаку їх необхідно надійно закріпити за допомогою болтів, пробок, прихваток, а також встановити постійні та тимчасові зв'язки, розпірки, розчалки та монтажні пристосування відповідно до проекту виробництва робіт (ПВР). Тимчасові кріплення повинні забезпечувати можливість перевірки положення конструкцій. Інструментальна перевірка правильності встановлення конструкцій, а також їх

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

остаточна вивірка та кріплення проводяться під час монтажу кожної просторово-жорсткої секції споруди.

Передача монтажних навантажень на встановлені елементи дозволяється лише після завершення вивірки всіх закріплених елементів у вузлах відповідно до ПВР. При монтажі плит покриття слід ретельно перевірити правильність розташування опор плит на вузлах.

При монтажу плит покриття необхідно ретельно перевірити правильність розташування опор плит на вузлах.

Застосовані будівельні вироби відповідають вимогам Технічного регламенту будівельних виробів, будівель і споруд, затвердженого постановою КМУ №1764 від 20.12.2006 року [12].

Якість монтажу збірних залізобетонних конструкцій повинна відповідати вимогам ДБН В.2.6-98:2009 [13]. При перевірці якості робіт, виконаних по монтажу бетонних та залізобетонних конструкцій, визначається правильність монтажу, якість примикання елементів опорних поверхонь та друг до друга, витримка допусків, якість зварних з'єднань та заробки стиків, цілісність монтуємих елементів та виконання вимог проекту.

### **2.3.2. Інженерні мережі.**

Траншеї під інженерні мережі, в основному, розробляється з укосами. Поблизу існуючих мереж та на перетині з мережами – з вертикальними стінками в дерев'яному (дошками) та дерево-металевому кріпленні.

Двотаврові стояки встановлюються в попередньо пробурені свердловини. Буріння свердловини виконується установкою роторного буріння УРБ-ЗАМ.

Реконструкція зливосточного колектора виконується у траншеї з укосами. Розробка ґрунту виконується екскаватором ЕО-4321, обладнаним “зворотною лопатою” з ковшем місткістю 0,65 м<sup>3</sup>. Доробка ґрунту після екскаватора та розробка в місцях перетину з існуючими комунікаціями – вручну. Розроблений ґрунт вивозиться у тимчасовий відвал.

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Монтаж труб та залізобетонних елементів колодязів виконується автомобільним краном КС-3571 зі стрілою 14 м.

Монтажні роботи при реконструкції зливосточного колектора виконуються пневмоколісним краном КС-5363 зі стрілою 15 м.

Зворотне засипання виконується місцевим ґрунтом бульдозером з пошаровим ущільненням пневмотрамбівками.

### **2.3.3. Будгенплан.**

Слід взяти до уваги те, що будівництво ППП через вул. Усенка є складовою частиною реконструкції (капітального ремонту) вулиці, тому всі організаційні схеми будівництва мають вирішуватись комплексно.

Для забезпечення безперебійного уху тролейбусів по вул. Усенка будівництво підземного переходу та реконструкція вулиці мають здійснюватися в два етапи.

До початку основних будівельно-монтажних робіт виконуються роботи підготовчого періоду:

- встановлення тимчасових будівель і споруд;
- поетапна організація руху тролейбусів по тимчасовій схемі (перевлаштування контактної мережі);
- знесення зелених насаджень, що знаходяться в зоні забудови;
- заходи щодо організації відводу дощових вод з нагірних ділянок котлованів і траншей.

Тимчасові будівлі встановлюються пересувні інвентарні.

Будмайданчики огорожуються тимчасовою огорожею інвентарних елементів відповідно до ДСТУ Б В.2.8-43:2011 [7]. Місця безпосереднього провадження робіт освітлюються за допомогою інвентарних пересувних прожекторів.

Будівельні роботи з облаштування переходу виконуватимуться в складних і несприятливих умовах. Це передбачає наявність руху тролейбусів і пішоходів, а

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

також велику кількість перекладок комунікацій, ускладнених гідрогеологічними факторами.

#### **2.3.4. Вертикальне планування.**

Відповідно до геологічної будівлі площадки даної споруди, як землерийні механізми приймаємо екскаватор типу ЕО-4321, обладнаний “зворотною” лопатою ємністю 0,65 м; бульдозер Д-271 на базі трактора ДГ-54А.

Роботи з вертикального планування включають наступні технологічні операції:

1. Геодезичну розбивку;
2. Зняття рослинного шару;
3. Влаштування водостоків;
4. Планування.

Розбивка насипів і виємок на будівельному майданчику здійснюється за допомогою теодоліта та нівеліра відповідно до проектної сітки. Зрізання рослинного шару виконується бульдозером у стрічках довжиною від 10 до 30 метрів, залежно від марки машини та розмірів квадратів.

Зібраний під час зрізання ґрунт формують у подовжні вали, а бульдозер переміщує його в кар’єр. Звідти ґрунт за допомогою екскаватора відвантажується та вивозиться в резерв для подальшого використання під час благоустрою.

#### **2.3.5. Конструктивне рішення сходів.**

Вертикальне огороження сходів складається з збірних залізобетонних стінових елементів з облицьованою заводським способом лицьовою поверхнею і має три різні за висотою частини. Нижня частина, що веде до тунелю, монтується з стінових елементів висотою 4,7 м і має монолітне залізобетонне днище. Середня частина складається зі стінових елементів висотою 3,7 м та збірних залізобетонних плит для днища.

Верхня частина набирається з основних стінових елементів висотою 2,75 м, довжиною 3,0 та 1,0 м та збірних з/б плит днища.

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стінові елементи жорстко об'єднуються з днищем петельним стиком лобова частина portalу, з металевим опорними балками під плити перекриття тамбура тунелю, виконується з монолітного з/б. Сходові марші заводського виготовлення, з сходами 12×40 см мають закладені при бетонуванні металеві труби для обігріву.

Гранітні проступи укладаються на марші на шар цементного розчину. На верхніх поверхнях стінових елементів встановлюється монолітна залізобетонна консоль для монтажу гранітних облицювальних плит.

### **2.3.6. Підсобні приміщення.**

Приміщення електрощитової, насосної та службове приміщення будуть змонтовані з збірних залізобетонних елементів, які використовуються для монтажу тунельної частини, але без облицювання поверхні. Підлога електрощитової оснащена технологічним приямком, а в підлозі насосної передбачено водоприймальний колодязь. Службове приміщення повинно мати дерев'яну підлогу та бути відокремленим від теплового пункту перегородкою.

З елементів добору також можуть бути виконані інші приміщення відповідно до завдання на проектування, такі як телефони-автомати, газетні кіоски та інші.

### **2.3.7. Санітарно-технічні пристрої.**

Для очищення сходів і підлоги пішохідних переходів встановлюється водогінна мережа, підключена до міських магістралей. Поверхневий стік води, що виникає внаслідок промивання переходу та атмосферних опадів, забезпечується ухилами в бік приямків, розташованих на тротуарі біля сходів і в самому переході. Від приямків прокладено водостічний трубопровід, який з'єднує їх з відстійником насосної станції, що знаходиться в спеціальному службовому приміщенні в підходовому марші.

У деяких випадках вода з відстійника самопливом потрапляє у водостічну мережу, що усуває необхідність у встановленні насосної станції. Станції

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перекачування обладнуються автоматичними системами управління насосами. Агрегати активуються в міру накопичення води в резервуарі і автоматично вимикаються при зниженні рівня води. У під сходових просторах облаштовуються службові приміщення для експлуатаційного персоналу, а також розміщуються електротехнічне обладнання, водопровідні вводи, системи водовідведення та установки для обігріву сходів і площадок.

### **2.3.8. Архітектурне оформлення переходу.**

Стіни тунельної частини та сходів переходів передбачені облицьованими керамічною плиткою. Стеля тунельної частини має високоякісну побілку.

Підлога тунельної частини - асфальтова. Сходи маршів покриваються гранітними поступами.

Парапети мають гранітні накривні плити та облицьовки, виконану з граніту або з глазурованої плитки, в залежності від місцевих умов. На одному з кінців парапету встановлюється світовий показчик

"Перехід", шви між блоками з облицьованою поверхнею розроблюються кольоровим склом або плиткою.

Вздовж стін тунелю влаштовується лоток з двох рядків плитки. Освітлення - люмінесцентне. Світильники встановлюється в кесонах залізобетонних стін перекриття.

Стіни в підсобних приміщеннях фарбують клейовою фарбою. В тунелі та на сходах встановлюють показчики напрямку руху пішоходів.

При проектуванні переходу враховано сучасні підходи до підземної урбаністики, зокрема ідеї просторової інтеграції споруд, викладені у працях Н.Д. Панкратової та Г.І. Гайка [14].

## **2.4. Гідроізоляція**

Усі підземні споруди повинні бути надійно захищені від проникнення ґрунтових вод. Для цього всі несучі та огорожувальні підземні конструкції мають

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

бути виготовлені з водонепроникних матеріалів і обладнані спеціальним гідроізоляційним захистом.

На вирівняну та ущільнену основу вкладають щебеневу підготовку товщиною 30 см. Роботи ведуть на ділянці 10 – 12 м. бетонну суміш подають у котлован в баддях, її розрівнюють та ущільнюють площадковими вібраторами.

Цементною стяжкою товщиною 2 – 3 см вирівнюють поверхню бетонної підготовки. По стяжці наносять гідроізоляційний шар, кінці якого виводять на захисну стінку із з/б блоків на 1 - 1,2 м. Ізоляцію захищають цементною стяжкою товщиною 2 – 3 см.

Ізоляцію стін виконують безпосередньо по їх зовнішній стінці.

Перекрыття: захисний шар бетону товщиною 40 мм виконується з використанням зварної арматурної сітки типу 4Ср 5Вр1-100 згідно з ДСТУ Б В.2.6-156:2010 [15]. Бетон — класу В25 на дрібному заповнювачі відповідно до ДСТУ Б В.2.7-176:2008 [16].

Обклеювальна гідроізоляція перекрыття товщина 10 мм. Підуклінка по перекрыттю з бетону В25 на дрібному заповнювачу товщина 30 – 75 мм.

Залізобетонна плита перекрыття. Підуклінка по перекрыттю з бетону В25 на дрібному заповнювачу товщина 30 – 60 мм.

Днище: бетонні фігурні елементи зроблені на цементному розчині М100 (загальна товщина шару 90мм). Бетонна підуклінка по днищу з бетону В 7,5 товщина 30 – 60 мм. Залізобетонна плита днища товщина 200 мм. Вирівнюючи шар з цементного розчину М100 товщина 20 мм.

Обклеювальна гідроізоляція днища товщина 10 мм. Цементна стяжка з цементного розчину М100 товщина 20 мм. Бетонне підготування з бетону В 7,5 товщина 100 мм.

Щебінь, що втрамбується у ґрунт товщина 50 мм. Прямокутна керамічна плитка ДСТУ EN 14411:2019 для підлог з рельєфною поверхнею на цементному розчині М100 (загальна товщина шару 30мм). Бетонна підуклінка по днищу з бетону В 7,5 товщина 90 – 110 мм [17].

Стіни: плоскі азбестоцементні листи ДСТУ 8289:2015 товщина 8мм [18].

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обклеювальна гідроізоляція стін товщина 10 мм. Залізобетонний стіновий блок товщина 200 мм. Облицькування стін фасадною прямокутною керамічною плиткою ДСТУ EN 14411:2019 на цементному розчині МІ00 (загальна товщина шару 30 мм) по сітці [17] (табл.2.1).

Таблиця 2.1 - Елементи шарів та їх товщина

№ п/п	Елементи шарів та їх товщина
<b>Перекриття</b>	
1	Захисний шар бетону товщиною 40 мм виконується з використанням зварної арматурної сітки типу 4Ср 5Вр1-100 згідно з ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Бетон — класу В25 на дрібному заповнювачі відповідно до ДСТУ Б В.2.7-176:2008.
2	Обклеювальна гідроізоляція перекриття товщина 10 мм.
3	Підуклінка по перекриттю з бетону В25 на дрібному заповнювачу товщина 30 – 75 мм.
4	Залізобетонна плита перекриття.
4а	Підуклінка по перекриттю з бетону В25 на дрібному заповнювачу товщина 30 – 60 мм.
<b>Днище</b>	
5	Бетонні фігурні елементи зроблені на цементному розчині МІ00 (загальна товщина шару 90мм)
6	Бетонна підуклінка по днищу з бетону В 7,5 товщ. 30 – 60 мм.
7	Залізобетонна плита днища товщ. 200 мм.
8	Вирівнюючий шар з цементного розчину МІ00 товщина 20 мм.
9	Обклеювальна гідроізоляція днища товщина 10мм.
10	Цементна стяжка з цементного розчину М100 товщина 20 мм.
11	Бетонне підготовлення з бетону В 7,5 товщина 100 мм.
12	Щебінь, що втрамбується у ґрунт товщина 50 мм.

						ОС-11.1698-с.014	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13	

17	Прямокутна керамічна плитка ДСТУ EN 14411:2019 для підлог з рельєфною поверхнею на цементному розчині МІ00 (загальна товщина шару 30мм). Бетонна підуклінка по днищу з бетону В 7,5 товщина 90 – 110 мм.
18	
<b>Стіни</b>	
13	Плоскі азбестоцементні листи ДСТУ 8289:2015 товщина 8мм.
14	Обклеювальна гідроізоляція стін товщина 10 мм.
15	Залізобетонний стіновий блок товщина 200 мм.
16	Облицькування стін фасадною прямокутною керамічною плиткою ДСТУ EN 14411:2019 на цементному розчині МІ00 (загальна товщина шару 30 мм) по сітці.

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

#### 3.1. Розрахункові схеми та навантаження

Зборні з/б елементи розраховані на застосування в тунелях при заглибленні верху тунелю від верху дорожньої одежі на 0,2 – 1,5 м. Тимчасове навантаження прийняте по схемам НК-80 та Н-30.

Об'ємна вага ґрунтової засипки прийнята  $\gamma_H = 1,8$  м, кут внутрішнього тертя  $\varphi_H = 35^\circ$ .

Навантаження на сходові марші від товщини  $q_H = 400$  кг/см<sup>2</sup>, відпір ґранту на днищі визначено, як для рами на пружній основі при модулі деформації ґрунту  $E_0 = 200$  кг/см<sup>2</sup>.

При розрахунку на одностороннє тимчасове навантаження враховано відпір ґрунта в розмірі 50% від тимчасового навантаження.

Для розрахунку навантажень прийняті коефіцієнти перенавантаження:

1. Від особистої ваги конструкції  $K = 1,1$ ;
2. Від тиску ґрунту  $K = 1,2$ ;
3. Від автомобільного навантаження Н-30,  $K = 1,4$ ;
4. Від колісного навантаження НК-80  $K = 1,1$ ;
5. Для навантаження від товпи  $K = 1,4$ .

Динамічний коефіцієнт для навантаження по схемі Н-30 прийнятий при розрахункових висотах заглиблення 0,2 та 0,5 м рівним  $1 + \mu = 1,3$ ; при 1,5 м –  $1 + \mu = 1,0$ ; для навантаження НК-80 -  $1 + \mu = 1,0$ .

Вертикальний нормативний тиск від навантаження на покриття споруди:

1) від ваги ґрунту:

$$g_{гр}^H = h_{гр} \gamma_{гр}^H \gamma_f = 1,5 * 17 * 1,15 = 29,32 \text{ кН/м}^2$$

					ОС-11.1698-с.014			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Чміленко Д.А..			<b>РОЗРАХУНКОВО- КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ</b>	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Фьолов О.О.					1	13
Реценз.						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського НН ІСЄ</i>		
Н.Контр		Ган А.Л.						
Затверд.		Зуєвська Н.В.						

2) від дорожнього покриття:

$$g_n = \delta_n \gamma_n^H \gamma_f = 0,6 * 20 * 1,5 = 18 \text{ кН/м}^2$$

3) від власної ваги покриття споруди:

$$g_{sl} = h_s \gamma_{3/6}^H \gamma_f = 0,3 * 2,5 * 1,1 = 8,25 \text{ кН/м}^2$$

4) від ваги гідроізоляції та вирівнюючих шарів:

$$g_{гид} = h_{гид} \gamma_{гид}^H \gamma_f = 0,05 * 18 * 1,3 = 1,17 \text{ кН/м}^2$$

Сума постійних навантажень:

$$\Sigma g = g_{гр}^H + g_n + g_{sl} + g_{гид} = 29,32 + 18 + 8,25 + 1,17 = 56,74 \text{ кН/м}^2$$

Без врахування власної ваги покриття споруди:

$$\Sigma g = g_{гр}^H + g_n + g_{гид} = 29,32 + 18 + 1,17 = 48,49 \text{ кН/м}^2$$

Вертикальний нормативний тиск:

$$V_{Акпер} = \frac{55,1}{1+0,8 \tan \theta h_1} * \gamma_f = \frac{55,1}{1+0,8 \tan \frac{45-28,7}{2} * 2,2} * 1,2 = 32,365 \text{ кН/м}^2$$

Боковий нормативний тиск від вертикальних навантажень при вертикальних стінках підземного переходу при відсутності тертя по стінках споруди та при горизонтальній площі передачі вертикальних навантажень:

$$P_{g_i} = g_i \tan^2 \theta, \text{ де}$$

$$g_1 = h_1 \gamma_1 = 2,35 * 17,0 = 39,95 \text{ кН/м}^2$$

$$g_2 = h_2 \gamma_1 = 16,0 * 2,35 + 17,0 * 4,3 = 110,7 \text{ кН/м}^2$$

$$P_{g_1} = g_1 \tan^2 \theta = 39,95 * P_{g_i} = \tan^2 \left( \frac{45-28,7}{2} \right) = 13,54 \text{ кН/м}^2$$

$$P_{g_2} = g_2 \tan^2 \theta = 110,7 * P_{g_i} = \tan^2 \left( \frac{45-28,7}{2} \right) = 42,44 \text{ кН/м}^2$$

Від тимчасових навантажень:

$$P_V = V_{ак} \tan^2 \theta = 32,365 * \tan^2 \left( \frac{45-28,7}{2} \right) = 11,365 \text{ кН/м}^2$$

$$P_{V_1} = V_{ак_1} \tan^2 \theta = 31,277 * \tan^2 \left( \frac{45-28,7}{2} \right) = 10,98 \text{ кН/м}^2$$

$$P_{V_2} = V_{ак_2} \tan^2 \theta = 15,923 * \tan^2 \left( \frac{45-28,7}{2} \right) = 5,59 \text{ кН/м}^2$$

Момент інерції стін, днища, перекриття:

$$I_H = I_B = \frac{bh^3_{пер}}{12} = \frac{1*0,3^3}{12} = 2,25 * 10^{-3} \text{ м}^4$$

									Арк.
									2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$I_{ст} = \frac{bh^3_{пер}}{12} = \frac{1 \cdot 0,3^3}{12} = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^4$$

Схема навантаження

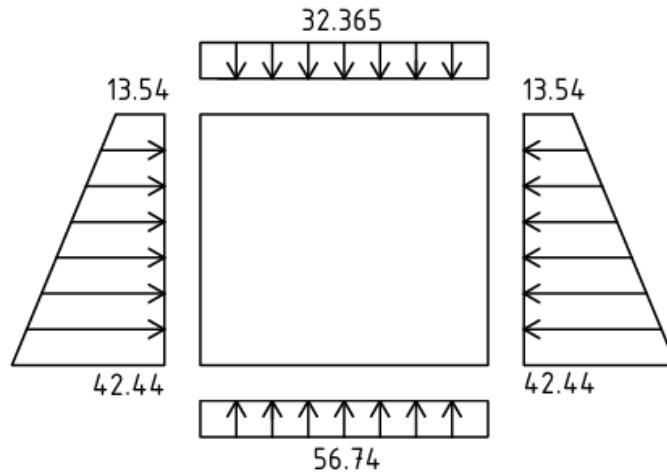


Рис. 3.1 – Схема навантаження на споруду.

$$L = 6,25 \text{ м}, \quad H_{ст} = 4,3 \text{ м}, \quad h_{ст} = 0,25 \text{ м}.$$

$$M^I_0 = \frac{g_{пер} l^2}{8} = \frac{(61,28 + 32,305) \cdot 6,25^2}{8} = 457,25 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M^I_{2,3} = -\frac{2}{3} \cdot \frac{2\nu + 3\omega}{\nu\alpha} M^I_0 = \frac{2}{3} \cdot \frac{2 \cdot 1,191 + 3 \cdot 1}{1,191 \cdot 7,71} \cdot 457,25 = -178,66 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M^{II}_0 = \frac{P g^2 \cdot H^2_{ст}}{2} = \frac{24,52 \cdot 4,3^2}{2} = 226,69 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M^{II}_{1,4} = -\frac{\nu + 3\omega}{6\alpha} M^{II}_0 = -\frac{1,191 + 3 \cdot 1}{6 \cdot 7,71} \cdot 226,69 = -20,53 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M^{II}_{2,3} = -\frac{\nu + 3\omega}{6\alpha} M^{II}_0 = -\frac{1,191 + 3 \cdot 1}{6 \cdot 7,71} \cdot 226,69 = -20,53 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M^{III}_0 = \frac{(P_{g1} - P_{g2}) \cdot h^2}{6} = \frac{(48,00 - 24,52) \cdot 4,3^2}{6} = 70 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M^{III}_{1,4} = -\frac{2\nu + 7\omega}{10\alpha} M^{III}_0 = -\frac{2 \cdot 1,191 + 7 \cdot 1}{10 \cdot 7,71} \cdot 70 = -8,51 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M^{III}_{2,3} = -\frac{8\nu + 3\omega}{10\alpha} M^{III}_0 = -\frac{1,191 \cdot 3 + 8 \cdot 1}{10 \cdot 7,71} \cdot 70 = -10,51 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\sum M_1 = \sum M_4 = -178,66 - 20,53 - 8,51 + 43,17 = -158,57 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\sum M_2 = \sum M_3 = 39,54 - 20,53 - 10,51 - 201,4 = -192,9 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Розрахунок прольотних моментів для перекриття:

$$M_{max} = \frac{g_n l^2}{8} = \frac{93,64 \cdot 6,25^2}{8} = 457,253 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q_{max} = \frac{gl^2}{2} = \frac{93,64 \cdot 6,25^2}{2} = 292,63 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

									Арк.
									3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ОС-11.1698-с.014

## 3.2. Програмний комплекс ЛІРА

### 3.2.1. Загальні положення.

Програмний комплекс ЛІРА (ПК ЛІРА) є багатофункціональним інструментом для розрахунку, дослідження та проектування конструкцій різного призначення.

Програмний комплекс ЛІРА успішно використовується для розрахунків у будівництві, машинобудуванні, атомній енергетиці, нафто-газовій промисловості та в інших сферах, де застосовуються методи будівельної механіки.

Крім загального розрахунку моделі об'єкта на всі можливі види статичних навантажень, температурних, температурних, деформаційних та динамічних впливів. ПК ЛІРА автоматизує кілька етапів проектування: визначає розрахункові навантаження, призначає конструктивні елементи, підбирає та перевіряє перерізи сталевих і залізобетонних конструкцій, а також формує ескізи робочих креслень.

ПК ЛІРА дозволяє дослідити загальну стійкість перерізів елементів по різних теоріям руйнування.

ПК ЛІРА дає можливість проводити розрахунки об'єктів з врахуванням фізичної і геометричної нелінійності, моделювати процес будівництва споруди з врахуванням монтажу та демонтажу елементів.

ПК ЛІРА складається з декількох взаємозв'язаних інформаційних систем.

Система ЛІР-ВІЗОР - це єдина графічна середа, яка має велику кількість можливостей:

для формування адекватних конечно-елементних і супер-елементних моделей розрахованих об'єктів;

для детального візуального аналізу та коректування моделей які створюються;

для задання фізико-механічних властивостей матеріалів, зв'язків, різних навантажень, характеристик різних динамічних випадків, а також взаємозв'язків між навантаженнями при визначенні їх найбільш небезпечних перерізів.

										Арк.
										4
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата						

ОС-11.1698-с.014

Можливості, які можна показати по результатам розрахунку при відображенні напружено-деформаційного складу об'єкта, дозволяють провести детальний аналіз отриманих даних:

- по ізолініям переміщень і напружень;
- по епюрам прогинів та навантажень;
- по мозаїкам зруйнованих елементів;
- по головним і еквівалентним напруженням.

ЛІР - ВІЗОР дає вичерпну інформацію по усьому об'єкту и по його елементах. ЛІР - ВІЗОР дозволяє вести спілкування з комплексом на російській мові та на англійській мові. Також ця система дає можливість використовувати будь-яку дієву систему одиниць виміру, як при створенні моделі так і при аналізі результатів розрахунку.

Система ПЕРЕРІЗ дозволяє у спеціалізованій графічній середовищі створювати перерізи випадкової конфігурації та розраховувати їх осьові, вигинальні, крутячі та здвигові характеристики. Крім того, вона надає можливість обчислити секторну характеристику моделі, координати центрів прогину та кручення, моменту опору, а також визначити форми ядра перерізу.

Система СТІЙКІСТЬ забезпечує перевірку загальної стійкості розрахункової споруди, визначаючи коефіцієнт запасу та форми втрат стійкості.

Система ЛІТЕРА реалізує розрахунки головних та еквівалентних напруг по різних теоріям міцності.

Система ФРАГМЕНТ дозволяє визначити сили дії одного фрагмент розрахункової споруди на інший як навантаження.

Конструктивна система ЛІР - АРМ реалізує підбір площі перерізу арматури колон, балок, плит і оболонок по першому та другому граничному стані. Ця система працює в двох режимах - підбір перерізу елементів сталевих конструкцій, таких як ферми, колон і балок і перевірки перерізів. Система СОРТАМЕНТ, яка інформаційно зв'язана з ЛІР - СТК, дозволяє проводити редагування використаної сортаментної бази прокатних і зварних профілів.

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

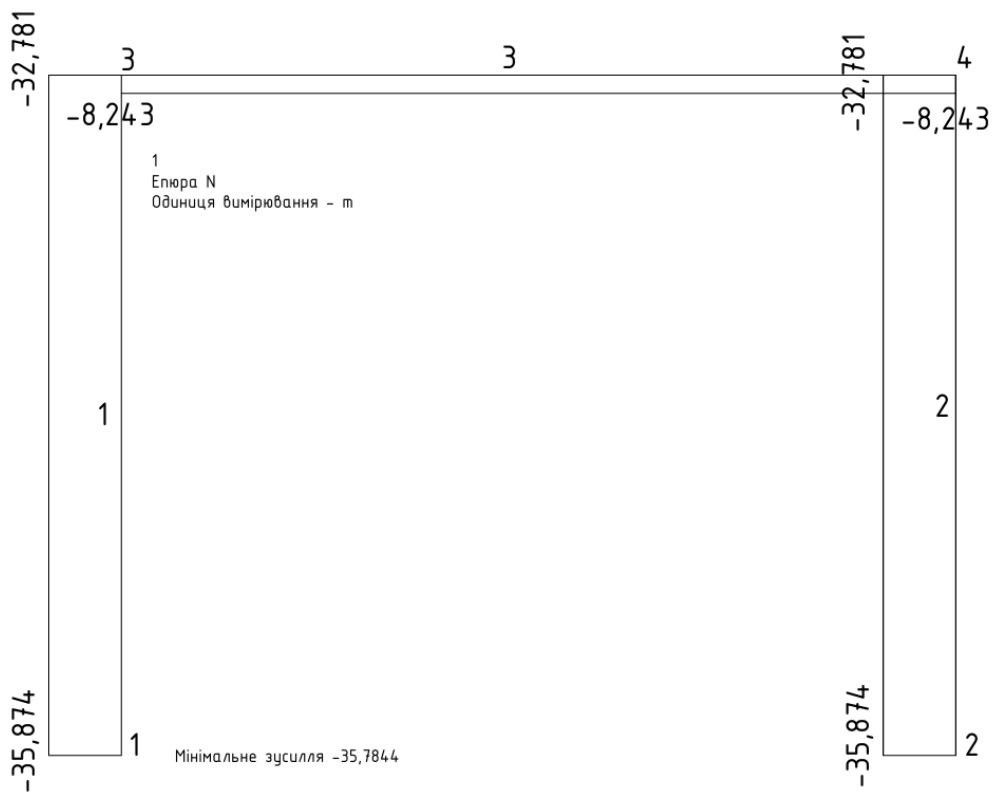


Рис.3.2 – Епюра навантаження (1).

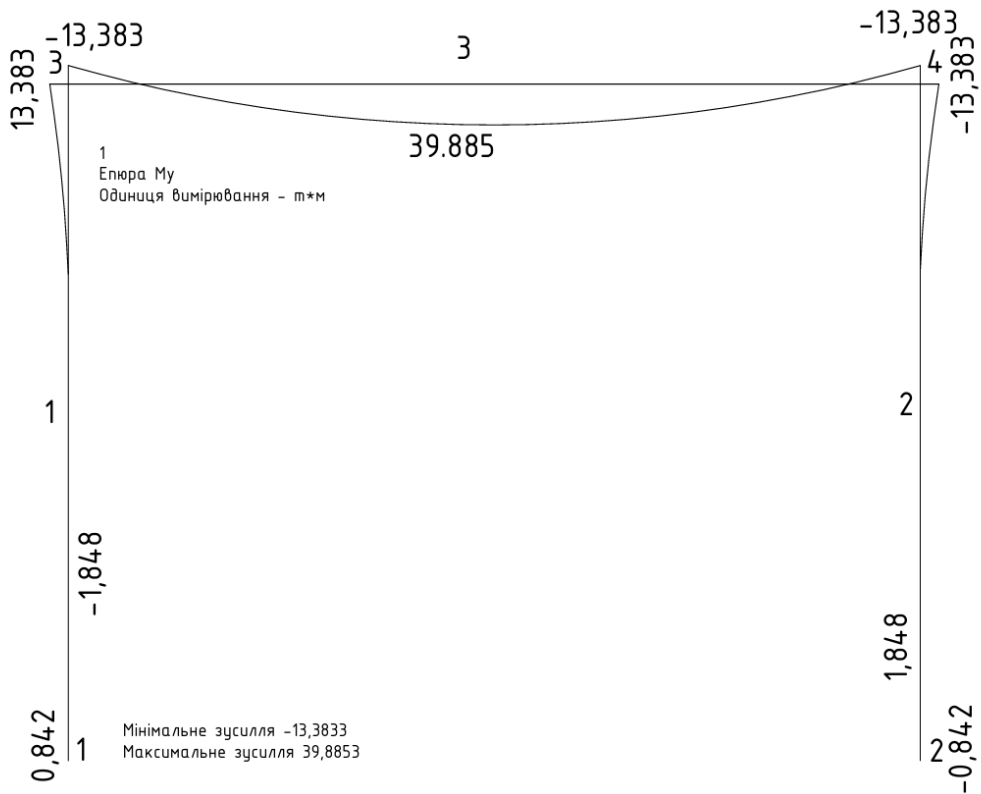


Рис.3.3 – Епюра навантаження (2).

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6



Модуль пружності, т/(м \* м):  $E_s = 20000000,0$

Розрахунковий опір розтягу продольної арматури, т/(м \* м):  $R_s = 37500,0$

Розрахунковий опір розтягу поперечної арматури, т/(м \* м):  $R_{sw} = 30000,0$

Розрахунковий опір зжимання, т/(м \* м):  $R_{sc} = 37500,0$

Нормативний опір розтягу, т/(м \* м):  $R_{s,ser} = 40000,0$

Клас арматури: А1

Модуль пружності, т/(м \* м):  $E_s = 21000000,0$

Розрахунковий опір розтягу продольної арматури, т/(м \* м):  $R_s = 23000,0$

Розрахунковий опір розтягу поперечної арматури, т/(м \* м):  $R_{sw} = 18000,0$

Розрахунковий опір зжимання, т/(м \* м):  $R_{sc} = 23000,0$

Нормативний опір розтягу, т/(м \* м):  $R_{s,ser} = 24000,0$

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Напруження в елементах

	10	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	2-1	2-2	2-3
		1	1	1	1	1	2	2	2
		3	3	3	3	3	4	4	4
	1-								
N	-5.00625	-4.30312	-3.60000	-2.89687	-2.19375	-5.00625	-4.30312	-3.60000	
M	-.343277	-.085553	.172170	.429894	.687618	.343277	.085553	-.172170	
Q	.229088	.229088	.229088	.229088	.229088	-.229088	-.229088	-.229088	
	2- Вертикальне постійне								
N	-15.9075	-15.9075	-15.9075	-15.9075	-15.9075	-15.9075	-15.9075	-15.9075	
M	-2.48921	-6.20374	1.24846	3.11730	4.98613	2.48921	.620374	-1.24846	
Q	1.66118	1.66118	1.66118	1.66118	1.66118	-1.66118	-1.66118	-1.66118	
	3- Горизонтальне								
M	5.42909	-.580221	-2.49581	-1.09977	2.82579	-5.42909	.580221	2.49581	
Q	-7.39276	-3.40631	-.115049	2.48102	4.38190	7.39276	3.40631	.115049	
	4- Вертикальне тимчасове								
N	-10.7243	-10.7243	-10.7243	-10.7243	-10.7243	-10.7243	-10.7243	-10.7243	
M	-1.67814	-.418235	.841671	2.10157	3.36148	1.67814	.418235	-.841671	
Q	1.11991	1.11991	1.11991	1.11991	1.11991	-1.11991	-1.11991	-1.11991	
	10_	2-4	2-5	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	
		2	2	3	3	3	3	3	
		4	4	4	4	4	4	4	
	1-								
N	-2.89687	-2.19375	-.229088	-.229088	-.229088	-.229088	-.229088	-.229088	
M	-.429894	-.687618	-.687618	1.98601	2.87722	1.98601	-.687618		
Q	-.229088	-.229088	2.19375	1.09687		-1.09687	-2.19375		
	2- Вертикальне постійне								
N	-15.9075	-15.9075	-1.66118	-1.66118	-1.66118	-1.66118	-1.66118	-1.66118	
M	-3.11730	-4.98613	-4.98613	14.4012	20.8636	14.4012	-4.98613		
Q	-1.66118	-1.66118	15.9075	7.95379		-7.95379	-15.9075		
	3- Горизонтальне								
N			-4.38190	-4.38190	-4.38190	-4.38190	-4.38190		
M	1.09977	-2.82579	-2.82579	-2.82579	-2.82579	-2.82579	-2.82579	-2.82579	
Q	-2.48102	-4.38190							
	4- Вертикальне тимчасове								
N	-10.7243	-10.7243	-1.11991	-1.11991	-1.11991	-1.11991	-1.11991	-1.11991	
M	-2.10157	-3.36148	-3.36148	9.70881	14.0655	9.70881	-3.36148		
Q	-1.11991	-1.11991	10.7243	5.36217		-5.36217	-10.7243		

Рис.3.5 – Напруження в елементах.

-----  
Переміщення вузлів  
-----

3 4  
-----

1 -  
X 0.0106 -0.0106  
Z -0.2492 -0.2492  
UY 2.2885 -2.2885  
2 - Вертикальне постійне  
X 0.0769 -0.0769  
Z -1.1012 -1.1012  
UY 16.594 -16.594  
3 - Горизонтальне  
X 0.2028 -0.2028  
UY -3.8289 3.8289  
4 - Вертикальне тимчасове  
X 0.0518 -0.0518  
Z -0.7424 -0.7424  
UY 11.187 -11.187  
-----

Рис. 3.6 – Переміщення вузлів.

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Поре тин	Сим етрія	Поздовжня арматура								Поперечна		
		AU1	AU2	AU3	AU4	AS1	AS2	AS3	AS4	8	ASW1	ASW2
Колона 1: Прямокутник ; В=1.00; Н=0.25 м												
Бетон В25; Арматура: поздовжня А-III; поперечна А-I												
1	С	0,75	0,75	0,75	0,75						0,12	0,32
		0,5	0,5	0,5	0,5						0,08	
	Н	0,75	0,75								0,06	0,32
		0,63	0,63								0,05	
2	С	1,88	1,88	1,88	1,88						0,3	0
		1,13	1,13	1,13	1,13						0,18	
	Н			1,88	1,88						0,15	0
				1,25	1,25						0,1	
3	С	0,25	0,25	0,25	0,25						0,04	0,16
		0,25	0,25	0,25	0,25						0,04	
	Н			0,25	0,25						0,02	0,16
				0,25	0,25						0,02	
4	С	5,38	5,38	5,38	5,38						0,86	0,54
		3,38	3,38	3,38	3,38						0,54	
	Н	5,38	5,38								0,43	0,54
		3,38	3,38								0,27	
5	С	6,16	6,16	6,16	6,16	9,63	9,63	0	0		1,76	0,98
		6,16	6,16	6,16	6,16	5,63	5,63	0	0		1,44	
	Н	6,16	6,16			9,68		0			0,88	0,98
		6,16	6,16			6,18		0			0,74	
Колона 2: Прямокутник ; В=1.00; Н=0.25 м												
Бетон В25; Арматура: поздовжня А-III; поперечна А-I												
1	С	0,75	0,75	0,75	0,75						0,12	0,32
		0,5	0,5	0,5	0,5						0,08	
	Н			0,75	0,75						0,06	0,32
				0,63	0,63						0,05	
2	С	1,88	1,88	1,88	1,88						0,3	0
		1,13	1,13	1,13	1,13						0,18	
	Н	1,88	1,88								0,15	0
		1,25	1,25								0,1	
3	С	0,25	0,25	0,25	0,25						0,04	0,16
		0,25	0,25	0,25	0,25						0,04	
	Н	0,25	0,25								0,02	0,16
		0,25	0,25								0,02	
4	С	5,38	5,38	5,38	5,38						0,86	0,54
		3,38	3,38	3,38	3,38						0,54	
	Н			5,38	5,38						0,43	0,54
				3,38	3,38						0,27	
5	С	6,16	6,16	6,16	6,16	9,63	9,63	0	0		1,76	0,98
		6,16	6,16	6,16	6,16	5,63	5,63	0	0		1,44	
	Н			6,16	6,16			9,68		0	0,88	0,98

Рис.3.7 – Розрахунок арматури (Page 1).



Арматура яка була прийнята:

- 1 – Ø16 А-III  $L = 300$  м. п
- 2 – Ø12 А-III  $L = 4800$  м. п
- 3 – Ø8 А-I  $L = 310$
- 4 – Ø6 А-I  $L = 250$
- 11 – Ø12 А-III  $L = 500$
- 23 – Ø8 А-I  $L = 2950$
- 25 – Ø8 А-I  $L = 970$
- 36 – Ø12 А-III  $L = 5220 \dots 7180$
- 37 - Ø12 А-III  $L = 960 \dots 1940$
- 38 - Ø12 А-III  $L = 3380$

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4. ВЛАШТУВАННЯ ОГОРОДЖЕННЯ КОТЛОВАНУ

### 4.1. Загальні положення

При будівництві підземного пішохідного переходу ми плануємо використовувати котлован як метод виконання робіт. Цей підхід має кілька переваг у порівнянні з підземним способом будівництва.

Відкритий метод дозволяє значно зекономити час, оскільки не потрібно виконувати підземні гірничі роботи та облаштовувати їх кріплення. Крім того, на території будівництва створюються кращі умови для організації водовідведення. Під час бетонування монолітної конструкції зменшується кількість холодних швів, що підвищує якість гідроізоляції. З економічної точки зору, будівництво відкритим способом є набагато вигіднішим. До недоліків можна віднести: порушення роботи наземного транспорту та вільного проходу пішоходів на час будівництва споруди.

При будівництві підземних споруд відкритим способом елементи монтуються або заливаються в котловані.

Котлован можна викопати за допомогою різних механічних засобів, таких як екскаватори з прямою або зворотною лопатою, драглайни та інші машини. Вибір типу екскаватора залежить від глибини закладання споруди, площі будівельного майданчика, характеристик ґрунту та обсягів виймання ґрунту.

В залежності від властивостей ґрунту, глибини розробки та наявності підземних вод, котловани влаштовують з похилими або вертикальними стінками.

Незважаючи на недоліки ми підземний перехід будуємо за допомогою котловану.

Загальні принципи організації будівництва відкритим способом, а також вибір типу кріплення стінок котловану узгоджуються з положеннями, наведеними у праці Тетиора А.М. та Логинова В.Ф [19].

					ОС-11.1698-с.014			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Чміленко Д.А..			<b>ВЛАШТУВАННЯ ОГОРОДЖЕННЯ КОТЛОВАНУ</b>	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Фьолов О.О.					1	19
Реценз.						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського НН ІСЄ</i>		
Н.Контр		Ган А.Л.						
Затверд.		Зуєвська Н.В.						

## 4.2. Будівництво котловану

Будівництво підземного переходу на перетині проспекті Каденюка та вулиці Усенка розподілено на два етапи.

До 1-го етапу віднесено: права смуга (по ходу пікетажу) дороги, права частина підземного переходу.

До 2-го етапу відноситься ліва смуга дороги та ліва частина підземного переходу.

Поетапні котловани під підземний перехід розробляються з вертикальними стінками екскаватором типу ЕО-4321, обладнаним "зворотною лопатою" ковшем місткістю 0,6 м<sup>3</sup>. Кріплення стінок котловану здійснюється двотавровими стояками (№ 36, крок 1,2 м,  $H = 7$  м); обв'язка стояків передбачена двотавровими балками № 40Б1, розпірки - із сталевих труб діаметром 426x10мм; між стояками влаштовується закидка дошками. До початку влаштування котловану на I етапі необхідно:

- перевлаштувати контактну мережу тролейбуса по тимчасовій схемі;
- винести електричні кабелі вздовж виходів № 2,4 в проектне положення;
- підрізати рельєф в межах переходу до проектних відміток 136,0- 138,0 м.

Перекладання водопроводу (діаметром 300 мм) та каналізації (діаметром 300 мм) вздовж виходів № 2,4 має здійснюватися після будівництва виходів і демонтажу кріплення котловану.

Для зниження РГВ на I етапі передбачено дві робочі і одна резервна водо знижувальні свердловини ( $H = 16$  м), обладнані насосами ЕВ-6-10, які по потребі будуть працювати і на II етапі. Зважаючи на низькі коефіцієнти фільтрації пісків (3-5 м/добу) свердловини влаштовуються діаметром 900 мм.

Простір між обсадною трубою і фільтровою колоною заповнюється піщано гравійною сумішшю для поліпшення фільтрації.

Всі роботи пов'язані з влаштуванням котловану та будівництвом ППП слід виконувати, дотримуючись правил техніки безпеки ДБН А.3.2-2-2009 з урахуванням допоміжних заходів, розроблених проектом виконання робіт, затвердженим головним інженером будівельної організації [20].

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Особливу увагу слід приділити організації безпечного буріння свердловин для встановлення стояків кріплення котловану та їх занурення. Під час виконання цих робіт рекомендується призупинити рух тролейбусів. Несучі характеристики конструкцій кріплення котловану визначені на основі розрахунків, які враховують гідрогеологічні особливості ґрунтів та тимчасове навантаження від будівельних механізмів.

Заглиблення стояків кріплення котловану провадиться віброзанурювачем на базі гусеничного крану Е-10011. Якщо кріплення влаштовується поблизу діючих комунікацій (електронні кабелі, телефон і т.д.) стояки занурюються в попередньо пробурені свердловини.

Вивезений ґрунт поміщається у тимчасовий відвал, розташований на відстані до 1 км, а залишки відправляються на звалище. Зворотне засипання пазух котлована виконується повністю місцевим ґрунтом, з урахуванням того, що геологічний переріз підземного переходу складається виключно з піску. Будівельно-монтажні роботи на переході виконують гусеничним краном МКТ-25 зі стрілою 12,5 м (макс. вага констр. 6 т, необхідний виліт стріли 9 м).

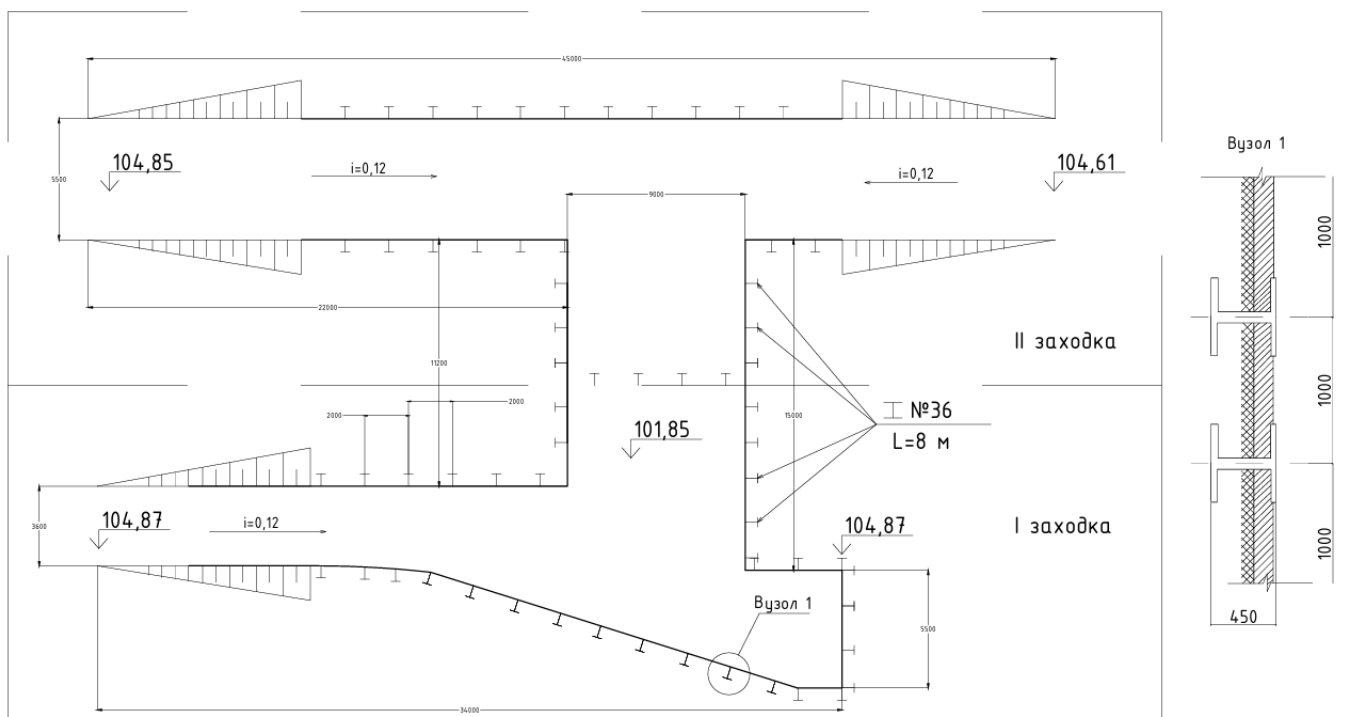


Рис. 4.1 – Влаштування котловану

										Арк.
										3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ОС-11.1698-с.014

### **4.3. Роботи нульового циклу**

#### **4.3.1 Розмітка на місцевості осей та габаритів споруди.**

Перед початком земляних робіт я використовую геодезичні інструменти для розбивки споруди на місцевості та визначення розмірів котловану.

Розбивку починаю з визначення та закріплення на місцевості положення осей споруди, яке зазначене на кресленні, відносно існуючих будівель і червоної лінії, що визначає межі вулиці або забудови. Якщо будівництво відбувається на одній ділянці з кількома спорудами, я орієнтуюсь на топографічний план, на якому вказано розташування майбутніх об'єктів. Положення осей закріплюю на обноску за межами контуру котловану.

Для зручності виконання робіт я збільшую розміри котловану на 1,0 м з кожного боку від зовнішніх розмірів підземної частини споруди. Після цього визначаю межі котловану та позначаю положення обноски.

Обноску виготовляють із дошок, які горизонтально прибивають до дерев'яних стовпів, розташованих паралельно зовнішнім стінам будинку. Також використовують металеві обноски.

На обноску наносять осьові лінії фундаментів, а після перевірки правильності розмірів (з використанням металевої стрічки або рулетки в обох напрямках) осі закріплюють на обноску.

Між протилежними сторонами обноски натягують дріт, закріплюючи його на цвяхах обноски. Для перенесення осей будинку з дротів на землю використовують висуку.

Обноску зберігають лише під час зведення підземної частини будівлі, після чого її розбирають і переносять осі безпосередньо на споруду.

#### **4.3.2. Забивка двутавра.**

Оскільки будівництво відбувається в складних міських умовах з обмеженою площею будівельного майданчика, перед початком земляних робіт необхідно встановити шпунтове загородження.

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Це дозволить уникнути створення відкосів, які значно збільшують верхню межу котловану. Крім того, правильно спроектоване шпунтове загородження запобігає сповзанню та обвалам бортів котловану.

Вібросанурювачами і вібромолотами як правило оснащують крани-екскаватори, які мають високу маневреність.

Рідше в якості базової машини застосовують копрові установки. Молот для забивки шпунта вибирають відповідно ДБН В.2.1-10:2018 [21].

У деяких випадках, щоб зменшити шум і вібрації, шпунт встановлюють у підготовлену свердловину, закріплюючи його в нижній частині бетоном до рівня дна котловану.

Простір між стінками свердловини та шпунтом заповнюють піском.

Вібромолот — це ударно-вібраційна машина, призначена для занурення (забивання) у ґрунт, а також для витягання залізобетонних, дерев'яних і металевих паль, шпунтів, труб та інших елементів.

На відміну від вібросанурювача, вібробудник вібромолота з'єднаний з наголовником елемента, що занурює, за допомогою пружинної підвіски.

Це дозволяє не лише здійснювати вібраційний вплив на занурюваний елемент, але й періодично передавати йому ударні імпульси, які інтенсифікують процес занурення.

Удари завдаються бойком вібробудника по ковадлу наголовника елемента. Вібратори можуть бути оснащені одним або двома електродвигунами, причому моделі з двома двигунами є найбільш поширеними.

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

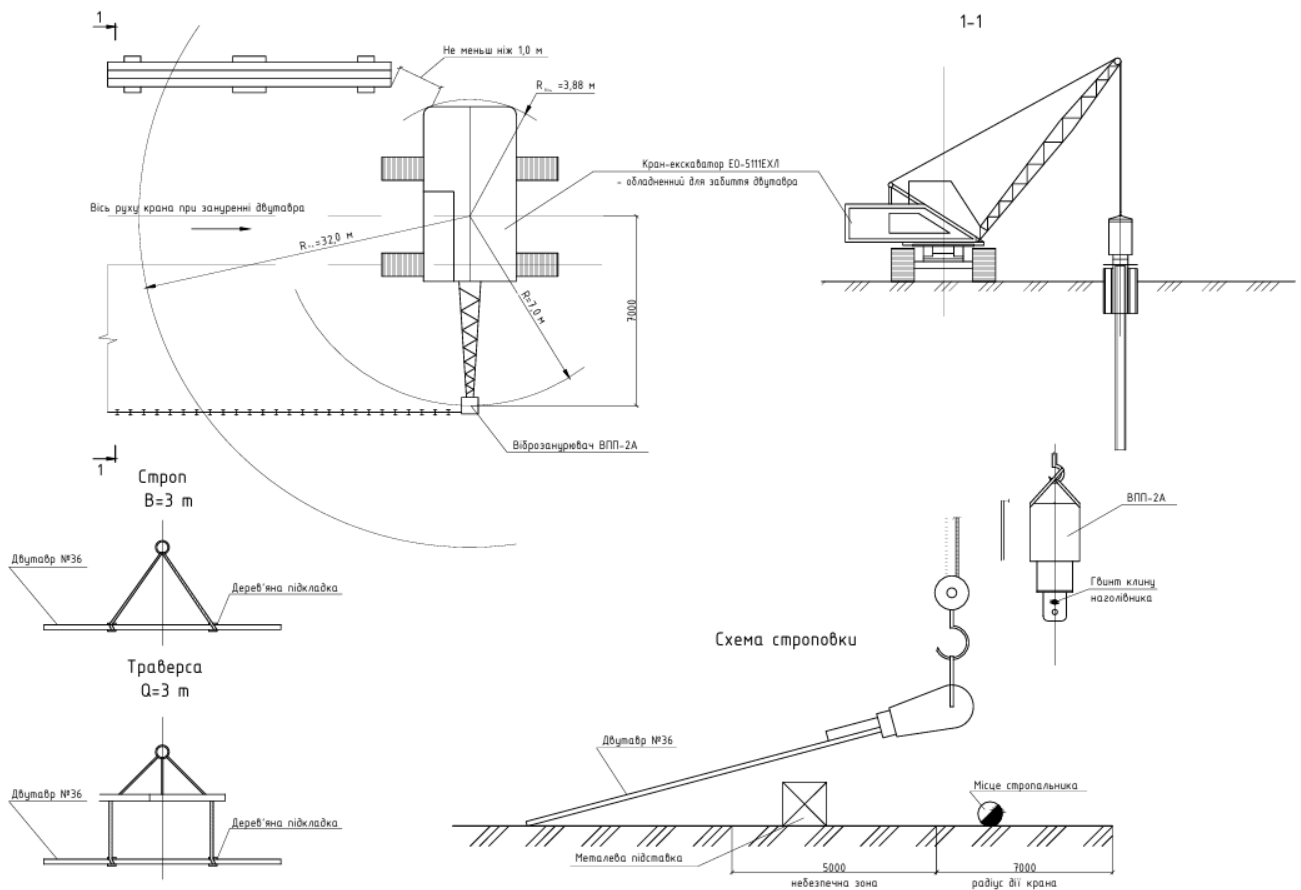


Рис. 4.2 – Схема виконання робіт по зануренню металеве двутавра

#### 4.4. Роботи основного циклу

##### 4.4.1. Земляні роботи.

Загальна інформація про земляні роботи. Земляними роботами називають процеси, пов'язані з розробкою та переміщенням ґрунту з метою створення виїмок або насипів. Вони можуть бути як постійними, так і тимчасовими, залежно від призначення.

Технічні вимоги до земляних споруджень, що мають постійне або тимчасове призначення, відрізняються.

Ґрунти по складності їхньої розробки й способу провадження робіт в Енир на земляні роботи об'єднані в групи, різні для різних машин і ручної розробки.

Виїмки, які мають невелику ширину в порівнянні з довжиною, називають траншеями.

					Арк.
					6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОС-11.1698-с.014

Якщо ж ширина виїмки мало відрізняється від довжини або вона має квадратну форму в плані, такі виїмки називають котлованами. Похилі бічні поверхні виїмок і насипів отримали назву укосів.

Крутість укосів визначається в залежності від глибини виїмки або висоти насипу, а також від властивостей ґрунту, його вологості, характеру спорудження (постійного чи тимчасового) та інших факторів, що впливають на стійкість укосів. Для постійних земляних споруджень крутість укосів встановлюється проектом. Для тимчасових виїмок і насипів при ґрунтах природної вологості крутість укосів приймають виходячи з вимог техніки безпеки по ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 [22].

При розробці виїмок без укосів, тобто з вертикальними стінками, останні щоб уникнути обвалів кріплять. За умовами техніки безпеки риття траншей і котлованів з вертикальними стінками без їхнього кріплення допускається тільки в ґрунтах, природній вологості на глибину, що не перевищує 1 м у насипних, піщаних і гравелистих ґрунтах; 1,25 м — у супісках; 1,5 м — у суглинках й глинах; 2,0 м — в особливо щільних нескельних ґрунтах.

При розробці ґрунт розпушується, внаслідок чого його обсяг збільшується в порівнянні з первісним станом. Тому розрізняють обсяг ґрунту в щільному стані, тобто в природному вигляді, та його обсяг у розпушеному стані. Збільшення обсягу при розпушенні варіюється в залежності від типу ґрунту: від 8% у піску до 50% у скельних ґрунтах. З часом розпушений ґрунт під впливом навантажень від верхніх шарів та атмосферних опадів знову ущільнюється. Для прискорення цього процесу використовують штучне ущільнення за допомогою котків або трамбування. Ступінь розпушеності ґрунту після осідання та ущільнення виражається у відсотках від обсягу ґрунту в щільному стані, називають залишковим розпушенням, що коливається від 1% (для піску) до 30% (для скельних розпушених ґрунтів).

Показники ступеня первісного й залишкового розпушення ґрунтів дані в Енір на земляні роботи.

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4.4.2. Засоби механізації земляних робіт.

Механізована обробка ґрунту виконується за допомогою землерийних машин, таких як одноковшеві та багатоковшеві екскаватори, тракторні причіпні та самохідні скрепери, а також бульдозери.

Одноковшеві будівельні екскаватори по виду ходового встаткування бувають на гусеничному, пневмоколісному, залізничному ході й крокуючі; по роду двигуна- дизельні, паровій, електричній і дизель-електричній; по ємності ковша - від 0,15 м<sup>3</sup> до 3,2 м<sup>3</sup>. На гідротехнічному будівництві й при розробці кар'єрів застосовують екскаватори з ковшем ємністю до 35 м<sup>3</sup>.

Всі одноковшеві екскаватори, за винятком екскаваторів з ємністю ковша 0,15 м<sup>3</sup>, повноповоротні, тобто обертаються, навколо своєї осі.

Одноковшевий екскаватор може мати різне змінне робоче встаткування- пряму й зворотну лопату, драглайн і грейфер, застосовувані залежно від місцевих умов провадження робіт.

Екскаватор з прямою лопатою використовується для створення широких виїмок у ґрунтах з нормальною вологістю. Він переміщується по дну виробітку, копаючи від себе знизу нагору, при цьому вантажить розроблений ґрунт на транспортні засоби, такі як автосамоскиди та інші.

Екскаватор зі зворотною лопатою працює на верхній частині вибою, копаючи «на себе» і розробляючи ґрунт, що знаходиться нижче рівня його стоянки.

Зворотна лопата використовується переважно для розробки траншей під час прокладання підземних комунікацій, а також для планувальних робіт і риття невеликих котлованів, де застосування прямої лопати є недоцільним. Вона здатна видобувати ґрунт навіть з-під води.

Зазвичай розроблений ґрунт відсипають на край траншеї, а надлишки, які не потрібні для зворотного засипання, вантажать на транспортні засоби. Ємність ковша зворотної лопати від 0,15 до 1,4 м.

Екскаватор-драглайн оснащений подовженою стрілою та ковшем, який вільно підвішений на тросі. Цей вид техніки використовується для розробки глибоких котлованів, каналів і траншей, а також для відсипання ґрунту у відвал

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

або на транспортні засоби. Розробка ґрунту виробляється нижче рівня стоянки екскаватора з роботою його «на себе». Заповнення ковша відбувається під час його волочіння по ґрунті. На будівництві застосовують екскаватори-драглайни з ковшем ємністю від 0,25 до 3 м<sup>3</sup>. На будів. гідротехнічних споруджень застосовують крокуючі екскаватори-драглайни з ємн. ковша до 25 м<sup>3</sup> з довж. стріли до 100 м.

#### **4.5. Спорудження підземної споруди**

##### **4.5.1. Улаштування днища**

Після завершення робіт з облаштування та планування днища котловану можна розпочати спорудження днища підземного переходу. Для цього спочатку потрібно виконати підготовчі роботи, які полягають у рівномірному нанесенні шару дренажного матеріалу. Це може бути шар гравію чи щебня товщиною 40 – 50 см. Цей шар рівномірно розгортають по днищу за допомогою бульдозера і в процесі розгортання паралельно відбувається ущільнення підготовки. Перед заливанням лоткової частини підземної споруди на щебенеvu основу проводять роботи з гідроізоляції днища. Гідроізоляцію здійснюють шляхом пошарового нанесення гідроізолу, який, у свою чергу, покривається гарячою бітумною мастикою. Таким чином виконаємо 4-5 шарів гідроізолу з бітумною мастикою, щоб забезпечити гарантовану гідроізоляцію днища.

Мастики – це густі пластичні маси, які отримують шляхом змішування органічних в'язких речовин з тонко дисперсними наповнювачами та спеціальними добавками, що надають їм клеючі властивості.

За своїми характеристиками та технологією приготування мастики мало чим відрізняються від клеїв, проте їх підвищена в'язкість і значний вміст наповнювачів є підставою для віднесення таких клейових складів до категорії мастик.

Вони заповнюють щілини, раковини, отвори та інші поглиблення, забезпечуючи однорідну гладку поверхню або герметичність швів.

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мастики використовуються як обмазувальна гідроізоляція, для приклеювання оздоблювальних матеріалів до стін і підлог, а також для наклеювання рулонних матеріалів. Гарячі бітумні мастики складаються зі сплаву покрівельних бітумів з волокнистими або пилоподібними наповнювачами.

Для покращення властивостей бітумних мастик до їх складу додають гумову крихту з відпрацьованої гуми. Такі мастики отримали назву бітумно-резинові.

Далі, щоб уникнути пошкодження гідроізоляції під час монтажу опалубки або замоноличування лотка, її покривають тонким шаром піску (10-15 см), на який потім укладають бетон лотка.

В першу чергу для влаштування днища споруди група армувальників в кількості 4-х чоловік зав'язують каркас днища, який являє собою просторовий каркас з двох сіток арматури А-III 18мм, вертикальна арматура А-III 10 мм.

Відразу після влаштування армокаркасу днища група опалубників в кількості 4-х чоловік встановлюють щитову опалубку в яку і будемо вкладати бетонну суміш класу В-50. Днище будемо заливати блоками по 6м завдовжки, таким чином матимемо блок місткістю 10 м, який ми заповнимо бетоном з допомогою двох бетоновозів місткістю 5 м.

Бетон вкладати будемо безпосередньо з бетоновоза, який має можливість в'їзду в котлован через в'їзду траншею. Швидкість вкладання бетонної суміші в опалубку безпосередньо з бетоновоза з врахуванням затрат часу на ущільнення бетону і вирівнювання його по всій площі блоку можна прийняти 1 год.

Таким чином після вкладання бетонної суміші в першому блоці, на що затрачається 2 год. часу, можна продовжувати роботи по армуванню у влаштуванню опалубки наступного блоку.

#### **4.5.2. Улаштування стін споруди.**

Стіни підземного пішохідного переходу виготовляються з використанням збірних залізобетонних елементів та багатошарової обробки, що гарантує їхню міцність, водонепроникність і привабливий зовнішній вигляд.

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструктивна схема передбачає використання:

- залізобетонних стінових блоків товщиною 200 мм, що встановлюються згідно з проектними кресленнями на попередньо підготовлену основу. Блоки виготовляються з бетону класу не нижче В25 із армуванням згідно з діючими нормами (ДСТУ Б В.2.6-156:2010) [15];
- обклеювальної гідроізоляції товщиною 10 мм, яка наноситься на зовнішню поверхню блоків. Як гідроізоляційний матеріал застосовуються бітумно-полімерні рулонні матеріали з високою стійкістю до води та агресивних середовищ;
- плоских азбестоцементних листів товщиною 8 мм згідно з ДСТУ 8289:2015, які укладаються поверх гідроізоляції як захисний шар перед монтажем фінішного облицювання. Вони також виконують роль вирівнювальної основи під плитку [18];
- облицювання фасадною прямокутною керамічною плиткою відповідно до ДСТУ EN 14411:2019. Облицювання виконується на цементному розчині марки М100 по армувальній сітці, що забезпечує надійне кріплення плитки до основи. Загальна товщина облицювального шару становить 30 мм [17].

Монтаж плитки здійснюється вручну з використанням пластикових хрестиків, які забезпечують рівномірну ширину шва.

Після цього шви заповнюються цементною фугою, що має високу вологостійкість.

Вся конструкція стіни гарантує довговічність, водонепроникність, а також відповідає санітарно-гігієнічним і архітектурним вимогам для пішохідних споруд.

#### **4.5.3. Улаштування перекриття.**

Після завершення бетонування стін споруди, в місці, де розпочали їх зведення, бетон вже набув достатньої міцності. Тепер можна переходити до робіт зі спорудження перекриття підземного переходу.

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Процес починається з монтажу опалубки перекриття, яку встановлює група опалубників. Опалубка складається з фанерних щитів, закріплених у горизонтальному положенні за допомогою дерев'яних ригелів.

Ці ригелі підтримуються в лотку споруди за допомогою уніфікованих металевих висувних стійок.

Далі спираючись на змонтовану опалубку, арматурники зав'язують просторовий армокаркас перекриття, який являє собою дві сітки арматури А-III 18мм, вертикальна арматура А-III 10 мм. Каркас зав'язують в'язальним дротом, не варять.

Заливка перекриттів буде здійснюватися відрізками по 10 метрів, при цьому важливо, щоб холодні шви стін і перекриттів не збігалися.

Це необхідно для уникнення слабких зон у конструкції, оскільки в місцях холодних швів може виникати розрив суцільності бетону.

Для цього ми змістимося на 5 метрів. Бетон буде ретельно ущільнювати, щоб виключити можливість утворення пустот і раковин, а також досягти максимальної щільності, що забезпечить проектну міцність матеріалу.

#### **4.5.4. Гідроізоляція споруди.**

Гідроізоляція споруди відіграє важливу роль в подальшій її експлуатації, а оскільки споруда розташована нижче рівня ґрунтових вод та в водопроникних породах, тому напір води є досить високим  $H = 10$  м, і тому слід звернути увагу на якість виконання гідроізоляційних робіт.

Гідроізоляція матиме вигляд пошарового нанесення гідроізола з перемашенням їх гарячим бітумом.

Мастики – це в'язкі та пластичні маси, які отримують шляхом змішування органічних в'язких речовин з тонко дисперсними наповнювачами та спеціальними добавками, що надають їм клеючі властивості.

За своїми характеристиками та технологією приготування мастики мало чим відрізняються від клеїв, проте їх підвищена в'язкість і значний вміст наповнювачів дозволяють віднести їх до окремої категорії.

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мастики не лише з'єднують різні матеріали, але й утворюють товстий шар на поверхнях деталей і конструкцій, що захищає їх від корозії.

Вони заповнюють щілини, раковини, отвори та інші поглиблення, забезпечуючи однорідну гладку поверхню або герметичність швів.

Їх використовують для обмазувальної гідроізоляції, приклеювання оздоблювальних матеріалів до стін і підлог, а також для наклеювання рулонних матеріалів.

Гарячі бітумні мастики є сумішшю покрівельних бітумів з волокнистими або пілоподібними наповнювачами.

Для поліпшення властивостей бітумних мастик у їхній состав вводять гумову крихту відпрацьованої гуми. Такі мастики називаються бітумно- резиновими.

Спочатку виконуємо гідроізоляцію на стінах, а потім на перекритті. Після завершення цих робіт проведемо тестування: заповнимо котлован водою вище рівня перекриття і залишимо його на 24 години.

Протягом цього часу будемо спостерігати за ефективністю гідроізоляції. Якщо виявимо недопустимі протікання, їх необхідно усунути.

Якщо протікання більше не з'являться, це свідчитиме про надійний захист споруди від підземних вод.

#### **4.6. Роботи завершального циклу**

##### **4.6.1. Зворотна засипка підземної споруди.**

Після завершення робіт зі спорудження підземного переходу та гідроізоляції розпочинається етап фінальних робіт, до яких входить зворотна засипка котловану.

Засипка буде виконана тим самим ґрунтом, який ми вивозили на відвал. Ґрунт з відвала будемо навантажувати в автосамоскиди за допомогою екскаватора.

Оскільки в верхніх шарах відвалу містяться піщані ґрунти, простір між спорудою та стінами котловану заповнимо саме цим піщаним ґрунтом, ущільнюючи його шляхом наміву водою.

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Засипка буде проводитися шарами по 1 метру з подальшим ущільненням водою.

Наступна стадія засипання буде здійснюватися шляхом розвантаження автосамоскидів безпосередньо в котлован, а вивантажений ґрунт буде розгортатися бульдозером, який також виконуватиме ущільнення ґрунту.

#### **4.6.2. Витягування шпунта.**

Після завершення робіт із зворотної засипки необхідно провести витягування шпунта та ігло-фільтрів.

Спочатку ми зробимо вилучення фільтрів для водо пониження. Це буде виконано за допомогою тих самих бурових установок, які, використовуючи штангу, витягнуть фільтри шляхом кількарязового періодичного перечеплення строп.

Автокраном витягувати не можна, тому що згідно з правилами експлуатації кранів їм заборонено підіймати «мертвий груз».

Таким же чином будемо витягувати і шпунтове загородження.

#### **4.6.3. Відновлення дорожнього покриття чи озеленення території.**

Після засипання котловану до нульової відмітки необхідно провести рекультивацію верхнього шару ґрунту.

У тих місцях, де це потрібно, рівномірно наносимо шар чорнозему товщиною від 0,3 до 0,7 метра та засіваємо рослинами, які росли на цій території до початку будівельних робіт.

У зонах, де було дорожнє покриття, слід його відновити.

#### **4.7. Підбір комплекту машин для розробки котловану**

Враховуючи умови будівництва та виходячи з відносно невеликого об'єму робіт, приймаємо екскаватор типу ЕО-4321, обладнаний "зворотною" лопатою, з ковшем ємністю 0,65 м<sup>3</sup>.

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо експлуатаційну продуктивність екскаватора за зміну:

$$P_e = 60c q P_T K_1 K_B = 60 * 8,24 * 0,65 * 2,44 * 0,91 * 0,69 = 492 \text{ м}^3, \text{ де}$$

$c$  – тривалість зміни,  $c = 8,24$  год;

$q$  – місткість ковша,  $\text{м}^3$ ;

$P_T$  – технічне число циклів за хвилину,  $P_T = 2,44$ ;

$K_1$  – коефіцієнт наповнення ковша щільним ґрунтом,

$$K_1 = \frac{K_H}{K_n} = \frac{1,15}{1,26} = 0,91 ;$$

$K_B$  – коефіцієнт використання за часом, приймаємо  $K_B = 0,69$ .

Продуктивність екскаватора за зміну при розробці в'їзної траншеї у зв'язку з малими позначками приймаємо  $0,5P_e = 0,5 * 492 = 246 \text{ м}^3$ .

Об'єм розробки ґрунту екскаватором з урахуванням недобору ґрунту 0,1 м без об'єму в'їзної траншеї:  $V = 5542 \text{ м}^3$ .

Тривалість роботи екскаватора:

$$T = \frac{5542}{492} + \frac{255}{246} = 12,3 \text{ зм. Приймаємо } 12 \text{ змін.}$$

Для відвозу ґрунту приймаємо самоскид ЗИЛ-ММЗ-555 вантажністю 4,5 т.

Місткість самоскиду в кубічних метрах ґрунту в щільному тілі при щільності ґрунту  $\gamma = 1,84 \text{ т/м}^3$ :

$$P = \frac{4,5}{1,84} = 2,45 \text{ м}^3$$

Кількість ковшів, завантажених в кузов самоскиду:

$$M = \frac{P}{qK_1} = \frac{4,5}{0,65*0,91} = 4,1, \text{ приймаємо } M = 4 \text{ ковша.}$$

Тривалість навантаження однієї машини:

$$t_{\Pi} = \frac{M}{P_T K_T} = \frac{4}{2,44*0,9} = 1,82 \text{ хв, де}$$

$K_T$  – коефіцієнт транспорту, приймаємо  $K_T = 0,9$ .

Кількість самоскидів:

$$N = \frac{t_{\Pi}}{t_n} = \frac{t_n + \frac{120z}{V_{\text{сп}}} + t_{\text{рм}}}{t_n} = \frac{1,82 + \frac{120*3}{30} + 1,2}{1,82} = 4,2 ,$$

де  $t_{\Pi}$  – тривалість роботи самоскиду за цикл, хв;

$z$  – дальність перевезення ґрунту, км;

										Арк.
										15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$V_{cp}$  – середня швидкість руху;

$t_{pm}$  – тривалість розвантаження з маневруванням.

Приймаємо  $N = 4$  машини.

Для розрівнювання ґрунту на відвалі потрібно добрати бульдозер, а для ущільнення - катки.

Із умови комплексної механізації продуктивність цих машин повинна бути рівною або трохи більшою від продуктивності ведучої машини (екскаватора).

Для розрівнювання вибираємо бульдозер Д-159Б на базі трактора С-80 при шести проходах по одному сліду (товщина ущільнення шару 0,2м).

Продуктивність механізмів на зміну визначено за нормою:

- бульдозера:

$$P_H = \frac{8,2 \cdot 100}{1,55} = 529 \text{ м}^3$$

- катків

$$P_H = \frac{8,2 \cdot 1000}{0,58 \cdot 6} = 2356 \text{ м}^3$$

Тривалість розрівнювання ґрунту на місці відвалу:

$$T_1 = \frac{5542 + 255}{529} = 11,95 \text{ зм, приймаємо } 12 \text{ змін.}$$

Закінчивши роботи по розрівнюванню ґрунту на відвалі, бульдозер Д-159Б виконує підчистку і планування дна котловану з підгортанням ґрунту і його переміщення за межі котловану по виїзній траншеї:

$$P_H = \frac{8,2 \cdot 100}{1,5 + 1,15 \cdot 8} = 77 \text{ м}^3$$

Відстань переміщення ґрунту прийнято безпосередньо  $P_H = 80 \text{ м}$

$$T_2 = \frac{135}{80} = 1,75 \text{ зм, приймаємо } T_2 = 2 \text{ зміни.}$$

#### 4.8. Розрахунок тимчасового кріплення

Після розрахунку навантаження на підземну споруду розраховуємо арматуру днища.

Приймаємо  $g_{дн} = 102,26 \text{ кН на } 1 \text{ п.м.}$

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_{\text{ДН}} = L + 2 \frac{h_{\text{СТ}}}{2} = 6 + 2 \frac{0,34}{2} = 6,34 \text{ м.}$$

$$h_{\text{ДН}} = 0,5 * 6,34 * \sqrt{\frac{102,26}{17 * 10^3 * 1}} = 0,244 \text{ м.}$$

Товщину днища приймаємо  $h_{\text{ДН}} = 0,25 \text{ м.}$

$$h_0 = \frac{0,25 - 0,003 - 0,025}{2} = 0,2075 \text{ м.}$$

Гранична висота стискаємої зони  $\xi_p = 0,526$

$$B_0 = \frac{M_1}{R_b \gamma b_1 b h_0^2} = \frac{306,42}{17 * 10^3 + 1,1 * 0,2075^2} = 0,4186$$

Тоді,  $\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 * 0,4186} = 0,5965$        $\xi = 0,5965 > \xi_p = 0,526$

Знаходимо попередній переріз арматури:

$$\theta = 0,5(1 + \sqrt{1 - 2 * B_0}) = 0,5(1 + \sqrt{1 - 2 * 0,4186}) = 0,702$$

$$A_S = \frac{M_1}{R_s \theta h_0} = \frac{306,42}{510 * 10^3 * 0,702 * 0,2075} = 41,25 * 10^{-4} \text{ м}^2$$

Приймаємо 10Ø25  $A_T - III_c$        $A_{S\Phi} = 49,09 \text{ см}^2$

Знаходимо відстань між розрахунковими зусиллями і рівнодіючим зусиллям в арматурі:

$$L_{0_{\text{ПР}}} = 2,936 \text{ м} \qquad L_{0_{0_n}} = \frac{192,9}{104,35} = 1,85 \text{ м}$$

$$L_{\text{ПР}} = L_{0_{\text{ПР}}} * \eta + 0,5(h_0 - a_s) = 2,936 * 1,176 + 0,5(0,2075 - 0,0425) = 3,53 \text{ м}$$

$$L_{\text{ПР}} = L_{0_{0_n}} * \eta + 0,5(h_0 - a_s) = 1,85 * 1,176 + 0,5(0,2075 - 0,0425) = 2,26 \text{ м}$$

Необхідна арматура в стиснутій зоні:

$$A_S^t = \frac{N_{\text{ПР}} - R_b * \gamma b * b * h_0^2 * \xi_K (1 - 0,5 \xi_K)}{R_s (h_0 - a_s)} =$$

$$= \frac{104,35 * 3,53 - 1,7 * 10^{-3} * 1,1 * 0,2075^2 * 0,536 (1 - 0,5 * 0,526)}{400 * 10^3 (0,2075 - 0,0425)} = 5,37 * 10^{-3} \text{ м}^2$$

Арматура в розтягнутій зоні:

$$A_S = \frac{R_b * \gamma b * b * h_0^2 * \xi_K + R_{sc} A_S^1 - N}{R_s} =$$

$$= \frac{1,7 * 10^3 * 1,1 * 0,2075 * 0,526 + 400 * 10^3 * 5,37 * 10^3 + 104,35}{510 * 10^3} = 42,11 * 10^4 \text{ м}^2$$

Попередньо приймаємо арматуру:

- прольот 10Ø25  $A - IV_c$        $A_{S\Phi} = 49,09 \text{ см}^2$

- опора 10Ø18  $A - IV_c$        $A_{S\Phi} = 25,45 \text{ см}^2$

									Арк.
									17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ОС-11.1698-с.014

## Розрахунок на дію поперечної сили

Перевіряємо умову:

$$g_{ДН}^1 \leq g_{П} = 0,16\varphi_{b1}R_{bt}\gamma_{b2}b = 0,16 * 1,5 * 1,2 * 10^3 * 1,1 = 288 \text{ кН} > 102,35$$

Умова виконується, тоді

$$C = 2,5h_0 = 2,5 * 0,2075 = 0,519 \text{ м}$$

Перевіряємо умову:

$$Q_{max} < Q_n^1 = 2,5R_{bt}\gamma_{b1}bh_0 = 2,5 * 1,2 * 10^3 * 1 * 0,2075 = 622,5 \text{ кН}$$

$$Q = 319,56 \text{ кН} < 622,5 \text{ кН} - \text{умова виконується.}$$

Поперечна арматура не обов'язкова.

$$Q = Q_{max} - g_{ДН}^1 * C \leq \varphi_{B_i}(1 + \varphi_b)R_{bt} \frac{bh_0^2}{c} = 319,56 - 102,26 * 0,519 = 266,44 \text{ кН}$$

$$\varphi_n = 0,1 \frac{N}{R_{bt}bh_0} = \frac{104,35 * 0,1}{1,2 * 10^2 * 1 * 0,2075} = 0,04 < 0,5$$

$$Q_n = 1,5(1 * 1,004) * 1,2 * 10^3 * 1 * \frac{1 * 0,2075^2}{0,519} = 155,3 \text{ кН}$$

$$Q = 266,4 \text{ кН} < Q_n = 155,3 \text{ кН} - \text{умова не виконується.}$$

$$Q > Q_{b_{min}} = \varphi_b(1 + \varphi_n)R_{bt}\gamma_bbh_0 = 0,6(1 + 0,04)2 * 10^3 * 0,2075 = 155,38 \text{ кН}$$

$$Q = 266,44 \text{ кН} > Q_{b_{min}} = 155,38 \text{ кН} - \text{умова виконується.}$$

## Вибір поперечного армування

Динамічна величина

$$K = \varphi_{b_2}(1 + \varphi_n)R_{bt}bh_0 = 2(1 + 0,04) * 1,2 * 10^3 * 1,1 * 0,2075^2 = 107,47 \text{ кН}$$

$$\text{Тоді } Q_{b_i} = 2\sqrt{Kg_{ДН}} = 2 * \sqrt{104,47 + 102,26} = 209,67 \text{ кН}$$

$$\frac{Q_{b_i}}{Q_b} = \frac{209,67}{0,6} = 349,44 \text{ кН}$$

$$\frac{K}{h_s} + Q_{b_i} = \frac{107,47}{0,2075} + 209,67 = 727,6 \text{ кН}$$

Перевіряємо умову:

$$\text{Коли } Q_{max} = 319,56 \text{ кН} < \frac{Q_{b_i}}{Q_b} = 349,44 \text{ кН}, \text{ то}$$

$$g_n = \frac{Q_{max}^2 - Q_{b_i}^2}{4K} = \frac{319,56^2 - 209,67^2}{4 * 107,47} = 135,29 < \frac{319,56 - 209,67}{2 * 0,2075} = 264,8$$

Приймаємо  $g_s = 264,8 \text{ кН/м}$

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Перевіряємо наступну умову:

$$g_s = 264,8 < \frac{Q_b}{2h_0} = \frac{155,38}{2*0,2075} = 374,41 \text{ кН/м.}$$

Тоді  $g_s = 374,41 \text{ кН/м.}$

Крок поперечних стержнів приймаємо 150 мм, а в середині елемен. 300 мм.

Потрібна площа поперечної арматури:

$$A_{sw} = \frac{g_{sw} * s_w}{R_{sw}} = \frac{374,41 * 0,15}{175 * 10^3}$$

Приймаємо 7Ø8 А – III<sub>c</sub>  $A_{s\phi} = 3,52 \text{ см}^2.$

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ БУДІВНИЦТВА

Кошторисна вартість підземного переходу на перетині проспекта Каденюка та вулиці Усенка складає 16 153 320 тис.грн. в том числі будівельних робіт на суму 17 456,35 тис. грн., кошторисна трудомісткість 41,249 тис.чол. Кошторисна заробітна плата робітників складає 1966,45 тис.грн. Середній розряд робіт 3,7. Будівельний об'єм робіт складає 911,48 м<sup>2</sup>.

По підземному переходу між проспектом Каденюка та вулицею Усенка затрати по кошторису: прямі витрати загально будівельних робіт 16 153 320 грн. вартість матеріалів, виробів і конструкцій 13 072 250 грн.

Загальна заробітна плата складає 1 741 570 грн.

Загально продуктивні витрати 130 303грн., трудомісткість в загально продуктивних витратах 4 001 чол., заробітна плата загально продуктивних витратах 224 880 грн.

Загальна вартість загально будівельних робіт 17 456 35 грн.

Зводимо дані до таблиці 5.1.

Загальна вартість:

Заг. вартість = 412 430 + 931 220 + 2 001 600 + 2 283 850 + 4 727 610 + 32 660 + 1 753 010 + 866 210 + 2 311 860 + 832 870 = 16 153 320 гривень.

Загальна вартість заробітної плати:

Заг. варт. заробітної плати = 1 467 330 гривень.

					ОС-11.1698-с.014									
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата										
Розробив		Чміленко Д.А..			<b>ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ БУДІВНИЦТВА</b>									
Перевір.		Фьолов О.О.												
Реценз.														
Н.Контр		Ган А.Л.												
Затверд.		Зуєвська Н.В.												
<table border="1" style="float: right; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: small;">Літ.</td> <td style="font-size: small;">Аркуш</td> <td style="font-size: small;">Аркушів</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">12</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center; font-size: small;">КПІ ім. Ігоря Сікорського НН ІСЄ</td> </tr> </table>						Літ.	Аркуш	Аркушів		1	12	КПІ ім. Ігоря Сікорського НН ІСЄ		
Літ.	Аркуш	Аркушів												
	1	12												
КПІ ім. Ігоря Сікорського НН ІСЄ														

Таблиця 5.1 – Види робіт та витрати.

№	Назва робіт та витрати	Загальна вартість, грн	Загальна вартість заробітної плати, грн	Загальна вартість експлуатації машин, грн	Загальна вартість зарплати, грн	Витрати праці робітників, грн
1	Дорожні роботи	412 430	18 370	67 260	9 110	6 190
2	Земляні роботи	931 220	52 500	878 630	84 990	31 260
3	Монтажні роботи	2 001 600	325 270	289 970	78 100	82 790
4	Монолітні конструкції	2 283 850	75 850	57 280	13 030	19 470
5	Збірні конструкції	4 727 610	82 990	174 090	40 450	25 190
6	Деформаційні шви	32 660	3 590	2 310	850	970
7	Гідроізоляція	1 753 010	297 100	103 000	27 660	71 230
8	Покриття полу	866 210	75 930	8 000	3 250	17 470
9	Оздоблювальні роботи	2 311 860	446 560	26 850	14 970	98 030
10	Інші роботи	832 870	89 170	6 350	1 830	19 880

					ОС-11.1698-с.014		Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата			2

Дорожні роботи включають в себе:

- розборка асфальтобетонних покриттів і основ;
- розборка щебневих покриттів і основ;
- розборка асфальтованих покриттів тротуарів товщиною до 4 см;
- розборка бортового каменю на бетонній основі;
- розборка бортового каменю на щебневій основі;
- транспортування до 16км асфальтобетону;
- транспортування до 15км сміття;
- прилад для вирівнювання слоїв піску;
- прилад двухслойних основ із щебню 40-70 мм та кам'яних матеріалів;
- на кожний 1см змінюється товщина шару;
- прилад двухслойних основ із щебню 20-40 мм та кам'яних матеріалів;
- на кожний 1см змінюється товщина шару додати або відняти;
- прилад покриття товщиною 4 см із гарячих аздобетонних пористих багато зернистих сумішей;
- додати або вилучати при зміні товщини покриття на 0,5 см із аздобетонних пористих багато зернистих сумішей;
- прилад покриття товщиною 4 см із гарячих аздобетонних пористих багато зернистих сумішей;
- додати або вилучати при зміні товщини покриття на 0,5 см із аздобетонних пористих багато зернистих сумішей;
- прилад покриття товщиною 4 см із гарячих аздобетонних пористих багато зернистих сумішей;
- додати або вилучати при зміні товщини покриття на 0,5 см із аздобетонних пористих багато зернистих сумішей.

Загальна вартість дорожніх робіт визначається:

$$3. V_{д.р.} = V_{ед} * V = 20,49 * 20128,4 = 412 430 \text{ грн}$$

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Земляні роботи включають в себе:

- розробка ґрунту з транспортуванням на автомобільні самоскидами екскаваторами однокошовими дизельними на гусеничному ході;
- розробка ґрунту вручну в траншеях глибиною до 2 м без кріплення з відкосами;
- розробка ґрунту вручну в траншеях глибиною до 2 м без кріплення з відкосами,
- транспортування ґрунту на автомобілі самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ході;
- транспортування до 1 км без погрузки в тимчасовий відвал;
- транспортування до 15 км на звалище;
- транспортування до 1 км із тимчасового відвалу;
- засипка траншей і котлованів бульдозерами;
- укріплення ґрунту пневматичними трамбовками;
- засипка вручну траншеї, пазух котлованів і ям.

Загальна вартість земляних робіт визначається:

$$3. V_{з.р.} = V_{ед} * V = 40,80 * 22824 = 931\ 220 \text{ грн}$$

Монтажні роботи включають в себе:

- буріння скважин діаметром 500 мм роторним способом;
- буріння скважин діаметром 450 мм роторним способом;
- тришаршкові долота;
- загрузка вібропогружувачем сталевих шпунтових свай;
- звільнення сталевих шпунтових свай до 50 кг;
- загрузка вібропогружувачем сталевих шпунтових свай;
- звільнення сталевих шпунтових свай до 70 кг;
- двутаври з паралельними гранями;
- розробка поясу і розпорок;
- прилад забивки із дощок товщиною 5 см для кріплення котловану;
- розробка забивки із дощок товщиною 5 см для кріплення котловану.

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальна вартість монтажних робіт визначається:

$$3. V_{\text{м.р.}} = V_{\text{ед}} * V = 64,88 * 30850,8 = 2\,001\,600 \text{ грн}$$

Монолітні конструкції включають в себе:

- прилад монолітних залізобетонних ділянок днищ виходів №1...№4;
- прилад залізобетонних підпорних стін і стін підвалів висотою до 3 м;
- товщиною до 300 мм;
- гарячекатна арматурна сталь, діаметром 6мм клас А – 1;
- гарячекатна арматурна сталь, діаметром 8мм клас А – 2;
- гарячекатна арматурна сталь, діаметром 12мм клас А – 3;
- гарячекатна арматурна сталь, діаметром 16-18мм клас А – 3;
- гарячекатна арматурна сталь, діаметром 25-28мм клас А – 3;
- надбавки до цін заготовок за зборку і зварювання каркасів та сіток - плоских діаметрів 8 мм;
- надбавки до цін заготовок за зборку і зварювання каркасів та сіток - плоских діаметрів 12 мм;
- надбавки до цін заготовок за зборку і зварювання каркасів та сіток - плоских діаметрів 16 – 18 мм;
- надбавки до цін заготовок за зборку і зварювання каркасів та сіток - плоских діаметрів 25 – 28 мм;
- установка закладних деталей вагою більше 20 кг;
- монтаж алюмінієвих кутків;
- профілі холодно-гнуті алюмінієвих сплавів для огороження - алюмінієвих конструкцій;
- прилад монолітних ділянок перекриттів без балочних товщиною більше 200мм на висоті від опорній площадці до 6 м;
- гарячекатана арматурна сталь гладкого профілю, клас А – 1, діаметр 8мм;
- гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю, клас А – 3, діаметр 10 мм;

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю, клас А – 3, діаметр 16-18 мм;
- гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю, клас А – 3, діаметр 20-22 мм;
- надбавки до цін заготовок за збірку і зварку каркасів і сіток плоских діаметрів 8 мм;
- надбавки до цін заготовок за збірку і зварку каркасів і сіток плоских діаметрів 10 мм;
- надбавки до цін заготовок за збірку і зварку каркасів і сіток плоских діаметрів 16-18 мм;
- надбавки до цін заготовок за збірку і зварку каркасів і сіток плоских діаметрів 20-22 мм;
- прилад стін і днищ при відношенні висоти до ширини до 1, при товщині стін до 300 мм;
- гарячекатана арматурна сталь гладкого профілю, клас А – 1, діаметром 8 мм;
- гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю, клас А – 3, діаметром 12 мм;
- гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю, клас А – 3, діаметром 16-18 мм;
- надбавки до цін заготовок за зборку та сварку каркасів і сіток плоских діаметрів 8 мм;
- надбавки до цін заготовок за зборку та сварку каркасів і сіток плоских діаметрів 12 мм;
- надбавки до цін заготовок за зборку та сварку каркасів і сіток плоских діаметрів 16-18 мм;
- прилад монолітних залізобетонних участків днища;
- прилад монолітних залізобетонних участків стін, товщиною до 300 мм;
- гарячекатана арматурна сталь гладкого походження, клас А – 1, діаметр 8 мм;

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю, клас А – 3,
- діаметр 12 мм;
- гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю, клас А – 3,
- діаметр 16-18 мм;
- надбавки до цін заготовок за зборку та сварку каркасів і сіток плоских діаметрів 8мм;
- надбавки до цін заготовок за зборку та сварку каркасів і сіток плоских діаметрів 12мм;
- надбавки до цін заготовок за зборку та сварку каркасів і сіток плоских діаметрів 16-18 мм;
- прилад основ під фундаменти;
- прилад бетонної підготовки;
- прилад фундаментів МФ-1;
- гарячекатана арматурна сталь гладкого походження, клас А – 1, діаметр 8 мм;
- гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю, клас А – 3, діаметр 10 мм;
- гарячекатана арматурна сталь періодичного профілю, клас А – 3, діаметр 16-18 мм.

Загальна вартість монолітних робіт визначається:

$$3. V_{\text{м.р.}} = V_{\text{сд}} * V = 5,32 * 429295,1 = 2\,283\,850 \text{ грн}$$

Збірні конструкції включають в себе:

- влаштування блоків і плит стрічкових фундаментів при глибині котловану до 4 м, маса конструкцій більше 3,5 т;
- плити покриття, перекриття і днище плоскі прямокутні з бетону 22,5,
- висота вище 3 до 12 м, масою 5 т;
- стрижнева арматура А – 1;
- стрижнева арматура А – 3;

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- герметизація горизонтальних та вертикальних стиків біомної мастики;

По парапетах:

- влаштування деформаційного шва;

По перепускної трубі:

- укріплення деформаційного шва іншими вертикальними ущільненнями із канату,
- влаштування бруска довжиною до 3,2 м;
- труби напорні із поліетилену низького тиску, тип важкий.

Загальна вартість деформаційних швів визначається:

$$3. V_{\text{д.р.}} = V_{\text{єд}} * V = 1,96 * 16663 = 32\ 660 \text{ грн}$$

До розділу гідроізоляція включаємо:

Для днища:

- прилад захисного шару цементу товщиною 20 мм;
- прилад гідроізоляції клеєння на мастиці бітоміноль;
- прилад стяжки цементу товщиною 20мм;
- прилад трамбовки подстилаючих бетонних слоїв товщиною 100мм;
- прилад трамбовки подстилаючих бетонних слоїв товщиною 150мм;

Для стін:

- прилад прижимки стіни із а/ц листів товщиною 8мм;
- гідроізоляція стін, фундаментів;
- Для перекриття:
- прилад підхилу бетони товщиною 20 мм;
- добавляти або вилучати на кожні 5 мм зміни товщини бетонних стяжок;
- до товщини 50мм;
- прилад гідроізоляції на мастиці, бітоміноль перший шар;
- прилад гідроізоляції на мастиці, бітоміноль останній шар;
- прилад захисного шару, товщиною до 30мм;
- добавляти або вилучати на кожні 5мм зміни товщини бетонних стяжок;
- до товщини 40мм;

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- армування подстиляючих слоїв;
- проволока арматурна із низько вуглекислої сталі;
- прилад тепло- та звукоізоляції засипки щебня;
- клеєння склотари на нефтебетуме, перший шар;
- клеєння склотари на нефтебетуме, перший шар.

Загальна вартість гідроізоляції визначається:

$$З. В_{г.} = В_{ед} * V = 102,38 * 17122,5 = 1\,753\,010 \text{ грн}$$

Пол кладеться декількома типами:

1 тип:

- прилад ущільнення трамбовки подстиляючих бетонних шарів;
- прилад стяжки цементів товщиною 20 мм;
- добавляти або вилучати на кожні 5 мм зміни товщини цементних стяжок;
- прилад покриття із малорозмірних фігурних елементів.

2 тип:

- прилад бетонних покриттів товщиною 30 мм;
- добавляти або вилучати на кожні 5 мм зміни товщини бетонного покриття;
- залізні цементні покриття.

3 тип:

- прилад бетонних покриттів товщиною 30 мм;
- добавляти або вилучати на кожні 5 мм зміни товщини бетонного покриття;
- - прилад покриття на цементом розчині із плит.

Загальна вартість пола визначається:

$$З. В_{п.} = В_{ед} * V = 8,81 * 98321,2 = 866\,210 \text{ грн}$$

- До оздоблювальних робіт відносять:

										Арк.
										10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ОС-11.1698-с.014

- облицювання парапету плитами граничними полімерними товщиною 40-60 мм;
- облицювання торців стін виходів граничними плитами полірованими товщиною 40 мм;
- добавляти або вилучати на кожні 10 мм зміни товщини плит при облицюванні стін і колон гранітом полірованим;
- плити парапета та з граніту, фактура лицьової поверхні полірування;
- довжиною 50-150 мм;
- прилад, що покриває сходишки із граничних плит в кількості плит на 1 м до 3 шт;
- гранітні сходишки, фактура лицьової поверхні, котра термічно оброблена;
- облицювання під сходишками гранітними плитами;
- добавляти або вилучати на кожні 10 мм, зміна товщин плит при облицюванні стін і колон гранітом полірованим;
- проступи гранітні, фактура лицьової поверхні полірування, довжина 60-150 см, ширина 30-40 см;
- фарбування стелі.

Загальна вартість облицювальних робіт визначається:

$$3. V_{o.p.} = V_{\epsilon d} * V = 15,36 * 150511,7 = 2\ 311\ 860 \text{ грн}$$

До інших робіт відносимо:

- монтаж конструкції дверей;
- металоконструкції дверних коробок, політен;
- фарбування металоконструкцій масляними фарбами;
- буріння кільцевими алмазними сверлами з застосуванням прохолодної рідини;
- добавляти або вилучати на кожні 10мм зміну глибини буріння кільцевими алмазними сверлами;
- монтаж перил;
- металеві конструкції;

											Арк.
											11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

ОС-11.1698-с.014

- фарбування металоконструкцій масляними фарбами;
- влаштування металевих решіток;
- монтаж люка для ніші поливального крану;
- металеві вироби;
- фарбування металоконструкцій масляними фарбами;
- монтаж лотків, решіток, затворів;
- особливі конструкції;
- фарбування металоконструкцій масляними фарбами;
- покриття виходу полікарбонатом;
- пластик полікарбонатний.

Загальна вартість інших робіт визначається:

$$З. В_{i.p.} = В_{\epsilon д} * V = 6,20 * 134333,8 = 832\ 870 \text{ грн}$$

Загальна вартість по роботам

$$\begin{aligned} \text{Заг. вартість} &= 412\ 430 + 931\ 220 + 2\ 001\ 600 + 2\ 283\ 850 + \\ &4\ 727\ 610 + 32\ 660 + 1\ 753\ 010 + 866\ 210 + 2\ 311\ 860 + 832\ 870 = \\ &16\ 153\ 320 \text{ гривень.} \end{aligned}$$

Капітальні витрати по підземному переходу по вулиці Усенка складають 16 153 320 грн.

Експлуатаційні витрати по підземному переходу по вулиці Усенка складають 13 072 250 грн.

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 6.1. Загальні положення

Проект організації будівництва розроблено відповідно до чинних нормативних документів, які забезпечують безпечне виконання робіт: ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві» [20].

Санітарно-побутове забезпечення працівників на будівельних майданчиках організовано згідно з ДБН В.2.2-9:2018 «Громадські будинки та споруди. Основні положення» [23].

Перед початком будівельних робіт зводять усі необхідні тимчасові споруди. Відстань від душових комбінатів до входу в підземні виробки або до робочої зони не повинна перевищувати 200 метрів.

У тих місцях, де немає душових комбінатів, організовують приміщення для обігріву та прийому їжі. На майданчиках з великою глибиною закладення планується створення підземних буфетів і туалетів. Перевезення працівників від базових майданчиків до місця роботи здійснюється автобусами.

Кожен базовий майданчик обладнано медичним пунктом, а на кожній робочій ділянці обов'язково має бути аптечка.

Проект включає заходи, спрямовані на забезпечення безпеки робіт у місцях підвищеної небезпеки, зокрема:

- робочі стволи мають діаметр 6 метрів, що дозволяє облаштувати сходове відділення;
- біля ствольні двори також виконані діаметром 6 метрів для забезпечення потрібної ширини проходів при двоколінному русі;
- впроваджено технологію штучного заморожування ґрунтів під час створення стволів і похилих ходів;

					ОС-11.1698-с.014		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Чміленко Д.А..			Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Фролов О.О.				1	6
Реценз.					КПІ ім. Ігоря Сікорського НН ІСЄ		
Н.Контр		Ган А.Л.					
Затверд.		Зуєвська Н.В.					
<b>ОХОРОНА ПРАЦІ</b>							

- при роботі відбійними молотками та вібраторами застосовувати віброзахисні рукавиці і проти шумні навушники;
- у зимовий період температура повітря у вибої не повинні бути нижче + 12°C при вологості повітря не вище 75% за рахунок підігріву повітря;
- при виконанні облицювальних і опоряджувальних робіт на станціях провітрювання здійснювати постійними вентилюваннями.

## 6.2. Заходи по охороні праці

У рамках проекту впроваджено технічні рішення, які відповідають вимогам чинних нормативних документів з охорони праці та техніки безпеки.

Зокрема, застосовано положення таких стандартів: ДБН В.2.3-7-2018 “Метрополітени. Споруди транспорту”, ДБН В.2.2-15-2005 “Будинки і споруди. Житлові будинки”, ДБН В.1.1.7:2016 “Пожежна безпека об’єктів будівництва”, ДБН В.2.5-28:2018 “Природне і штучне освітлення”, а також відповідні ГОСТи системи стандартів безпеки праці [24, 25, 26, 27, 28].

Будівельні конструкції розроблялися з урахуванням навантажень, які виникають як під час експлуатації споруд, так і в процесі їх зведення. Це включає монтажні та будівельні навантаження, а також вплив маси тимчасово збережених матеріалів і обладнання. Ці розрахунки виконано відповідно до вимог розділу ДБН В.1.2-2:2006 “Навантаження і впливи. Норми проектування” [29].

У конструкціях збірних елементів передбачені закладні деталі та випуски арматурних стрижнів для монтажних з’єднань.

Це необхідно для забезпечення стійкості елементів під час їх встановлення в проектне положення до завершення монтажу та засипання ґрунтом. Усі будівельні конструкції розроблені з використанням довговічних вогнестійких матеріалів, які не виділяють токсичних речовин ні під час будівництва, ні в процесі експлуатації споруд.

Нормальні санітарно-гігієнічні умови для персоналу лінії забезпечуються пристроями вентиляції, опалення, водопроводу та каналізації, а також

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

застосуванням вологостійких матеріалів - глазурованої плитки по стінах душових і умивальних кімнат, лінолеуму і метлахської плитки для підлог.

Освітленість приміщень передбачається відповідно до вимог ДБН В.2.5-28:2018 в залежності від призначення приміщень [28].

У приміщеннях, де люди перебувають тривалий час, підлоги з лінолеуму укладаються на основу з керамзитобетону, що забезпечує відповідний рівень теплоізоляції.

Для підтримки комфортної температури повітря в таких приміщеннях, як ДСП, медпункти, релейні станції та кімнати механіків служб зв'язку, передбачено кондиціонування повітря.

У системах припливної вентиляції встановлені датчики, які автоматично регулюють температуру повітря.

На станціях буде встановлено прилади для вимірювання температури та вологості повітря. Для провітрювання акумуляторних використовуватиметься вентиляторне обладнання, яке відповідає вимогам вибух безпеки.

З метою забезпечення електробезпечності запроектовано захисне заземлення електроустановки, використано сухі трансформатори та закриті розподільні пристрої з напругою 10 кВ і 825 В.

Також передбачено встановлення стаціонарних короткозамикачів контактної мережі на станціях і в тупиках, знижено напругу електромережі, а також застосовано спеціальну апаратуру для вологих приміщень.

У системах автоматики СТП реалізовано блокування, що виключає можливість помилок персоналу під час переключень.

### 6.3. Виробнича санітарія

Головним способом забезпечення якісного повітря забезпечує ефективне зниження концентрації газів і винос їх з робочих місць у загально-вихідні струмені.

Гранична допустима концентрація (ГДК), шкідливих газів складає:

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



#### 6.4. Безпека на будівельному майданчику

Організація будівельного майданчика повинна гарантувати безпеку праці робітників та безпечний доступ до робочих місць на всіх етапах виконання робіт, як на поверхні, так і в підземних умовах.

Перед початком будівельних робіт необхідно забезпечити належне санітарно-побутове обслуговування.

Розміщення постійних і тимчасових доріг, пішохідних проходів, мереж енергетичного та водопостачання, механізованих установок, кранів, складів для матеріалів, санітарно-побутових приміщень та інших споруд має повністю відповідати будівельному генеральному плану.

Будівельний майданчик відгороджується парканом із збірних залізобетонних блоків типу ФБС. У відповідних місцях вивішуються написи "В'їзд", "Виїзд", "Прохід для людей", "Розгортання". Проходи та проїзди по території будівельного майданчика повинні бути вільними, не захарашуватися устаткуванням, будівельними матеріалами.

Будівельний майданчик необхідно спланувати та обладнати системами для відведення атмосферних і технічних вод від споруди.

Тимчасові будівлі, споруди, майстерні, а також розміри санітарно-побутових зон повинні відповідати чинним санітарним і протипожежним нормам.

Розміщення будівельних матеріалів має визначатися відповідно до їх послідовності використання.

#### 6.5. Протипожежний захист

На будівельному майданчику прокладається протипожежний трубопровід із тиском води не менше 0,4 та не більше 1,0МПа. У якості резерву запасу води для пожежного водопостачання можуть бути використані водозбірники водовідливних установок. На будівельному майданчику необхідно облаштувати склад для протипожежного обладнання та матеріалів.

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У підземному просторі мають бути спеціально відведені ніші для розміщення пожежних рукавів і вогнегасників.

У цих нішах також повинні зберігатися аварійні запаси матеріалів та інструментів.

На місцях зберігання засобів пожежогасіння необхідно вивішувати таблички з написами: "Вогнегасники", "Пісок", "Пожежний щит". Фарбування пожежних ящиків з піском, щитів та іншого протипожежного обладнання має відповідати Держстандарту "Кольори сигнальні та знаки безпеки".

На будівельному майданчику повинні бути відведені спеціальні місця для паління.

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

У даному дипломному проекті детально розглянуто всі аспекти, пов'язані з проектуванням і будівництвом підземного пішохідного переходу на перехресті проспекта Каденюка та вулиці Усенка. Зокрема, було виконано інженерно-геологічне обґрунтування, розроблено об'ємно-планувальні та конструктивні рішення, а також технологію будівництва об'єкта. Для розрахунків конструкцій використано програмний комплекс ЛПРА.

У проекті обґрунтовано вибір відкритого способу будівництва, що дозволяє забезпечити високу якість бетонування та зменшити тривалість виконання робіт. Визначено технічні особливості котловану, етапи підготовчих, земляних та монтажних робіт, а також засоби механізації. Запропоновано ефективну схему тимчасового кріплення стінок котловану, враховуючи складні інженерно-геологічні умови та обмеженість міського середовища. Запропоновано ефективну схему тимчасового кріплення стінок котловану, враховуючи складні інженерно-геологічні умови та обмеження міського середовища.

Особливу увагу приділено питанням гідроізоляції конструкцій, охороні праці та техніко-економічному обґрунтуванню вибраного рішення. Проведено конструктивний розрахунок основних елементів.

Будівництво такого переходу дозволить зменшити кількість дорожньо-транспортних пригод, впорядкувати пішохідний рух, забезпечити безпеку пішоходів, а також підвищити ефективність міської транспортної інфраструктури. Проект відповідає сучасним вимогам будівельних норм, санітарно-технічного оснащення, експлуатаційної надійності та архітектурної виразності.

Таким чином, проект підземного пішохідного переходу є обґрунтованим з інженерної, економічної та містобудівної точок зору й може бути реалізований в умовах сучасного міського середовища.

					ОС-11.1698-с.014			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>ВИСНОВКИ</b>	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розробив		Чміленко Д.А..					1	1
Перевір.		Фролов О.О.						
Реценз.								
Н.Контр		Ган А.Л.						
Затверд.		Зуєвська Н.В.						
						КПІ ім. Ігоря Сікорського НН ІСЄ		





27. ДБН В.2.5-28:2018. Інженерне освітлення. – К.: Мінрегіон України, 2018. – 24 с.

28. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. – К. : Держбуд України, 2006. – 76 с.

					ОС-11.1698-с.014	Арк.
						3
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		