

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

Степанюк Лідія Володимирівна

УДК 628.24

**ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ЗАХОДІВ ГАСІННЯ  
ВОДОПОТОКІВ ПІД ЧАС РЕКОНСТРУКЦІЇ КАНАЛІЗАЦІЙНОГО  
КОЛЕКТОРА**

Спеціальність 184 Гірництво

Автореферат  
магістерської дисертації (за професійним спрямуванням)

Київ 2019

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»,

старший викладач кафедри геоінженерії

Захист відбудеться «18» грудня 2019 року о 14 годині на засіданні ЕК кафедри геоінженерії у «КПІ ім Ігоря Сікорського» за адресою: 03056, м.Київ-56, вул Борщагівська, 115, ауд.511.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Під час виникнення аварійних ситуацій на ділянках каналізаційних колекторів, які були побудовані в 70-х роках минулого століття гірничим способом відбувається просадка ґрунта. Просадка навколо каналізаційного колектора відбувається внаслідок руйнування склепіння колектора від газової корозії. Під дією газової корозії руйнується залізобетонна обойма трубопроводу та металеві конструкції камер.

Щоб уникнути великих техногенних катастроф до яких може привести руйнування головного каналізаційного колектора, так як в наш час система відведення стічних вод займає дуже важливе місце, потрібно регулярно слідкувати за експлуатаційним станом споруд колекторних мереж. Якщо ж дані споруди втрачають можливість до нормальної експлуатації потрібно передбачати проведення їх часткового відновлення або повну реконструкцію.

Наявність новітніх технологій та матеріалів влаштування антикорозійного захисту споруд колекторних мереж дозволяють збільшити термін експлуатації колекторних мереж.

Особливо складною задачею є проведення реконструкції ділянок каналізаційних колекторів глибокого закладання, на яких передбачається влаштування перепадних камер та камер гасіння.

Вибір оптимального конструктивного заходу гасіння потоку каналізаційних стоків надасть можливість збільшити термін експлуатації перепадних камер та зменшити витрати матеріалів для їх опорядження.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертаційну роботу виконано на кафедрі геоінженерії «КПІ ім. Ігоря Сікорського» відповідно до плану наукових досліджень кафедри і є складовою частиною НДР: «Наукові основи ресурсозберігаючих технологій гірництва та геотехнічного будівництва (№ ДР 0115U005398), в яких автор брав участь як виконавець.

**Мета та задачі дослідження.** Метою даної роботи є обґрунтування конструктивних заходів гасіння потоку води в каналізаційному колекторі із забезпеченням нормального режиму в колекторній мережі.

Дану мету ми можемо досягти за допомогою вирішення таких задач:

1. Проаналізувати конструктивні заходи забезпечення зменшення потоку в колекторі;
2. Встановити оптимальний варіант по гасінню потоку в каналізаційному колекторі;
3. Обґрунтувати необхідні геометричні характеристики конструкції перепадної камери для забезпечення нормальної експлуатації ;
4. Розрахувати міцнісні параметри перепадної камери;

*Об'єктом дослідження є конструктивні заходи гасіння потоків в каналізаційному колекторі.*

*Предметом дослідження є* міцнісні характеристики перпадних камер для забезпечення експлуатаційних властивостей нормальної роботи каналізаційної мережі.

**Методи дослідження.** При вирішенні поставлених в роботі завдань використано наступні методи досліджень: метод аналізу та узагальнення відомих результатів практичного досвіду при проектуванні та розрахунках конструктивних заходів гасіння потоку під час реконструкції каналізаційного колектору, метод фізичного моделювання напружено-деформованого стану перепадної камери та вплив гідравлічного удару на конструкцію перепадної камери.

**Практичне значення отриманих результатів** полягає в наступному:

- Проаналізовано конструктивні заходи зменшення потоку в колекторі;
- Обґрунтовано необхідні геометричні характеристики конструкції камери для нормальної експлуатації ;
- Встановлено оптимальний варіант по гасінню потоку в каналізаційному колекторі ;

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

**Апробація результатів дисертаційної роботи.** Основні положення магістерської дисертації доповідалися на II міжнародній науково-технічній конференції « Проблеми геоінженерії та підземної урбаністики» ( м.Київ, Україна 2019 ) та на VI Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Перспективи розвитку гірничої справи та раціонального використання природних ресурсів» ( м.Житомир,Україна 2019)

#### **Структура і обсяг дисертації.**

Магістерська дисертація складається із вступу, п'ятьох розділів, висновків, списку використаних літературних джерел, який містить 30 найменувань. Основний текст викладено на 78 сторінках друкованого тексту, містить 16 рисунків, 17 таблиці .

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**У вступі** розглянуто актуальність даної теми, встановлено мету та задачі дослідження, визначено завдання даної роботи, обрано об'єкт та предмет дослідження, наведено методи проведення досліджень, показано практичне значення отриманих результатів під час виконання роботи, наведено дані про впровадження результатів роботи, їх апробацію.

**У першому розділі** розглянуто сучасний стан досліджень конструктивних рішень реконструкції підземних споруд, а саме каналізаційних колекторів.

Ділянка вишукувань знаходиться на інтенсивно забудованій частині міста. Вона насичена великою кількістю підземних комунікацій. Щільність забудови території будівництва від високої до середньої, а перепад висот

рельєфу на майданчику не перевищує 1,5 м. Рослинність даної території представлена багаторічними травами, кущами та окремими деревами.

Рельєф даної ділянки рівний, спланований с загальним схилом на південь, абсолютні відмітки поверхні землі ділянки коливаються в межах 101,80-102,40, відмітки ділянки досліджень відносяться до балтійських. При складанні звіту вишукування для отримання певних показників використовувався топографічний план,

Під час проведення інженерних вишукувань було визначено фізико-механічні властивості кожного ґрунту, гідрогеологічні умови ділянки, ступінь витриманості напластування у горизонтальному та вертикальному напрямках, з'ясовано глибину залягання ґрунтових вод

Зібрано в таблицю нормативні та розрахункові значення фізико-механічних властивостей ґрунтів

Описано геолого-літологічний розріз ділянки вишукування, який поділений на 10 інженерно-геологічних елементів та визначено кожного елемента потужність, розрахунковий опір та корозійна активність ґрунту до сталі. Проведено характеристику кожного елемента.

Розглянуто ступінь агресивного впливу ґрунту на бетонні та залізобетонні конструкції.

Також розглянуто правове та нормативне забезпечення реконструкції, будівництва та експлуатації колекторної мережі. Наведена інформація про комбінування навантажень підземних споруд.

На основі проведеного аналізу розглянутої ділянки колекторної мережі було сформульовано мету, завдання та задачі даної роботи

**У другому розділі** розглянуто варіанти реконструкції аварійної ділянки каналізаційного колектора, яка розташована по вул. Греківській 77а, Основ'янського району, м. Харків.

Метою для проведення реконструкції каналізаційного колектора є підвищення надійності роботи системи відведення господарсько-побутових вод, запобігання можливих негативних наслідків для міста та навколишнього середовища

Проведено аналіз містобудівної ситуації, для того щоб вирішити проблему яка виникла в колекторній мережі.

Передпроектними роботами передбачається розробка трьох варіантів аварійно відновлюваних робіт, які враховують різні методи будівництва, терміни виконання робіт та вартісні показники. Ці показники зібрано в таблицю 1.

Таблиця 1- Основні техніко-економічні показники

№ п.п.	Найменування показників	Одини ці виміру	Кількість		
			4	5	6
1	2	3	Варіант I	Варіант II	Варіант III
1	Труба ПЕ СПИРО SN8 - довжина - діаметр	м мм	- -	7 1200	17 1200
2	Труба з/б Тс120.30 5МП - довжина - діаметр	м мм	- -	102 1200	102 1200
3	Труба з/б Тс120.30 3П - довжина - діаметр	м мм	- -	16 1200	16 1200
4	Труба склопластикова PN1, SN 10000 - довжина - діаметр	м мм	128 1600	- -	- -
5	Глибина залягання	м	18-19	6-7	6-7
6	Метод будівництва		Щитова проходка ПЩ 2,15	Мікротун елювання AVN1200	Мікротуне лювання AVN1200
7	Камери каналізаційні:	шт.	4	4	5
	в т.ч. монолітний з/б	шт.	3	2	3
	збірний з/б	шт.	1	2	2
8	Термін будівництва	міс.	10,0	6,0	8,5
9	Загальна кошторисна вартість будівництва в тому числі:	тис. грн.	32 000,00	20 000,00	25 000,00
	- будівельно –монтажні роботи	тис. грн.	20 800,00	13 000,00	16 250,00

Розроблено графік виконання робіт кожного варіанту та техніко-економічні показники.

Під час вибору оптимального методу будівництва було розглянуто та проаналізовано вихідні дані, матеріали інженерно-геологічних і топо-геодезичних вишукувань, містобудівну ситуацію, транспортну інфраструктуру, техніко-економічні показники та терміни виконання аварійно-відновлювальних робіт.

Аналіз варіантів свідчить, що сукупність фінансових, економічних, технічних, санітарно-гігієнічних характеристик та враховуючи надійність забезпечення роботи системи каналізації в місті Харкові та експлуатаційну надійність, найбільш ефективним є методом реконструкції каналізаційного колектору є 3-й варіант.

Реконструкція даного каналізаційного колектора передбачає ліквідацію непотрібних існуючих камер та будівництво нових камер, реконструкцію існуючих камер, які необхідні для нормальної експлуатації колектора. Для нових та реконструйованих камер передбачається захист від газової корозії у відповідності до сучасних вимог.

Прийняті проектні рішення відповідають вимогам ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди.»

Технологія будівництва каналізаційного ствола здійснюється гірничим способом в кріпленні збірними блоками, характеристику цих блоків зібрано в таблицю. В роботі описана технологія спорудження ствола в збірному з/б кріпленні з влаштуванням монолітного, залізобетонного опорного кільця.

Будівництво шахтного ствола в збірному з/б кріпленні виконують в наступній послідовності:

- До початку монтажу шахтного ствола розроблюють котлован глибиною  $H=2.5$  м з укосами 1:1;
- На вирівняній площадці дна котловану з використанням крану монтуєть перше кільце, а потім наверх нього встановлюють і друге кільце із з/б блоків;
- Всі блоки кріпляться в кільце, а кільце кріпляється між собою зварюванням закладних деталей
- Встановлюють арматурний каркас опорного кільця, потім приварюють його до закладних деталей блоків верхнього кільця
- Після того як застигне бетон опорного кільця поверх раніше змонтованих кілець кріплення монтуєть ще два яруси з/б так щоб верхній край верхнього кільця знаходився не менше ніж 0.5м вище рівня землі.
- Виконують зворотню засипку простору за кріпленням ствола за допомогою пошарового трамбування.

Для опускання людей в стволи передбачене відділення зі сходами. При цьому в міру проходки ствола через кожні 3м встановлюють перехідні

сходові площадки.

**У третьому розділі** розглянуто конструктивні заходи гасіння потоку під час реконструкції каналізаційного колектора., так як на трасах великої протяжності потік може розвивати дуже велику швидкість, як правило, це відноситься до магістральних трубопроводів

В колекторах можуть застосовуватися камери таких типів: лінійні, поворотні, перепадні, злиття і розподільні. Для зручності обслуговування камер каналізаційного колектора необхідно над лотком камери передбачати оглядовий отвір, обладнаний захисною решіткою.

В даному розділі будуть розглядатися перепадна камера, камера гасіння, гаситель енергії потоку для напірної каналізаційної мережі, гаситель енергії водного потоку та пристрій для регулювання стоків.

Перепадні камери для регулювання тиску встановлюють в різних типах каналізаційних систем. Необхідність зміни тиску виникає через велику довжину локальних прямих гілок, прокладених до входу в міську систему. Кількість точок гасіння та тип конструкції колодязів вибирають в залежності від кількості проблемних ділянок та характеристик конкретної мережі. Головним завданням установки перепадних колодязів гасіння напору в каналізації є відновлення робочих показників тиску, швидкості течії і рівня заповнення труби на складних ділянках .

Тип внутрішнього облаштування перепадної камери вибирають в залежності від висоти перепаду і сили натиску на вході.

Камери на каналізаційних колекторах слід виконувати зі збірного або монолітного залізобетону класу по міцності на стиск не менше В22,5 (по ГОСТ 26633) та з маркою по водонепроникності не менше В4.

У випадках агресивного впливу ґрунтів та ґрунтових вод і внутрішньої газової агресії необхідно виконувати захист будівельних конструкцій відповідно до вимог СП 28.13330.

Оптимальним конструктивним заходом гасіння водо потоку є встановлення в колекторній мережі перепадної камери та камери гасіння.

**У четвертому розділі** розглянуто напружено-деформований стан перепадної камери. Розрахунки виконувалися в програмі SolidWorks. Для того щоб визначити кращий варіант гасіння водопотоків, проводилися розрахунки по ділянці каналізаційного колектора з перепадною камерою та:

1. без камери гасіння
2. з камерою гасіння

Для оптимізації розрахунків в програмі були прийняті узагальнені характеристики ґрунтів у вигляді еквівалентного шару піску ,дрібного, насиченого водою, середньої щільності. Цей ґрунт має такі характеристики: природна вологість становить 0,22, питома вага часток ґрунту  $26,60 \text{ кН/м}^3$  , щільність ґрунту  $-18,63 \text{ кН/м}^3$ , коефіцієнт пористості 0,74, модуль деформації  $-15 \text{ МПа}$ , питома зчеплення  $1,0 \text{ кПа}$ , кут внутрішнього тертя  $28^\circ$ .



В розрахунку було розглянуто дві просторових схеми ділянки каналізаційного колектора, які зображені на рисунку 1.

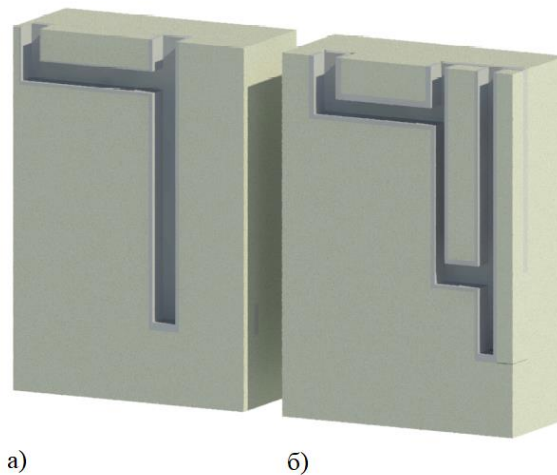


Рис.1- Просторова схема ділянки каналізаційного колектора: а) без камери гасіння; б) з камерою гасіння.

В ході проведення розрахунку були визначені деформації, переміщення, зусилля. Результати моделювання зображено на рисунку 2 та рисунку 3.

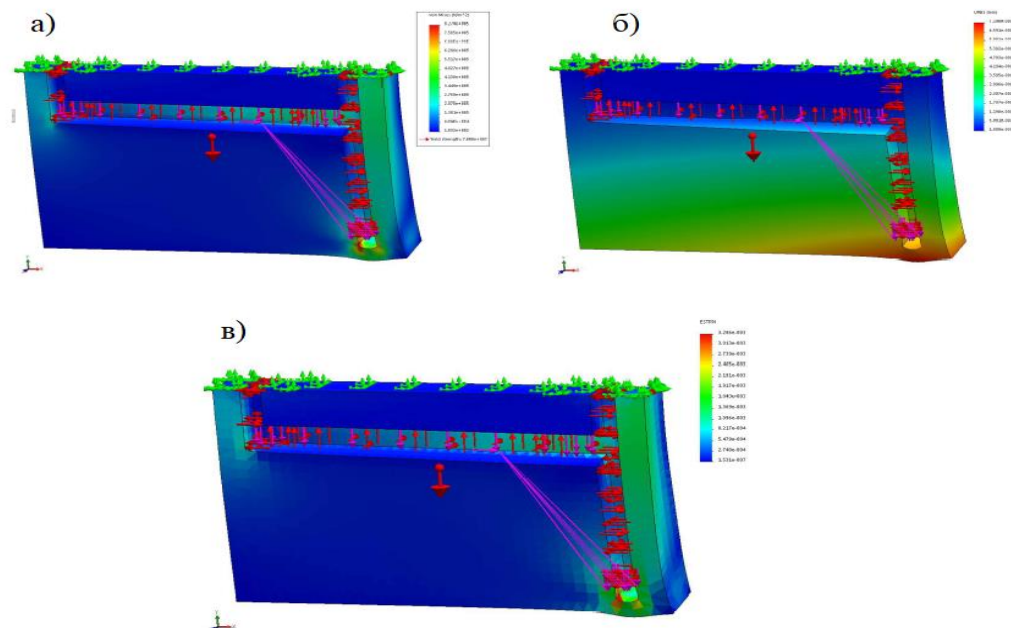


Рис.2 - Напружено-деформований стан ділянки каналізаційного колектора без камери гасіння а) напруження; б) деформації; в) момент пружності

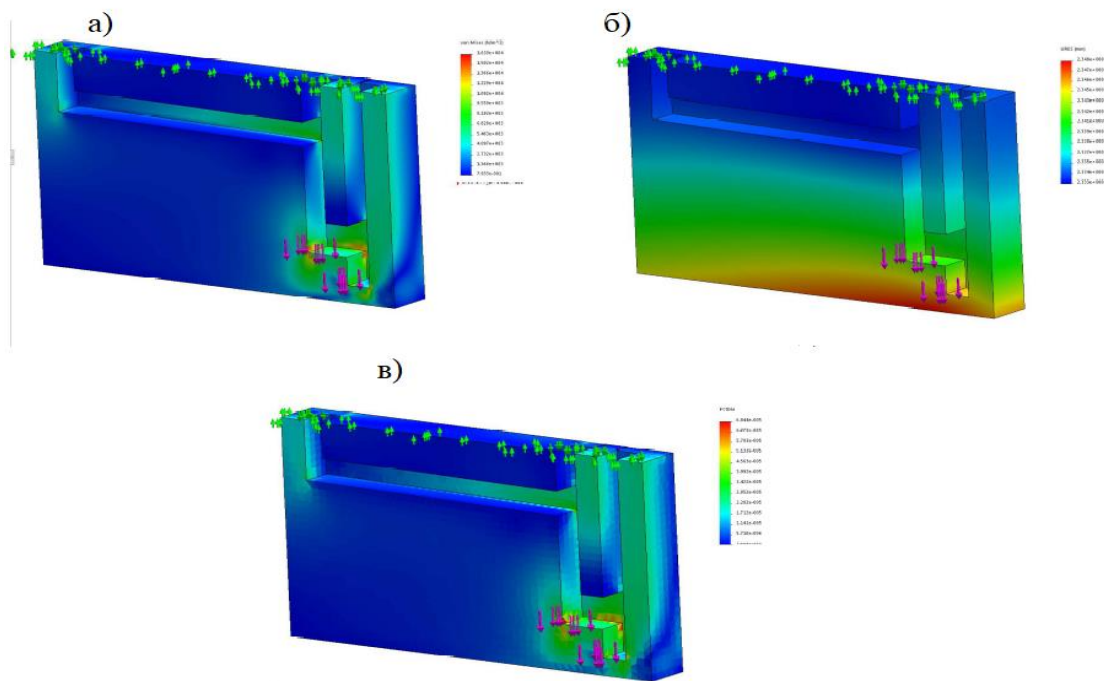


Рис. 3. Напружено-деформований стан ділянки каналізаційного колектора з камерою гасіння а) напруження; б) деформації; в) момент пружності

Проаналізувавши результати розрахунку, можна навести наступне, що деформації конструкції колекторної системи без камери гасіння складають 7,19, а із застосуванням камери гасіння водо потоку 2,34. Відносно напружень можна спостерігати, що без камери гасіння напруження будуть 8,27, а із застосуванням камери гасіння 1,63.

Встановлення камери гасіння в каналізаційному колекторі покращить експлуатаційні можливості та термін експлуатації споруди.

У п'ятому розділі наведена проблематика захисту підземних конструкцій від проникнення шкідливого впливу ґрунтових води, стічних вод, або хімічно агресивних рідин. Саме гідроізоляція допоможе уникнути всіх цих проблем та забезпечити нормальну експлуатацію підземних споруд і підвищити їхню довговічність.

В даному розділі розглянуто декілька видів гідроізоляції, для того щоб підібрати оптимальний варіант та вирішити проблему, яка виникла на ділянці каналізаційного колектора по гідроізоляції.

Проведено аналіз проникаючої, обклеювальної та штукатурної гідроізоляції. Визначено їх техніко-економічні характеристики та обрано оптимальний вид гідроізоляції, тобто проникаючу з застосуванням матеріалу пенетрон, для даного об'єкту.

Матеріал пенетрон складається із спеціального цементу високої якості, заповнювачів і наповнювачів певної гранулометрії, і запатентованих активних хімічних добавок. Компоненти пенетрон через свою хімічну природу постійно

блокують капіляри в тілі бетону. Кристалічні новоутворення блокують проникнення води, і при цьому бетон зберігає паропроникність.

Пенетрон – гідроізоляційний матеріал, який призначений для гідроізоляції і захисту вже існуючих і споруджуваних конструкцій та споруд з бетону, а також для відновлення структурно пошкодженого бетону. Після застосування системи гідроізоляції пенетрон, будівельні конструкції захищені від впливу різних хімікатів і хімічних сполук, кислот, промислових відходів, стічних вод, агресивної води, морської води і підземних ґрунтових вод.

Пенетрон є дуже простою технологією, але суворе дотримання всіх етапів застосування матеріалів дуже важливе. Пенетрон захищає від води та агресивного середовища товщину бетону конструкції на весь термін експлуатації, тому за своєю суттю, призначенням, економічною доцільністю та застосуванням є вічною гідроізоляцією.

## ВИСНОВКИ

Магістерська дисертація є завершеною інженерно-дослідною роботою, в якій на основі вихідних даних про інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови, характеристику умов будівництва та конструктивні заходи гасіння водо потоків через удосконалення конструкції збільшиться надійність та експлуатаційні показники споруди.

Основні практичні результати роботи полягають у тому, що:

- На основі пропускної здатності колектора, глибини залягання колекторної мережі та гідро-геологічних умов залягання даної споруди необхідно враховувати вибір конструктивних заходів.
- Встановлено на основі аналізу конструктивних заходів оптимальний варіант зменшення гасіння потоку в каналізаційному колекторі.
- Отримані дані за результатами розрахунку у прикладному пакеті SolidWorks дають можливість встановити основні геометричні параметри, які забезпечать високі експлуатаційні властивості каналізаційного колектора.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Шайдецька Л.В., Степанюк Л.В. Методи відновлення міських каналізаційних колекторів/ Л.В.Шайдецька, Л.В.Степанюк/ VI Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Перспективи розвитку гірничої справи та раціонального використання природних ресурсів» ( м. Житомир ,Україна 2019)
2. Шайдецька Л.В.,Степанюк Л.В. Експлуатація каналізаційних мереж/ Л.В.Шайдецька, Л.В.Степанюк/ « Проблеми геоінженерії та підземної урбаністики» матеріали II міжнародної науково-технічної конференції ( м. Київ , Україна 2019 )

3. Шайдецька Л.В., Степанюк Л.В. Регулювання поверхневого стоку. Регулюючі пруди. / Л.В.Шайдецька, Л.В.Степанюк/ II науково-технічна конференція магістрантів ІЕЕ, Київ, Україна, 2019.

#### АНОТАЦІЯ

**Степанюк Л.В.. Обґрунтування конструктивних заходів гасіння водопотоків під час реконструкції каналізаційного колектора. – рукопис.**

Магістерська дисертація за спеціальністю 184 ґірництво (Геотехнічне і міське підземне будівництво). – національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» МОН України, Київ, 2019.

Дисертацію присвячено обґрунтуванню конструктивних заходів для гасіння потоку в каналізаційному колекторі. У роботі визначено напружено-деформований стан ділянки каналізаційного колектора та вирішено завдання збільшення надійності та експлуатаційних властивостей нормальної роботи каналізаційного колектора.

*Ключові слова:* каналізаційний колектор, перепадна камера, камера гасіння, напружено-деформований стан

#### АННОТАЦИЯ

**Степанюк Л.В. .. Обоснование конструктивных мер тушения водопотока во время реконструкции канализационного коллектора. - рукопись.**

Магистерская диссертация по специальности 184 горное дело (Геотехническое и городское подземное строительство). - национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» МОН Украины, Киев, 2019.

Диссертация посвящена обоснованию конструктивных мер для уменьшения потока в канализационном коллекторе. В работе определены напряженно-деформированное состояние участка канализационного коллектора и решена задача повышения надежности и эксплуатационных свойств нормальной работы канализационного коллектора.

*Ключевые слова:* канализационный коллектор, перепадные камера, камера тушения, напряженно-деформированное состояние

## ANNOTATION

Stepanyuk LV. Substantiation of constructive measures for extinguishing water flows during the reconstruction of the sewer. - manuscript.

Master's Thesis on specialty 184 Mining (Geotechnical and Urban Underground Construction). - National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", MES of Ukraine, Kyiv, 2019.

The dissertation is devoted to the substantiation of constructive measures for quenching the flow in the sewer collector.

*Key words:* sewage collector, seepage chamber, extinguishing chamber, stress-strain state