МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Гончаренко Сергій Ігорович

УДК 624.1

Будівництво каналізаційного коллектору з обгрунтуванням інженерних заходів при зміні інженерно-геологічних умов

Спеціальність 184 Гірництво (Геоінженерія)

Автореферат
магістерської дисертації (за професійним спрямуванням)

Київ 2021

Дисертація є рукопис.

Робота виконана на кафедрі геоінженерії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник кандидат технічних наук
Шайдецька Любов Валентинівна,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», доцент кафедри геоінженерії

Захист відбудеться «23» грудня 2021 року о 12 годині на засіданні ЕК кафедри геоінженерії у «КПІ ім Ігоря Сікорського» за адресою: 03056, м. Київ-56, вул Борщагівська, 115.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Поняття «колектор» представляє собою трубу великого діаметра. Колектори є частиною міської каналізаційної системи, вони збирають стокові води і відводять їх за межі каналізації до насосних станцій, очисним спорядженням або до місця скиду у водойм.

Каналізаційна система грає життєво важливу роль економічному розвитку країни. Каналізація необхідна для відведення стічних вод. Щоб мати ефективну каналізаційну систему, каналізаційні колектори повинні бути правильно спроектовані, і слід приділяти більше уваги пошуку перевернених рівнів, інакше вся конструкція може вийти з ладу. Каналізація призначена для відведення стічних вод, що надходять з будинків, промислових підприємств, вулиць, стічних вод і т. д., з метою захисту навколишнього середовища та людей від серйозних захворювань, оскільки через стічні води передається понад 50 хвороб. Тому для хорошого життя каналізаційні колектори мають бути правильно спроектовані, а стічні води повинні оброблятися належним чином, перш ніж зливати їх у річку.

Іноді в колекторах убирають невеликі ріки, які протікають в місті. Колектори споруджуються переважно з крупних бетонних і залізобетонних кілець (блоків). Основними їх перевагами є: висока довговічність, корозійна стійкість, можливість розміщення під землею, в тому числі в умовах високих грунтових вод; менша територія для забудови, а також менша протяжність комунікацій; порівняно невисокі експлуатаційні витрати; можливість застосування індустріальних методів зведення.

Колектор що будується, розташований в місті Київ, на вулиці Челябінська. Територія в межах вулиці насичена інженерними мережами.

Зв’язок роботи з науковими темами. Магістерська дисертація виконувалася на кафедрі геоінженерія Навчально-наукового інституту енергозбереження та енергоменеджменту КПІ ім. Ігоря Сікорського. Усунення аварійної ситуації призміні геологічних умов під час мікротунелювання/ Гончаренко С. І./ IV науково-технічна конференція магістрантів (за результатами дисертаційних досліджень магістрантів); Присвячена 75 – річчю ІЕЕ, 17 – 18 листопада 2021 року, М. Київ

Мета і задачі дослідження. Вирішення проблеми, яка створює аварійну ситуацію при будівництві колекторних мереж.

Об'єктом дослідження є колектор, який прокладається в м. Києві по вулиці Челябінська, та аварія, яка виникла під час будівництва.

Предмет дослідження. На даному колекторі виконується аналіз аварійної ситуації, яка призвела до зупинки проходження колектору в прикладному пакеті.

Методи дослідження. Аналіз аварійної ситуації зупинки проходження колектору в прикладному пакеті "Plaxis", розробка стартап проекту.

Практичне значення отриманих результатів полягає в наступному:

- обґрунтовано будівництво каналізаційного колектору;
- проаналізовано аварію, яка виникла під час будівництва колекторних мереж;
- надано рекомендації для усунення аварії, реалізації відповідно до техніко-економічного обґрунтування.

Особистий внесок здобувача. Основні результати та положення дисертаційної магістерської роботи, які виносяться на захист, отримані автором самостійно.

Структура та обсяг дисертації. Магістерська дисертація складається зі вступу, 6 – розділів, висновків, списку використаної літератури та 1 додатку. Повний обсяг дисертації сягає сторінку, з обсягом тексту 73 сторінки. Дисертація містить 25 рисунків, 12 таблиць, список використаної літератури із 28 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтовано актуальність обраної теми, сформульовано мету, завдання, об’єкт і предмет досліджень, наведено методи проведення досліджень, показано практичне значення отриманих в дисертації результатів, наведено дані про впровадження результатів роботи, їх апробацію.

У першому розділі представлено аналіз державної будівельної бази України, на основі якої розробляється проект на будівництво каналізаційного колектору, а саме технологію прокладання трубопроводу, та будівництво стволів.

Також проаналізовані відомі типи спорудження колектору за допомогою методу мікротунелювання, та спорудження у відкритих траншеях.

Провівши аналіз відомих технологій, було обране мікротунелювання, тому що це сучасна технологія, за допомогою якої здійснюється прокладання трубопроводів різного діаметра у складних гідрогеологічних умовах, у т.ч. скельних пород, без розкриття денної поверхні. Особливо ефективним є застосування мікротунельних щитових комплексів в умовах щільної міської забудови при прокладанні на значних глибинах на відстань до 1,0 км.

Перевагами є:

- Порівняно низька вартість;
- Висока продуктивність робіт;
- Прокладання без розкриття денної поверхні;
- Відсутній шкідливий вплив на оточуюче середовище.

У другому розділі незалежно від умов твердих порід або ґрунту, звичайне або механізоване проходження тунелів - роль інженерного геолога як «інтерпретатора» природно сформованих надр зазнає істотних змін у процесі планування та реалізації будь-якого тунельного проекту. Навіть при найдетальнішому та найкомпетентнішому дослідженні об’єкта ризики несприятливих умов грунту залишаться. Решта невизначеності щодо поведінки ґрунту та взаємодії землі та споруди, а також ризики, що несуть у собі технічні та договірні

аспекти підземного будівництва, справді вимагають подальшого залучення інженерно-геологічної експертизи під час реалізації проекту. Представлена робота має на меті проаналізувати ролі та завдання інженерних геологів, які беруть участь у проекті прокладання колектору як представника забудовника/замовника, органів влади чи підрядника.

Характеристики, що визначають фізичний стан ґрунту та мають здатність змінювати його під дією фізико-хімічних факторів, називаються фізичними. Отримання цих характеристик шляхом лабораторних досліджень необхідне початкового проектування і подальшого початку будівництва.

В геоморфологічному відношенні територія вишукування знаходиться в поблизу річки Дніпро, з абсолютними відмітками природної поверхні землі 163,0 – 164,0 м.

Розкрита бурінням і випробувана товща ґрунтів за генетичними ознаками і фізико – механічними властивостями, а розподіляються на інженерно – геологічні елементи, опис яких наведено зверху – донизу, конкретними умовами даного підземного об'єкта.

На основі результатів буріння свердловин, проведеного зондування, виконаних лабораторних випробувань, отримані та зведені в таблицю для кожного виділеного ІГЕ нормативні та розрахункові показники ґрунтів, отримані данні зводяться у таблицю 1.

Таким чином, з'ясовано, що майданчик вишукування характеризується досить складаними інженерно-геологічними умовами. Тому при складанні проекту необхідно врахувати такі фактори:

- майданчик є потенційно зсувонебезпечним;
- залягаючи з поверхні суцільним шаром насипні і делювіальні ґрунти сформували потенційну поверхню сковзання.

Майданчик потребує додаткового планування та влаштування водовідведення поверхневих вод в межах сектора. З метою запобігання подальшої поверхневої ерозії необхідно виконати організацію поверхневого стоку атмосферних вод в

межах цієї території з організованім водовідведенням їх через лотки по схилу. Водопровід, каналізацію та ємкості для води запроектувати з водозахистом,

Таблиця 1 – Фізико-механічні характеристики ґрунтів

Геологічний шар	Вміст часток у % при їх d в мм					Питома вага γ_s кН/м^3	Об`ємна вага γ, кН/м^3	Природна вологість, W	Кут внутр. тертя φ^0	Сила зчеплення C	Границі пластичності	
	більше 2,0	2,00-0,50	0,50-0,25	0,25-1,10	менше 0,10						W_p	W_L
ІГЄ-1	24,2	31,0	10,8	22,4	11,6	27,3	17,4	0,07	36°30'	0,0010	-	-
ІГЄ-2	6,4	13,5	22,3	30,2	27,6	26,8	18,1	0,14	28°30'	0,0025	-	-
ІГЄ-3	-	-	-	-	-	27,2	19,4	0,20	19°40'	0,0650	0,153	0,406

Як видно з інженерно – геологічних розрізів, що ґрунти майданчика будівництва мають неоднорідній характер в верхній частині товщі, по глибині залягання та в плані. Це підтверджують дані статичного зондування.

На основі отриманих даних які зведені в таблицю 1, будується інженерно – геологічний розріз.

Згідно схеми поширення грунтів за чутливістю до впливу динамічних навантажень, ділянка будівництва належить до відносно чутливої зони з техногенними відкладенням.

На основі визначених фізико – механічних характеристик грунтів і впливу динамічних навантажень, розробляється об’ємно – планувальні рішення та технологія будівництва, а також розраховується постійні навантаження на трубу, та аналізується аварія в прикладному пакеті “Plaxis”.

У третьому розділі описують об’ємно-планувальні, архітектурні та конструктивні рішення

Проектом передбачається будівництво нової· каналізаційної камери на колекторі Ø1000 мм. Камера №2 прямокутна з розмірами в плані 4,2м х 4,2м, Глибина залягання 9,2м від поверхні землі. Товщина стін та днища - 350мм. Основою під днищем камери будуть, служити намивні піски, від малого ступеня водонасичення до насиченого водою.

Підземні води на період вишукування зустрінуті в межах абсолютних відміток 161,300м - 161,750м.

Прогнозний підйом рівня підземних вод становитиме 1,5м.

Камеру №2 запроектовано із монолітного залізобетону.

Бетон класу С20/25 W6. Арматура класу А400С та А240С. Армування виконуваласясл двома сітками.

Покриття камери запроектовано із індивідуальних плит товщиною 300мм.

Бетон класу С20/25 W6 l = l00. Арматура класу А400С та А240С.

Набивка лотка із монолітного бетону класу С20/25 W6.

Перепадний пристрій з монолітного залізобетону.

Бетон класу С20/25 W6. Арматура класу А400С та А240С.

Перехідна площадка, огорожа драбини запроектовано із склопластику.

Проектом передбачено влаштування 10-ти стволів. Розміри стартових стволів прийняті з врахуванням габаритів рами продавлювання, приймальних габаритів прохідницького щита а також вимог техніки безпеки. Розміри проміжних стволів прийняті з врахуванням габаритів камер, колодязів та вимог техніки безпеки.

Проходка 1-го стартового шахтного ствола здійснюються гірничим способом в кріпленні збірними залізобетонними блоками у зв'язку з неможливістю влаштування стволів в кріпленні з/б тюбінгами.

В четвертому розділі проведено вибір технології будівництва, та обґрунтування послідовності будівництва та організація колектору. В розділі розкривається потреби з

забезпеченням і улаштуванням будівельного майданчику. Поетапно проілюстрована технологія улаштування стволів на прокладання трубопроводу розроблено технологію та організацію робіт для будівництва каналізаційного колектора. Наведені основні та допоміжні етапи робіт для підготовчого та основного періоду будівництва.

Роботи підготовчого періоду:

- огородження будмайданчиків;
- зрізання зелених насаджень;
- вивіз з території існуючого будівельного сміття;
- планування території бульдозером;
- встановленню тимчасових будівель та споруд;
- забезпечення будмайданчиків водою та електроенергією;
- заходи по організації водовідливу;
- заходи по організації безпеки руху транспорту на період будівництва;
- улаштування водозниження під час будівництва.

Роботи основного періоду:

- спорудження ствола в збірному з/б кріпленні з використанням опорної рами;
- прокладання трубопроводу методом мікротунелювання;
- спорудження ствола в тимчасовому дерево-металевому кріпленні з горизонтальними рамами з двотавра;
- прокладання трубопроводу в траншеї в дерево – металевому кріпленні.

У п’ятому розділі в цьому розділі розраховані нормативні і розрахункові постійні навантаження на трубу – секцію оправи тунелю та проаналізовано аварію в прикладному пакеті “Plaxis”. Результати показують, що ґрунт, що оточує колектор, дуже чутливий до змін тиску з погляду опади поверхні та можливості обвалення тіла ґрунту. На основі аналзізу аварійної ситуації, можна розробити стартап проект, який вирішує проблему різкого перепаду тиску.

На об’єкті, під час мікротунелювання стався випадок, який привів до тимчасового припинення робіт. Під час проходки, щит натрапив на будівельне сміття, що призвело до руйнування

ножової частини, це призвело до зміни технології прокладання колектору.

Тунель був змодельований, щоб продемонструвати вплив проходки та вибійного тиску на осадку поверхні та деформацію ґрунту. Рівень ґрунтових вод моделювався на глибині 2,3 м від поверхні землі. Глибина центру тунелю становить 9,6 м, а внутрішній та зовнішній діаметри тунелю становлять 1 м та 1,2 м відповідно (рис. 5.2). Тривимірна модель, використана в аналізі, показана на малюнку 5.2, має довжину 40 м, висоту 15,05 м і ширину 10 м. Щоб змоделювати ділянку виїмки, було розглянуто двадцять зрізів шириною 20 м кожен у центральній частині, передній і кінцевій частинах. Було включено 10-метрові секції, щоб зменшити вплив граничних умов.

На рисунку 1, показано коли опорний тиск вибою більше, ніж тиск ґрунту в стані спокою, виникає деформація стиснення ґрунту перед вибоєм тунелю, і поверхня землі, піднімається. Це викликано тим, що в грунтовому масиві зустріте будівельне сміття. Тиск у вибої приблизно дорівнює 450 кПа.

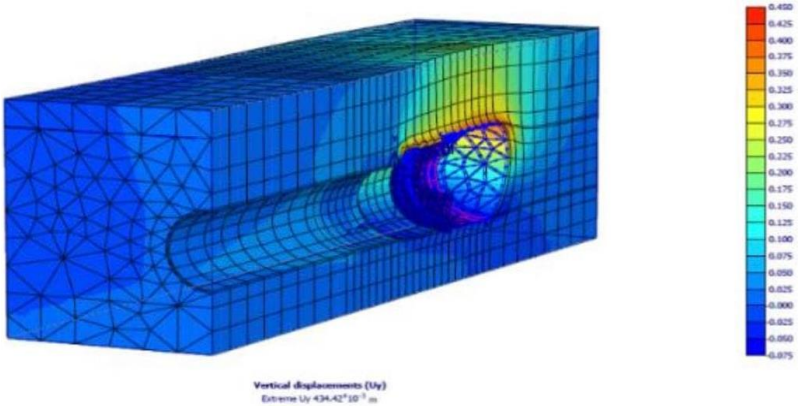

Рисунок 1 – Тиск у вибої в момент аварії

На рисунку 2 опорний тиск вибою збільшується, відбувається значна деформація та повне обвалення ґрунтового тіла, тим самим руйнує ножову частину прохідницького комплексу.

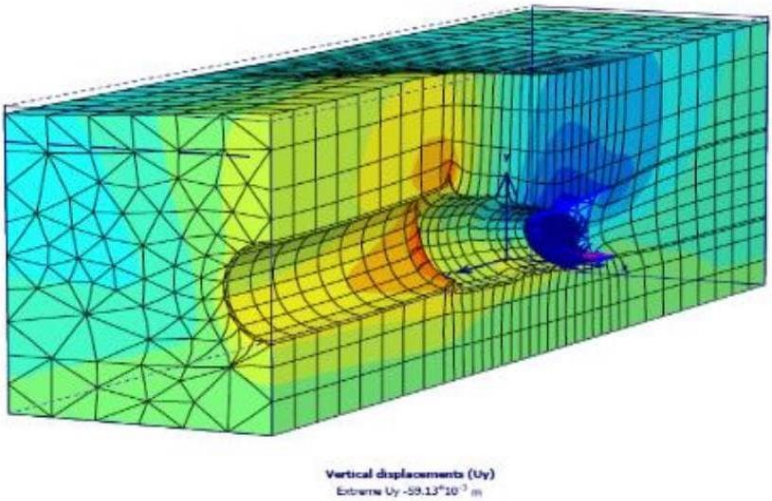

Рисунок 5.5 – Модель колектору після аварії

Шостий розділ

На початковому етапі стартап-проекту аналізуються загальні положення та технологію будівництва, а також фізико – географічні умови об’єкту.

При розгляді реконструкції дренажної системи потрібно не лише оптимізувати конструктивні параметри, а й надати переваги заходам підвищення ефективності очищення схилу даного об’єкту для споживача, викласти нові проблеми, які необхідно вирішити при реконструкції дренажної системи. Головним завданням на цьому етапі є складання характеристики основних переваг реконструкції дренажної системи при підвищеній ефективності очищення схилу.

Після обґрунтування актуальності та новизни ідеї стартап – проекту, наступним кроком при розробці стартап проекту є опис можливих конкуруючих постачальників, які є виробниками, або дистриб’юторами, а якщо їх немає, то проаналізувати переваги датчику тиску. Для цього необхідно виконати наступні етапи:

– Проаналізувати та розглянути техніко –економічні характеристики ідеї в порівнянні з наявністю датчику та його відсутністю;

– Надати техніко-економічні показники датчику високого тиску та узагальнити результати.

На основі отриманих переваг з техніко-економічних характеристик датчику високого тиску, необхідно описати заходи, які плануються для використання до таких систем. При виконанні стартап-проекту необхідно враховувати зміни витрат, які зумовлені зацікавленістю підприємствами. В першу чергу це відображається на вартості проекту за рахунок закупівлі та матеріальних та інших ресурсів. Паралельно з цим на вартість проекту може вчиняти вплив управлінські рішення керівного складу. Вартість монтажу та вартість обладнання необхідно обґрунтувати і узагальнити в розроблений зведений кошторис. Зведений кошторис включає в себе вартість будівельних робіт та вартість монтажу.

Після розрахунку локального кошторису та визначення вартості обладнання та його монтажу, наступним кроком буде визначити ключовий вид діяльності та ключових партнерів. Для визначення яким чином планується досягатися мета, тобто розкривати способи виконання циклу робіт проекту необхідно провести аналіз та створити опис виду діяльності технології реконструкції дренажної системи.

Наступним кроком є пошук та підключення ключових партнерів. Данні партнери передбачають собою організації, які будуть зацікавлені у монтажу датчику. В першу чергу у використанні будуть зацікавлені організації, що займаються виготовленням тунельопрохідницького комплексу, та організації які займаються будівництвом тунелів і колекторів, які використовують мікротунельну проходку.

Після знаходження ключових партнерів доцільно провести аналіз щодо цільових груп споживачів. Даний виріб направлений для галузі підземного будівництва, тому потенційними замовниками являються цільові групи, які будуть спеціалізуватись на постачанні і виготовлені

тунельопрохідницького комплексу, та підприємства, що займаються будівництвом тунелів і колекторів, які використовують щитову проходку. Для визначення потенційних замовників необхідно виявити групи цільових компаній, яким буде пропонуватися можливість для монтажу датчику високого тиску. Партнерські організації вже визначені, наступним етапом є визначення цільових груп потенційних споживачів

Після вибору цільових груп проекту наступним кроком в розробці стартап-проекту є визначення каналів збуту. Для правильної та найефективнішої системи збуту та продажу розробленої конструкції, яка передбачає проведення комерційних переговорів з потенційним споживачем, торгових семінарів, відвідування конференцій, де відбудеться презентація розробленої конструкції та показ найефективнішого її використання

В таблиці 2 наводяться підсумкові результати підготовлення стартап-проекту та проводиться узагальнений підсумок техніко-економічних показників за результату виготовлення кошторисної документації для улаштування датчику високого тиску і устаткування.

Таблиця 2 – Підсумкові результати

Показники	Значення
Швидкість спорудження , діб.	15
Кошторисна вартість, тис. грн.	126,828
Кошторисна заробітна плата, тис. грн.	9,989

ВИСНОВКИ

Магістерська дисертація є завершеною інженерно-дослідною роботою, в якій: **Проаналізовано відомі конструкції та нормативну документацію та на основі якої**

розроблюється об’ємно-планувальні рішення, технологія організація будівництва каналізаційного колектору.

1. Визначені потреби в матеріалах та загальна протяжність колектору.
2. Проведено аналіз технології будівництва, та обґрунтування послідовності будівництва та організація колектору.
3. Розкривається потреби з забезпеченням і улаштуванням будівельного майданчику.
4. Розраховані нормативні і розрахункові постійні навантаження на трубу – секцію оправи тунелю та проаналізовано аварію в прикладному пакеті “Plaxis”.
5. Результати показують, що ґрунт, що оточує колектор, дуже чутливий до змін тиску з погляду опади поверхні та можливості обвалення тіла ґрунту.
6. Проведено оцінювання ринкових перспектив розробленої бізнес моделі показало, що даний стартап проект готовий до застосування, вона є конкурентоспроможною та цілком доцільна для подальшого виконання проекту.
7. Перевагою даного стартап-проекту є відсутність ризиків входження на ринок. Для входження на ринок датчик високого тиску сприятиме розвитку та вдосконаленню будівельних компаній.