

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

Дослідження технологічних особливостей ін'єкційної гідроізоляції для експлуатованих будівель

Виконав: студент 2-го курсу, групи Б-20м
за спеціальністю 192 – «Будівництво та
цивільна інженерія»

А. В. Пішоха

(підпис, ініціали та прізвище)

Керівник к.т.н., доц. І.М. Меть

(науковий ступінь, вчене звання,
ініціали та прізвище)

«14» червня 2022 р.

(підпис)

Опонент к.т.н. доц. Степанова Н. Д.

(науковий ступінь, вчене звання, кафедра)
(підпис, ініціали та прізвище)

«14» червня 2022 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри БМГА

к.т.н., доц. В. В. Швець

(ініціали та прізвище)

«13» 06 2022 р.

Вінниця ВНТУ – 2022 рік

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії

Кафедра Будівництва, міського господарства та архітектури

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Напрямок підготовки 19 Архітектура та будівництво

(шифр і назва)

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва)

Освітня програма Промислове та цивільне будівництво

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БМГА

Швець В.В.

"13 06 2022 року

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА

Пішохи Андрія Віталійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Дослідження технологічних особливостей ін'єкційної гідроізоляції для експлуатованих будівель

керівник роботи Метє І. М., к.т.н., доцент

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

затвердені наказом вищого навчального закладу від "24" березня 2022 року № 65

2. Строк подання магістрантом роботи 12.06.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту проектування, результати інженерно-геологічних вишукувань, результати огляду літературних джерел. Будівля школи, яка реконструюється розміри в плані 60,1x25,0м. Конструктивна схема – безкаркасна, з несучими зовнішніми та внутрішніми цегляними стінами. Будівля має цокольний поверх, відмітка підвалу - 3,080, відмітка верху будівлі +13,300. Покрівля шатрового типу, двосхила.

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

1. Науково-дослідна частина (огляд літературних джерел, дослідження організаційно-технологічного процесу влаштування підземної ін'єкційної гідроізоляції в обмежених умовах). Дослідити параметри технологічних процесів створення щільної зовнішньої оболонки з мінеральних компонентів з їх мінімальною витратою при влаштуванні підземної ін'єкційної гідроізоляції в обмежених умовах за рахунок мінімізації дифузії ґрунтових вод у підземні конструкції експлуатованих будівель.

2. Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту (розробка об'ємно-планувальних рішень будівлі школи, яка підлягає реконструкції, плани поверхів, розрізи).

3. Технологія будівельного виробництва (розробка технологічної карти на роботи по влаштуванню ін'єкційної гідроізоляції).

4. Розробка заходів з охорони праці та цивільного захисту.

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

Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1. Науково-дослідний розділ – 6 арк. (плакати, що ілюструють результати науково-дослідної роботи, а саме дослідження організаційно-технологічного процесу влаштування підземної ін'єкційної гідроізоляції в обмежених умовах).
2. Архітектурно-будівельні рішення – 2 арк. (плани, фасади, розрізи).
3. Технологія будівельного виробництва – 1 арк. (Календарний графік виконання робіт, вказівки по виконанню робіт, схеми розташування ін'єкційних отворів, схеми нагнітання цементно-піщаного розчину).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
Науково дослідна частина	Меть І. М., к.т.н., доц. каф. БМГА		
Архітектурно-будівельні рішення	Меть І. М., к.т.н., доц. каф. БМГА		
Технологія будівельного виробництва	Меть І. М., к.т.н., доц. каф. БМГА		
Охорона праці та цивільний захист	Кобилянський О. В., д. пед. н., професор, завідувач каф. БЖДПБ		
Економічна частина	Лялюк О. Г., к.т.н., доц. каф. БМГА		

7. Дата видачі завдання 24.03.2022р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Оформлення завдання та вступу до МКР	02.09-06.09.22	
2	Науково-дослідна частина	07.09-30.09.22	
3	Архітектурно-будівельні рішення	01.10-09.10.22	
4	Технологія будівельного виробництва	10.10-06.11.22	
5	Охорона праці та цивільний захист	07.11-15.11.22	
6	Економічна частина	16.11-20.11.22	
7	Оформлення МКР	21.11-26.11.22	
8	Подання МКР на кафедру для перевірки	27.11-29.11.22	
9	Попередній захист	30.11-04.12.22	
10	Рецензування	07.12-11.12.22	

Магістрант

Керівник роботи

Пішоха А.В.

(прізвище та ініціали)

Меть І.М.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 699.82

Пішоха А. В, Дослідження технологічних особливостей інекційної гідроізоляції з мінеральних компонентів (бентонітових глин) для експлуатованих будівель. Магістерська кваліфікаційна робота за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія. Вінниця: ВНТУ, 2022. 109 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 42 назв; рис.:17; табл. 21.

В даній магістерській кваліфікаційній роботі запропоновано метод ін'єкційної гідроізоляції з мінеральних компонентів (бентонітових глин) для експлуатованих будівель.

У ході роботи було проаналізовано результати вітчизняних та зарубіжних досліджень в яких було видно високий попит на технологічні рішення, що забезпечення надійного та довговічного захисту будівельних конструкцій будівель та споруд в умовах щільної міської забудови. Так, аналіз виявив необхідність пошуку найкращої технології із застосуванням інноваційних матеріалів.

Для підвищення надійності гідроізоляційних систем було запропоновано розробити методичку об'єктивної оцінки та раціонального вибору технологічних та організаційних рішень щодо влаштування гідроізоляційних систем в умовах щільної міської забудови.

У ході експериментальних досліджень було проведено оцінку впливу вмісту бентонітового глинопорошка та попереднього нагрівання на характеристики гідравлічної провідності та набухання зразків піщано-бентонітових сумішей.

Було запропоновано рекомендації по охороні праці та безпеці в надзвичайних ситуаціях, пов'язаних з улаштуванням ін'єкційної гідроізоляції з мінеральних компонентів.

Ключові слова: ін'єкційна гідроізоляція, мінеральні компоненти, бентонітова глина, експлуатаційні будівлі.

ANNOTATION

UDC 699.82

Peshokha AV, Research of technological features of injection waterproofing from mineral components (bentonite clays) for operated buildings. Master's degree in specialty 192 - "Construction and Civil Engineering. Vinnytsia: VNTU, 2022. 109 p.

In Ukrainian language. Bibliogr .: 42 titles; Fig.: 17; table 21.

In the given master's qualifying work the method of injection waterproofing from mineral components (bentonite clays) for the operated buildings is offered.

In the course of the work the results of domestic and foreign research were analyzed, which showed a high demand for technological solutions that ensure reliable and long-lasting protection of building structures and buildings in dense urban development. Thus, the analysis revealed the need to find the best technology using innovative materials.

To increase the reliability of waterproofing systems, it was proposed to develop a method of objective assessment and rational choice of technological and organizational solutions for the installation of waterproofing systems in dense urban development.

In the course of experimental studies, the influence of the content of bentonite clay powder and preheating on the characteristics of hydraulic conductivity and swelling of samples of sand-bentonite mixtures was evaluated.

Recommendations on labor protection and safety in emergencies related to the installation of injectable waterproofing of mineral components were offered.

Key words: injection waterproofing, mineral components, bentonite clay, operational buildings.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИКИ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	12
1.1 Закордонний досвід влаштування підземної гідроізоляції та нормативна база	12
1.2 Формування основних підходів до вдосконалення технологій улаштування підземної гідроізоляції в обмежених умовах	16
1.3 Загальні відомості про структуру та властивості бентонітових глин. Принципи влаштування гідроізоляції на основі бентонітових глин	19
1.4 Висновок по розділу 1	22
2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОВЕДЕННЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ВМІСТУ БЕНТОНІТОВОГО ГЛИНОПОРОШКА	23
2.1 Оцінка впливу вмісту бентонітової глини на технічні характеристики гідроізоляційного складу	23
2.2 Оцінка впливу підвищення температури на технічні характеристики гідроізоляційного складу	31
2.3 Розрахунок параметрів ін'єктування гідроізоляційних складів на основі бентонітових глин	34
2.4 Висновок по розділу 2	39
3 АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ (ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ)	41
4 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	44
4.1 Архітектурно-будівельні рішення	44
4.1.1 Об'ємно-планувальні рішення	44
4.1.2 Архітектурно-конструктивні рішення	45
4.1.3 Теплотехнічний розрахунок	50
4.1.4 Зовнішнє оздоблення	51
4.1.5 Внутрішнє опорядження	51
4.1.6 Протипожежні заходи	52

	6
4.1.7 Санітарні умови і вимоги	53
4.1.8 Інженерне обладнання	53
4.2 Технологічна карта на виконання робіт при влаштуванні ін'єкційної гідроізоляції	55
4.2.1 Технологічна послідовність виконання робіт при влаштуванні ін'єкційної гідроізоляції	55
4.2.2 Технологічна послідовність виконання робіт при влаштуванні комплексної ін'єкційної гідроізоляції з притискною стінкою	61
4.2.3 Визначення чисельного та кваліфікаційного складу робітника при влаштуванні ін'єкційної гідроізоляції	68
4.3 Висновок по технічній частині	71
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	72
5.1 Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об'єкта	73
5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць	73
5.1.2 Електробезпека	74
5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії	76
5.2.1 Мікроклімат	76
5.2.2 Склад повітря робочої зони	76
5.2.3 Виробниче освітлення	77
5.2.4 Виробничий шум	79
5.2.5 Виробнича вібрація	80
5.2.6 Психофізіологічні фактори	81
5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях	83
5.3.1 Дія іонізуючих випромінювань на організм людини	83
5.3.2 Розрахунок коефіцієнта протирадіаційного захисту приміщення №24 першого поверху	84
5.4 Висновок по розділу 5	88
6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	89
6.1 Техніко-економічне порівняння варіантів ізоляції	89
6.2 Висновки до розділу 6	92

	7
ВИСНОВКИ	93
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	94
ДОДАТКИ.....	98
ДОДАТОК А- Бланк	99
ДОДАТОК Б – Таблиця Б.10 - Операційна карта на пристрої ін'єкційної гідроізоляції на експериментальній ділянці площею 15 м ²	100
ДОДАТОК В – Таблиці В.1 -В.3.	103

ВСТУП

Актуальність теми.

У рамках пріоритетних національних проектів, державних програм та Постанов Уряду України, таких як державні програми «Розвиток культури та туризму» на 2013–2020 роки, «Містобудівна політика» на 2010-2020 роки та інші, успішно реалізуються проекти реставрації об'єктів культурної спадщини, реконструкції та капітального ремонту об'єктів міської інфраструктури

Крім державної політики, спрямованої на покращення якості середовища життєдіяльності громадян України, важливою причиною для зростання ремонтних робіт, зокрема гідроізоляційних, є велика кількість споруджених до 2006 року будівель із гідроізоляцією підземних конструкцій, виконаною на основі бітумних та бітумно-полімерних матеріалів із терміном служби всього 15-25 років.

Так, в даний час спостерігаються зростаючі темпи виконання робіт, спрямованих на ремонт та відновлення гідроізоляції підземних конструкцій будівель, що експлуатуються. До 2025 року очікується зростання загальної кількості гідроізоляційних ремонтних робіт орієнтовно на 50%.

Варто зазначити, що події останнього часу, спонукають вітчизняних виробників до створення власних гідроізоляційних матеріалів, а також розробки та впровадження нових технологій. Враховуючи перераховане, пошук найефективнішого технологічного рішення для влаштування підземної гідроізоляції експлуатованих будівель, що перебувають у складних умовах щільної міської забудови, із застосуванням інноваційного екологічного матеріалу вкрай необхідний.

Мета дослідження створення економічно ефективної ін'єкційної гідроізоляції підземних конструкцій будівель у обмежених умовах.

Для досягнення поставленої мети визначено такі **завдання дослідження**:

- аналіз нормативної бази, наукових досліджень у галузі влаштування підземної гідроізоляції в обмежених умовах;

- формування основних підходів до вдосконалення технологій влаштування підземної гідроізоляції в обмежених умовах;
- розробка та експериментальне дослідження параметрів технологічних процесів влаштування підземної ін'єкційної гідроізоляції в обмежених умовах з урахуванням особливостей механізації робіт, чисельного та кваліфікаційного складу робітників;
- відбір та оцінка значущості факторів, що впливають на результируючий показник тривалості технологічного процесу влаштування підземної гідроізоляції в обмежених умовах;
- вибір найбільш довговічної технології для підземної гідроізоляції будівель та споруд у обмежених умовах із застосуванням експертно-кваліметричного аналізу різних варіантів;
- визначення експериментальними та чисельними дослідженнями витрат праці робітників та машинного часу для проектування виробничих норм;
- розробка технологічних рішень, що забезпечують надійний та довговічний захист будівельних конструкцій та споруд з урахуванням навантажень від впливу води, матеріалу основи та його стану;
- проведення розрахунку порівняльної технологічності влаштування підземної ін'єкційної гідроізоляції з варіативними системами.

Об'єктом дослідження є організаційно-технологічний процес влаштування підземної ін'єкційної гідроізоляції в обмежених умовах.

Предметом дослідження є параметри технологічних процесів при влаштуванні підземної ін'єкційної гідроізоляції в обмежених умовах.

Методи дослідження ґрунтуються на теорії та практиці побудови організаційно-технологічних моделей та методів оптимального планування у будівництві, теорії прийняття рішень, експертних оцінок, методів порівняння та абстрагування.

Наукова новизна отриманих результатів. полягає у розробці теоретичної концепції та параметрів технологічних процесів створення щільної зовнішньої оболонки з мінеральних компонентів з їх мінімальною витратою при

влаштуванні підземної ін'єкційної гідроізоляції в обмежених умовах за рахунок мінімізації дифузії ґрунтових вод у підземні конструкції експлуатованих будівель.

Практичне значення роботи: полягає в розробці конкурентоспроможної та економічної технології влаштування ін'єкційної підземної гідроізоляції будівель та споруд з урахуванням обмежених умов з раціональними технологічними параметрами, що дозволяють підвищити ремонтпридатність та довговічність експлуатації конструкцій будівель та споруд, знизити трудомісткість робіт з виконання ремонтних робіт.

Особистий внесок магістранта полягає у виконанні аналізу та оцінки технологічності пристрою підземної гідроізоляції в обмежених умовах, створенні нового методу, що забезпечує максимального використання потенційних можливостей набухання складів для водонепроникності зовнішніх поверхонь підземних конструкцій, формуванні послідовності та складу технологічних операцій та процесів нагнітання розчину в конструкцію будівель, дослідженні їх впливу на тривалість ремонтних робіт заглибленої частини будівель, побудову організаційно-технологічних моделей, розробку матриці найкращої технології при заданих параметрах при ремонтних роботах підземної частини будівель, багатокритеріальну оцінку та вибір на її основі раціональних організаційно-технологічних рішень.

Апробація результатів роботи. За результатами магістерської кваліфікаційної роботи опубліковано 1 тезу конференції.

Виступ на LI науково-технічній конференції факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії, який відбувся 30-31 травня 2022 року.

Публікації:

1. Пішоха А. В. Дослідження технологічних особливостей ін'єкційної гідроізоляції з мінеральних компонентів (бентонітових глин) для експлуатованих будівель [Електронний ресурс] / А. В. Пішоха, І. М. Метъ // Матеріали LI науково-технічній конференції факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінниця", 30-31 травня 2022 р.

– Електрон. текст. дані. – Вінниця : ВНТУ, 2022. – Режим доступу:
<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2022/paper/view/15053/12704>

1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИКИ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1.1 Закордонний досвід влаштування підземної гідроізоляції та нормативна база

Зарубіжні дослідження та практика будівництва немає істотних відмінностей від українських розробок, оскільки останні кілька років йде активне заміщення імпортних товарів та послуг товарами і послугами вітчизняного виробництва. За підсумками 2017 року імпорт рулонних гідроізоляційних бітумних матеріалів в Україну знизився на 70%, бітумно-полімерних матеріалів – на 80%. Таким чином, в Україні активно розвивається виробництво гідроізоляційних систем, зокрема наближених за складом та технологією до зарубіжних аналогів.

Останнім часом за кордоном застосовуються ін'єкційні технології полімерних складів у товщу конструкції та за її контуром на основі: мікроцементів, акрилатних гелів, епоксидних смол, поліуретанів, комбінації матеріалів та мінерально-органічних, що формують захисний екран (вуаль) за конструкцією (обробкою), а також комплексний захист із використанням 2-3-х методів захисту.

Відповідно до аналізу «AMI Consulting» – найбільшої Америко-Великобританської компанії, високий попит у європейських споживачів у 2010-2015-ті роки припав на бітумно-полімерні матеріали (до 75% ринку). При цьому сумарний темп зростання трьох найбільших ринків гідроізоляційних матеріалів (ЄС, США та Китай) щорічно становить близько 5-10%.

Експертний аналіз компанії «Global Market Insights» даних з 2013 по 2017 роки та прогноз зростання з 2018 по 2024 роки щодо застосування гідроізоляції на основі бентонітових глин охоплює основні сегменти галузі застосування, а також географію наступних країн: США, Канада, Мексика, Німеччина, Україна, Франція, Італія, Іспанія, Польща, Греція, Китай, Індія, Японія, Південна Корея,

Таїланд, Індонезія, Австралія, Бразилія, Саудівська Аравія, ОАЕ, Південна Африка. Прогнозується, що зростання інфраструктурного зростання в Китаї, Індії, Японії та Малайзії внаслідок збільшення державних витрат сприятиме зростанню будівельної галузі і, отже, збільшенню розміру ринку бентоніту. Будівельний ринок Південно-Східної Азії на чолі з Малайзією, Індонезією та Сінгапуром був оцінений у 250 мільярдів доларів США у 2018 році, що вказує на величезний потенціал зростання ринку.

Перевагою бентонітового матеріалу є його нешкідливість для довкілля на відміну багатьох інших гідроізоляційних матеріалів. Застосування він знаходить у тунелюванні, будівництві водонепроникних екранів, гребель, гідроелектростанцій, ставків, гідроізоляції фундаментів та підвалів промислових та житлових будівель, що може стимулювати зростання ринку цього продукту. Унікальні пластифікуючі властивості роблять бентонітову глину ідеальною для приготування розчинів та ін'єкцій для заповнення порожнеч та зашпаровування тріщин.

До 2024 року в Північній Америці (Канада, Мексика) передбачається попит на бентоніт більш ніж на 5%. В Азіатсько-Тихоокеанському регіоні (Індія, Японія, Південна Корея та Китай) спостерігається значне зростання будівельної діяльності та автомобілебудування внаслідок урбанізації та зростання чисельності населення, так, за прогнозами, до 2024 року зацікавленість у бентоніті перевищить 520 мільйонів доларів США. Обсяг європейського ринку бентоніту на чолі з Великою Британією, Німеччиною, Францією та Іспанією може призвести до зростання на 4,5% протягом прогнозованого періоду.

Ключовими учасниками галузі є Mineral Technologies, Група компаній Delmon, SETCO, Бентоніт Black Hills та Halliburton.

Національними стандартами Німеччини в галузі підземної гідроізоляції є стандарти DIN 18195, які поділяються на кілька частин. Щодо гідроізоляції можна виділити такі норми: DIN 18195-1: 2000-08 «Гідроізоляція будівельних споруд. Частина 1: Основні положення, визначення. Призначення різних видів гідроізоляційних матеріалів», DIN 18195-2: 2000-08 «Гідроізоляція будівельних

споруд. Частина 2: Матеріали, DIN 18195-6: 2000-08 «Гідроізоляція будівельних споруд. Частина 6. Захист від зовнішнього гідростатичного тиску і води, що просочується: визначення параметрів і виконання робіт» [1-3].

Норма DIN 18195-1 регламентує виконання гідроізоляції будівельних елементів, що контактують з ґрунтом, стосовно нового будівництва та санування. У цьому перелічені методи стандартів неспроможні виробити систему визначення на етапі проектування певного алгоритму.

Іншим корисним нормативним актом на етапі проектування є «Директива з планування та виконання гідроізоляції будівельних елементів, що контактують з ґрунтом, із застосуванням товстошарових бітумних покриттів на основі модифікованих полімерів» (Директива КМВ). Ця директива є доповненням до норми DIN 18195 і дає проектувальникам та підрядникам детальну інформацію щодо роботи з товстошарової бітумно-полімерної гідроізоляцією.

Так, Асоціація WTA – науково-технічне об'єднання щодо збереження будівельних споруд та захисту пам'яток архітектури Німеччини, з метою розробки нормативної бази для застосування перевірених на практиці методів гідроізоляції, випустила робочу інструкцію WTA 4-6 «Ремонт гідроізоляції будівельних елементів, що контактують із ґрунтом». Ця робоча інструкція описує всі етапи процесу санування від аналізу стану об'єкта до планування та виконання робіт із нанесення будівельної гідроізоляції. Для гідрозахисту старих будівельних споруд передбачається інструкція WTA 4-4 "Захист кладки від капілярної вологи методом ін'єктування".

У Німеччині як основа для надання загального свідоцтва про перевірку (про випробування) на відповідність вимогам Будівельного нагляду Німеччини (AbP*) служать мінімальні вимоги до якості продукту та його властивостей.

Лідером серед німецьких торгових марок, що виробляють гідроізоляцію, є Remmers Fachplanung. Компанія у співпраці з університетами, випробувальними інститутами та іншими дослідницькими установами розробила матеріали, які мають унікальну довговічність, універсальність та відповідають європейським стандартам. Продукти Remmers можуть застосовуватися на поверхнях

будівельних споруд, навантаження на які є набагато вищими, ніж нормативні вимоги.

З початку 20 століття лідером у виробництві матеріалів для гідроізоляції збірних та монолітних бетонних конструкцій I та II групи тріщиностійкості від проникнення води та впливу агресивних середовищ є американська компанія ICS.Penetron International Ltd (далі – Пенетрон). В даний час продукція Пенетрон, що складається з шести матеріалів для вирішення завдань у галузі гідроізоляції, застосовується більш ніж у 60 країнах на відповідальних об'єктах промислового, житлового та спеціального будівництва. За технічними параметрами матеріали Пенетрон пройшли експертизу, у тому числі, у провідних інститутах України та мають усі необхідні сертифікати, зокрема щодо системи якості ISO 9002.

У США міжнародна організація ASTM International (American Society for Testing and Materials) з кінця 19 століття розробляє та видає стандарти для матеріалів, систем, зокрема гідроізоляційних. В даний час понад 5 000 стандартів ASTM прийняті за межами США як національні, і понад 60 країн приймають їх за основу при розробці своїх нормативних баз.

В даний час найбільш доступним та інформативним американським виданням є довідник будівельника «Гідроізоляція будівель та споруд» автора Майкла Т. Кубала. 16 розділів описують основні принципи гідроізоляції при проектуванні, будівництві та експлуатації.

Загалом аналіз джерел показує, що європейськими країнами, США, Канадою, Китаєм накопичено значний досвід у частині пристрою підземної гідроізоляції. Технології розвиваються в адаптації до місцевих природно-кліматичних умов, будівельних матеріалів, демографічних тенденцій та екологічних вимог для забезпечення потреб населення будівельною продукцією відповідного профілю.

Актуальна розробка спеціальних програм, обладнання, об'єднання вчених нашої країни, ближнього та далекого зарубіжжя, представників промисловості, молодих вчених, аспірантів, здобувачів для їх професійного спілкування, системної взаємодії та обміну досвідом для піднесення значимості проблем

надійності та якості гідроізоляційних систем та знаходження шляхів їх вирішення .

Розвиток вітчизняних водозахисних матеріалів та технологій є актуальним предметом досліджень для фахівців у галузі гідроізоляції, у цій галузі використовуються найпередовіші технології. Найкращий іноземний досвід аналізується фахівцями в Україні. Події останнім часом, пов'язані з санкціями низки країн щодо нашої країни, і як реакція орієнтації вітчизняної промисловості на заміщення закордонних поставок продукцією власного виробництва ще раз свідчать про своєчасність поставлених у цій роботі питань.

1.2 Формування основних підходів до вдосконалення технологій улаштування підземної гідроізоляції в обмежених умовах

Грунтуючись на досвіді пристрою підземної гідроізоляції в обмежених умовах, завданням є пошук найкращої гідроізоляційної системи та її технології, та розробка найбільш ефективного технологічного рішення для підземної гідроізоляції експлуатованих споруд, що мають конструктивні особливості, а також що знаходяться у складних умовах прилеглої забудови.

За науково-технічним рівнем це означає розробку нових технологій застосування інноваційних гідроізоляційних систем на основі результатів наукових досліджень.

Для вдосконалення технологічних рішень влаштування підземної гідроізоляції будівель та споруд необхідний комплексний підхід та облік низки параметрів, що відповідають базовим нормативним вимогам [4-5]. Враховуючи складність відновлення підземної гідроізоляції експлуатованих будівель слід вибирати гідрозахист для невідповідних умов. Так, найкраще рішення при виборі оптимальних гідроізоляційних систем та технологій при проведенні ремонтно-відновлювальних робіт підземних споруд визначається специфікою та станом кожного конкретного об'єкта, кліматичними та гідрогеологічними умовами,

найбільшими довговічністю та стійкістю до агресивних середовищ, ремонтпридатністю, близькістю розташування комунікацій, гідрогеологічними умовами будівельного майданчика, видом основ, глибиною закладення підземних споруд, діючими навантаженнями, якістю будівельно-монтажних робіт тощо.

В даний час при будівництві та ремонті підземних частин будівель та споруд проблемі гідроізоляційних робіт приділяється недостатньо уваги. Дані, що наводяться у різних літературних джерелах [6-10] свідчать, що понад 90% всіх підземних споруд мають відмови гідроізоляційних систем на ранній стадії експлуатації. Причин ситуації, що склалася, досить багато: відсутність нормативних та регламентуючих документів на виробництво гідроізоляційних робіт, низька якість будівництва, економія коштів, наявність на ринку маси нових неперевіраних та неякісних матеріалів та технологій. Аналіз відмов при влаштуванні та експлуатації гідроізоляційних систем наведено на рисунку 1.1.

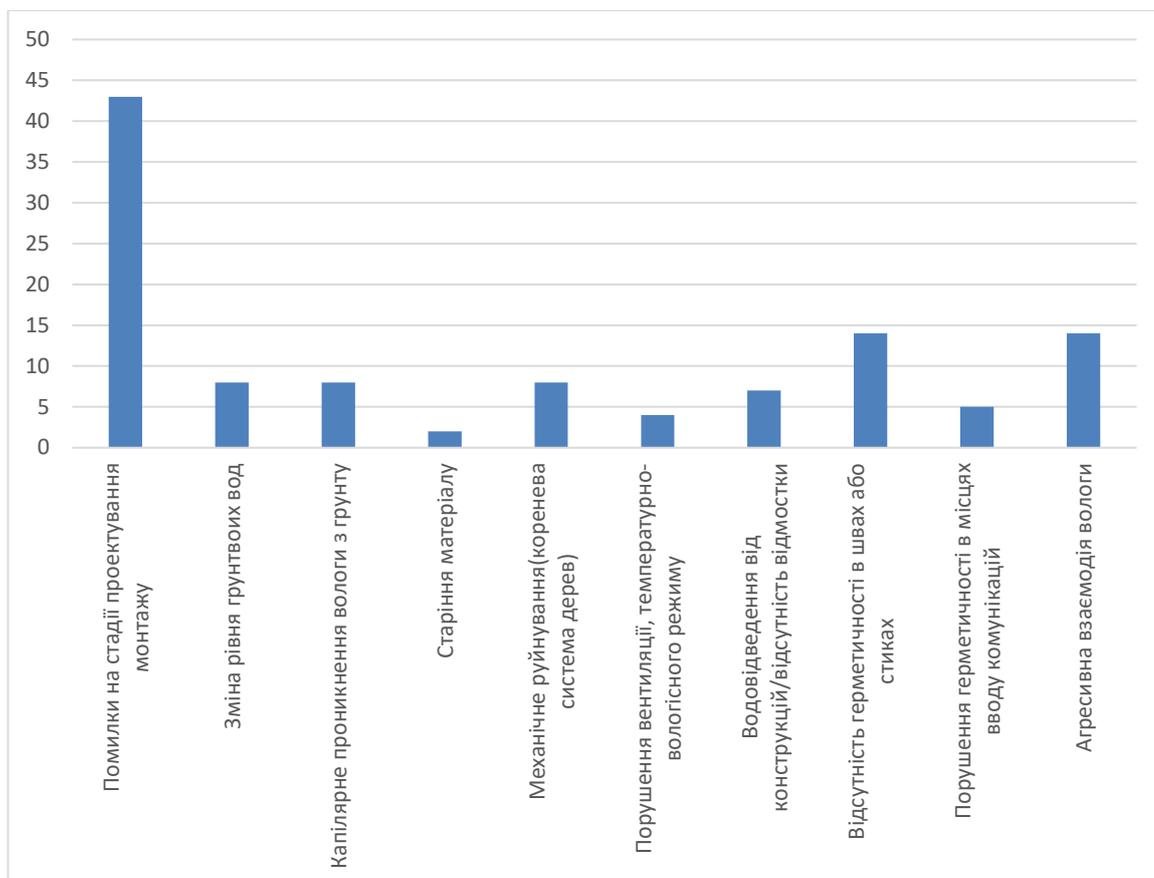


Рис. 1.1 - Графік основних причин, що впливають порушення цілісності гідроізоляції підземних конструкцій

Вибір тієї чи іншої системи зазвичай носить несистемний характер і ґрунтується на «досвіді» фахівця, який приймає рішення, що часто призводить до її прискореного зношування та виходу з ладу.

Одним із «досвідчених» рішень спеціаліста є широке застосування морально та технічно застарілих гідроізоляційних матеріалів, що не відповідають сучасним вимогам будівельної галузі з надійності та технологічності. Загальновідома бітумно-руберойдна технологія, розроблена ще в минулому столітті, досі масово застосовується на будівельних майданчиках. Порівняно мала вартість матеріалів, що приймається як визначальний фактор, не компенсує низький термін служби бітумно-руберойдних матеріалів. Як показує практика, при високому рівні ґрунтових вод і неякісно виконаному дренажі цей тип гідроізоляції виходить з ладу вже після 3-4 зимових циклів, що призводить до неминучого підтоплення підвальних приміщень. При цьому вартість ремонту подібної гідроізоляції у разі перевищує вартість її влаштування.

Переваги ін'єкційної гідроізоляції як альтернативи традиційним технологіям, на перший погляд, не здаються очевидними. При цьому, умовно переважаючи за вартістю традиційні, ін'єкційна гідроізоляція окуплює себе в період експлуатації за рахунок більш високих показників довговічності та ремонтпридатності. При проведенні ремонтно-відновлювальних роботах у обмежених умовах перевага також надається нагнітання гідроізоляційного складу в тіло конструкції будівлі, особливо на проблемних ділянках, таких як рухливі та нерухомі стики, примикання конструктивних елементів, наскрізні та ненаскрізні тріщини та інші.

Удосконаленням ін'єкційної технології служить вуальна (безшовна) гідроізоляційна мембрана, що створюється за допомогою нагнітання ін'єкційного складу «за обробку» тіла конструкції. У комплексі із засипною системою дана технологія може захистити конструкції будівлі на довгі роки, а при виході будь-якого елемента з ладу допускає локальний ремонт.

Сказане вище показує, що застосування матеріалів лише одного типу та якості, що зарекомендували себе на практиці, не може завжди гарантувати

належний захист підземної споруди від проникнення води. Так, при проектуванні гідроізоляції підземних споруд потрібен системний підхід (алгоритм), що дозволяє оцінити внесок кожного фактора та отримати рішення, що відповідає поставленим вимогам.

1.3 Загальні відомості про структуру та властивості бентонітових глин. Принципи влаштування гідроізоляції на основі бентонітових глин

Відповідно до [11] глинами прийнято вважати несцементовані осадові породи, що складаються з мінеральних частинок з розміром, що не перевищує 20 мкм. Основним компонентом бентонітових глин з високим ступенем набухання (приблизно в 15 разів) є глинистий мінерал монтморилоніт, що становить 60-80% від загальної маси. Також можуть бути вторинні мінерали, такі як каолініт, кварц, слюда, польовий шпат, іліт або карбонати та інші алюмосилікати. Кількість мінералів у бентонітових глинах може змінюватись у широкому діапазоні.

Зміст монтморилоніту є першорядним показником якості бентонітових глин, оскільки фізико-хімічні властивості бентоніту визначаються характеристиками цього глинистого мінералу. Бентонітом слід вважати лише глини із вмістом монтморилоніту не менше 70%. Речовини, що містять менше 70% монтморилоніту, характеризуються як глини з високим вмістом глинистих мінералів і відносяться до бентонітоподібних глини.

Глинисті мінерали є пластинчасті силікатні мінеральні частинки розміром до 20 мкм. Монтморилоніт відноситься до групи тришарових мінералів. Його кристалічна структура складається з одного шару октаедрів AlO_6 та двох шарів тетраедрів SiO_4 , симетричне розташування яких щодо шару октаедрів формує кристалічні пакети (рисунок 1.2). Один кристал монтморилоніту в середньому складається з 15 до 20 елементарних шарів [12].

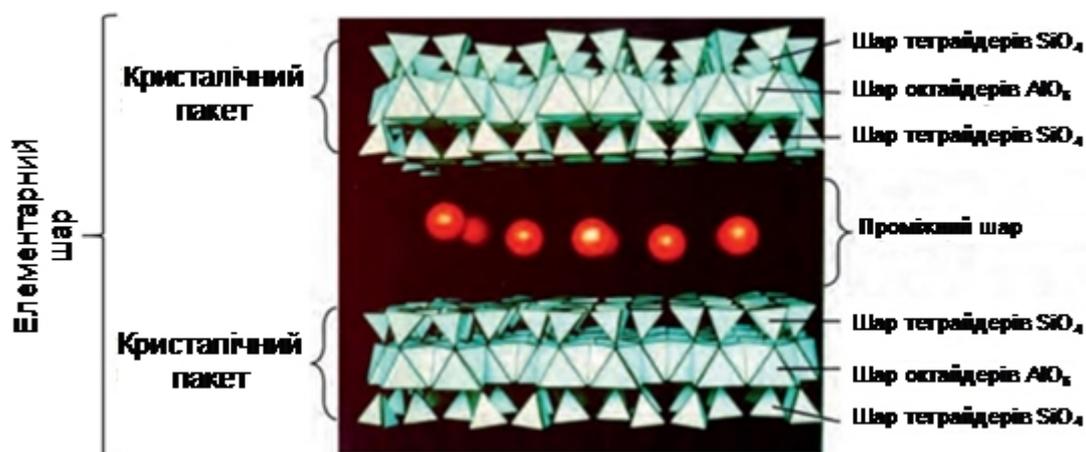


Рисунок 1.2 – Кристалічна структура монтморилоніту

У природних умовах катіони натрій (Na^+), кальцій (Ca^{2+}), магнію (Mg^{2+}) знаходяться у проміжному шарі між кристалічними пакетами і нейтралізують залишковий негативний заряд на їхній поверхні. Залежно від виду катіонів, розташованих у проміжному шарі, розрізняють натрієвий та кальцієвий бентоніт. Молекули води можуть бути присутніми між шарами. Відстань між шарами і, отже, сили, які утримують силікатні шари разом, сильно залежать від наявності та кількості молекул води. Процес поглинання води призводить до збільшення відстані між шарами.

Однією з основних властивостей бентонітових глин є здатність до набухання при контакті з водою. Розрізняють два механізми водопоглинання при гідратації [13, 14]:

- при внутрішньокристалічному набуханні відбувається поглинання надлишкової води на міжшарових катіонах у проміжному шарі та на поверхні глинистих мінералів, що тягне за собою розширення елементарних шарів (даний механізм є оборотним);

- при осмотичному набуханні через різну концентрацію катіонів на поверхні глинистого мінералу та в розчині утворюються дифузні іонні шари, що спричиняють електростатичне відштовхування частинок.

У кристалах монтморилоніту процес гідратації зазвичай відбувається шляхом включення молекул води між елементарними шарами (внутрішньокристалічне набування). При цьому відстань між шарами може збільшитись настільки, що за певних умов з'єднання кристалів повністю розпадеться.

Натрієвий та кальцієвий бентоніти сильно розрізняються за ступенем гідратації через різну природу міжшарових катіонів [13]. Іони натрію (Na^+) більш схильні до гідратації в абсорбованому стані, ніж іони кальцію (Ca^{2+}) і, таким чином, забезпечують більше поглинання води та ступінь набування. З цієї причини бентоніт натрію має водопоглинаючу здатність у межах 600–700%, тоді як бентоніт кальцію – лише 200–300% [15]. Крім того, іони натрію більші, ніж іони кальцію або магнію (Mg^{2+}) і, отже, мають меншу силу зчеплення.

Поглинання або виділення води змінює міжшарову відстань між кристалами в монтморилонітах, насичених іонами Ca^{2+} або Mg^{2+} , в діапазоні 1 – 2 нм. При цьому окремі силікатні пакети можуть залишатися в початковому стані, навіть після додавання достатньої кількості води. Навпаки, в монтморилонітах з міжшаровими іонами Na^+ відстань між шарами може збільшуватися внаслідок набування до 16 нм. При подальшому поглинанні води зчеплення між пакетами пропадає, і кристалічний зв'язок повністю руйнується, внаслідок чого кристал монтморилоніту розпадається на окремі елементарні шари [16].

Завдяки своїй здатності до набування та низької гідравлічної провідності бентонітова глина може ефективно використовуватися для створення протифільтраційних та гідроізоляційних екранів. Однак висока стисливість і усадка, а також низька міцність на зсув унеможливають застосування бентонітової глини як самостійного гідроізоляційного матеріалу [17]. З метою покращення фізично-механічних характеристик бетонитових глин, як правило, вдаються до змішування глин з доступним місцевим матеріалом, таким як пісок. У процесі змішування бентонітової глини з піском більш дрібні частинки глини займають у поровом просторі між окремими частинками піску. При контакті з водою частинки глини починає набувати і заповнювати обсяг порового

простору, що в результаті призводить до зниження проникності піщано-бентонітової суміші [18, 19].

У міру збільшення вмісту бентонітової глини гідравлічна провідність піщано-бентонітових сумішей зменшується і стає особливо низькою при вмісті бентоніту в діапазоні 20-40% за масою [19]. Подальше збільшення вмісту бентонітової глини у суміші не веде до суттєвого зниження гідравлічної провідності. Більшість порового простору, утвореного частинками піску, практично повністю заповнюється при 40% вмісту бентонітової глини і подальше незначне зменшення проникності суміші відбувається лише за рахунок надлишкового вмісту глини.

1.4 Висновок по розділу 1

Узагальнення та аналіз результатів вітчизняних та зарубіжних досліджень виявили високий попит на технологічні рішення, що забезпечують надійний та довговічний захист будівельних конструкцій будівель та споруд в умовах щільної міської забудови. Так, аналіз виявив необхідність пошуку найкращої технології із застосуванням інноваційних матеріалів.

Для підвищення надійності гідроізоляційних систем необхідно розробити методику об'єктивної оцінки та раціонального вибору технологічних та організаційних рішень щодо влаштування гідроізоляційних систем в умовах щільної міської забудови.

2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОВЕДЕННЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ВМІСТУ БЕНТОНІТОВОГО ГЛИНОПОРОШКА

2.1 Оцінка впливу вмісту бентонітової глини на технічні характеристики гідроізоляційного складу

Огляд результатів досліджень у цьому напрямі показує, що вміст бентонітової глини має визначальний вплив на різні технічні характеристики піщано-бентонітових сумішей. Поведінка суміші залежить від того, наскільки ефективно частинки бентонітової глини заповнюють поровий простір, сформований між частинками піску. З цієї причини в ході експериментальних досліджень автором була проведена серія випробувань, спрямованих на оцінку впливу вмісту бентонітової глини на характеристики гідравлічної провідності та набухання піщано-бентонітових сумішей.

Дослідницька програма включала стандартні випробування з визначення ступеня набухання та гідравлічної провідності зразків піщано-бентонітових сумішей. На додаток до стандартних випробувань було проведено оцінку впливу температури на набухання зразків сумішей.

Зразки сумішей формувалися з бентонітового глинопорошку (натрієвий бентоніт) та наповнювача. Як наповнювач використовувався пісок для будівельних робіт по [20] з розміром частинок 0-0,5 мм не менше 10% і 0,5-1,2 мм не більше 90% від масової частки. Хімічний склад бентонітового глинопорошка та будівельного піску наведено у таблиці 2.1. Фізичні характеристики підготовлених зразків сумішей представлені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.1 – Періодичність обстеження труб під автодорогою

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MnO
Бентонітовий глинопорошок, %	57,4	17,9	15,3	3,8	3,7	1,4	0,4	0,1
Будівельний пісок, %	97,3	-	0,7	0,7	0,5	0,4	0,4	-

З метою пошуку та вибору найбільш ефективного складу для влаштування ін'єкційної гідроізоляції проводилося випробування зразків з різним вмістом бентонітового глинопорошку (БГ) та будівельного піску (БП):

- 5% БГ + 95% БП;
- 15% БГ + 85% БП;
- 25% БГ + 75% БП;
- 35% БГ + 65% БП;
- 45% БГ + 55% БП.

Таблиця 2.2 – Фізичні характеристики зразків піщано-бентонітових сумішей

Зразки сумішей	$d_1 \leq$ 100 мкм, %	$d_2 \leq$ 4 мкм, %	$\rho_{dmax},$ г/см ³	$W_{opt},$ %	W_1	W_p	I_p
100% БП+0% БГ	2	0	1,93	10	-	-	-
95% БП+5% БГ	9	4	1,87	12,1	21	-	-
85% БП+15% БГ	17	13	1,79	14,3	32	-	-
75% БП+25% БГ	26	18	1,73	16,7	44	21	23
65% БП+35% БГ	35	23	1,64	18,6	58	26	32
55% БП+45% БГ	42	29	1,57	20,9	73	29	44
0% БП+100% БГ	85	60	1,23	32	135	44	91

Примітки: d – розмір часток зразка; ρ_{dmax} – максимальна густина зразка; W_{opt} – оптимальна вологість зразка; W_L - вологість на межі плинності; W_p – вологість межі пластичності; I_p – число пластичності.

Оцінка ступеня набухання зразків сумішей проводилася згідно з використанням одометра. Розміри зразків становили 50 мм у діаметрі та 20 мм у висоту. Випробування зразків проводилися в умовах вільного набухання та набухання під навантаженням. Зразки сумішей піску та бентонітового глинопорошка попередньо піддавалися статичному навантаженню (швидкість) 1 мм/хв) для досягнення вмісту води та щільності, що відповідають оптимальній

вологості [22]. Загальна величина вільного набухання зразків G (%) визначалася за такою формулою

$$G = \frac{\Delta H}{H} * 100\% \quad (2.1)$$

Результати вимірювання ступеня набухання зразків згруповані у таблиці 2.3. Графіки зміни величини вільного набухання зразків у часі наведено рисунку 2.1.

Таблиця 2.3 – Фізико-механічні характеристики зразків

Зразки сумішей	Ступінь набухання G (%)	Тиск набухання P (кПа)
100%БП+0%БГ	-	-
95%БП+5%БГ	0,7	14
85%БП+15%БГ	6,5	106
75%БП+25%БГ	12,1	193
65%БП+35%БГ	17,8	286
55%БП+45%БГ	23,6	375
0%БП+100%БГ	51,5	834

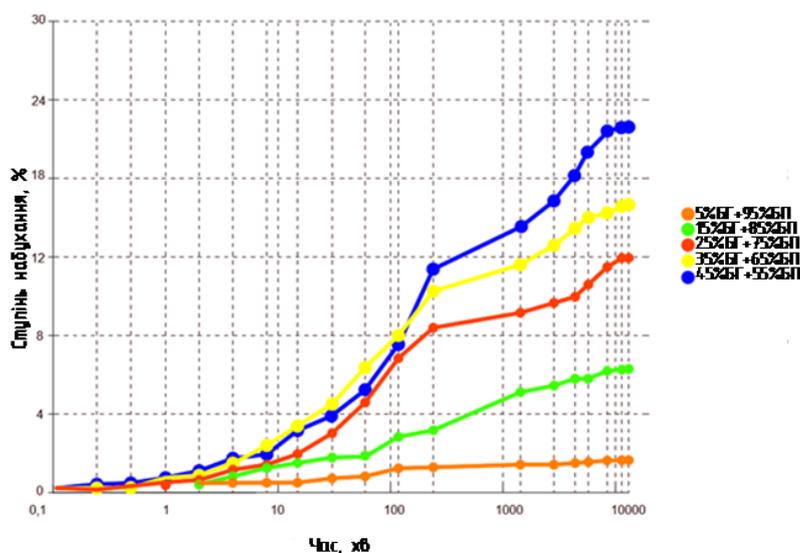


Рисунок 2.1 – Графіки зміни величини вільного набухання зразків у часі

Величина вільного набухання бентонітового глинопорошка становить приблизно 51,5%, тоді як для зразків піщано-бентонітових сумішей значення від 0,7% до 23,6% при вмісті бентонітового глинопорошка в суміші від 5 до 45%. Як і очікувалося, ступінь набухання зразків сумішей пропорційна відносного вмісту бентонітового глинопорошку суміші. Результати вимірювань величини тиску набухання сумішей наведено у таблиці 1.3. Значення тиску, викликаного набуханням сумішей, змінюються в інтервалі від 14 до 375 кПа при вмісті бентонітового глинопорошка у суміші від 5 до 45% відповідно. При вмісті бентонітового глинопорошка більше 25% величина тиску набухання перевищує 193 кПа.

Для попередньої оцінки водопроникності аналізованих зразків сумішей було проведено компресійні випробування зразків відповідно до [21]. При такому підході коефіцієнти фільтрації зразків сумішей визначалися на основі коефіцієнтів стисливості m_v ($\text{м}^2/\text{кН}$) та консолідації c_v ($\text{м}^2/\text{с}$) зразків, отриманих із відповідних компресійних та консолідаційних кривих. Зразки діаметром 50 мм і висотою 20 мм поміщалися металеве кільце і витримувалися протягом 24 годин. Навантаження здійснюється ступенями відповідно до відношення $\sigma_{i+1} / \sigma_i = 2$. Криві залежності коефіцієнтів консолідації зразків від нормальних напруг представлені рисунку 2.2.

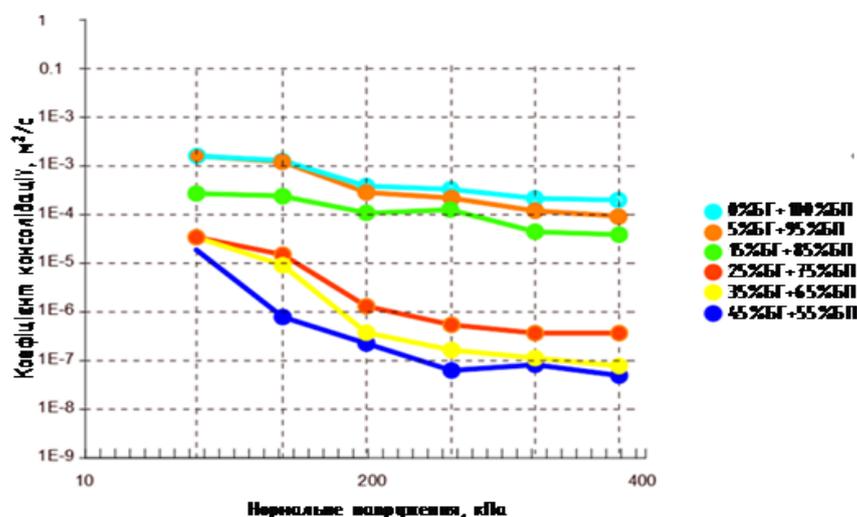


Рисунок 2.2 – Криві залежності коефіцієнта консолідації зразків сумішей від нормальної напруги

Коефіцієнт фільтрації k (см/с) зразків сумішей визначався за такою формулою

$$k = C_v * m_v * \gamma_w \quad (2.2)$$

де γ_w – питома вага води (9,8 кН/м³).

Криві залежності коефіцієнтів фільтрації зразків сумішей від нормальних напруг наведено рисунку 2.3.

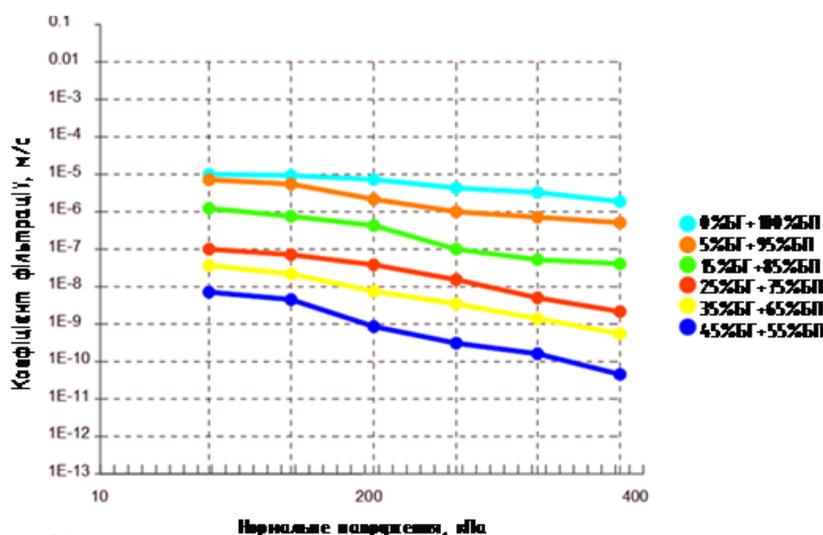


Рисунок 2.3 – Криві залежності коефіцієнтів фільтрації зразків сумішей від нормальних напруг

Для всіх зразків сумішей коефіцієнт фільтрації змінюється обернено пропорційно доданого тиску. Наприклад, величина коефіцієнт фільтрації для піску варіюється від $1,3 \cdot 10^{-3}$ до $1,7 \cdot 10^{-5}$ см / с, тоді як для сумішей з 45% вмістом бентонітового глинопорошка значення коефіцієнта коливаються від $7,2 \cdot 10^{-7}$ до $4,4 \cdot 10^{-10}$ см / с. Вплив прикладеного тиску на водопроникність зразків стає менш помітним при значеннях, що перевищують 500 кПа.

Водопроникність зразків сумішей зменшується зі збільшенням вмісту бентонітового глинопорошку. Коефіцієнт фільтрації при тиску, що дорівнює 45 кПа, знижується приблизно на три порядки при використанні суміші, що містить 35% бентонітового глинопорошка. За високого вмісту бентонітового

глинопоршка (вище 35%) величина коефіцієнта фільтрації становить менше 10^{-6} см/с.

Для створення гідроізоляційного екрана необхідні значення коефіцієнта фільтрації повинні становити від 10^{-6} до 10^{-8} см/с, що може бути досягнуто при 25% вміст бентонітового глинопоршка і нормальним тиском не менше 280 кПа. При вмісті бентонітового глинопоршка більше 35% і нормальному тиску, що дорівнює 210 кПа, значення коефіцієнта фільтрації становить менше 10^{-6} см/с.

За результатами попередньої оцінки проникності зразків сумішей було прийнято рішення продовжувати дослідження на зразках суміші з 45% вмістом бентонітового глинопорошку. Оцінка водопроникності зразків суміші проводилася з використанням компресійно-фільтраційного приладу відповідно до [23]. Експериментальне встановлення складалося з камери тривісного стиснення, оснащеної трьома регуляторами рівня тиску. Установка дозволяє випробовувати зразки діаметром 35 або 50 мм із змінним співвідношенням висоти зразка до діаметра (H/D). Робоча камера передбачає можливість застосування ізотропного обмежуючого тиску до 1700 кПа. Подача води до образу здійснюється знизу-вгору за схемою висхідного потоку. Зразки попередньо ущільнювалися в пресі до досягнення максимальної щільності за заданої оптимальної вологості ($w_{opt} = 20,9\%$, $\rho_{dmax} = 1,57$ г/см³). Зразки мали діаметр $D = 35$ мм та висоту $H = 70$ мм (рисунок 2.4). Швидкість переміщення пресу становила близько 1,1 мм/с.



Рисунок 2.4 – Фотографія підготовленого до випробування зразка суміші

Після поміщення зразка в камеру, у камері створюється початковий всебічний тиск, що дорівнює 100 кПа. Для витіснення бульбашок повітря між камерою та зразком на підставі зразка прикладається протитиск рівний $u_e = 20$ кПа; поровий тиск у верхній частині зразка $u_s = 0$ кПа. Поступове збільшення всебічного тиску та протитиску дозволило видалити бульбашки повітря зі сполучних трубок, зберігаючи при цьому постійним середнє значення ефективної напруги. Остаточна величина всебічного тиску, прикладеного до зразка під час фази стабілізації, дорівнювала тиску набухання суміші, що становив приблизно 350 кПа. Вертикальна деформація зразків фіксувалася в задані проміжки часу, при цьому зразок вважався таким, що стабілізувався, коли зсув поршня ставало постійним (менше 0,01 мм за 24 години).

Експериментальна програма складалася із двох послідовних серій випробувань. Перша серія випробувань була спрямована на дослідження впливу середньої величини ефективної напруги на водопроникність зразків при постійному гідравлічному градієнті ($\Delta u = \text{const}$), в той час як друга серія

передбачала аналіз впливу гідравлічного градієнта при постійному середньому значенні ефективної напруги ($\sigma_3' = \text{const}$).

На рисунку 2.5 показано зміну коефіцієнтів пористості та фільтрації зразка суміші як функцій середньої ефективної напруги. Слід зазначити, що вплив середньої ефективної напруги на водопроникність зразка є більшим для значень, що перевищують 200 кПа. За межами цього значення проникність зразка суміші залишається практично незмінною, що узгоджується з результатами випробувань в одометрі. Оцінка зміни об'єму води протягом всього тесту дозволяє визначити остаточний об'єм порожнечі. З рисунка 2.5 видно, що коефіцієнт пористості зменшується зі зростанням величини середнього ефективного тиску і, отже, призводить до зниження проникності зразка суміші.

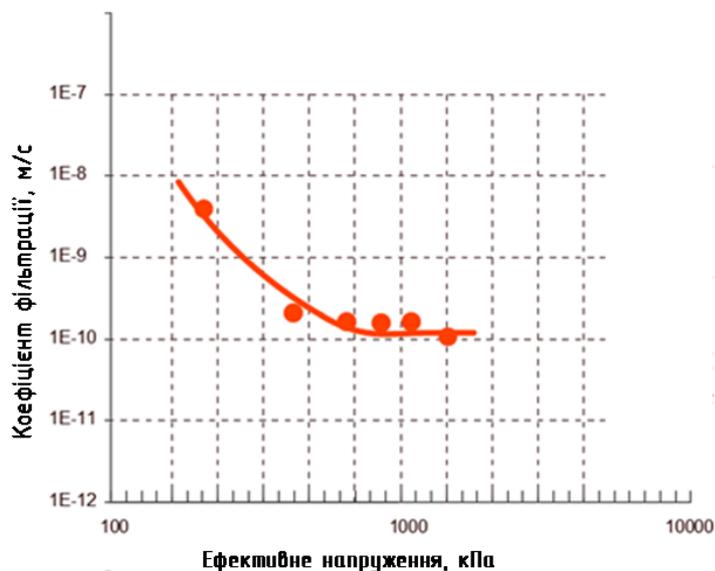


Рисунок 2.5 – Крива залежності коефіцієнта фільтрації від середньої ефективної напруги

У другій серії випробувань оцінка водопроникності зразка суміші виконувалася при змінній величині напірного градієнта та постійному значенні середньої ефективної напруги. На рисунку 2.6 показано зміну коефіцієнта фільтрації зразка як функцію напірного градієнта. Отримані результати можуть бути апроксимовані лінійним виразом.

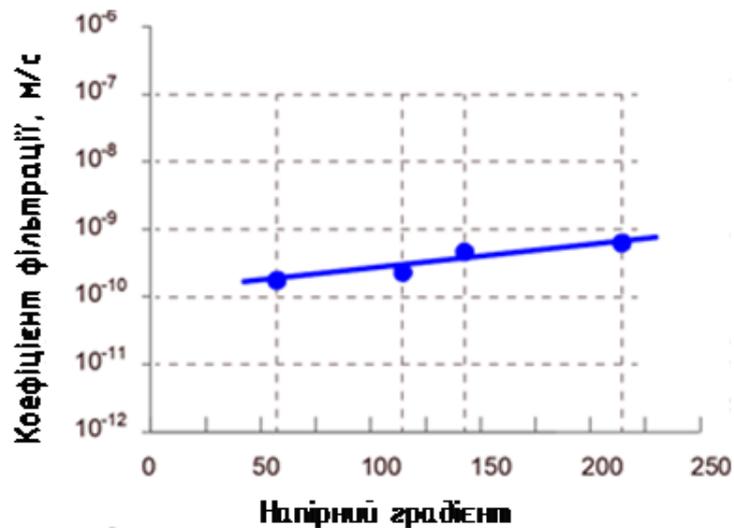


Рисунок 2.6 – Крива залежності коефіцієнта фільтрації від напірного градієнта

2.2 Оцінка впливу підвищення температури на технічні характеристики гідроізоляційного складу

Відповідно до результатів досліджень, наведених у [24], зміна температури піщано-бентонітової суміші впливає на її динамічну в'язкість. Нагрівання піщано-бентонітової суміші до температури близько 40°C , як випливає з результатів досліджень, призводить до зниження її абсолютної динамічної в'язкості до 20%. Подальше підвищення температури, навпаки, призводить до поступового зростання в'язкості.

Враховуючи, що в'язкість гідроізоляційного складу безпосередньо впливає на величину тиску нагнітання і, як результат, на зусилля, створюване в товщі конструкції, що ізолюється, було прийнято рішення досліджувати вплив підвищення температури до 40°C на водопроникність зразка суміші з 45% вмістом бентонітового глинопорошка. Випробування зразків проводилося з використанням одометра. Осередок одометра був модифікований за рахунок установки гнучкого дротяного нагрівача на зовнішню стінку осередку. Для вимірювання температури зразка під час випробування в осередку було

встановлено дві термопари. Тиск набухання зразка суміші вимірювали за допомогою тензодатчика, з'єднаного з ручним вольтметром.

Перед використанням установки було проведено оцінку деформацій осередку одометра, викликаних неізотермічними умовами випробувань. Коефіцієнт теплового розширення осередку, прийнятий у дослідженні, становив $1,57 \cdot 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$, що близько до коефіцієнта лінійного теплового розширення нержавіючої сталі.

Осередок одометра була забезпечена ємністю з дистильованою водою та встановленим у ній гнучким дротяним нагрівачем для контролю температури води. Підігріта вода використовувалася підтримки необхідної температури зразка суміші в одометрі.

Випробування починалося з розміщення ущільненого зразка суміші в осередку одометра. Далі здійснювалося підвищення температури зразка за рахунок контрольованого нагрівання осередку одометра. Збільшення температури становило $1^{\circ}\text{C}/\text{год}$. Після того як температура комірки та зразка досягала 40°C , нагріта вода починала циркулювати по нижній і верхній грані зразка. Тепловтрати у циркуляційному контурі компенсувалися підвищенням температури води у ємності.

На рисунку 2.7 наведено графік зміни тиску набухання зразків у часі. З малюнка видно, що набухання зразка суміші, випробуваного при 40°C , відбувається значно швидше, ніж у зразка, випробуваного при кімнатній температурі (20°C). Відповідно до досліджень [24] більш висока швидкість набухання зразка, випробуваного при 40°C , обумовлена зниженням в'язкості води. Зниження в'язкості води прискорює швидкість гідратації суміші за більш високої температури. При цьому загальна величина тиску набухання зразка знижується.

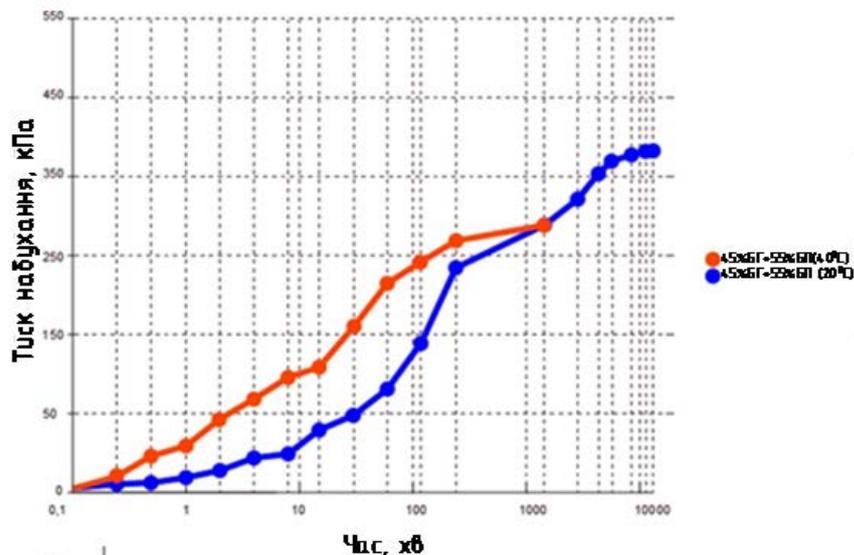


Рисунок 2.7 – Графіки зміни тиску набухання зразків у часі

На рисунку 2.8 наведено графік зміни тиску набухання нагрітого зразка суміші при подальшому охолодженні до кімнатної температури. Як видно з малюнка, зменшення абсолютної величини тиску набухання зразка внаслідок підвищення температури є оборотним процесом. Величина тиску набухання нагрітого зразка збільшилася і досягла рівноважного значення, яке є дуже близьким до значення, отриманого для зразка при кімнатній температурі.

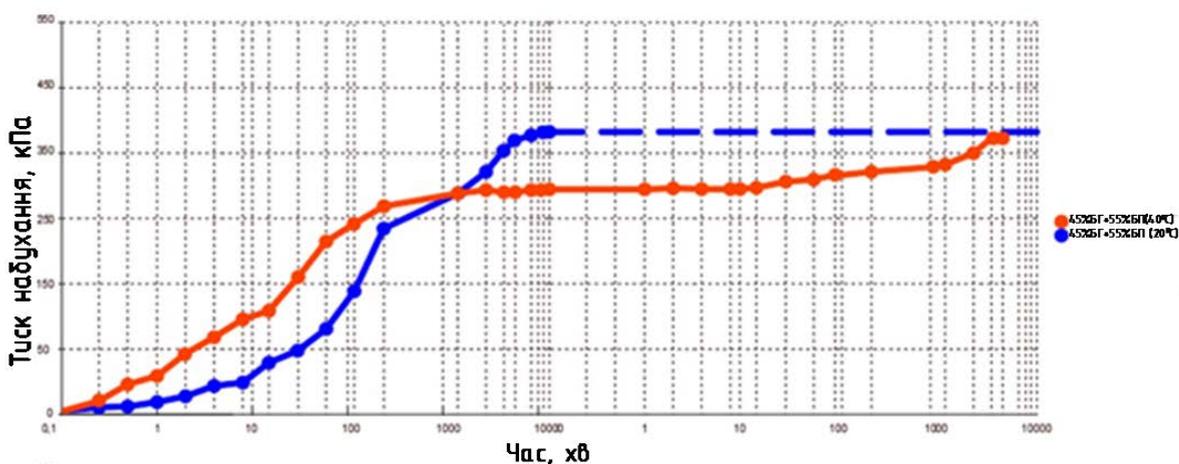


Рисунок 2.8 – Графіки зміни тиску набухання зразків у часі після нагрівання

2.3 Розрахунок параметрів ін'єктування гідроізоляційних складів на основі бентонітових глин

Під час проведення ін'єкційних робіт у тріщинуватих конструкціях слід уважно приділяти особливу увагу вибору оптимального режиму нагнітання гідроізоляційного складу. В основі цього вибору лежать такі параметри [25]:

- величина тиску на вході ін'єктора та глибина проникнення складу, що залежать від продуктивності насоса;
- в'язкість гідроізоляційного складу;
- ширини розкриття тріщини.

Аналізуючи зазначені параметри, стає очевидним, що тиск нагнітання гідроізоляційного складу та глибина його проникнення визначають характер силового впливу на конструкцію, що ізолюється. Тиск нагнітання і, отже, величина силового впливу буде тим більшою, чим менша ширина розкриття тріщини і вище в'язкість складу. Зростання величини тиску також залежить і від глибини проникнення складу в тріщину.

Зі сказаного вище слід, що надмірне збільшення тиску нагнітання при проведенні ін'єкційних робіт може спровокувати утворення нових тріщин у конструкції, що вимагає оцінки міцності субстрату та проведення додаткових розрахунків. Крім того, виникає необхідність оцінки величини сил опору, що перешкоджають руху складу в тріщині.

З прийнятною точністю завдання про рух гідроізоляційного складу в тріщині можна вирішити в такий спосіб. Склад, що нагнітається в тріщину, приймається за в'язку стисливу рідину. Тріщина розглядається як частина напівпростору, обмежена двома паралельними площинами, відстань між якими вважається постійною величиною. У процесі перебігу складу в тріщині його температура і в'язкість приймаються також постійними.

Перебіг складу у проміжку між площинами відбувається рівномірно через бічну поверхню кругового циліндра. Продуктивність насоса приймається за постійну величину, яка залежить від тиску нагнітання. Перебіг складу у тріщині

сприймається як ламінарне. При цьому лініями, якими рухається склад, будуть прямі, що походять з центру джерела з кутом розкриття від 0° до 180° (рисунок 2.9). При проходженні складу тріщини дотримується умова граничного прилипання в'язкої рідини до стін, тобто. швидкість на межі контакту складу з поверхнею тріщини приймається рівною нулю.

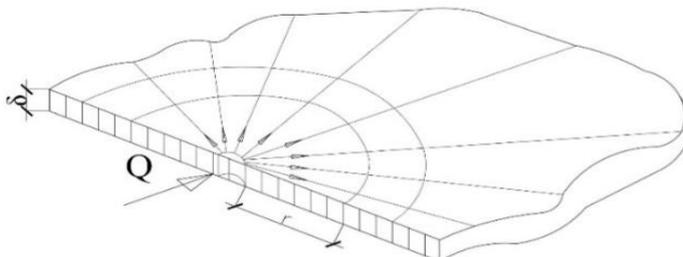


Рисунок 2.9 – Лінії руху складу у тріщині

Швидкість перебігу складу по ширині тріщини приймається розподіленою за законом квадратною параболою і описується рівнянням:

$$V = \frac{2}{3} * V_{cp} * \left(1 - \frac{h^2}{H^2}\right) \quad (2.3)$$

де V_{cp} - середня швидкість перебігу складу в аналізованому перерізі;

H - відстань від серединного шару до площин, що обмежують потік;

h - відстань від серединного шару до шару, що розглядається.

Середня швидкість перебігу визначається за формулою:

$$V_{cp} = \frac{Q}{\pi * r * \delta'} \quad (2.4)$$

де Q – продуктивність насоса;

r – радіус основи циліндра, через бічну поверхню якого відбувається рух складу;

δ – ширина розкриття тріщини.

Дотичні напруги, що виникають при русі складу в тріщині, визначаються за формулою:

$$\tau = -\eta * \frac{dv}{dh} = 3 * V_{cp} * \frac{h^2}{H^2} * \eta \quad (2.5)$$

Величина тиску нагнітання складу може бути визначена під час розгляду рівноваги елементарного об'єму рідини (рисунок 2.10) за формулою

$$P_0 = -\frac{12 * Q * \eta}{\pi * \delta^3} * \frac{R_0 - r_0}{r_0} \quad (2.6)$$

де R_0 - глибина проникнення складу або радіус вільної поверхні;
 r_0 - радіус ін'єкційного отвору.

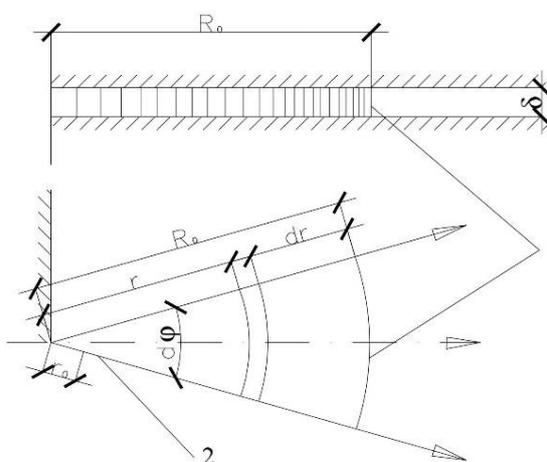


Рисунок 2.10 – До висновку формули (1.6)

З виразу (2.4) видно, що коефіцієнт динамічної в'язкості гідроізоляційного складу безпосередньо впливає тиск нагнітання і, як результат, на зусилля, створюване в товщі конструкції, що ізолюється. З цієї причини для обмеження величини силового впливу на конструкцію при проведенні ін'єкційних робіт необхідно підбирати оптимальну в'язкість гідроізоляційного складу залежно від кожної конкретної ситуації.

На основі результатів експериментальних досліджень, наведених у підпунктах 2.1 та 2.2, було розраховано оптимальні параметри нагнітання гідроізоляційних складів на основі бентонітових глин при усуненні ненаскрізних тріщин. У таблиці 2.4 наведено розрахунок параметрів нагнітання гідроізоляційного складу з 45% вмістом бентонітового глинопорошка залежно від ширини розкриття тріщини та температури суміші. З таблиці 2.4 видно, що попереднє нагрівання гідроізоляційного складу до 40°C призводить до зниження динамічної в'язкості суміші і, як наслідок, дає можливість проводити нагнітання складу при нижчих значеннях тиску. Різниця у значеннях тиску нагнітання у звичайних умовах та з попереднім нагріванням становить у середньому 20%.

Таблиця 2.4 – Параметри нагнітання гідроізоляційного складу залежно від ширини розкриття тріщин та температури суміші

Параметр	Од. вимір.	Величина пераметру							
		При температураі 20°C				При температураі 40°C			
Коефіцієнт динамічної в'язкості гідроізоляційного складу	кПа*с	0,25				0,2			
		0,4				0,4			
Продуктивність насосу	м ³ /год	100				100			
Глибина проникнення складу	мм	12				12			
Радіус ін'єкційного отвору	мм	12				12			
Ширина розкриття тріщини	мм	4	6	8	10	4	6	8	10
Тиск нагнітання гідроізоляційного складу	МПа	11,6	3,4	1,5	0,7	9,3	2,8	1,2	0,6

У разі нагнітання гідроізоляційного складу за обробний простір підземної споруди оптимальні параметри нагнітання складу можна визначити з розв'язання задачі руху рідини у каналі, що фільтрує.

Відповідно до рівняння Пуазейля обсяг води, що надходить прямо пропорційний четвертого ступеня діаметра і різниці тисків по довжині фільтраційного каналу

$$N = \frac{(P_1 - P_2) * \pi * D^4}{128 * \eta * l} \quad (2.7)$$

де D – діаметр фільтраційного каналу;

l – довжина фільтраційного каналу;

P_1 – тиск води на вході каналу;

P_2 – тиск води на виході каналу.

З виразу (2.7) слід, що тиск гідроізоляційного складу, що нагнітається, проти потоку води, що надходить буде тим менше, чим більше площа фільтраційного каналу. Знаючи обсяг води, що надходить і площа перерізу каналу, можна також визначити середню швидкість потоку води

$$V = \frac{N}{S} \quad (2.8)$$

Для успішного усунення протікання швидкість подачі складу, що нагнітається, повинна бути достатньою, щоб повністю заповнити фільтруючу порожнину. При цьому швидкість подачі складу впливає його динамічна в'язкість. Враховуючи, що гідроізоляційні склади на основі бентонітових глин мають в'язкість більшу ніж у води, необхідно мати можливість проводити нагнітання під значним тиском.

У таблиці 2.5 наведено розрахунок параметрів нагнітання гідроізоляційного складу з 45% вмістом бентонітового глинопорошка залежно від діаметра каналу фільтрації та температури суміші. Як впливає з таблиці 1.5, попередній нагрівання гідроізоляційного складу до 40°З призводить до зниження динамічної в'язкості суміші, що дозволяє проводити нагнітання складу за обробний простір

споруди при нижчих значеннях тиску. Зниження величини тиску нагнітання становить середньому 20%.

Таблиця 2.5 – Параметри нагнітання піщано-бентонітових складів залежно від діаметра каналу фільтрації та температури суміші

Параметр	Од. вимір.	Величина пераметру							
		При температураі 20°C				При температураі 40°C			
Висота стовбця води	м	3				3			
Гідростатичний тиск стовпа води	МПа	2,9				2,9			
Коефіцієнт динамічної в'язкості гідроізоляційного складу	кПа*с	0,25				0,2			
		0,64				0,64			
Довжина каналу фільтрації	м	0,64				0,64			
Діаметр каналу фільтрації	мм	15	20	25	30	15	20	25	30
Витрата гідроізоляційного складу	м ³ /с*10 ⁻⁷	4,2	5,6	6,9	8,4	4,2	5,6	6,9	8,4
Різниця тисків	МПа	5,4	2,3	1,2	0,7	4,3	1,8	0,9	0,5
Тиск нагнітання гідроізоляційного складу	МПа	8,3	5,2	4,1	3,6	7,2	4,7	3,8	3,4

2.4 Висновок по розділу 2

У ході експериментальних досліджень проведено оцінку впливу вмісту бентонітового глинопорошка та попереднього нагрівання на характеристики гідравлічної провідності та набухання зразків піщано-бентонітових сумішей.

За результатами проведених одометричних та тривісних випробувань встановлено оптимальний процентний вміст бентонітового глинопорошка в піщано-бентонітової суміші, що дорівнює 45%, для влаштування ін'єкційної гідроізоляції з гарантованим значенням коефіцієнта фільтрації в діапазоні 10⁻⁶ - 10⁻⁸ см/с.

Попереднє нагрівання піщано-бентонітової суміші до 40°C призводить до зниження в'язкості суміші, що сприяє зменшенню величини тиску нагнітання і, як результат, зниження величини силового впливу на конструкцію, що ізолюється.

На основі отриманих даних проведено розрахунок параметрів нагнітання гідроізоляційних складів на основі піщано-бентонітових сумішей при виконанні робіт з усунення тріщин ненаскрізного характеру та влаштуванні ін'єкційної гідроізоляції підземних споруд.

3 АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ (ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ)

Фахівці будівельної галузі на стадії проектування, ремонтних робіт прагнуть знизити трудомісткість, тривалість та вартість будівництва за рахунок удосконалення комплексу технологічних процесів.

Удосконалення технології влаштування підземної ін'єкційної гідроізоляції в обмежених умовах з урахуванням збереження загальних принципів технології відбувається через впровадження різноманітних технологічних рішень та матеріалів. Підвищення технологічності пристрою підземної ін'єкційної гідроізоляції тягне до зниження частих і ранніх «відмов» системи та забезпечує необхідну якість та довговічність як підземних конструкцій – фундаментів, так і самої огорожувальної конструкції – гідроізоляції.

З урахуванням зростання ремонтних робіт, зокрема гідроізоляційних, за останні роки створюються нові та удосконалюються традиційні гідроізоляційні системи. Слід зазначити, що діюча система вітчизняних нормативно-технічних документів неспроможна враховувати всі особливості технологічних рішень ін'єкційної гідроізоляції, оскільки розроблялися у період, коли такі рішення ще застосовувалися у Росії. Однак ці документи визначають загальні принципи технологічного проектування та можливість застосування таких систем.

Одним із напрямків удосконалення технології пристрою гідроізоляції в обмежених умовах є створення вуальної (безшовної) гідроізоляційної мембрани – нагнітання розчину з мінеральних компонентів «за обробку» тіла конструкції, а також скорочення трудомісткості технологічних операцій за рахунок особливостей зміни традиційної технології шляхом попереднього підігріву ін'єкційного складу.

За результатами проведених досліджень автором отримано такі висновки:

1. Аналіз нормативно-технічної документації та результатів вітчизняних та зарубіжних досліджень у галузі вдосконалення огорожуючих конструкцій підземних частин будівель показав, що технологічні процеси ремонту та

відновлення підземної гідроізоляції експлуатованих будівель, зокрема пристрої ін'єкційної гідроізоляції, не регламентовані нормами технологічного проектування. обсягу експериментальних досліджень у даному напрямку, збору та обробки статичних даних. Так, аналіз виявив необхідність розробки раціональних технологічних рішень ремонту та відновлення підземної гідроізоляції із застосуванням інноваційних матеріалів.

2. На основі даних, отриманих в ході експериментальних досліджень характеристик гідравлічної провідності та набухання ін'єкційного складу на мінеральній основі, встановлено оптимальний склад ін'єкційної суміші та проведено розрахунок технологічних параметрів нагнітання при виконанні робіт з усунення тріщин ненаскрізного характеру та влаштування вуальної гідроізоляції підземних споруд. Запропоноване технологічне рішення щодо попереднього нагрівання ін'єкційного складу на мінеральній основі призводить до скорочення робочих процесів на будівельному майданчику за рахунок більш швидкого захоплення складу та зменшення тривалості технологічних перерв. В результаті попереднього нагрівання робочий тиск нагнітання ін'єкційного складу знижується в середньому на 20%, що призводить до зменшення силового впливу на конструкцію, що ізолюється.

3. Виявлені в дослідно-виробничих умовах технологічні особливості процесу влаштування ін'єкційної гідроізоляції з мінеральних компонентів дозволили встановити склад та послідовність технологічних операцій з влаштування підземної гідроізоляції та визначити чисельно-кваліфікаційний склад виконавців. Визначення чисельного та кваліфікаційного складу робітників для влаштування ін'єкційної гідроізоляції виконано з урахуванням формування ритмічних потоків при виконання гідроізоляційних робіт. Виходячи з набору робочих операцій, що входять до технологічного процесу, був прийнятий склад з двох осіб: гідроізолюючий 4 розряду - 1, гідроізолюючий 3 розряду - 1 людина.

4. Методом хронометражних спостережень на дослідному майданчику встановлено фактичні витрати робочого часу на виконання технологічних процесів та операцій з влаштування ін'єкційної гідроізоляції з мінеральних

компонентів та визначено робочі операції, що мають найбільший вплив на загальну тривалість виконання гідроізоляційних робіт. За результатами проведених хронометражних досліджень тривалість влаштування ін'єкційної гідроізоляції з мінеральних компонентів на дослідній ділянці площею 15 м² склала 66,75 годин.

У ході реалізації системного підходу до вирішення завдання обґрунтованого вибору технології ремонту та відновлення гідроізоляції підземних конструкцій експлуатованих будівель сформовано систему показників якості, що забезпечує єдиний підхід у комплексній оцінці ефективності гідроізоляційних систем. Експертно-кваліфікальний аналіз технологій ремонту та відновлення підземної гідроізоляції, виконаний відповідно до встановлених критеріїв оцінки, виявив, що ін'єкційна гідроізоляція з мінеральних компонентів з ранговим значенням 0,31 є найбільш ефективною технологією ремонту та відновлення гідроізоляції підземних конструкцій експлуатованих будівель серед розглянутих.

Найбільш значущим критерієм оцінки ефективності для розглянутих варіантів технологій ремонту та відновлення підземних гідроізоляційних систем за результатами проведеного аналізу є критерій співвідношення надійності та вартості із глобальною вагою 0,461. Аналіз чутливості до рангових змін, виконаний для розглянутих варіантів технологій ремонту та відновлення підземної гідроізоляції, щодо встановлених критеріїв оцінки підтвердив надійність та стійкість проведеного ранжирування технологій.

4 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Архітектурно-будівельні рішення

4.1.1 Об'ємно-планувальні рішення

Будівля школи, що реконструюється, має складний план, що складається з трьох поверхів та одного поверху, з'єднаних між собою, оскільки будівництво відбувається на ділянці зі складним рельєфом. Існуюча будівля манежу була використана для будівництва будівлі, зберігаючи її загальний вигляд та гармонійну інтеграцію в загальне планувальне рішення шкільного комплексу. Дах наметової будівлі двосхилий. Дах частини будівлі біля головного входу кулястої форми. На стінах по осі «15» на всю висоту стін розташовані скляні напівкруглі еркери.

Основні принципи внутрішньопланувальних рішень прийняті відповідно до вимог регламенту проектування шкільного приміщення, а також архітектурно-просторових рішень на основі зовнішнього вигляду будівлі. Характеристики запланованої будівлі школи забезпечують необхідні показники освітлення та зручності розташування. Перелік та площі приміщень наведені в експлікації на арк. АБ-2 графічної частини.

У будівлі школи є дві сходові клітки відповідно до протипожежних шляхів евакуації. Ширина сходів 1200 мм, ширина зазору між сходами 100 мм. Ширина коридору, кількість і розміри виходів також відповідають вимогам протипожежного кодексу.

Розміри будівлі по осях $59,10 \times 92,00$ м.

Висота поверху 3,60 м для секції третього поверху та 3,90 м для секції першого поверху.

Площа - 2714,6 м².

Обсяг будівлі - 13 190 м³.

Площа ділянки 3476,6 м².

4.1.2 Архітектурно-конструктивні рішення

Конструктивна схема будівлі школи - міжповерховий поверх з несучими зовнішніми та внутрішніми цегляними стінами та збірними залізобетонними плитами. Просторова жорсткість будівлі гарантується спільною роботою стін і підлоги.

Фундамент стіни - стрічковий, виготовлений із збірних бетонних стінових блоків шириною 0,5×0,6 (h) м на монолітній залізобетонній шпалі завширшки 1,2-1,8 м, а на Фундамент існуючих стін висотою 0,4 м по осі «4-9»/«Ж-Л» - стрічковий, з кладки шириною 1,0 м.

Зовнішні стіни виконано з керамічної плитки М100 на цементному розчині М75, товщиною 510 мм. Зовні стіни утеплені мінеральною ватою товщиною 120 мм. Існуючий фасад залишився на початковому місці арени по осі «4-9»/«Ж-Л» з цегли товщиною 770-900 мм. Ділянки, де були пошкоджені стіни, довелося відремонтувати новою кладкою, а зовнішню поверхню обшити мінеральною ватою товщиною 100 мм.

Внутрішні стіни виконані з керамічної цегли М100 на цементному розчині М75, товщиною 380 або 510 мм. Існуюча внутрішня ділянка стіни по осі «4-9»/«Ж-Л» - цегляна кладка товщиною 830мм.

Сепаратор - з керамічної плитки М75 і розчину цементного піску М50 товщиною 120мм.

Перемички - Збірні залізобетонні, стрижневого типу, розміри перерізу 0,12 × 0,14 (h), 0,12 × 0,22 (h), 0,25 × 0,22 (h) м.

Настил - Виготовлений із збірних залізобетонних багатопустотних плит товщиною 220 мм, закріплених на цементному розчині. З метою підвищення жорсткості перекриття будівлі, плита перекриття з'єднується до зовнішніх стін і один до одного за допомогою сталевих прутків марки А240С, які з'єднуються з монтажними кільцями електрозварюванням.

Покрівля являє собою дерев'яну кроквяну систему, що складається з кроквяних ніг перерізом 75 × 200 (h) мм і опор і підкосів перерізом 100 × 100 (h)

мм. По осі «4-9»/«Ж-Л» дах складається з металевих трикутних решітчастих ферм з діагональними кроками 3,0 м. Купол над парадним входом виконаний з металевого космічного каркаса.

Покриття - виготовлено зі сталевих профільованих листів. Купол покритий гнучкою асфальтобетонною черепицею.

Сходи та майданчики збірні залізобетонні.

Огорожа сходів – це окреме замовлення із сталевих профілів квадратного перетину.

Вікна та входні двері будівлі – металопластикові, склопакети – з термоефективного скла.

Двері будинків дерев'яні скляні двері та глухі.

Таблиця 4.1 – Специфікація збірних залізобетонних конструкцій

Найменування конструкцій	Маса, т	Марка	Н×В, м	Л, м	Кіл., шт.
Плита перекриття	1,47	ПК42.12-8	0,22×1,19	4,18	64
Плита перекриття	1,84	ПК42.15-8	0,22×1,49	4,18	18
Плита перекриття	1,58	ПК48.12-8	0,22×1,19	4,48	12
Плита перекриття	1,975	ПК48.15-8	0,22×1,49	4,48	9
Плита перекриття	2,21	ПК63.12-8	0,22×1,19	6,28	42
Плита перекриття	2,76	ПК63.15-8	0,22×1,49	6,28	12
Плита перекриття	2,96	ПК72.12-8	0,22×1,19	7,18	88
Плита перекриття	3,70	ПК72.15-8	0,22×1,49	7,18	14
Перемичка	0,054	2ПБ13-1	0,14×0,12	1,29	98
Перемичка	0,065	2ПБ16-2	0,14×0,12	1,55	42
Перемичка	0,071	2ПБ19-2	0,14×0,12	1,87	66
Перемичка	0,103	2ПБ25-3	0,14×0,12	2,49	104
Перемичка	0,086	3ПБ13-37	0,22×0,12	1,29	196
Перемичка	0,096	3ПБ16-37	0,22×0,12	1,56	22
Перемичка	0,102	3ПБ18-37	0,22×0,12	1,81	30
Перемичка	0,375	5ПБ27-37	0,22×0,25	2,72	52
Сходовий марш	1,52	ЛМ18.12	0,30×1,19	4,04	12
Сходова площадка	1,76	ЛП13.27	0,42×1,35	2,78	8
Сходова площадка	2,18	ЛП18.27	0,42×1,81	2,78	8

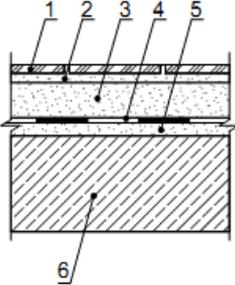
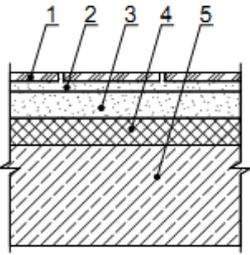
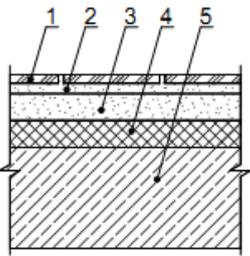
Таблиця 4.2 - Специфікація заповнень віконних та дверних прорізів

Марка, поз.	Найменування	К-сть на відм. ±0,000, шт.	К-сть на відм. +3,600, шт.	К-сть на відм. +7,200, шт.	Всього
Блоки дверні					
1	ДГ 21-7	6	16	8	30
2	ДГ 21-8	-	2	-	2
3	ДГ 21-9	6	-	-	6
4	ДО 21-9	7	20	1	28
5	ДО 21-13	6	-	-	6
6	ДО 21-10	-	12	4	16
7	ДГ 21-13	2	8	2	12
8	ДГ 21-15	2	-	-	2
9	ДО 24-13	-	2	-	2
11	ДО 21-15	-	2	-	2
12	ДО 24-18	-	1	-	1
Блоки віконні					
ВК-1	2210×2250(h)	-	40	8	48
ВК-2	2210×2200(h)	22	-	-	22
ВК-3	990×1200(h)	-	2	-	2
ВК-4	1220×1200(h)	-	1	-	1
ВК-5	2620×2500(h)	-	2	-	2
ВК-6	3720×4100(h)	-	1	-	1
ВК-7	1140×1200(h)	-	2	-	2
ВК-8	1300×800(h)	11	-	-	11
ВК-9	2880×2300(h)	-	2	-	2
ВК-10	1380×1800(h)	2	2	-	4
ВК-11	2210×1250(h)	-	-	7	7

Таблиця 4.3 - Відомість опорядження приміщень

Найменування приміщення	Стеля		Стіни і перегородки	
	Площа, м ²	Вид оздоблення	Площа, м ²	Вид оздоблення
1	2	3	4	5
Санвузли, приміщення харчоблоку, приміщення притирального інвентаря	521,5	Шпаклювання, поліпшене водоемульсійне фарбування	1694,8	Штукатурення, облицювання глазурованою керамічною плиткою, затирка швів
Навчальні класи, адміністративні приміщення, актова зала, спортивна зала	2120,7	Шпаклювання, поліпшене водоемульсійне фарбування	5195,7	Поліпшена штукатурка, шпаклювання, поліпшене водоемульсійне фарбування
Коридори, холи, фойє	834,4	Підвісна стеля із гіпсокартонних плит по металевому каркасу	1877,4	Поліпшена штукатурка, шпаклювання, поліпшене водоемульсійне фарбування

Таблиця 4.4 - Експлікація підлог

Назва або номер приміщень	Тип підлоги по проекту	Схема підлоги	Елементи підлоги і їх товщина	Площа підлоги, м ²
Санвузли, приміщення харчоблоку, приміщення притирального інвентаря	1		<p>1.Керамічна плитка - 13 мм 2. Прошарок із заповнення швів цементно-піщаним розчином М150 - 15 мм 3. Стяжка поризована 3 цементно-піщаного розчину М150 - 20 мм 4. Гідроізоляція - 2 шари гідроізолу на холодній мастиці 5. Стяжка з цементно-піщ. розчину М150 - 20 мм 6. Бетонна плита</p>	521,5
Навчальні класи, адміністративні приміщення,	2		<p>1. Покриття – лінолеум на бітумній мастиці; 2. Прошарок із заповненням швів цементно - піщаним розчином М150; 3. Стяжка з цементно - піщаного розчину М150; 4. Звукоізоляція - плити STROPROCK; 5. Бетонна плита</p>	1984,7
Коридори, холи, фойє, актовa зала	3		<p>1. Покриття - керамічна плитка -13 мм; 2. Прошарок із заповненням швів цементно - піщаним розчином М150; 3. Стяжка з цементно - піщаного розчину М150; 4. Звукоізоляція - плити STROPROCK; 5. Бетонна підлога</p>	914,4

4.1.3 Теплотехнічний розрахунок

Для теплоізоляції зовнішніх стін будівлі використовуємо утеплення мінеральною ватою.

В даному розділі розраховуємо товщину шару утеплювача з мінеральної вати для стіни із керамічної цегли товщиною 510 мм.

Район будівництва відноситься до I температурної зони [26].

Нормативне значення опору теплопередачі стін для даної температурної зони - $R_n = 3,3$ [(м²*К)/Вт [26].

Опір теплопередачі огорожуючої конструкції знаходимо за формулою:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_e} + \sum R_i + \frac{1}{\alpha_n} \quad (4.1)$$

де, α_a - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні, $\alpha_e = 8,7 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$;

α_i - коефіцієнт теплопередачі (для зимових умов) зовнішньої поверхні огорожуючої конструкції, $\alpha_n = 23 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$;

R_i - термічний опір i -го шару конструкції, який розраховується за формулою:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}}, \quad (4.2)$$

де, δ_i - товщина i -го шару конструкції, м,

λ_{ip} - теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м·К).

Знаходимо значення термічного опору шару кам'яної кладки за формулою (4.2):

$$R_l = 0,51 / 0,81 = 0,63 \text{ м}^2/\text{Вт} \cdot \text{К}$$

Знаходимо значення термічного опору стіни за формулою (4.1):

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + 0,63 + \frac{1}{23} = 0,115 + 0,63 + 0,045 = 0,79 \text{ м}^2/\text{Вт} \cdot \text{К}$$

Так, як $R_0 = 0,79 \text{ м}^2/\text{Вт} \cdot \text{К} < R_{q \text{ nom}} = 2,80 \text{ м}^2/\text{Вт} \cdot \text{К}$, то зовнішня стіна не

відповідає вимогам енергозбереження.

Необхідну товщину утеплювача δ_2 розроховуємо із різниці в потрібному та наявному термічному опорі:

$$\delta_2 = (R_{q, \text{нв}} - R_0) \cdot \lambda_2 \quad (4.3)$$

В якості утеплювача приймаємо мінераловатні плити об'ємною вагою $\gamma = 75$ кг/м³, коефіцієнт теплопровідності - $\lambda_2 = 0,055$ Вт/(м·К) [27].

Знаходимо значення товщини утеплювача:

$$\delta_2 = (3,3 - 0,79) \cdot 0,055 = 0,11 \text{ м.}$$

Відповідно до результатів отриманого розрахунку приймаємо утеплення зовнішніх стін мінераловатними плитами товщиною 120 мм.

4.1.4 Зовнішнє оздоблення

Підвал будівлі оздоблений імітацією граніту безшовною полірованою плиткою. Основи існуючих стін викладені декоративною бруківкою.

Зовнішні стіни оштукатурені цементним розчином на кам'яній поверхні стін, водонепроникною ґрунтовкою та силіконовою фарбою. Для оздоблення існуючих стін використовувалася відновлювальна вапняна піщана штукатурка.

4.1.5 Внутрішнє опорядження

Інтер'єр будинку буде виготовлений із сучасних, якісних та безпечних для життя та здоров'я матеріалів, сертифікованих в Україні.

Стіни будинку штукатурять якісним цементним розчином, потім вирівнюють шпаклівкою і покривають водоемульсійною сумішшю або шпалерами.

Стіни санвузла та комори викладені плиткою на цементному розчині по всій висоті стін. Стелі - якісна заповнення на поверхні залізобетонних плит, покритих водоемульсійною сумішшю. У ванній кімнаті стеля обшита пластиковою вагонкою на дерев'яному каркасі.

Підлога - мозаїкобетон в сходових клітках і коридорах. В інших приміщеннях підлоги лінолеум на цементному розчині. У ванній - плитка.

4.1.6 Протипожежні заходи

Ступінь вогнестійкості будівлі – II [28].

При виконанні проекту будівництва школи було дотримано вимоги протипожежних норм та правил. До об'єкту передбачено під'їзд пожежних машин. Евакуація з приміщень будівлі здійснюється евакуаційними виходами з надземної частини. Внутрішнє гасіння пожежі передбачається вогнегасниками, які розташовані в протипожежному комплексі. Зовнішнє гасіння пожежі передбачається від протипожежних гідрантів, які розташовані на відстані менше 50 м від будівлі.

В будівлі передбачена протипожежна сигналізація з встановленням приладу ГТПС-3. Проектом передбачено відключення проточно-витяжної вентиляції при включенні пожежної сигналізації.

Електропостачання будівлі виконується кабелями АВВГ, ВВГ в скобах. Також проектом передбачено установку системи оповіщення людей про пожежу і управління евакуацією.

Система забезпечує:

- передачу звукових сигналів;
- трансляцію мовних повідомлень про пожежу;
- передачу в окремі зони будівлі повідомлень про місце пожежі, про шляхи евакуації та дії, які забезпечують особисту безпеку.

Технічні засоби системи складаються із комплексу підсилювачів звуку, гучномовців, дзвінків а також засобів керування ними.[5]

4.1.7 Санітарні умови і вимоги

Температура, відносна вологість, швидкість руху повітря в приміщеннях будівлі відповідає вимогам санітарно-гігієнічних норм та правил. Для підтримання в приміщеннях нормативної температури повітря в холодну пору року передбачається система водяного опалення. Теплоносієм для систем опалення є гаряча вода з параметрами $T_1=95^{\circ}\text{C}$, $T_2=70^{\circ}\text{C}$.

Приміщення мають природне бічне освітлення через вікна, та штучне освітлення електричними лампами.

Основним джерелом шуму є автотранспорт. Для зниження рівня звукового тиску до нормативно-допустимого, проектом передбачається наступні заходи:

- застосування в конструкціях будівлі утеплювача стін із мінеральної вати;
- улаштування навколо будівлі зелених насаджень, що служать захисним екраном;
- використання вікон з метало пластикового профілю, конструкція яких знижує проникнення шуму та пилу в приміщення.

4.1.8 Інженерне обладнання

Опалення – централізоване, водяне. Схема опалення прийнята однотрубна з прокладкою магістральних трубопроводів в горищі. Опалювальні прилади - алюмінієві радіатори та металопластикові труби. Дільниці трубопроводу, що проходять через неопалювані приміщення, ізолюються для зменшення тепловтрат.

Ввід трубопроводів опалення до будівлі виконується в рівні підвального поверху, де розташовано розподільчий пункт з веденням обліку кількості спожитої теплоти.

Джерелом водопостачання будівлі школи служать існуючі мережі холодного та гарячого водопроводу із сталевих труб діаметром 100 мм.

В будівлі запроектовано тупикову систему холодного та гарячого водопостачання. Для обліку витрат води на ввіді водопровідних труб до будівлі встановлюють водомірний вузол.

Повітрообмін в приміщеннях та принципове рішення систем вентиляції прийняті відповідно до вимог санітарно-гігієнічних норм.

Приплив повітря у приміщення – природний, неорганізований через відкриті стулки вікон та канали в стінах.

Витяжка з приміщень - природна через стінові канали, додатково у сходових клітинах передбачено витяжні механізми для димовидалення. Вентиляційні канали передбачено розмірами 140x120, 140x270 мм.

Каналізація - господарсько-фекальна, запроектована мережею каналізаційних трубопроводів з виведенням на міські очисні споруди. Передбачається самостійна мережа каналізації, що прокладається із пластикових труб. Каналізаційні колодязі виконуються із збірних залізобетонних елементів.

Електропостачання будівлі школи передбачається від існуючої трансформаторної підстанції. Облік електроенергії передбачається на ввіді до будівлі.

Проектом передбачено використання електроенергії для освітлення приміщень та підключення побутових приладів тощо. Напруга в електричній мережі будівлі – 220 В

Також будівля забезпечується слабкострумними мережами, а саме: телефонними та телевізійними кабелями, системою протипожежної сигналізації.

4.2 Технологічна карта на виконання робіт при влаштуванні ін'єкційної гідроізоляції

4.2.1 Технологічна послідовність виконання робіт при влаштуванні ін'єкційної гідроізоляції.

Перед початком виконання робіт з влаштування ін'єкційної гідроізоляції було виконано комплекс організаційних та підготовчих заходів відповідно до [30], що включав такі види робіт:

- проведення обстеження конструкцій, що ізолюються;
- передачу ділянки для проведення гідроізоляційних робіт з оформленням акта здачі-приймання;
- підготовку до використання необхідних машин, обладнання, інвентарю та пристроїв;
- доставку необхідних матеріалів та організацію місця під складування матеріалів та інвентарю;
- встановлення засобів підмащування;
- узгодження місць миття ємностей, інструментів та підключення до електрики та води;
- організацію висвітлення робочих місць;
- проведення інструктажу робітників з безпечного ведення робіт та охорони праці.

Після завершення організаційних робіт проводилася підготовка робочої поверхні на дослідній ділянці конструкції. Роботи велися як вручну за допомогою металевих щіток, так і за допомогою механізованого інструменту (перфоратор з насадками). У ході робіт на робочій поверхні конструкції усувалися тріщини, сколи, раковини, ділянки з пухкими елементами, що легко відшаровуються. Всі виступаючі елементи на поверхні конструкції, що не мали

функціонального та іншого призначення, і утруднюють виконання робіт, також видалялися. Підготовлена поверхня відповідала вимогам [31, 32].

Після підготовки робочої поверхні конструкції в місцях течій намічались і просвердлювалися наскрізні отвори, що виходять за простір підвального приміщення (рисунок 4.1). Свердління наскрізних отворів під ін'єкції здійснювалося за допомогою перфоратора. Кількість отворів складало 9 шт. на 1 м² поверхні, що ізолюється. Свердління отворів виконувалося в шаховому порядку з кроком 400 мм по горизонталі та 500 мм по вертикалі, із заглибленням у ґрунт на 100-150 мм. Діаметр отворів приймався на 1-2 мм більше за діаметр нагнітального патрубку і становив 25 мм. По закінченні бурових робіт отвори очищалися стисненим повітрям від залишків буріння і встановлювалися нагнітальні патрубки. Зовнішній діаметр патрубків, що дорівнює 22 мм, був прийнятий виходячи з внутрішнього діаметра шланга, використовуваного розчинонасосу.

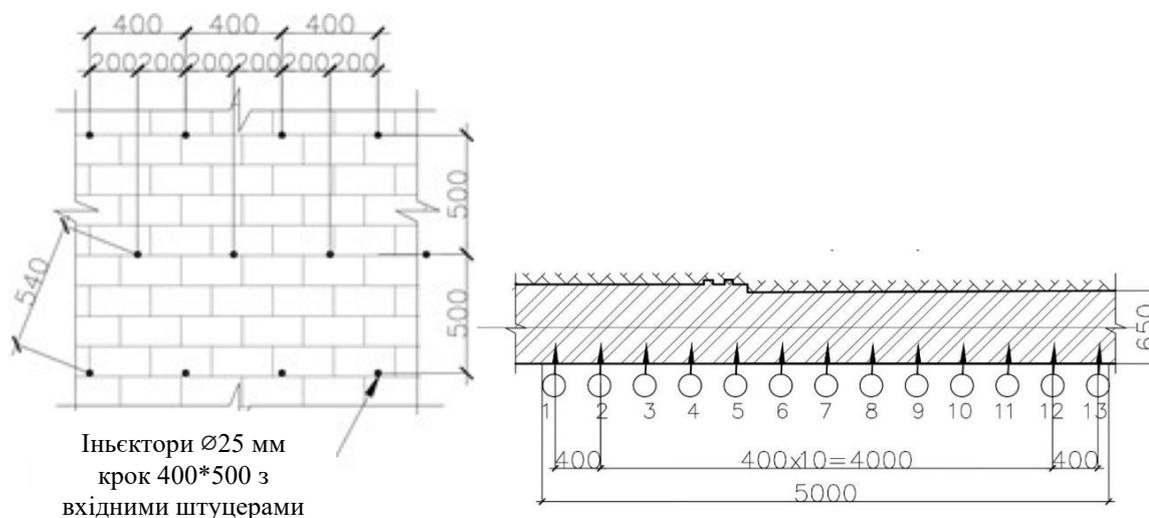


Рисунок 4.1 – Схема розташування ін'єкційних отворів у конструкції: а – вид збоку; б – вид зверху

Ін'єкційний розчин, що застосовується для влаштування гідроізоляції, готували безпосередньо на будівельному майданчику за допомогою електродриля з насадкою-міксером. Готова суха суміш бентонітового глинопорошка з будівельним піском засипалася в змішувальну ємність,

заповнену попередньо нагрітою до 45°C водою і перемішувалась протягом 5 хвилин. Частка сухої суміші становила 25% загальної маси розчину. Перед приготуванням робочого обсягу розчину виконувався пробний заміс для оцінки життєздатності розчину за умов будівельного майданчика. Життєздатність ін'єктованого розчину в середньому становила 20 хвилин.

Після приготування робочого об'єму розчину розпочинався процес ін'єктування. Нагнітання ін'єкційного складу на дослідній ділянці конструкції здійснювалося знизу-вгору по периметру конструкції затискним способом (рисунок 4.2).

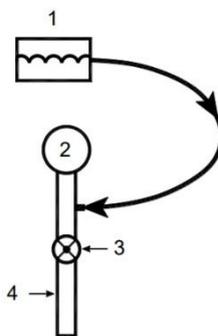


Рисунок 4.2 – Затискний спосіб нагнітання розчину: 1 – розчинонасос; 2 – манометр; 3 – кран; 4 – ін'єктор

Приготовлений розчин нагнітається через ін'єкційні патрубки за обробний простір споруди з постійною продуктивністю доти, доки тиск у системі не перевищував допустимої величини, або поки що ін'єкційний склад не починав витікати із сусідніх патрубків. З появою розчину із сусіднього патрубка нагнітання в даному патрубку зупинялося, виконувалася герметизація патрубка і шланг розчинонасоса приєднувався до сусіднього патрубка. Заповнення порожнеч вважалось повним, коли із сусідніх патрубків з'являвся розчин. За цією схемою проводилося прокачування через усі патрубки (рисунок 4.3).

Нагнітання розчину проводилося через патрубки, оснащені корковими кранами, що дозволяло виконувати герметизацію свердловин у процесі нагнітання. Робочий тиск нагнітання розчину встановлювався виходячи з

інженерно-геологічних умов майданчика та технічного стану ізольованої конструкції та становив не менше 0,4 МПа. Уточнення та коригування тиску нагнітання здійснювалася в процесі виробництва абот за допомогою манометра, що встановлюється на замонолічений нагнітальний патрубок і обмежувалося граничною величиною, що дорівнює 1,2 МПа. Після закачування розчину по всій поверхні дослідної ділянки конструкції була виконана технологічна перерва протягом 16 годин для вбирання води.

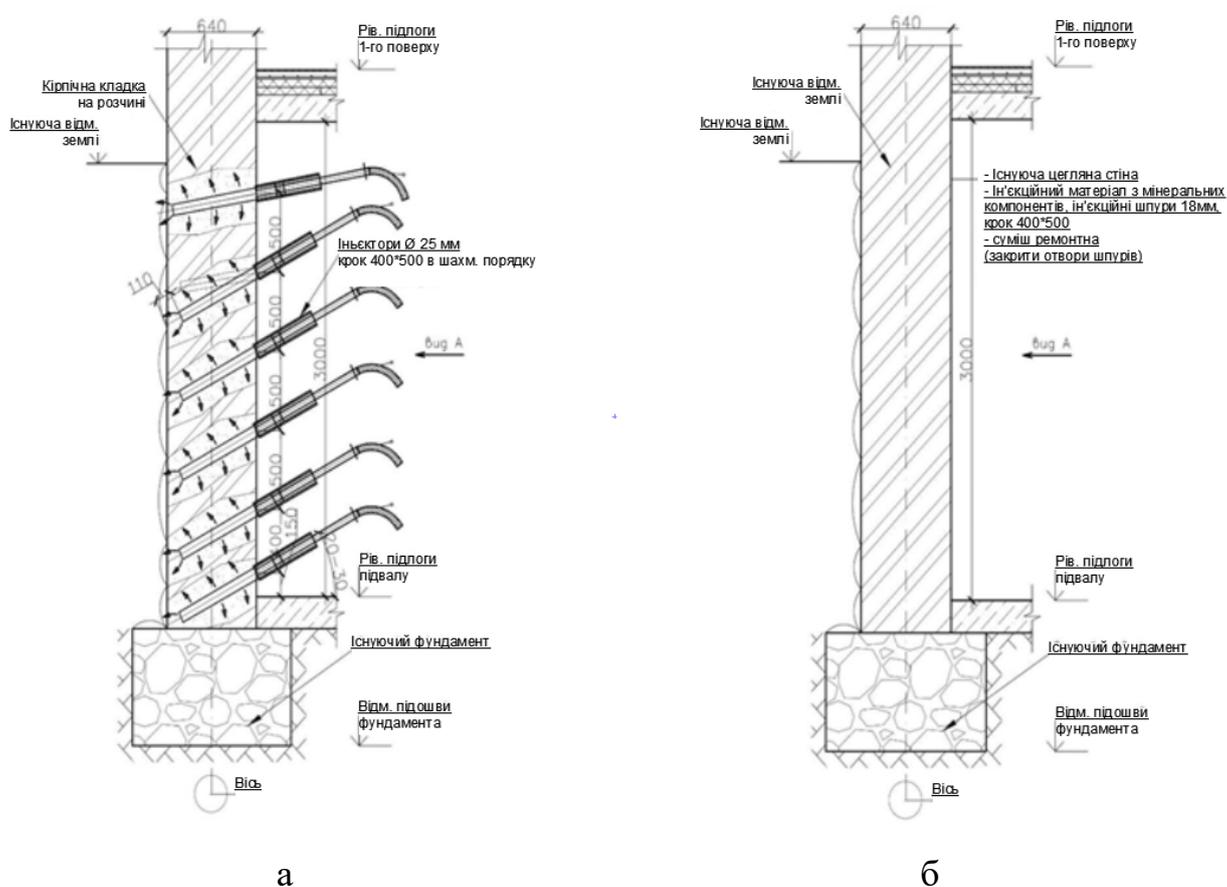


Рисунок 4.3 – Схема нагнітання ін'єкційного складу за обробний простір:
а – перший етап; б – другий етап

Контроль якості виконання робіт з влаштування ін'єкційної гідроізоляції на дослідній ділянці конструкції здійснювався відповідно до вимог [31, 32]. Контроль якості робіт охоплював усі стадії технологічного процесу, починаючи з організаційних заходів та закінчуючи повним закінченням гідроізоляційних робіт.

Потреба в матеріалах, розрахована для дослідної ділянки виконання гідроізоляційних робіт, представлена у таблиці 4.5. Перелік машин, устаткування, інвентарю та пристроїв, використаних під час виконання робіт, наведено у таблиці 4.6.

Таблиця 4.5 – Відомість потреби у матеріалах на 1 м² (за відсутності пустот)

№ п/п	Найменування матеріалу	Одиниці виміру	Кількість
1	Піщано-бентонітова суміш	кг	35
2	Вода	л	105

Таблиця 4.6 – Машини, обладнання, інвентарю та пристроїв, використаних на дослідній ділянці

№ п/п	Найменування	Призначення	Основні технічні характеристики	Кількість
1	Розчинонасос гвинтовий СО-150	Нагнітання гідроізоляційного складу	Напруга – 380 В Потужність – 2200 Вт	1
2	Перфоратор із насадками	Свердління ін'єкційних отворів	Напруга – 220 В Потужність – 1000 Вт Частота – 4000 уд/хв	1
3	Трійник з манометром для вимірювання тиску нагнітання розчину	Вимірювання тиску подачі розчину за обробний простір	-	1
4	Міксер-дріль для перемішування розчину	Приготування гідроізоляційного складу	Напруга – 220 В Потужність – 100 Вт Частота – 600 об/хв	1

Продовження табл. 4.6

5	Пакери	Ін'єктування гідроізоляційного складу	Діаметр – 22 мм Тиск – 4 МПа	135
6	Шланги ін'єкційні	Ін'єктування гідроізоляційного складу	Діаметр – 20 мм	5
7	Ємності робочі пластикові	Приготування та тимчасове зберігання гідроізоляційного складу	Об'єм – 50 л	2
8	Термометр	Вимірювання температури води	-	1
9	Молоток-кирка	Підготовка поверхні	-	2
10	Щітка сталева	Очищення поверхні	-	2
11	Шпатель сталевий	Нанесення ремонтних складів	-	2
12	Лінійка металева	Виконання лінійних вимірів	Шкала виміру – 150 мм	1
13	Рулетка металева	Виконання лінійних вимірів	Шкала виміру – 200 мм	1
14	Засоби підмащування	Обробка ділянок поверхні вище за зростання людини	-	1 комплект
15	Огородження запобіжні	Огородження робочої ділянки	-	1 комплект

Після закінчення гідроізоляційних робіт на дослідній ділянці було здійснено відбір контрольних зразків ґрунту, що прилягає до конструкцій фундаменту. Зразки були поміщені в герметичні контейнери та відправлені до лабораторії для

подальших випробувань на гідравлічну провідність. За результатами випробувань відібраних зразків було зафіксовано зниження коефіцієнта фільтрації прилеглого ґрунту на три порядки – з $1,5 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{-6}$ см/с (таблиця 4.7).

Таблиця 4.7 - Фізико-механічні характеристики прилеглого ґрунту після виконання гідроізоляційних робіт

№ п/п	Найменування параметрів	Позначення	Одиниці виміру	Значення
1	Вологість на межі плинності	W_L	д.е.	0,33
2	Вологість на межі розкочування	W_p	д.е.	0,24
3	Вологість природна	W	д.е.	0,3
4	Питома вага ґрунту в сухому стані	ρ	г/см ³	1,76
5	Коефіцієнт пористості	e	д.е.	0,45
6	Коефіцієнт фільтрації	k_ϕ	см/с	$1,2 \cdot 10^{-6}$

4.2.2 Технологічна послідовність виконання робіт при влаштуванні комплексної ін'єкційної гідроізоляції з притисною стінкою

Розглянута вище технологія дозволяє відносно легко створювати гідроізоляційні бар'єри у існуючих конструкціях з боку активної дії води без необхідності виїмки ґрунту по периметру споруди. Піщано-бентонітовий склад, що нагнітається за обробний простір споруди, заповнює всі тріщини і порожнини ізолюваної конструкції, а також порожнечі, що знаходяться в прилеглому ґрунті. У процесі гідратації складу утворюється щільна непроникна мембрана, що надійно оберігає конструкції від контакту з водою.

Складнощі, як правило, виникають на майданчиках, що характеризуються постійним коливанням рівня ґрунтових вод і наявністю в основі спорудження добре дренованих ґрунтів. Зазначені фактори створюють умови для поступового вимивання ін'єкцій піщано-бентонітового складу з подальшим відновленням протікання у приміщеннях підземної споруди.

Для вирішення даної проблеми автором був розроблений варіант комплексної ін'єкційної гідроізоляції, в основі якого лежить створення на початковому етапі притискної блокуючої стінки з цементно-піщаного складу в шарі ґрунту, що прилягає до конструкції. Пристрій притискної стінки здійснюється за допомогою нагнітання цементно-піщаного складу на фіксованій відстані від конструкції підземної споруди. Цементно-піщана стінка, що створюється, обмежує розподіл нагнітається піщано-бентонітової суміші і, таким чином, сприяє максимальному використанню потенціалу набухання бентонітової гідроізоляції. У процесі другого етапу між створеною цементно-піщаною стінкою та конструкцією, що захищає, виконується безперервна гідроізоляційна мембрана шляхом нагнітання піщано-бентонітового складу за обробний простір підземної споруди.

Перед початком виконання робіт із влаштування комплексної ін'єкційної гідроізоляції виконується аналогічний комплекс організаційних та підготовчих заходів, наведений у розділі 4.2.1.

Після закінчення організаційних робіт виконується підготовка робочої поверхні ізольованої конструкції. Поверхня має бути очищена від бруду та видимих структурних ушкоджень. При необхідності здійснюється локальний ремонт тріщин для виключення витікання розчину, що ін'єктується, з конструкцій у ході виконання робіт. Підготовлена поверхня має відповідати вимогам [30].

Далі на підготовленій ділянці конструкції намічаються та пробурюються ін'єкційні отвори діаметром 40 мм з кроком 400 мм по горизонталі та 500 мм по вертикалі (рисунок 4.1). Ін'єкційні отвори розташовуються рівномірно під кутом 20-30° до горизонту на висоті 100-150 мм від рівня підлоги. Необхідна кількість

отворів та крок встановлюються за результатами оцінки параметрів протікання та визначення матеріалу конструкції. Для ділянки, що розглядається, кількість отворів складе 9 шт. на 1 м² поверхні, що ізолюється.

Пробурені отвори повинні проходити наскрізь конструкції стіни та заходити за зовнішню грань у ґрунт на глибину 450-550 мм. Кут буріння до горизонту може коригуватися залежно від висоти підвального приміщення. Допустимі відхилення отворів від проектного положення не повинні перевищувати 50 мм від розбивної осі. При влаштуванні гідроізоляції в залізобетонних конструкціях попередньо визначається положення стрижнів арматури в обох напрямках, після чого розбивка ін'єкційних отворів ведеться з відступом від арматури на 50 мм.

Після завершення бурових робіт ін'єкційні отвори очищаються стисненим повітрям від бруду і в них встановлюються сталеві труби діаметром 38 мм та довжиною 1200 мм, що визначається залежно від радіусу закріплення, характеру та числа течій матеріалу матеріалу. Для ділянки, що розглядається, радіус закріплення складе 300 мм.

Далі в гирлі свердловини встановлюється тампон-нагнітач і нагнітання ін'єкційного складу за обробний простір підземної споруди (рисунок 4.4). Нагнітання здійснюється цементно-піщаним складом із водоцементним співвідношенням В/Ц=0,5-0,8. Склад розчину коригується на ділянці виконання робіт залежно від величини поглинання розчину, тиску нагнітання та якості вихідних матеріалів. Робочий склад розчину визначається за наслідками дослідного нагнітання на перших 3-5 свердловинах.

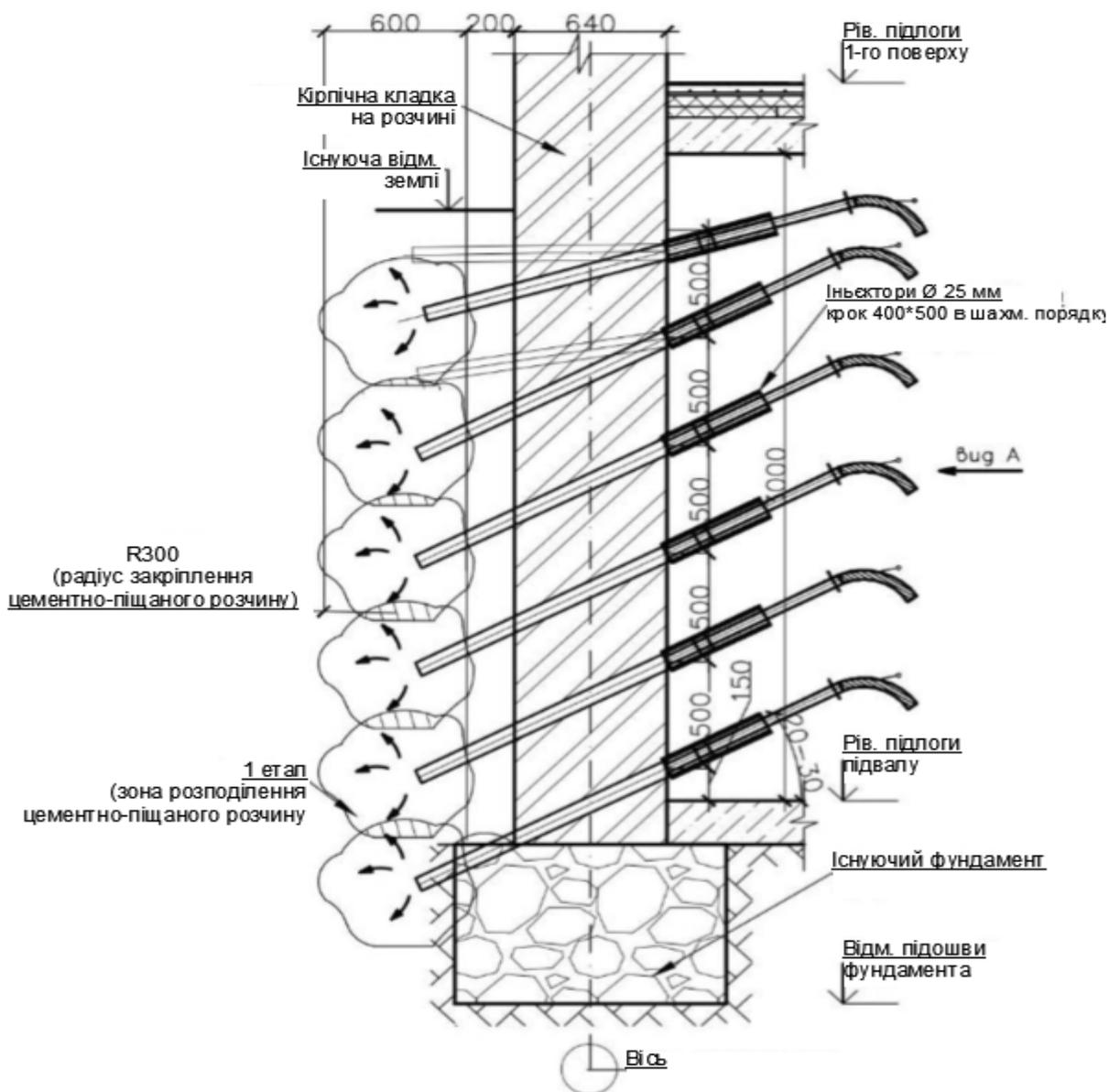


Рисунок 4.4 – Схема нагнітання цементно-піщаного складу за обробний простір (1 етап)

Нагнітання ін'єкційного складу слід виконувати за допомогою двокомпонентного насоса, обладнаного регулятором швидкості подачі розчину та манометром для контролю тиску. Ін'єктування виконується у напрямку знизу вгору при робочому тиску 0,3-0,5 МПа. У процесі ін'єктування не допускається різке підвищення тиску на виході розчину. Нагнітання розчину виконується до поглинання встановленої норми, або досягнення відмови. За відмову приймається поглинання розчину обсягом до 5 л протягом 15 хв при максимально допустимому тиску. Після припинення подачі розчину витягується

тампон і здійснюється технологічна перерва протягом доби.

Після закінчення ін'єкційних робіт повинні бути виконані контрольні шурфи для визначення розмірів та якості цементно-піщаних ін'єкцій. Контроль якості виконання ін'єкційних робіт необхідно виконувати відповідно до [30, 31]. У процесі виконання робіт необхідно дотримуватися вимог [30] та здійснювати моніторинг за станом ізолюваних конструкцій. У разі виникнення неприпустимих деформацій та розвитку тріщин необхідно призупинити роботи до з'ясування та усунення причин.

До другого етапу виконання робіт приступають після набору міцності цементно-піщаної стіни. У пробуренні першому етапі отвори встановлюються нагнітальні патрубки і виконується ін'єктування піщано-бентонітового складу за обробний простір підземної споруди (рисунок 4.5). Ін'єкційні роботи здійснюються відповідно до технологічної послідовності, наведеної в розділі 4.2.1.

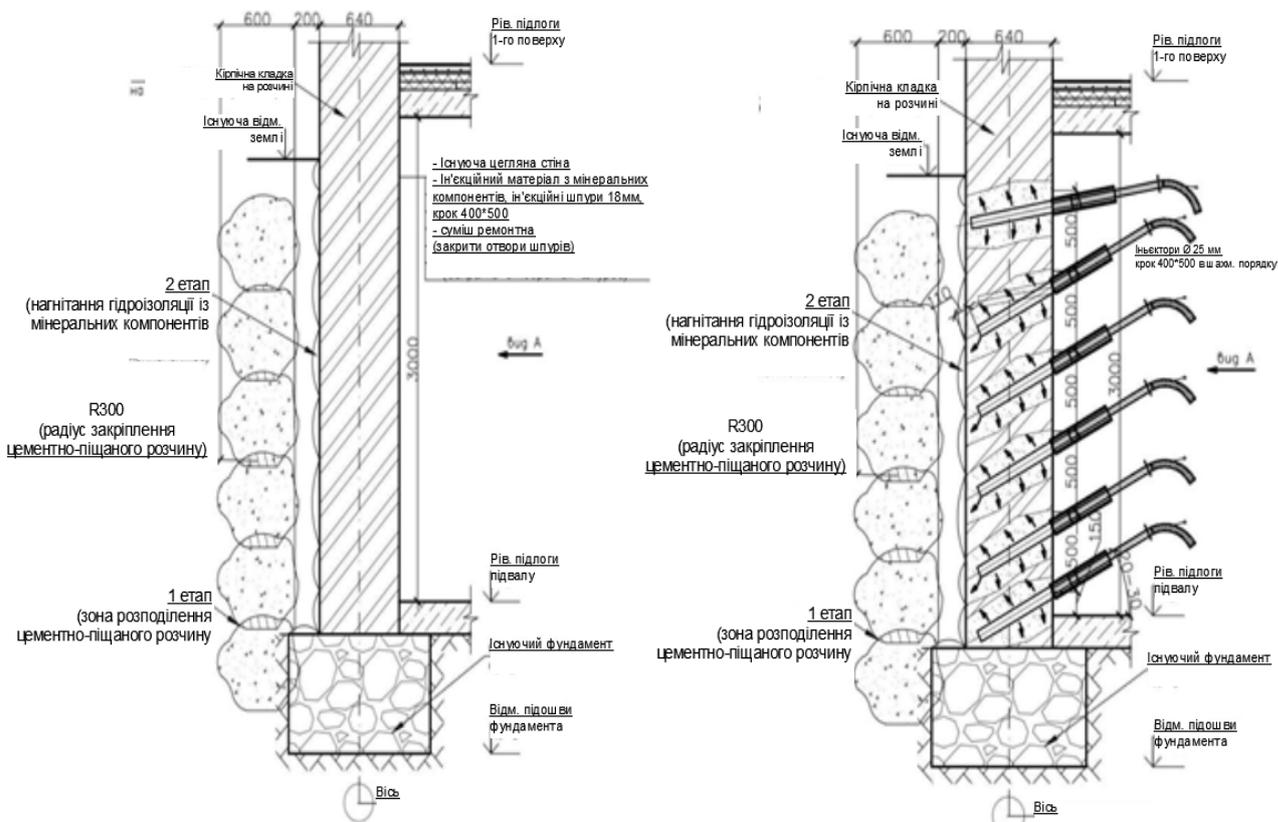


Рисунок 4.5 – Схема нагнітання піщано-бентонітового складу за обробний простір: а – 2 етап; б - 3 етап

Потреба в матеріалах, розрахована для ділянки виробництва гідроізоляційних робіт, що розглядається, представлена в таблиці 4.7. Перелік машин, обладнання, інвентарю та пристроїв, необхідних під час виконання робіт, наведено в таблиці 4.8.

Таблиця 4.7 – Відомість потреби у матеріалах на 1 м² (за відсутності пустот)

№ п/п	Найменування матеріалу	Одиниці виміру	Кількість
1	Цементно-піщана суміш	кг	35
1	Піщано-бентонітова суміш	кг	35
2	Вода	л	200

Таблиця 4.8 – Машин, обладнання, інвентарю та пристроїв, використаних на дослідній ділянці

№ п/п	Найменування	Призначення	Основні технічні характеристики	Кількість
1	Розчинонасос Putzmeister P 715	Нагнітання гідроізоляційного складу	Напруга – 380 В Потужність – 35 кВт	1
2	Розчинонасос гвинтовий СО-150	Нагнітання гідроізоляційного складу	Напруга – 380 В Потужність – 2200 Вт	1
3	Перфоратор із насадками Denzel RH-1050-26	Свердління ін'єкційних отворів	Напруга – 220 В Потужність – 1050 Вт Частота – 5100 уд/хв	1
4	Трійник з манометром для вимірювання тиску нагнітання розчину	Вимірювання тиску подачі розчину за обробний простір	-	1
5	Міксер-дріль для перемішування розчину	Приготування гідроізоляційного складу	Напруга – 220 В Потужність – 1050 Вт Частота – 550 об/хв	1

Продовження табл. 4.8

6	Пакери	Ін'єктування гідроізоляційного складу	Діаметр – 22 мм Тиск – 4 МПа	135
7	Шланги ін'єкційні	Ін'єктування гідроізоляційного складу	Діаметр – 20 мм	5
8	Ємності робочі пластикові	Приготування та тимчасове зберігання гідроізоляційного складу	Об'єм – 50 л	2
9	Термометр	Вимірювання температури води	-	1
10	Молоток-кирка	Підготовка поверхні	-	2
11	Щітка сталева	Очищення поверхні	-	2
12	Шпатель сталевий	Нанесення ремонтних складів	-	2
13	Лінійка металева	Виконання лінійних вимірів	Шкала виміру – 150 мм	1
14	Рулетка металева	Виконання лінійних вимірів	Шкала виміру – 200 мм	1
15	Засоби підмащування	Обробка ділянок поверхні вище за зростання людини	-	1 комплект
16	Огородження запобіжні	Огородження робочої ділянки	-	1 комплект

4.2.3 Визначення чисельного та кваліфікаційного складу робітника при влаштуванні ін'єкційної гідроізоляції

За результатами обробки даних хронометражних спостережень та аналізу вимог, наведених у єдиному тарифно-кваліфікаційному довіднику робіт та професій [32], автором було визначено раціональний склад робочої ланки для влаштування ін'єкційної гідроізоляції (таблиця 4.9). Виходячи з набору робочих операцій, що входять у технологічний процес, а також особливостей технології, що розробляється, був прийнятий наступний склад робочої ланки:

- гідроізолювальник 4 розряду (Г4) – 1 особа;
- гідроізолюючий 3 розряду (Г3) -1 людина.

У характеристику робіт гідроізолюючого 3-го розряду входить: приєднання нагнітальних шлангів при ін'єктуванні; встановлення та вилучення ін'єктора зі свердловин; регулювання робочого тиску нагнітання; спостереження за станом нагнітача у процесі ін'єктування; промивання насоса та ін'єктованої зони водою; герметизація свердловин після закінчення ін'єктування. Гідроізолюючий 3-го розряду повинен знати: сортамент труб та шлангів; способи приготування простих розчинів; основні вимоги до якості нагнітаних складів; правила застосування манометрів; будову, правила встановлення та вилучення зі свердловини нагнітача.

У характеристику робіт гідроізолюючого 4-го розряду входить: установка ін'єктора в свердловину та його вилучення; нагнітання ін'єкційного (піщано-глинистого, цементно-піщаного) розчину через перфораторні свердловини; встановлення індикаторів для вимірювання деформацій будівельних конструкцій у процесі ін'єктування; виконання вимірів щільності ін'єкційного складу. Гідроізолюючий 4-го розряду повинен знати: склади розчинів та їх основні властивості; способи приготування складних розчинів; технологію виконання ін'єкційних робіт; причини виникнення несправностей у роботі обладнання та способи їх усунення; правила ведення журналів гідроізоляційних робіт

Таблиця 4.9 - Розподіл витрат праці робітників за розрядами для влаштування ін'єкційної гідроізоляції

Найменування технологічних процесів та операцій	Трудомісткість, чол.-хв	Трудомісткість, чол.-год	У тому числі з розбивкою за розрядами	
			Г4	Г2
1. Підготовка поверхні ізольованих конструкцій	120	2,00	1,00	1,00
2. Свердління отворів, не доходячи до зовнішньої поверхні стіни підвалу на 70-90 мм.	1350	22,50	11,25	11,25
3. Установка пакерів для гідроізоляційного розчину, не доходячи до зовнішньої поверхні стіни підвалу на 70-90 мм.	225	3,75	1,88	1,88
4. Приготування ін'єкційного розчину	165	2,75	1,38	1,38
5. Нагнітання ін'єкційного розчину у конструкцію	1605	26,75	26,75	-
6. Вилучення ін'єкторів/пакерів та встановлення їх на наступному ділянці	225	3,75	1,88	1,88
7. Тампонування (заділ) отворів ремонтним розчином	105	1,75	0,88	0,88
8. Технологічна перерва близько 16 год	-	-	-	-
9. Очищення кладки від розчину	210	3,50	1,75	1,75
Разом, загальна трудомісткість, чол.-год:	4005,00	66,75	46,75	20,00

Гідроізолювальники, що входять до складу робочої ланки, повинні вміти самостійно здійснювати всі необхідні операції і бути здатні підмінити один одного, володіти методами безпечного ведення будівельних робіт і знати про вимоги до якості пристрою гідроізоляційних покриттів.

Прийнята робоча ланка є самостійним виробничим осередком, що виконує

автономно та в повному обсязі всі необхідні роботи, що входять у виробничий процес. Залежно від обсягу гідроізоляційних робіт, які проводяться на об'єкті, на будівельному майданчику можуть одночасно працювати кілька ланок.

Гідроізоляцію поверхні огорожувальних конструкцій слід вести послідовно за захватками, розбиваючи поверхню на вертикальні або горизонтальні захватки, залежно від наявних на будівельному майданчику засобів підмащування. При розбивці поверхні на горизонтальні захватки розстановка робочих ланок виконується у всьому фронті робіт у межах однієї захватки, у своїй кожна ланка займає чергову ділянку. Розмір ділянок визначається виходячи з денного вироблення робочих ланок.

Технологічні операції, що включають вивантаження виробів, що монтуються, і матеріалів з транспортних засобів, їх переміщення в зонах складування і подачу до місця виконання робіт можуть проводити один або два підсобні робочі 1 розряду (ПР1). Установка та розбирання, що використовуються на будівельному майданчику засобів підмащування, повинна здійснюватися робітниками, які мають відповідну спеціальність та атестовані в установленому порядку.

Склад та послідовність виконання операцій, що входять до технологічного процесу влаштування ін'єкційної гідроізоляції, а також вимоги до робітників наведені у таблиці 4.10 (додаток В). Графік тривалості виконання робіт з влаштування ін'єкційної гідроізоляції наведено на листі ГЧ. Графік руху робочої сили та циклограма пристрою ін'єкційної гідроізоляції наведені на аркуші ГЧ.

4.3 Висновок по технічній частині

В розділі 4 наведено архітектурно-планувальні та технологічні рішення будівлі школи, яка реконструюється. Представлені рішення по генплану території та заходи по благоустрою.

Після проведення заходів, запропонованих в науковому розділі, запроектовано влаштувати ін'єкційної гідроізоляцію, що дозволить оптимізувати технологічно-організаційні параметри проведення реконструкції, сприяти підвищенню надійності гідроізоляційних систем. Атакож розробити методику об'єктивної оцінки та раціонального вибору технологічних та організаційних рішень щодо влаштування гідроізоляційних систем в умовах щільної міської забудови.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У випускній кваліфікаційній роботі розглянуті заходи з охорони праці під час виконання ізоляційних робіт. Під час виконання ізоляційних робіт (гідроізоляційних, теплоізоляційних, антикорозійних) потрібно за [32] передбачити заходи із запобігання впливу на працюючих таких шкідливих і небезпечних виробничих факторів:

Фізичні:

- рухомі машини і механізми;
- вироби, заготовки, матеріали, що пересуваються;
- незахищені рухомі елементи виробничого обладнання;
- підвищена та понижена температура повітря робочої зони;
- підвищена та понижена рухливість повітря;
- підвищена та понижена вологість повітря;
- підвищена температура поверхонь обладнання, матеріалів;
- підвищена запиленість повітря робочої зони;
- недостатня освітленість робочої зони;
- недостатність природного освітлення;
- небезпечний рівень напруги в електричному колі, замикання якого може відбутися через тіло людини;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень вібрації;
- розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі (підлоги);
- гострі кромки, задирки та шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів та обладнання.

Психофізіологічні:

- фізичні перевантаження (динамічні);
- нервово–психічні перевантаження (монотонність праці, емоційні перевантаження, перенапруга аналізаторів).

5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту

5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

У проектно-технологічній документації повинно бути передбачено: використання колективних і індивідуальних засобів захисту працівників під час приготування і транспортування гарячих мастик і матеріалів; унеможливлення виконання зварювальних робіт і робіт з використанням відкритого полум'я на технологічних ділянках, де виконуються ізоляційні роботи з пожежонебезпечними матеріалами; заборона виконання будівельно-монтажних робіт, підіймання та перенесення вантажів кранами над ділянками, де виконуються гідроізоляційні роботи; запобігання прориванню на технологічній ділянці ґрунтових, зливових або технологічних вод; захист навколишнього середовища згідно з ГОСТ 17.2.3.01, ГОСТ 17.2.3.02; збирання та тимчасове зберігання відходів виробництва.

Робочі місця для проведення гідроізоляційних робіт з можливим виділенням пожежонебезпечних речовин повинні бути обладнані первинними засобами пожежогасіння згідно з вимогами НАПБ А.01.001, ДБН В.1.1-7 та НАПБ Б.03.001. Використання вогнегасників необхідно здійснювати згідно з вимогами НАПБ Б.01.008, НАПБ А.01.001.

Під час виконання ізоляційних робіт усередині технологічних апаратів або закритих приміщеннях робочі місця повинні бути забезпечені вентиляцією (привітрюванням) та місцевим освітленням від електромережі напругою не вище 12 В з арматурою у вибухобезпечному виконанні.

Робочі місця для виконання гідроізоляційних робіт на висоті повинні бути обладнані засобами підмоцнування з огорожами і драбинами для піднімання на них відповідно до [33-35].

Допуск робітників у котлован чи підземні приміщення будівлі для влаштування гідроізоляції дозволяється тільки після огляду майстром спільно з бригадиром цілісності несучих та огорожувальних конструкцій, вжиття заходів із запобігання прориву до котловану ґрунтових, зливових або технологічних вод.

Під час робіт з просочувального гідроізолювання з використанням шкідливих хімічних композицій робітники повинні бути забезпечені гумовими рукавичками та респіраторами згідно з ГОСТ 12.4.010, ГОСТ 12.4.028.

Підготування поверхні під просочувальне гідроізолювання з використанням кислот повинні виконувати робітники, які забезпечені цупким, кислотостійким спецодягом, спецвзуттям згідно з ДСТУ 3962, гумовими рукавичками і захисними окулярами згідно з ГОСТ 12.4.013.

5.1.2 Електробезпека

Живлення силового обладнання та системи освітлення здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 х 220В (фазна напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В).

Категорія умов по небезпеці електротравматизму – особливо небезпечні, у зв'язку з виконанням робіт за межами приміщень. Технічні рішення щодо запобігання електротравмам:

1) Для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмопровідними елементами електроустаткування, необхідно:

- розміщувати неізольовані струмопровідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах;

- використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні - написи, таблички, попереджувальні знаки;

- підвід кабелів до споживачів здійснювати у закритих конструкціях підлоги;

2) При живленні однофазних споживачів струму від трипровідної мережі при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі.

Згідно з вимогами нормативів, повинна бути забезпечена необхідна кратність струму К.З. залежно від типу запобіжного пристрою, повинна бути забезпечена цілісність нульового захисного провідника.

3) Електрозахисні засоби захисту

Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється.

Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками.

Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні встановлюють допустиму температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря у певних діапазонах в залежності від періоду року та категорії робіт і допустиму інтенсивність опромінення.

Таблиця 5.1 – Нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні з категорією робіт Па

Період року	Категорія робіт	Допустимі		
		t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	Середньої важкості Па	18-27	65 при 26°C	0,2-0,4
Холодний		17-23	До 75%	не більше 0,3

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено:

1. Температура внутрішніх поверхонь будівельних конструкцій робочої зони і зовнішніх поверхонь обладнання при забезпеченні допустимих параметрів мікроклімату не повинні бути більше ніж на 2°C за діапазон норм.

2. Якщо температура поверхонь вище або нижче допустимої температури повітря, то робочі місця повинні бути віддалені від них на відстань не менше їм.

3. Для забезпечення нормованих значень руху кисню проектом передбачається витяжна та припливна вентиляційні системи.

5.2.2 Склад повітря робочої зони

В умовах даного виробництва в цехах можливим забруднювачем являється нетоксичний пил.

Таблиця 5.2 – Концентрація шкідливих речовин в повітрі

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимальна разова	Середня добова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

Для видалення шкідливих домішок з повітря у виробничих приміщеннях проектом передбачено застосування вентиляції і кондиціонування повітря.

Природню аерацію в теплу пору року можна регулювати за допомогою фрамуг, які встановлюються у віконних проїмах і через витяжні ліхтарі, які встановлюються на даху приміщення – це безканальна вентиляція. Більш активна вентиляція забезпечується пристроєм вентиляційних каналів, які споруджуються у стінах приміщення. При цьому для підсилення швидкості руху повітря на виході теплого повітря зовні, а саме на трубі, яка розташовується на даху будівлі, встановлюють спеціальні камери-патрубки.

Природна вентиляція не передбачає підігрів та зволоження повітря, яке поступає у приміщення, і очистка від пилу повітря, яке видаляється на зовні, тому для досягнення максимального рівня вентиляції ще використовують механічну вентиляцію.

5.2.3 Виробниче освітлення

Вплив світла на життєдіяльність людини вивчений досить добре. Воно впливає не лише на функцію зору, а й на діяльність організму в цілому: посилюється обмін речовин, збільшується поглинання кисню і виділення вуглекислого газу. Відомий сприятливий вплив природного освітлення на скелетну мускулатуру. Недостатня або надмірна освітленість, нерівномірність освітлення в полі зору втомлює очі, призводить до зниження продуктивності праці; при цьому зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків.

Раціональне освітлення – один з основних факторів створення сприятливих робочих умов праці. Недостатнє освітлення викликає передчасне стомлення працюючих, знижує продуктивність праці, може стати причиною нещасного випадку.

У приміщенні використовується штучне та природне освітлення.

Система штучного освітлення – комбінована, оскільки поряд із загальним освітленням (тип джерела освітлення – лампи світлодіодні) використовуються індивідуальні джерела світла (настільні світильники з лампами світлодіодними).

Норми освітленості при штучному освітленні та КПО при природному та суміщеному освітленні (відповідно до ДБН В.2.5-28-2018, характеристика зорової роботи – дуже високої точності, розряд зорової роботи – II, підрозряд – в) зазначені у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Характер зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,15 до 0,3 включно	II	в	малий середній великий	світлий середній темний	1500	200	-	4,2

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітлення, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 2,5 метра.

Для загального освітлення приміщень рекомендується використовувати головним чином, світлодіодні лампи, що обумовлюється наступними перевагами: високою світловою віддачею (до 75 лм/Вт і більше); довгим часом

використання (до 10000 годин); малою яскравістю поверхні, що світиться; спектральним складом випромінюючого світла (для деяких видів ламп цей склад є близьким до природного світла, що забезпечує гарну передачу кольорів). Разом з тим необхідно врахувати і недоліки цих ламп: висока пульсація світлового потоку та пов'язана з цим можливість стробоскопічного ефекту; для запалювання та горіння лампи необхідно включення послідовно з ним пускорегулюючих апаратів; працездатність ламп залежить від температури оточуючого середовища, до кінця часу роботи світловий потік зменшується більш ніж на половину від номінального.

Світильники з світлодіодними лампами розміщують рядами; що дозволяє здійснювати їх послідовне включення (відключення) в залежності від величини природної освітленості.

5.2.4 Виробничий шум

Рівень звуку вимірюється в децибелах і визначається по формулі:

$$L = 20 \cdot \lg \left(\frac{P}{P_0} \right) = 20 \cdot \lg \left(\frac{U}{U_0} \right), \quad (5.1)$$

де L - рівень шуму, дБ;

P - звуковий тиск, Па;

U_0 - коливальна швидкість, $5 \cdot 10^{-8}$ м/с;

P_0 - нульове значення звукового тиску на нижньому порозі чутності в октавній смузі зі середньгеометричною частотою 1000 Гц, умовно прийняте рівним $2 \cdot 10^{-5}$ Па.

Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум Загальні вимоги безпеки».

Основні параметри виробничого шуму на постійних робочих місцях в промислових приміщеннях наведені у таблиці 5.4.

Шум порушує нормальну роботу шлунка, особливо впливає на центральну нервову систему. Для забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщенні, проектом передбачено засоби колективного захисту: акустичні, архітектурно-планувальні й організаційно-технічні.

Таблиця 5.4 – Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах середньгеометричними частотами, Гц								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постійні робочі місця в промислових приміщеннях	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту – «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація».

Для зниження шуму в приміщенні, необхідно:

- безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі.
- для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.

5.2.5 Виробнича вібрація

Вібрація відноситься до факторів, які мають велику біологічну активність. Як загальна, так і локальна вібрація несприятливо впливає на організм людини,

викликає зміну у функціональному стані вестибулярного апарату, центральної нервової, серцево-судинної систем, погіршує самопочуття та може призвести до розвитку професійних захворювань.

У нашому цеху присутня вібрація типу - За. Тобто технологічна вібрація, яка діє на персонал цеху, або яка передається на робочі місця, не маючи джерел випромінювання.

Основні параметри вібрації, такі як середньоквадратичне значення віброприскорення та віброшвидкості, логарифмічні рівні приведені у таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Середньоквадратичні значення віброприскорення та віброшвидкості

Категорія вібрації по санітарним нормам	Напрямок дії	Нормативні, корекційовані по частоті та еквівалентні корекційовані значення			
		Віброприскорення		Віброшвидкість	
		м·с ⁻²	ДБ	м·с ⁻² ·10 ⁻²	ДБ
Загальна	Z ₀ , Y ₀ , X ₀	0,1	100	0,2	92

Для зменшення дії вібрацій на працюючих проектом передбачено:

- динамічне погашення вібрації - приєднання до захисного об'єкту системи, реакції якої зменшують розмах вібрації об'єкта в точках приєднання системи;
- зміна конструктивних елементів машин;
- застосування засобів індивідуального захисту, а саме рукавиці, вкладиші і прокладки, віброзахисне взуття з пружнодемпферуючим низом.

5.2.6 Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори вибираються відповідно з Гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, затвердженої Наказом Міністерства охорони здоров'я № 528 від 27 грудня 2001 року.

Фізичні навантаження.

Робоча поза: Періодичне перебування в незручній та/або фіксованій позі до 50% часу зміни; перебування у вимушеній позі (навпочіпки, на колінах і т. ін.) від 10% до 25% часу зміни; знаходження в позі стоячи від 60% до 80% часу зміни.

Сумарна маса вантажів, що переміщуються протягом кожної години зміни: з робочої поверхні (чоловіки): до 1500

Нахили корпусу (вимушені, більше 30), кількість за зміну: 101 –300

Переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом протягом зміни), км

По горизонталі: до 12

По вертикалі: до 8

Інтелектуальні навантаження: Рішення складних завдань з вибором за відомим алгоритмом (робота за серією інструкцій)

Зміст роботи: Сприймання сигналів з наступним порівнянням фактичних значень параметрів з їх номінальним значеннями. Заключна оцінка фактичних значень параметрів, Обробка, перевірка і контроль за виконанням завдання, Робота в умовах дефіциту часу

Сенсорні навантаження:

Тривалість зосередженого спостереження (в % від часу зміни) 51 -75

Щільність сигналів (світлових, звукових) та повідомлень в середньому за годину роботи 176–300

Навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів) Розбірливість слів та сигналів від 70% до 50%

Навантаження на голосовий апарат (сумарна кількість годин, що наговорюються протягом тижня) 20-25

Емоційне навантаження:

Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки – Несе відповідальність за функціональну якість основної роботи (завдань).

Вимагає виправлень за рахунок додаткових зусиль всього колективу (групи, бригади та ін.)

Монотонність навантажень:

Кількість елементів (прийомів), необхідних для реалізації простого завдання або в операціях, які повторюються багаторазово 5-2

Тривалість виконання простих виробничих завдань чи операцій, що повторюються (сек.) 24-2

Монотонність виробничої обстановки (час пасивного спостереження за технологічним процесом в % від часу зміни) 91-95

Режим праці

Фактична тривалість робочого дня (год.) 8

Змінність роботи Однозмінна робота

Наявність регламентованих перерв та їх тривалість Перерви регламентовані тривалості 1 год.

5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях.

5.3.1 Дія іонізуючих випромінювань на організм людини

Згідно з одними поглядами, іонізація атомів і молекул, що виникає під дією випромінювання, веде до розірвання зв'язків у білкових молекулах, що призводить до загибелі клітин і поразки всього організму. Згідно з іншими уявленнями, у формуванні біологічних наслідків іонізуючих випромінювань відіграють роль продукти радіолізу води, яка, як відомо, становить до 70% маси організму людини. При іонізації води утворюються вільні радикали H^+ та OH^{\cdot} , а в присутності кисню — пероксидні сполуки, що є сильними окислювачами. Останні вступають у хімічну взаємодію з молекулами білків та ферментів, руйнуючи їх, в результаті чого утворюються сполуки, не властиві живому організму. Це призводить до порушення обмінних процесів, пригнічення

ферментних і окремих функціональних систем, тобто порушення життєдіяльності всього організму.

Вплив радіоактивного випромінювання на організм людини можна уявити в дуже спрощеному вигляді таким чином. Припустімо, що в організмі людини відбувається нормальний процес травлення, їжа, що надходить, розкладається на більш прості сполуки, які потім надходять через мембрану усередину кожної клітини і будуть використані як будівельний матеріал для відтворення собі подібних, для відшкодування енергетичних витрат на транспортування речовин і їхню переробку. Під час потрапляння випромінювання на мембрану відразу ж порушуються молекулярні зв'язки, атоми перетворюються в іони. Крізь зруйновану мембрану в клітину починають надходити сторонні (токсичні) речовини, робота її порушується. Якщо доза випромінювання невелика, відбувається рекомбінація електронів, тобто повернення їх на свої місця. Молекулярні зв'язки відновлюються, і клітина продовжує виконувати свої функції. Якщо ж доза опромінення висока або дуже багато разів повторюється, то електрони не встигають рекомбінувати; молекулярні зв'язки не відновлюються; виходить з ладу велика кількість клітин; робота органів розладнується; нормальна життєдіяльність організму стає неможливою.

5.3.2 Розрахунок коефіцієнта протирадіаційного захисту приміщення №24 першого поверху

Оскільки приміщення, для якого проводитимемо розрахунок, знаходиться на першому поверсі будівлі, коефіцієнт протирадіаційного захисту розраховуватимемо за формулою

$$K_3 = \frac{0,65 \times K_1 \times K_{CT}}{(1 - K_{III})(K_0 \times K_{CT} + 1)K_M}.$$

Початкові дані:

1. Несучі стіни будинку з цегли (51 см), маса $1\text{ м}^2 - 765$ кг.
2. Стіни будинку з цегли (38 см), маса $1\text{ м}^2 - 570$ кг.

3. Стіни будинку з цегли (10 см), маса $1\text{ м}^2 - 180\text{ кг}$.
4. Маса 1 м^2 міжповерхового перекриття – 690 кг/м^2 .
5. Площа віконних прорізів: ВК-7 – 3 м^2 .
6. Площа дверних прорізів: 4 – $1,9\text{ м}^2$; 5 – $2,7\text{ м}^2$; 7 – $2,9\text{ м}^2$.
7. Висота підвіконників – $0,8\text{ м}$;
8. Площа підлоги для розрахунку приміщення – $102,4\text{ м}^2$;
9. Висота приміщення – 3 м ;
10. Плоскі кути:

Кут $\alpha_1 = 50^\circ$. Проти кута розташовані:

- стіна з цегли (51 см) площею 18 м^2 ;
- стіна з цегли (38 см) площею 18 м^2 з прорізом площею 9 м^2 .

Кут $\alpha_2 = 130^\circ$. Проти кута розташовані:

- стіна з цегли (51 см) площею $38,4\text{ м}^2$ з прорізом площею 12 м^2 .

Кут $\alpha_3 = 50^\circ$. Проти кута розташовані:

- стіна з цегли (51 см) площею 18 м^2 з прорізом площею 3 м^2 ;
- 2 стіни з цегли (10 см) площею 18 м^2 .

Кут $\alpha_4 = 130^\circ$. Проти кута розташовані:

- стіна з цегли (51 см) площею $38,4\text{ м}^2$ з прорізом площею 21 м^2 ;
- стіна з цегли (38 см) площею $38,4\text{ м}^2$ з прорізом площею $1,9\text{ м}^2$;
- стіна з цегли (38 см) площею $38,4\text{ м}^2$ з прорізом площею $7,7\text{ м}^2$.

Визначаємо зведені маси стін і перегородок, розташованих проти плоских кутів.

Кут $\alpha_1 = 50^\circ$.

Зведена маса стіни з цегли (51 см) площею 18 м^2

$$G_{36} = 765\text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Зведена маса стіни з цегли (38 см) площею 18 м^2

$$G_{36} = 570\text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Сумарна зведена маса стін плоского кута α_1

$$G_{\Sigma}^1 = 765 + 570 = 1335\text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Кут $\alpha_2=130^\circ$.

Зведена маса стіни з цегли (51 см) площею 38,4 м² з прорізом площею 12 м²

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{12}{38,4} = 0,31, \quad G_{36} = 765(1-0,31) = 525,9 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Сумарна зведена маса стін плоского кута α_2

$$G_{\Sigma}^2 = 525,9 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Кут $\alpha_3=50^\circ$.

Зведена маса стіни з цегли (51 см) площею 18 м² з прорізом площею 3 м²

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{3}{18} = 0,17, \quad G_{36} = 765(1-0,17) = 637,5 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Зведена маса 2-х стін з цегли (10 см) площею 18 м²

$$G_{36} = 180 \times 2 = 360 \text{ (кг/м}^2\text{)}$$

Сумарна зведена маса стін плоского кута α_3

$$G_{\Sigma}^3 = 637,5 + 360 = 997,5 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Кут $\alpha_4=130^\circ$.

Зведена маса стіни з цегли (51 см) площею 38,4 м² з прорізом площею 21 м²

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{21}{38,4} = 0,55, \quad G_{36} = 765(1-0,55) = 346,7 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Зведена маса стіни з цегли (38 см) площею 38,4 м² з прорізом площею 1,9 м²

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{1,9}{38,4} = 0,05, \quad G_{36} = 570(1-0,05) = 541,5 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Зведена маса стіни з цегли (38 см) площею 38,4 м² з прорізом площею 7,7 м²

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{7,7}{38,4} = 0,2, \quad G_{36} = 570(1-0,2) = 456 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Сумарна зведена маса стін плоского кута α_2

$$G_{\Sigma}^4 = 346,7 + 541,5 + 456 = 1344,2 \text{ (кг/м}^2\text{)}.$$

Сумарні зведені маси стін і перегородок

$$G_{\Sigma}^1 = 1335 \text{ (кг/м}^2\text{)}; \quad G_{\Sigma}^2 = 525,9 \text{ (кг/м}^2\text{)};$$

$$G_{\Sigma}^3 = 997,5 \text{ (кг/м}^2\text{)} ; G_{\Sigma}^4 = 1344,2 \text{ (кг/м}^2\text{)} .$$

Перший і четвертий кути, проти яких розташовані стіни і перегородки сумарною масою більше 1000 кг/м², при визначенні коефіцієнта K_1 , що враховує долю радіації після послаблення зовнішніми і внутрішніми стінами, виключаються, тоді

$$K_1 = \frac{360}{36 + \sum \alpha_i} = \frac{360}{36 + 180} = 1,67 .$$

За мінімальною сумарною масою стін $G_{\Sigma}^2 = 525,9 \text{ (кг/м}^2\text{)}$ визначаємо [40] коефіцієнт $K_{CT}=38,5$.

За шириною будівлі визначаємо коефіцієнт, який враховує долю розсіювання випромінювання $K_{Ш}=0,04$ (висота приміщення складає 3 м) [40].

Коефіцієнт K_0 , що враховує зниження поглинальної здатності зовнішніх стін за рахунок наявності в них віконних і дверних прорізів та проникнення в приміщення вторинного випромінювання, з врахуванням висоти від підлоги до вікон 0,8 м розрахуємо

$$K_0 = 0,8 \frac{S_0}{S_{П}} = 0,8 \frac{12}{102,4} = 0,09 ,$$

де $S_0 = 12 \text{ м}^2$ – площа віконних перерізів приміщення; $S_{П} = 102,4 \text{ м}^2$ – площа підлоги приміщення.

Коефіцієнт, що враховує зниження дози радіації в будівлі, розташованій в районі забудови, від екранувальної дії сусідніх споруд $K_M=0,55$ [40].

Отже коефіцієнт протирадіаційного захисту приміщення

$$K_3 = \frac{0,65 \times K_1 \times K_{CT}}{(1 - K_{Ш})(K_0 \times K_{CT} + 1) K_M} = \frac{0,65 \times 1,67 \times 38,5}{(1 - 0,04)(0,09 \times 38,5 + 1) 0,55} = 17,72$$

Розрахований коефіцієнт радіаційного захисту приміщення вказує на неможливість тривалого перебування людей в даному приміщенні в разі

виникнення радіаційного забруднення та необхідність їх евакуації у випадку виникнення такої надзвичайної ситуації.

5.4 Висновок по розділу 5

У даній роботі було встановлено небезпечні виробничі фактори при виконанні робіт по влаштуванню вертикальної гідроізоляції в будівлі школи, що реконструюється. Проведено розрахунок шкідливих речовин, мікроклімату при виконанні робіт в приміщенні. Також встановлено розряд зорової роботи робітників, клас та категорію електробезпеки. Виконано розрахунки коефіцієнта протирадіаційного захисту приміщення першого поверху.

6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Техніко-економічне порівняння варіантів ізоляції

Традиційні способи підземної гідроізоляції далекі від досконалості. Для отримання досить надійного та довговічного гідробар'єру доводиться паралельно використовувати кілька гідроізоляційних технологій, що неминуче призводить до перевитрати робочого часу та коштів.

Для техніко-економічного порівняння і вибору найдоцільнішого варіанту гідроізоляції розглянуто декілька варіантів:

1 варіант - Бентонітові мати, які монтуються тканною стороною до ізольованої основи: проникаючи крізь тканину, гель розподіляється по мікрорельєфу основи, заповнюючи тріщини та інші пошкодження бетонних конструкцій;

2 варіант – Застосування пінополіуретанової ізоляції: Відмінна адгезія – прилипання складу до оброблюваної поверхні без попередньої обробки, тобто «зчепленням» з металом, бетоном, деревиною (навіть із залишками кори), відмінно оберігає металеві поверхні від появи іржі і корозії, а також від руйнівного впливу різних агресивних середовищ.

3 варіант – Застосування дослідженого в магістерській роботі матеріалу бентонітового глинопорошка.

Для кожного варіанту складені локальні кошториси за допомогою програмного комплексу АВК (таблиця 6.1-6.3) які наведені в додатку .

Вони розроблялися на основі:

ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи (РЕКН, ДБН Д.2.2 - 99); збірника єдиних середніх кошторисних цін на матеріали, вироби та конструкції загально виробничі витрати розраховані відповідно до усереднених показників додатка 3 до [42].

Кошторисна вартість влаштування конструкцій враховує трудовитрати та заробітна плата будівельників та машиністів, кількість та вартість матеріальних

ресурсів, експлуатації будівельних машин та механізмів. Кошторисна вартість влаштування конструкцій визначається як сума прямих та загальновиробничих витрат.

Прямі витрати (ПВ) враховують в своєму складі заробітну плату робочих, вартість експлуатації будівельних машин та механізмів, вартість матеріалів, виробів та конструкцій.

Загальновиробничі витрати (ЗВВ) – це витрати будівельно-монтажної організації, які входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт.

Для розрахунку загальновиробничі витрати групуються в три блоки:

- а) засоби на заробітну плату робітників;
- б) відрахування на соціальні заходи;
- в) інші статті загально - виробничих витрат.

Результати порівняння варіантів наведені в таблиці 6.4.

Всі вищенаведені показники, окрім первісної вартості і-тої машини та нормативної тривалості роботи машини за рік, узяті з локальних кошторисів. При порівнянні варіантів приймається той варіант, який має мінімальне значення приведених витрат.

$$П_i = C_i + E_n \cdot K_i \rightarrow \min, \quad (6.1)$$

Величина C і K прирівнюються за допомогою нормативного коефіцієнта ефективності капітальних вкладень E_n , який є допустимим мінімумом зниження собівартості на одиницю додаткових капітальних вкладень, за якими вони визнаються ефективними.

Собівартість робіт визначається за формулою:

$$C = ПВ + ЗВВ, \quad (6.2)$$

де ПВ – прямі витрати, грн. Під прямими витратами розуміють витрати, пов'язані з виконанням будівельних робіт, які можна прямо та безпосередньо включити до собівартості конкретних будівельних робіт;

ЗВВ – кошторисна величина загальновиробничих витрат, грн.

ПВ та ЗВВ визначаємо із локального кошторису (таблиці 6.2 –6.4).

Капітальні вкладення у виробничі фонди:

$$K = \text{КОВФ} + \text{Кобігові кошт}, \quad (6.3)$$

де КОВФ – вартість основних виробничих фондів;

Кобігові кошти = Ссм./Кобор. – обігові кошти,

де Ссм. – кошторисна вартість (всього по кошторису), грн.;

Кобор.= 3-4.

Основні виробничі фонди визначаються за формулою:

$$K_{\text{ОВФ}} = \sum_{i=1}^n \frac{\Phi_i \cdot T_{i,\text{об.}}}{T_{i,\text{річн.}}}, \quad (6.4)$$

де Φ_i – первісна вартість i -тої машини, грн. (в даному випадку прийmemo вартість експлуатації машин із кошторису);

T_i – тривалість роботи i -тої машини на об'єкті, год.;

T_i , річн. – нормативна тривалість роботи за рік, год.

Економічний ефект

$$E = \text{П1} - \text{П2}$$

Таблиця 6.4 - Порівняння варіантів

Показники	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
1	2	3	4
Прямі витрати, тис. грн.	169,56	208,678	100,22
Кошторисна трудомісткість, тис. люд.-год.	3,253	1,923	2,064
Кошторисна заробітна плата, тис. грн.	71,6	40,61	43,2
Загальновиробничі витрати, тис. грн.	44,442	35,371	37,579
Усього за кошторисом, тис. грн.	214,002	234,261	109,805
Кошторисний прибуток, грн.			
Показники (обчислені)			
Кошторисна величина ЗВВ, тис. грн.	44,442	35,371	37,579
Собівартість робіт (С), тис. грн.	214,00	234,26	109,81

Продовження табл. 6.4

1	2	3	4
Обігові кошти, тис. грн.	71,33	78,09	36,60
Основні виробничі фонди, тис. грн.	2,651	5,253	5,204
Капіталовкладення в виробничі фонди, тис. грн.	73,99	83,34	41,81
Показник приведених витрат, тис. грн.	222,88	244,26	114,82
Економічний ефект, тис. грн.	108,06		

6.2 Висновки по розділу 6

В даному розділі виконано техніко-економічне порівняння різних варіантів ізоляції: 1 варіант - Бентонітові мати; 2 варіант – Застосування пінополіуретанової ізоляції; 3 варіант – Застосування бентонітового глинопорошка. Для кожного варіанту розроблений локальний кошторис за допомогою програмного комплексу АВК. В кошторисних документах визначена кошторисна вартість виконання робіт, з урахуванням заробітної плати, вартості матеріалів, вартості експлуатації машин та трудовитрат. Усі загальні витрати зведені в порівняльну таблицю, в якій пороховані приведені витрати. Приведені витрати враховують в своєму складі майбутню вартість експлуатації влаштованих матеріалів.

Порівнюючи кожний варіант із таблиць 6.4 ми бачимо, що найбільш економічним є 3 варіант досліджуваного матеріалу в магістерській роботі – бентонітових глин. Кошторисна вартість ізоляції даним матеріалом становить – 109,805 тис. грн., кошторисна трудомісткість – 2,064 тис. люд-год., приведені витрати - 114,82 тис. грн. Економічний ефект – 108,06 тис. грн.

ВИСНОВКИ

Було проаналізовано нормативну базу, наукових досліджень у галузі влаштування підземної гідроізоляції в обмежених умовах;

Сформульовано основні підходи до вдосконалення технологій влаштування підземної гідроізоляції в обмежених умовах;

Розроблено експериментальне дослідження параметрів технологічних процесів влаштування підземної ін'єкційної гідроізоляції в обмежених умовах з урахуванням особливостей механізації робіт, чисельного та кваліфікаційного складу робітників;

Було підібрано та оцінено значущості факторів, що впливають на результуючий показник тривалості технологічного процесу влаштування підземної гідроізоляції в обмежених умовах;

Було вибрано найбільш довговічну технологію для підземної гідроізоляції будівель та споруд у обмежених умовах із застосуванням експертно-кваліметричного аналізу різних варіантів;

Визначено експериментальним та чисельним дослідженням витрат праці робітників та машинного часу для проектування виробничих норм;

Розроблено технологічні рішення, що забезпечують надійний та довговічний захист будівельних конструкцій та споруд з урахуванням навантажень від впливу води, матеріалу основи та його стану;

Проведено розрахунок порівняльної технологічності влаштування підземної ін'єкційної гідроізоляції з варіативними системами.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Пішоха А. В. Дослідження технологічних особливостей ін'єкційної гідроізоляції з мінеральних компонентів (бентонітових глин) для експлуатованих будівель [Електронний ресурс] / А. В. Пішоха, І. М. Меть // Матеріали LI науково-технічної конференції факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінниця", 30-31 травня 2022 р. – Електрон. текст. дані. – Вінниця : ВНТУ, 2022. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2022/paper/view/15053/12704>
2. А.І. Гармаш; А.М. Галінський, к.т.н.; А.П. Баглай, к.т.н. Гідроізоляція будівель і споруд. Сучасні вимоги. К. НДІБВ, 2012.-120 с. : іл.
3. А.І. Гармаш Система багатоступінчастої гідроізоляції підземних частин будівель. Нові технології в будівництві. №2.2002. К. НДІБВ.с.58-60.1 табл.2 мал.
4. В.В. Козлов, А.М. Чумаченко. Гідроізоляція в сучасному будівництві. АСВ. №2.2003.-120 с.
5. С.Н. Попченко. Гідроізоляція споруд і будівель.-Л. Стройиздат, 981.-304 с.
6. Н.Г. Ярмоленко, Л.І. Іскра. Довідник по гідроізоляційним матеріалам для будівництва.-К. Будівельник, 1979.-160 с.
7. Cherevko, Y. (2019). Materialy dlia hidroizoliatsii fundamentu. Elektronnyi resurs: <https://sanpol.ua/ua/library/tehnologii-gidroizolyatsii/hidroizolyacia-fundamenta> (in Ukrainian).
8. Cherevko, Y. (2019). Vidy hidroizoliatsii. Elektronnyi resurs: <https://sanpol.ua/ua/library/tehnologii-gidroizolyatsii/vidy-gidroizolyatsii> (in Ukrainian).
9. Luchko, Y.I., Hlahola, I.I., & Nazarevych, B.L. (1999). Metody pidvyshchennia koroziinoi stiikosti ta dovhovichnosti betonnykh ta zalizobetonnykh konstruktsii i sporud. Lviv: Kameniari (in Ukrainian).

10. Mohylnychenko, V., Korepanova, N., & Ovcharenko, B. (2019). Hidroizoliatsiia zakhysnykh sporud tsyvilnoho zakhystu. Elektronnyi resurs: <https://ns-plus.com.ua/2019/06/12/gidroizolyatsiya-zahysnyh-sporud-tsyvilnogo-zahystu> (in Ukrainian).

11. Nazarevych, B.L., & Luchko, Y.I. (2010). Tekhnolohiia vlashtuvannia horyzontalnoi hidroizoliatsii v budivliakh staroi zabudovy. Naukovo-tekhnichnyi zbirnyk "Suchasni tekhnolohii, materialy i konstruktsii v budivnytstvi", 77–89. <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/4245/43.pdf?sequence> (in Ukrainian).

12. Попович М. М. Експлуатація та ремонт будівель міської забудови : навч. посібник / М. М. Попович, Т. В. Прилипко, Т. Е. Потапова – Вінниця : ВНТУ, 2004. – 96 с.

13. ДБН В.3.2-2-2009. Реконструкція, ремонт, реставрація об'єктів будівництва. Житлові будинки. Реконструкція та капітальний ремонт : чинний з 1 січня 2010 року – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 16 с.

14. ДБН В.1.2-6-2008. Основні вимоги до будівель і споруд механічний опір та стійкість: чинний з 1 січня 2009 року. – Київ: Держкоммістобудування України, 2008. – 51 с.

15. ДБН В.1.2-9-2008. Основні вимоги до будівель і споруд безпека експлуатації: чинний з 1 січня 2009 року. – Київ: Держкоммістобудування України, 2008. – 36 с.

16. ДБН В.1.2-10-2008. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму: чинний з 1 січня 2009 року. – Київ: Держкоммістобудування України, 2008. – 45 с.

17. ДБН В.1.2-11-2008. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Економія енергії: чинний з 1 січня 2009 року. – Київ: Держкоммістобудування України, 2008. – 48 с.

18. ДБН В.1.2-14-2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ: чинний з 1 січня 2010 року. – Київ: Держкоммістобудування України, 2009. – 39 с.

19. ДБН В.2.6-31-2016. Теплова ізоляція будівель: [Чинний від 2016-08-07]. - К: Мінрегіонбуд України, 2016. – 31 с. – (Національні стандарти України).

20. ДСТУ Б В.2.6-189:2013. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель.

21. ДСТУ Б В.2.6-36:2008. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови.

22. ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013. Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів. [Чинний від 2014-01-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2013. 88 с. (Національні стандарти України).

23. ДБН В.2.1-10-2018. Основи та фундаменти споруд. [Чинний від 2019-01-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 42 с. (Національні стандарти України).

24. Дудар І. Н., Потапова Т. Е., Прилипко Т. В. Довідник нормативно-технічних даних для проектів виконання комплексу робіт по зведенню надземної частини будівель та споруд : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2006. 132 с.

25. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. едено [Чинний від 01.04.2012]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 122 с. (Національний стандарт України).

26. Черненко В.К., Ярмоленко М.Г., Батура Г.М. Технологія будівельного виробництва: підручник. Київ : Вища школа, 2002. 430 с.

27. Кузнецов Ю. П., Прыкин Б. В., Резниченко П. Т. Проектирование земляных и монтажных работ. Киев-Донецк : “Вища школа”, 1981 149 с.

28. ДСТУ Б Д.2.2-6:2016. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Бетонні і залізобетонні конструкції монолітні. Бетонні

роботи. Збірник 6. [Чинний від 2016-08-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. 15 с.

29. ДБН Д.2.2-8-99. РЕКН на будівельні роботи. "Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Конструкції із цегли і блоків (Збірник 8) [Чинний від 2000-01-01]. - Київ: Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики, 2000. - 101 с. - (Державні стандарти України).

30. Порядок виконання підготовчих та будівельних робіт. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 13 квітня 2011 р. № 466 (в редакції постанови Кабінету Міністрів України від 26 серпня 2015 р. № 747) - К: Держбуд України, 2015. - 28 с. - (Національні стандарти України).

31. Постанова Кабінету Міністрів України «Про Порядок прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів» від 13 квітня 2011 р. N 461 [Із змінами і доповненнями, внесеними № 367 Чинний від 27.03.2019}]. - К: Держбуд України, 2019. - 35 с. - (Національні стандарти України)

32. Ушацький С. А. Організація будівництва: підручник. – Київ: Командор, 2007. 521 с.

33. Сердюк В. Р., Ровенчак Т. Г. Розробка проекту виконання робіт для будівельного об'єкта: навчальний посібник. Вінниця : ВДТУ, 2002. 114 с.

34. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Організація, планування будівництва» для студентів спеціальності 7.092101 - «Промислове та цивільне будівництво»/Уклад. В.Р. Сердюк, Т.Г. Ровенчак, О.В. Христич, - Вінниця: ВДТУ, 2003, – 50с.

ДОДАТКИ

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА
НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Дослідження технологічних особливостей ін'єкційної гідроізоляції для експлуатованих будівель

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра БМГА, ФБЦЕІ
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unichesk

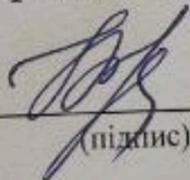
Оригінальність 89,1%

Схожість 10,9%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

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

Особа, відповідальна за перевірку


(підпис)

Блащук Н.В.

(прізвище, ініціали)

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

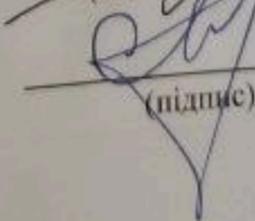
Автор роботи


(підпис)

Пішоха А.В.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Меть І.М.

(прізвище, ініціали)

Додаток Б

Таблиця Б.10 - Операційна карта на пристрої ін'єкційної гідроізоляції на експериментальній ділянці площею 15 м²

Найменування операції	Технологічне забезпечення	Фото з дослідного майданчика	Виконавці	Опис операції
1	2	3	4	5
Підготовка поверхні ізольованих конструкцій	Молоток-кирка, щітка сталева, шпатель сталевий		Г4-1 чол. Г2 – 1 чол.	Г4 і Г2 виконують роботи з усунення тріщин, сколів, раковин, ділянок з пухкими елементами, що легко відшаровуються робочої поверхні ізольованої конструкції
Свердління ін'єкційних отворів у конструкції	Перфоратор із насадками, рулетка металева		Г4-1 чол. Г2 – 1 чол.	Г4 і Г2 намічають і пробурюють в ізоляційній конструкції ін'єкційні отвори, що виходять за обробний простір споруди

Продовження табл. Б.10

1	2	3	4	5
Встановлення пакерів у пробурені отвори	Пакери		Г4-1 чол. Г2 – 1 чол.	Г4 і Г2 встановлюють та замоноличують у пробурені отвори ін'єкційні пакери
Приготування ін'єкційного складу	Ємності робочі пластикові, міксер-дріль, термометр		Г4-1 чол. Г2 – 1 чол.	Г4 і Г2 перемішують готову піщано-бентонітову суміш із попередньо нагрітою водою низькооборотним дрилем-міксером до отримання однорідної маси без грудок.
Нагнітання ін'єкційного складу у конструкцію	Розчинонасос гвинтовий, трійник з манометром, штапель, шланги ін'єкційні		Г4-1 чол.	Г4 виконує нагнітання приготовленого ін'єкційного складу через встановлені пакери за обробний простір споруди при робочому тиску не менше 0,4 МПа

Продовження табл. Б.10

1	2	3	4	5
Вилучення ін'єкторів/пакерів з отворів	-		Г4-1 чол. Г2 – 1 чол.	Г4 та Г2 витягують ін'єкційні пакери після закачування суміші для подальшого тампонування отворів
Тампонування (герметизація) отворів ремонтним складом	Шпатель сталевий		Г4-1 чол. Г2 – 1 чол.	Г4 та Г2 виробляють герметизацію ін'єкційних отворів на робочій поверхні конструкції ремонтним складом
Технологічна переррва до 16 годин	-	-	-	-
Очищення ізолюючої поверхні від розчину	Щітка сталевя		Г4-1 чол. Г2 – 1 чол.	Г4 та Г2 виконують роботи з очищення робочої поверхні конструкції від слідів розчину

Таблиця В.1 - Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-4-2
1 варіант - Бентонітові мати

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 214,002 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 3,253 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата 71,600 тис. грн.
Середній розряд робіт 4,1 розряд

Складений в поточних цінах станом на 2022 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	E26-33-1	Ізоляція бентонітовими матами	м3	100	1695,60	38,50	169560	61541	3850	29,07	2907
					615,41	11,99			1199	0,7182	71,82
		Разом прямі витрати по кошторису					169560	61541	3850		2907
		Разом будівельні роботи, грн.					169560		1199		71,82
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					104169				
		всього заробітна плата, грн.					62740				
		Загальновиробничі витрати, грн.					44442				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					274,05				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					8860				
		Всього будівельні роботи, грн.					214002				
		Всього по кошторису					214002				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Кошторисна трудомісткість, люд.год. Кошторисна заробітна плата, грн.					3253 71600				

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Таблиця В.2 - Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-4-3
2 варіант – Застосування пінополіуретанової ізоляції

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 234,261 тис. грн.
 Кошторисна трудомісткість 1,923 тис.люд.-год.
 Кошторисна заробітна плата 40,610 тис. грн.
 Середній розряд робіт 3,8 розряд

Складений в поточних цінах станом на 2022 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
										на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	E26-32-1	Улаштування пінополіуретанової ізоляції	м3	100	<u>2086,78</u> 329,95	<u>76,29</u> 23,76	208678	32995	<u>7629</u> 2376	<u>16,19</u> 1,4231	<u>1619</u> 142,31
		Разом прямі витрати по кошторису					208678	32995	<u>7629</u> 2376		<u>1619</u> 142,31
		Разом будівельні роботи, грн.					208678				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					168054				
		всього заробітна плата, грн.					35371				
		Загальновиробничі витрати, грн.					25583				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					162,04				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					5239				
		Всього будівельні роботи, грн.					234261				

		Всього по кошторису					234261				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Кошторисна трудомісткість, люд.год. Кошторисна заробітна плата, грн.					1923 40610				

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Таблиця В.3 - Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-4-1
Варіант 3 – влаштування бентонітової глини

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 109,805 тис. грн.
 Кошторисна трудомісткість 2,064 тис.люд.-год.
 Кошторисна заробітна плата 43,200 тис. грн.
 Середній розряд робіт 3,7 розряд

Складений в поточних цінах станом на 2022 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
		на одиницю	всього								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	E26-30-2	Ізоляція бентонітовою глиною	м3	100	825,06 352,25	75,58 23,54	82506	35225	7558 2354	17,49 1,4098	1749 140,98
		Разом прями витрати по кошторису					82506	35225	7558 2354		1749 140,98
		Разом будівельні роботи, грн.					82506				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					39723				
		всього заробітна плата, грн.					37579				
		Загальновиробничі витрати, грн.					27299				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					173,88				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					5621				
		Всього будівельні роботи, грн.					109805				

		Всього по кошторису					109805				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Кошторисна трудомісткість, люд.год.					2064				
		Кошторисна заробітна плата, грн.					43200				

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірів

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

ВІДОМІСТЬ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ

Лист	Зміст листа
Лист №1	Актуальність, мета, задачі, об'єкт, предмет, наукова новизна
Лист №2	Формування основних підходів до вдосконалення технологій улаштування підземної гідроізоляції в обмежених умовах, Загальні відомості про структуру та властивості бентонітових глин. Принципи влаштування гідроізоляції на основі бентонітових глин
Лист №3	Оцінка впливу вмісту бентонітової глини на технічні характеристики гідроізоляційного складу
Лист №4	Оцінка впливу вмісту бентонітової глини на технічні характеристики гідроізоляційного складу
Лист №5	Оцінка впливу підвищення температури на технічні характеристики гідроізоляційного складу, Розрахунок параметрів ін'єктування гідроізоляційних складів на основі бентонітових глин
Лист №6	Розрахунок параметрів ін'єктування гідроізоляційних складів на основі бентонітових глин, Висновки по науково-дослідній частині
Лист №7	Фасад в осях 15-1, фасад в осях 1-15, фасад в осях А-Л, фасад в осях Л-А, розріз 1-1, розріз 2-2, відомість опорядження фасадів, ТЕП
Лист №8	План на відмітці 3,600; план на відмітці 0,000; план на відмітці 7,200; експлікація приміщень, умовні позначення
Лист №9	Календарний графік; машини, обладнання, інвентарь та пристрої, використанні на дослідній ділянці; рисунок 1; рисунок 2; рисунок 3

АКТУАЛЬ- НІСТЬ

У рамках пріоритетних національних проєктів, державних програм та Постанов Уряду України, таких як державні програми «Розвиток культури та туризму» на 2013-2020 роки, «Містобудівна політика» на 2010-2020 роки та інші, успішно реалізуються проєкти реставрації об'єктів культурної спадщини, реконструкції та капітального ремонту об'єктів міської інфраструктури

Крім державної політики, спрямованої на покращення якості середовища життєдіяльності громадян України, важливою причиною для зростання ремонтних робіт, зокрема гідроізоляційних, є велика кількість споруджених до 2006 року будівель із гідроізоляцією підземних конструкцій, виконаною на основі бітумних та бітумно-полімерних матеріалів із терміном служби всього 15-25 років.

Так, в даний час спостерігаються зростаючі темпи виконання робіт, спрямованих на ремонт та відновлення гідроізоляції підземних конструкцій будівель, що експлуатуються. До 2025 року очікується зростання загальної кількості гідроізоляційних ремонтних робіт орієнтовно на 50%.

Варто зазначити, що події останнього часу, спонукають вітчизняних виробників до створення власних гідроізоляційних матеріалів, а також розробки та впровадження нових технологій. Враховуючи перераховане, пошук найефективнішого технологічного рішення для влаштування підземної гідроізоляції експлуатованих будівель, що перебувають у складних умовах щільної міської забудови, із застосуванням інноваційного екологічного матеріалу вкрай необхідний.

МЕТА

Мета дослідження створення економічно ефективною ін'єкційної гідроізоляції підземних конструкцій будівель у обмежених умовах.

ЗАДАЧІ

- аналіз нормативної бази, наукових досліджень у галузі влаштування підземної гідроізоляції в обмежених умовах;
- формування основних підходів до вдосконалення технологій влаштування підземної гідроізоляції в обмежених умовах;
- розробка конкурентоспроможного технологічного рішення із застосуванням екологічних матеріалів під час виконання ремонтних робіт підземної частини будівель;
- розробка та експериментальне дослідження параметрів технологічних процесів влаштування підземної ін'єкційної гідроізоляції в обмежених умовах з урахуванням особливостей механізації робіт, чисельного та кваліфікаційного складу робітників;
- відбір та оцінка значущості факторів, що впливають на результуючий показник тривалості технологічного процесу влаштування підземної гідроізоляції в обмежених умовах;
- вибір найбільш довговічної технології для підземної гідроізоляції будівель та споруд у обмежених умовах із застосуванням експертно-кваліметричного аналізу різних варіантів;
- визначення експериментальними та чисельними дослідженнями витрат праці робітників та машинного часу для проектування виробничих норм;
- розробка ремонтпридатної, сучасної технології влаштування підземної ін'єкційної гідроізоляції для підвищення надійності конструкцій при проектуванні та ремонтних роботах існуючої забудови в обмежених умовах;
- проведення розрахунку порівняльної технологічності влаштування підземної ін'єкційної гідроізоляції з варіативними системами.

ОБ'ЄКТ

організаційно-технологічний процес влаштування підземної ін'єкційної гідроізоляції в обмежених умовах

ПРЕДМЕТ

є параметри технологічних процесів при влаштуванні підземної ін'єкційної гідроізоляції в обмежених умовах

НАУКОВА НОВИЗНА

полягає у розробці теоретичної концепції та параметрів технологічних процесів створення щільної зовнішньої оболонки з мінеральних компонентів з їх мінімальною витратою при влаштуванні підземної ін'єкційної гідроізоляції в обмежених умовах за рахунок мінімізації дифузії ґрунтових вод у підземні конструкції експлуатованих будівель.

Формування основних підходів до вдосконалення технологій улаштування підземної гідроізоляції в обмежених умовах

В даний час при будівництві та ремонті підземних частин будівель та споруд проблемі гідроізоляційних робіт приділяється недостатньо уваги. Дані, що наводяться у різних літературних джерелах [6-10] свідчать, що понад 90% всіх підземних споруд мають відмови гідроізоляційних систем на ранній стадії експлуатації. Причин ситуації, що склалася, досить багато: відсутність нормативних та регламентуючих документів на виробництво гідроізоляційних робіт, низька якість будівництва, економія коштів, наявність на ринку маси нових неперевіраних та неякісних матеріалів та технологій. Аналіз відмов при влаштуванні та експлуатації гідроізоляційних систем наведено на рисунку 1.

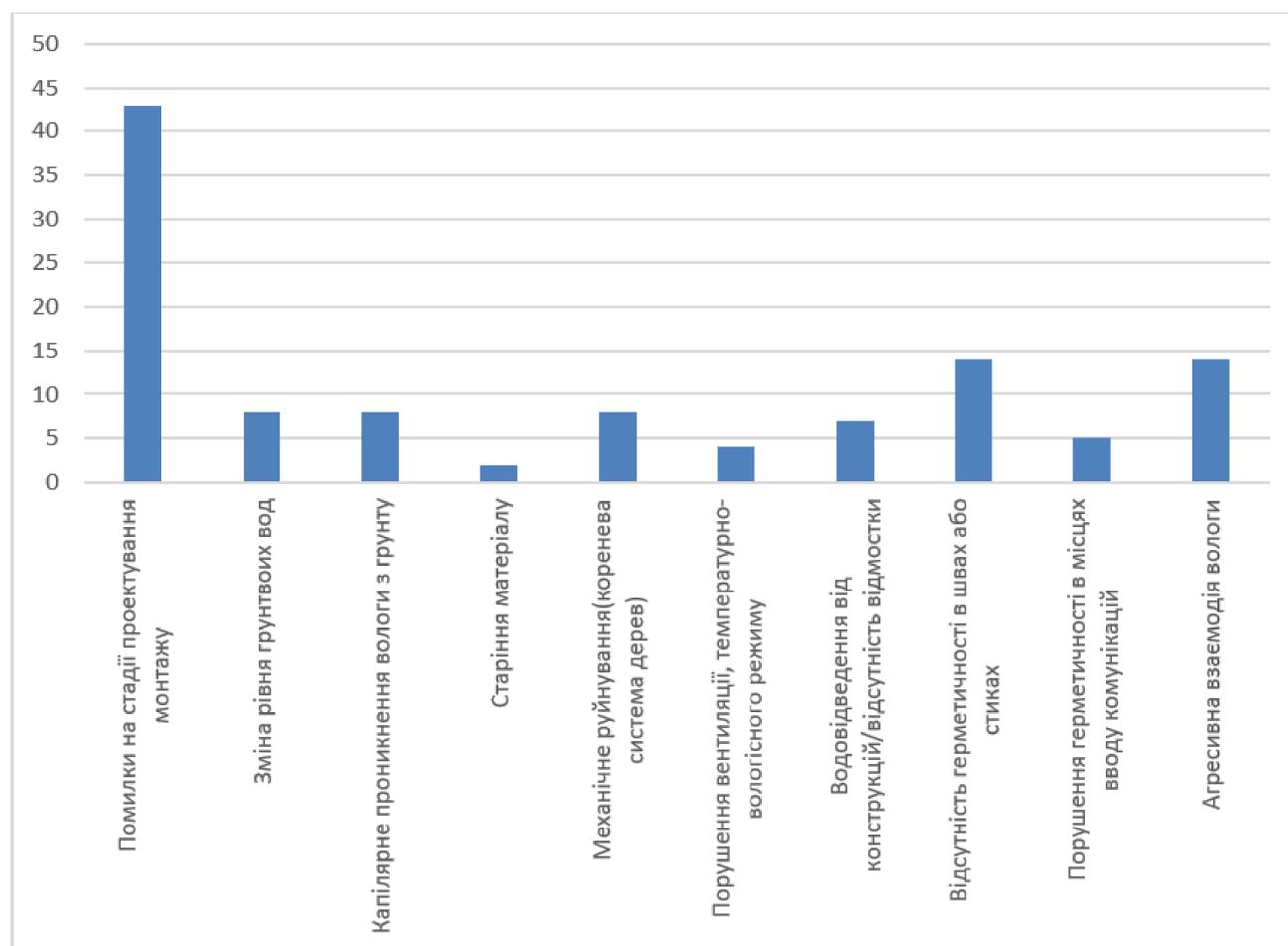


Рис. 1 - Графік основних причин, що впливають порушення цілісності гідроізоляції підземних конструкцій

Загальні відомості про структуру та властивості бентонітових глин. Принципи влаштування гідроізоляції на основі бентонітових глин

Глинисті мінерали є пластинчасті силікатні мінеральні частинки розміром до 20 мкм. Монтморилоніт відноситься до групи тришарових мінералів. Його кристалічна структура складається з одного шару октаєдрів AlO_6 та двох шарів тетраєдрів SiO_4 , симетричне розташування яких щодо шару октаєдрів формує кристалічні пакети (рисунок 2). Один кристал монтморилоніту в середньому складається з 15 до 20 елементарних шарів [12].

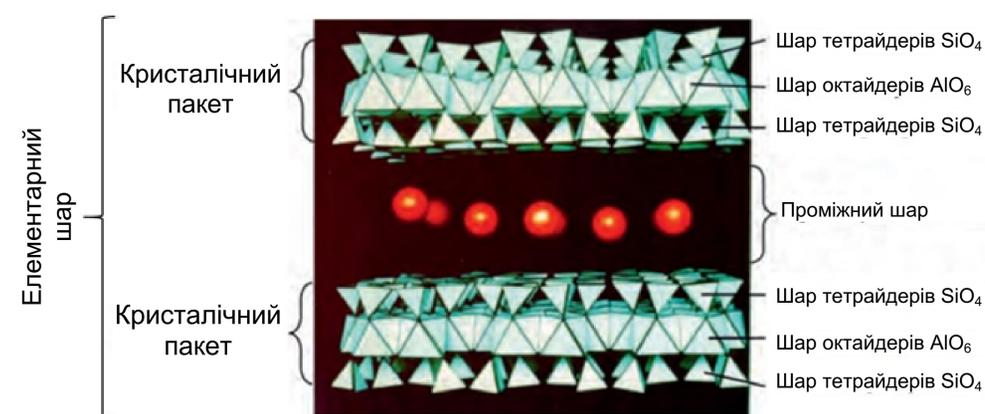


Рисунок 2 - Кристалічна структура монтморилоніту

У природних умовах катіони натрій (Na^+), кальцій (Ca^{2+}), магнію (Mg^{2+}) знаходяться у проміжному шарі між кристалічними пакетами і нейтралізують залишковий негативний заряд на їхній поверхні. Залежно від виду катіонів, розташованих у проміжному шарі, розрізняють натрієвий та кальцієвий бентоніт. Молекули води можуть бути присутніми між шарами. Відстань між шарами і, отже, сили, які утримують силікатні шари разом, сильно залежать від наявності та кількості молекул води. Процес поглинання води призводить до збільшення відстані між шарами.

Однією з основних властивостей бентонітових глин є здатність до набухання при контакті з водою. Розрізняють два механізми водопоглинання при гідратації [13, 14]:

- при внутрішньокристалічному набуханні відбувається поглинання надлишкової води на міжшарових катіонах у проміжному шарі та на поверхні глинистих мінералів, що тягне за собою розширення елементарних шарів (даний механізм є оборотним);
- при осмотичному набуханні через різну концентрацію катіонів на поверхні глинистого мінералу та в поровому розчині утворюються дифузні іонні шари, що спричиняють електростатичне відштовхування частинок.

Оцінка впливу вмісту бентонітової глини на технічні характеристики гідроізоляційного складу

Дослідницька програма включала стандартні випробування з визначення ступеня набухання та гідравлічної провідності зразків піщано-бентонітових сумішей. На додаток до стандартних випробувань було проведено оцінку впливу температури на набухання зразків сумішей.

Зразки сумішей формувалися з бентонітового глинопорошку (натрієвий бентоніт) та наповнювача. Як наповнювач використовувався пісок для будівельних робіт по [20] з розміром частинок 0-0,5 мм не менше 10% і 0,5-1,2 мм не більше 90% від масової частки. Хімічний склад бентонітового глинопорошка та будівельного піску наведено у таблиці 1. Фізичні характеристики підготовлених зразків сумішей представлені у таблиці 2.

Таблиця 1.1 – Періодичність обстеження труб під автодорогою

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	Mno
Бентонітовий глинопорошок, %	57,4	17,9	15,3	3,8	3,7	1,4	0,4	0,1
Будівельний пісок, %	97,3	-	0,7	0,7	0,5	0,4	0,4	-

З метою пошуку та вибору найбільш ефективного складу для влаштування ін'єкційної гідроізоляції проводилося випробування зразків з різним вмістом бентонітового глинопорошку (БГ) та будівельного піску (БП):

- 5% БГ + 95% БП;
- 15% БГ + 85% БП;
- 25% БГ + 75% БП;
- 35% БГ + 65% БП;
- 45% БГ + 55% БП.

Таблиця 1.2 – Фізичні характеристики зразків піщано-бентонітових сумішей

Зразки сумішей	d ₁ ≤ 100 мкм, %	d ₂ ≤ 4 мкм, %	ρ _{dmax} , г/см ³	W _{opt} , %	W ₁	W _p	I _p
100%БП+0%БГ	2	0	1,93	10	-	-	-
95%БП+5%БГ	9	4	1,87	12,1	21	-	-
85%БП+15%БГ	17	13	1,79	14,3	32	-	-
75%БП+25%БГ	26	18	1,73	16,7	44	21	23
65%БП+35%БГ	35	23	1,64	18,6	58	26	32
55%БП+45%БГ	42	29	1,57	20,9	73	29	44
0%БП+100%БГ	85	60	1,23	32	135	44	91

Примітки: d - розмір часток зразка; ρ_{dmax} - максимальна густина зразка; W_{opt} - оптимальна вологість зразка; W_L - вологість на межі плинності; W_p - вологість межі пластичності; I_p - число пластичності.

Результати вимірювання ступеня набухання зразків згруповані у таблиці 3. Графіки зміни величини вільного набухання зразків у часі наведено малюнку 3.

Таблиця 1.3 – Фізико-механічні характеристики зразків

Зразки сумішей	Ступінь набухання G (%)	Тиск набухання P (кПа)
100%БП+0%БГ	-	-
95%БП+5%БГ	0,7	14
85%БП+15%БГ	6,5	106
75%БП+25%БГ	12,1	193
65%БП+35%БГ	17,8	286
55%БП+45%БГ	23,6	375
0%БП+100%БГ	51,5	834

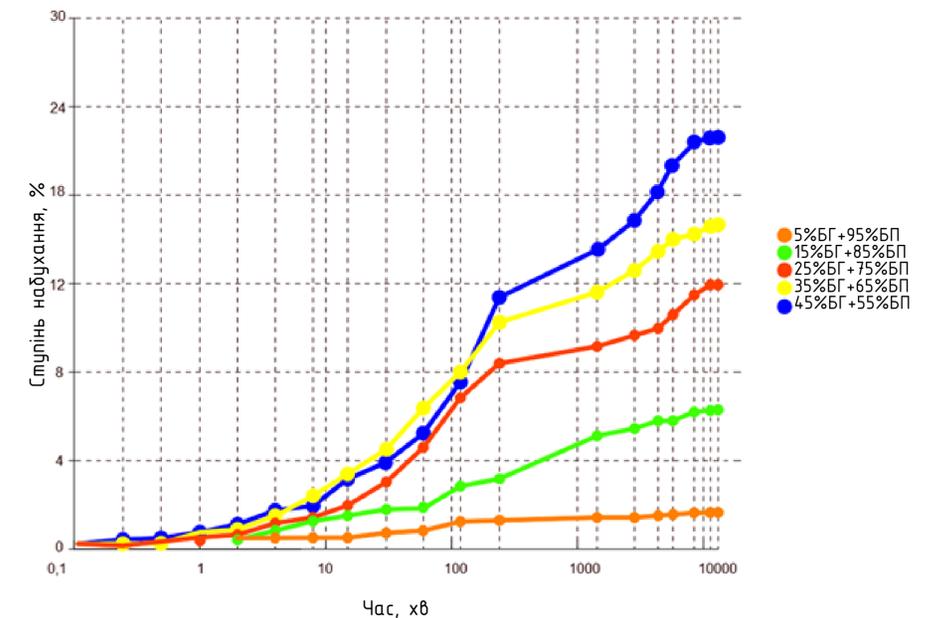


Рисунок 3 - Графіки зміни величини вільного набухання зразків у часі

Величина вільного набухання бентонітового глинопорошка становить приблизно 51,5%, тоді як для зразків піщано-бентонітових сумішей значення від 0,7% до 23,6% при вмісті бентонітового глинопорошка в суміші від 5 до 45%. Як і очікувалося, ступінь набухання зразків сумішей пропорційна відносного вмісту бентонітового глинопорошку суміші. Результати вимірювань величини тиску набухання сумішей наведено у таблиці 3. Значення тиску, викликаного набуханням сумішей, змінюються в інтервалі від 14 до 375 кПа при вмісті бентонітового глинопорошка у суміші від 5 до 45% відповідно. При вмісті бентонітового глинопорошка більше 25% величина тиску набухання перевищує 193 кПа.

Оцінка впливу вмісту бентонітової глини на технічні характеристики гідроізоляційного складу

Криві залежності коефіцієнтів консолідації зразків від нормальних напруг представлені рисунку 4.

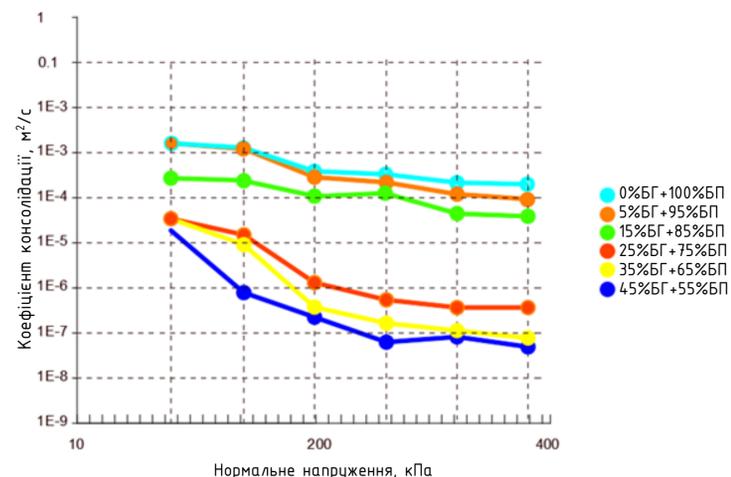


Рисунок 4 - Криві залежності коефіцієнта консолідації зразків сумішей від нормальної напруги

Криві залежності коефіцієнтів фільтрації зразків сумішей від нормальних напруг наведено рисунку 5.

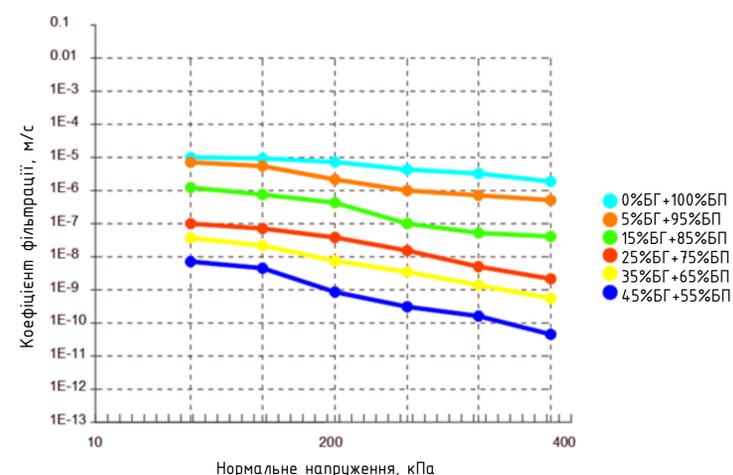


Рисунок 5 - Криві залежності коефіцієнтів фільтрації зразків сумішей від нормальних напруг

За результатами попередньої оцінки проникності зразків сумішей було прийнято рішення продовжувати дослідження на зразках суміші з 45% вмістом бентонітового глинопорошку. Оцінка водопроникності зразків суміші проводилася з використанням компресійно-фільтраційного приладу відповідно до [23]. Експериментальне встановлення складалося з камери тривісного стиснення, оснащеної трьома регуляторами рівня тиску. Установка дозволяє випробовувати зразки діаметром 35 або 50 мм із змінним співвідношенням висоти зразка до діаметра (H/D). Робоча камера передбачає можливість застосування ізотропного обмежуючого тиску до 1700 кПа. Подача води до образу здійснюється знизу-вгору за схемою висхідного потоку. Зразки попередньо ущільнювалися в пресі до досягнення максимальної щільності за заданої оптимальної вологості ($w_{opt} = 20,9\%$, $\rho_{dmax} = 1,57 \text{ г/см}^3$). Зразки мали діаметр $D = 35 \text{ мм}$ та висоту $H = 70 \text{ мм}$ (рисунок 6). Швидкість переміщення пресу становила близько $1,1 \text{ мм/с}$.



Рисунок 6 - Фотографія підготовленого до випробування зразка суміші

На рисунку 7 показано зміну коефіцієнтів пористості та фільтрації зразка суміші як функцій середньої ефективного напруги. Слід зазначити, що вплив середньої ефективного напруги на водопроникність зразка є більшим для значень, що перевищують 200 кПа. За межами цього значення проникність зразка суміші залишається практично незмінною, що узгоджується з результатами випробувань в одометрі. Оцінка зміни об'єму води протягом всього тесту дозволяє визначити остаточний об'єм порожнечі. З рисунку 7 видно, що коефіцієнт пористості зменшується зі зростанням величини середнього ефективного тиску і, отже, призводить до зниження проникності зразка суміші.

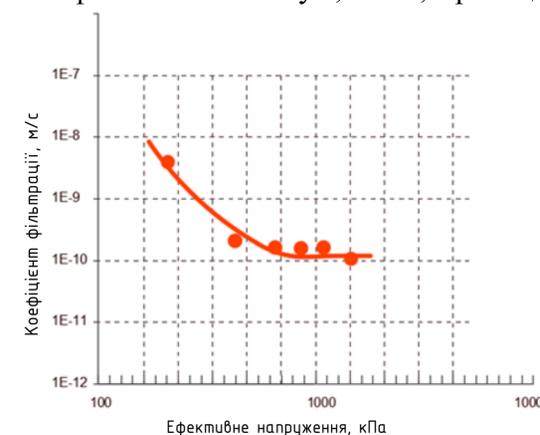


Рисунок 7 - Крива залежності коефіцієнта фільтрації від середньої ефективного напруги

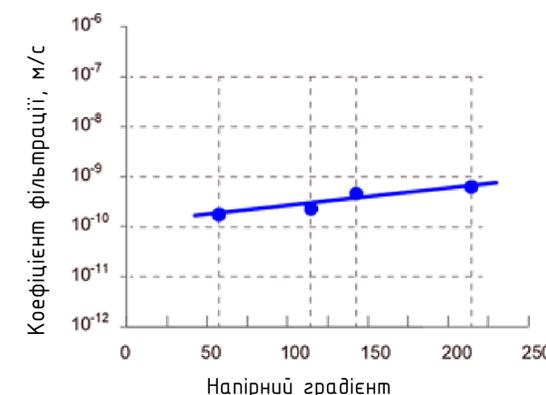


Рисунок 8 - Крива залежності коефіцієнта фільтрації від напірного градієнта

Оцінка впливу підвищення температури на технічні характеристики гідроізоляційного складу

Осередок одометра була забезпечена ємністю з дистильованою водою та встановленим у ній гнучким дротяним нагрівачем для контролю температури води. Підігріта вода використовувалася підтримки необхідної температури зразка суміші в одометрі.

Випробування починалося з розміщення ущільненого зразка суміші в осередку одометра. Далі здійснювалося підвищення температури зразка за рахунок контрольованого нагрівання осередку одометра. Збільшення температури становило 1°C/год. Після того як температура комірки та зразка досягала 40 °С, нагріта вода починала циркулювати по нижній і верхній грані зразка. Тепловтрати у циркуляційному контурі компенсувалися підвищенням температури води у ємності.

На рисунку 9 наведено графік зміни тиску набухання зразків у часі. З малюнка видно, що набухання зразка суміші, випробуваного при 40°C, відбувається значно швидше, ніж у зразка, випробуваного при кімнатній температурі (20°C). Відповідно до досліджень [24] більш висока швидкість набухання зразка, випробуваного при 40°C, обумовлена зниженням в'язкості води. Зниження в'язкості води прискорює швидкість гідратації суміші за більш високої температури. При цьому загальна величина тиску набухання зразка знижується.

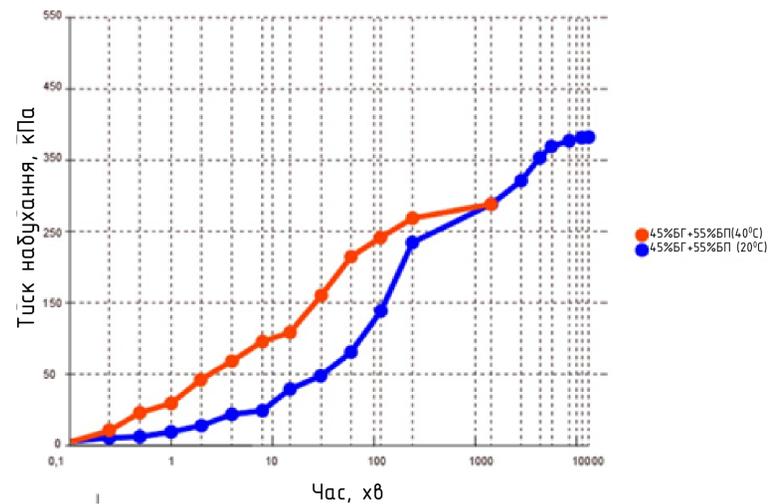


Рисунок 9 - Графіки зміни тиску набухання зразків у часі

На рисунку 10 наведено графік зміни тиску набухання нагрітого зразка суміші при подальшому охолодженні кімнатної температури. Як видно з малюнка, зменшення абсолютної величини тиску набухання зразка внаслідок підвищення температури є оборотним процесом. Величина тиску набухання нагрітого зразка збільшилася і досягла рівноважного значення, яке є дуже близьким до значення, отриманого для зразка при кімнатній температурі.

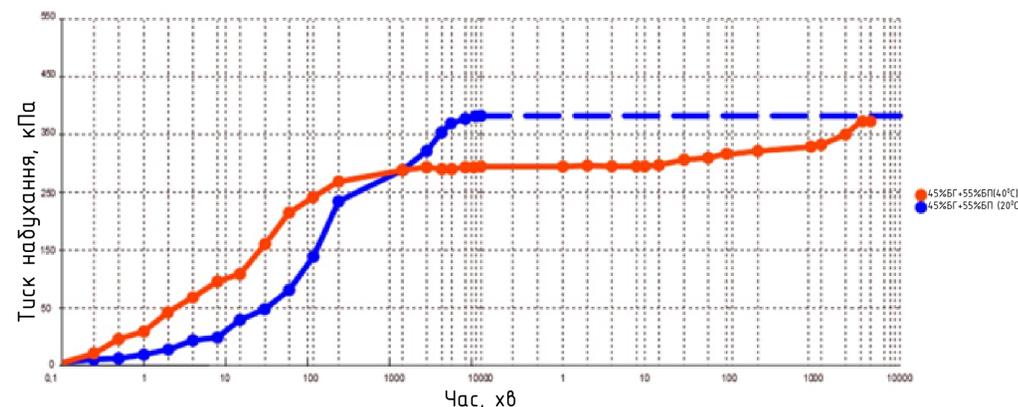


Рисунок 10 - Графіки зміни тиску набухання зразків у часі після нагрівання

Розрахунок параметрів ін'єктування гідроізоляційних складів на основі бентонітових глин

Під час проведення ін'єкційних робіт у тріщинуватих конструкціях слід приділяти особливу увагу вибору оптимального режиму нагнітання гідроізоляційного складу. В основі цього вибору лежать такі параметри [25]:

- величина тиску на вході ін'єктора та глибина проникнення складу, що залежать від продуктивності насоса;
- в'язкість гідроізоляційного складу;
- ширини розкриття тріщини.

Аналізуючи зазначені параметри, стає очевидним, що тиск нагнітання гідроізоляційного складу та глибина його проникнення визначають характер силового впливу на конструкцію, що ізолюється. Тиск нагнітання і, отже, величина силового впливу буде тим більшою, чим менша ширина розкриття тріщини і вище в'язкість складу. Зростання величини тиску також залежить і від глибини проникнення складу в тріщину.

Перебіг складу у проміжку між площинами відбувається рівномірно через бічну поверхню кругового циліндра. Продуктивність насоса приймається за постійну величину, яка залежить від тиску нагнітання. Перебіг складу у тріщині сприймається як ламінарне. При цьому лініями, якими рухається склад, будуть прямі, що походять з центру джерела з кутом розкриття від 0° до 180° (рисунок 11). При проходженні складу тріщини дотримується умова граничного прилипання в'язкої рідини до стін, тобто. швидкість на межі контакту складу з поверхнею тріщини приймається рівною нулю.

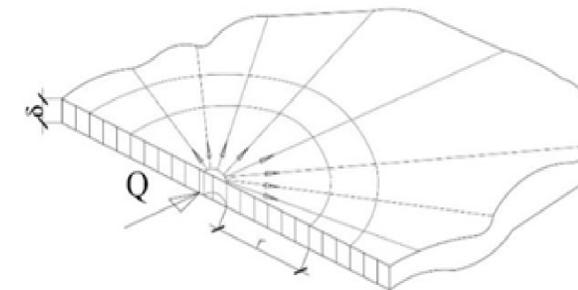


Рисунок 11 - Лінії руху складу у тріщині

У таблиці 4 наведено розрахунок параметрів нагнітання гідроізоляційного складу з 45% вмістом бентонітового глинопорошка залежно від ширини розкриття тріщини та температури суміші. З таблиці 4 видно, що попереднє нагрівання гідроізоляційного складу до 40°C призводить до зниження динамічної в'язкості суміші і, як наслідок, дає можливість проводити нагнітання складу при нижчих значеннях тиску. Різниця у значеннях тиску нагнітання у звичайних умовах та з попереднім нагріванням становить у середньому 20%.

Таблиця 1.4 - Параметри нагнітання гідроізоляційного складу залежно від ширини розкриття тріщин та температури суміші

Параметр	Од. вимір.	Величина пераметру							
		При температураі 20°C				При температураі 40°C			
Коефіцієнт динамічної в'язкості гідроізоляційного складу	кПа*с	0,25				0,2			
Продуктивність насосу	м³/год	0,4				0,4			
Глибина проникнення складу	мм	100				100			
Радіус ін'єкційного отвору	мм	12				12			
Ширина розкриття тріщини	мм	4	6	8	10	4	6	8	10
Тиск нагнітання гідроізоляційного складу	МПа	11,6	3,4	1,5	0,7	9,3	2,8	1,2	0,6

Розрахунок параметрів ін'єктування гідроізоляційних складів на основі бентонітових глин

Для успішного усунення протікання швидкість подачі складу, що нагнітається, повинна бути достатньою, щоб повністю заповнити фільтруючу порожнину. При цьому швидкість подачі складу впливає його динамічна в'язкість. Враховуючи, що гідроізоляційні склади на основі бентонітових глин мають в'язкість більшу ніж у води, необхідно мати можливість проводити нагнітання під значним тиском.

У таблиці 5 наведено розрахунок параметрів нагнітання гідроізоляційного складу з 45% вмістом бентонітового глинопорошка залежно від діаметра каналу фільтрації та температури суміші. Як випливає з таблиці 1.5, попередній нагрівання гідроізоляційного складу до 40°С призводить до зниження динамічної в'язкості суміші, що дозволяє проводити нагнітання складу за обробний простір споруди при нижчих значеннях тиску. Зниження величини тиску нагнітання становить середньому 20%.

Таблиця 5 - Параметри нагнітання піщано-бентонітових складів залежно від діаметра каналу фільтрації та температури суміші

Параметр	Од. вимір.	Величина пераметру							
		При температураі 20°С				При температураі 40°С			
Висота стовбця води	м	3				3			
Гідростатичний тиск стовпа води	МПа	2,9				2,9			
Коефіцієнт динамічної в'язкості гідроізоляційного складу	кПа*с	0,25				0,2			
		0,64				0,64			
Довжина каналу фільтрації	м	0,64				0,64			
Діаметр каналу фільтрації	мм	15	20	25	30	15	20	25	30
Витрата гідроізоляційного складу	м ³ /с*10 ⁻⁷	4,2	5,6	6,9	8,4	4,2	5,6	6,9	8,4
Різниця тисків	МПа	5,4	2,3	1,2	0,7	4,3	1,8	0,9	0,5
Тиск нагнітання гідроізоляційного складу	МПа	8,3	5,2	4,1	3,6	7,2	4,7	3,8	3,4

Висновки по науково-дослідній частині

1. Узагальнення та аналіз результатів вітчизняних та зарубіжних досліджень виявили високий попит на технологічні рішення, що забезпечують надійний та довговічний захист будівельних конструкцій будівель та споруд в умовах щільної міської забудови. Так, аналіз виявив необхідність пошуку найкращої технології із застосуванням інноваційних матеріалів.

2. Для підвищення надійності гідроізоляційних систем необхідно розробити методичку об'єктивної оцінки та раціонального вибору технологічних та організаційних рішень щодо влаштування гідроізоляційних систем в умовах щільної міської забудови.

3. У ході експериментальних досліджень проведено оцінку впливу вмісту бентонітового глинопорошка та попереднього нагрівання на характеристики гідравлічної провідності та набухання зразків піщано-бентонітових сумішей.

4. За результатами проведених одометричних та тривісних випробувань встановлено оптимальний процентний вміст бентонітового глинопорошка в піщано-бентонітової суміші, що дорівнює 45%, для влаштування ін'єкційної гідроізоляції з гарантованим значенням коефіцієнта фільтрації в діапазоні 10⁻⁶ -10⁻⁸ см/с.

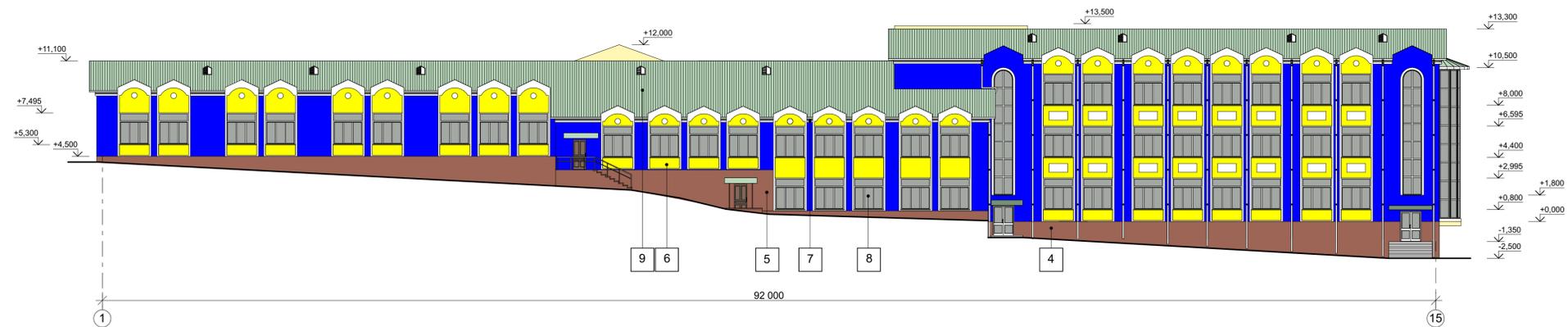
5. Попереднє нагрівання піщано-бентонітової суміші до 40°С призводить до зниження в'язкості суміші, що сприяє зменшенню величини тиску нагнітання і, як результат, зниження величини силового впливу на конструкцію, що ізолюється.

6. На основі отриманих даних проведено розрахунок параметрів нагнітання гідроізоляційних складів на основі піщано-бентонітових сумішей при виконанні робіт з усунення тріщин ненаскрізного характеру та влаштуванні ін'єкційної гідроізоляції підземних споруд.

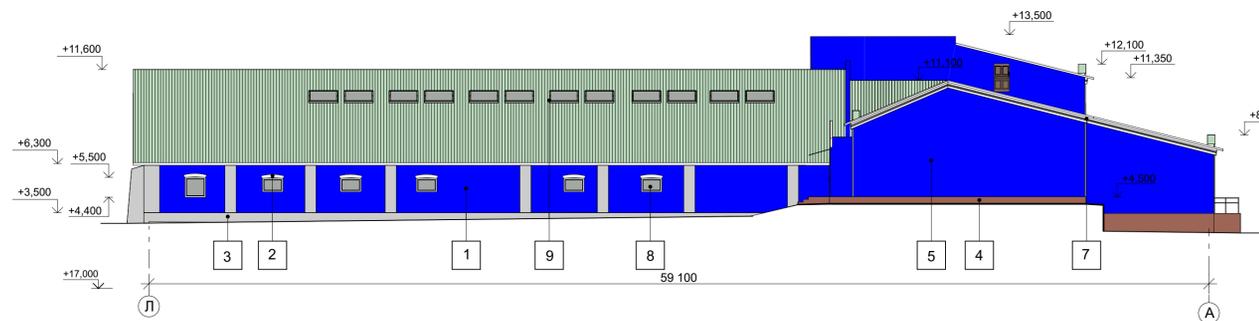
Фасад в осях 15-1



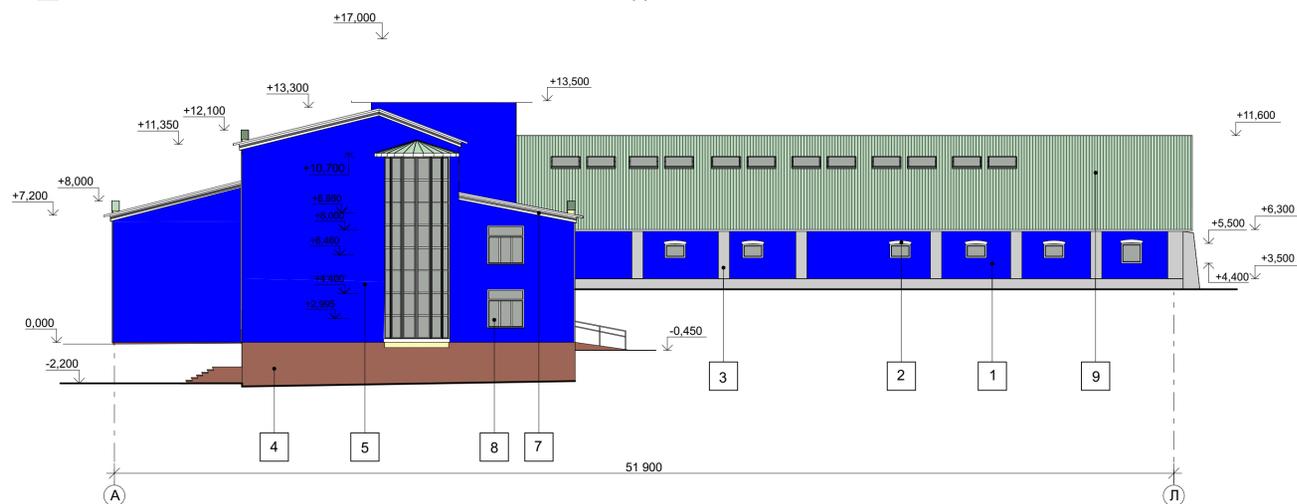
Фасад в осях 1-15



Фасад в осях Л-А



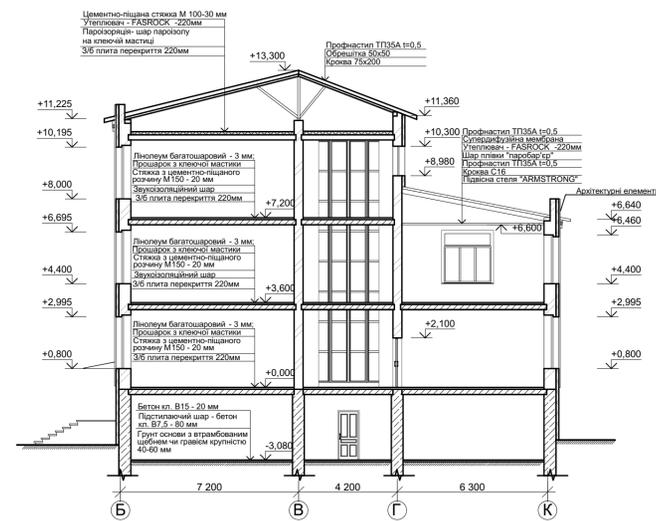
Фасад в осях А-Л



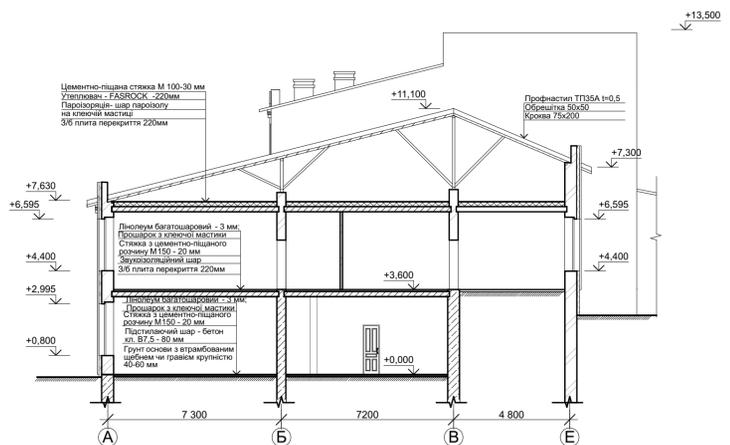
Відомість опорядження фасадів

№ поз.	Елементи будівлі	Вид оздоблення	Колір
1	Стіни пам'ятки архітектури	Штукатурка вапняна реставраційна "Петромикс ШР-3"	Колір по еталону
2	Декоративні елементи стін пам'ятки архітектури	Штукатурка вапняна реставраційна "Петромикс ШР-3"	Білий
3	Контрфорси, цоколь пам'ятки архітектури	Облицювання декоративним каменем	Колір по еталону
4	Цоколь будівлі	Безцвонне облицювання поліпропіленовими плитами "штучний граніт"	Колір по еталону
5	Стіни будівлі	Декоративна штукатурка	Колір по еталону
6	Ділянки стін	Декоративна штукатурка	Колір по еталону
7	Декоративні елементи стін	Декоративна штукатурка	Білий
8	Вікна	З металопластикового профілю	Білий
9	Покрівля	Профнастил	Колір по еталону
10	Двері дерев'яні	Пофарбування емаллю ПФ-115 "Лакма" за 2 рази	Колір по еталону

1-1



2-2



Техніко-економічні показники

№ п/п	Найменування	Од. вим.	Кіл.	Примітки
1	Клас будівлі		II	
2	Ступінь вогнестійкості		II	
3	Загальна площа	м ²	3331,0	
4	Будівельний об'єм	м ³	13 190	
5	Площа забудови	м ²	2714,6	

08-08.МКР.008-АР

М. ВІННИЦЯ

Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата
Розробил		Листок А.В.			
Перевірив		Мель І.М.			
Керівник		Мель І.М.			
Над. контроль		Масельська Н.В.			
Опонував		Степанюк Н.Д.			
Затвердив		Швець В.В.			

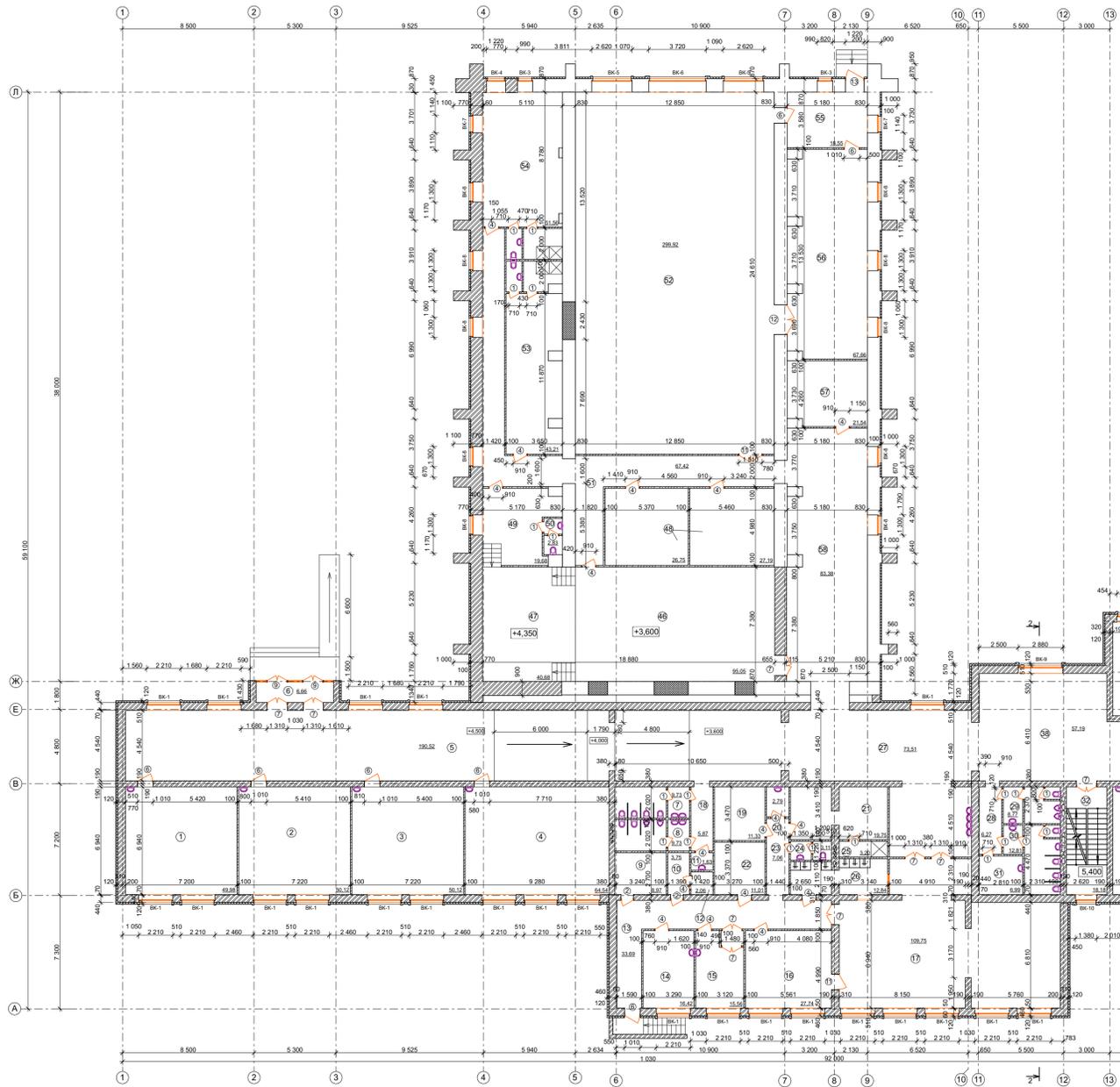
Дослідження техніко-економічних показників інженерної документації для експлуатаційних будівель

Фасад в осях 1-15, фасад в осях 15-1, розрід 1-1, фасад в осях А-Л, фасад в осях Л-А, розрід 2-2, техніко-економічні показники, відомість опорядження фасадів

Сторінка 7

ВНТУ, гр. Б-20м

План на відмітці 3,600



Умовні позначення:

- запроєктовані цегляні стіни
- стіни з пінобетонних блоків
- ділянки стін, що замуровуються
- утеплювач із мінераловатних плит
- цегляні перегородки
- перегородки з пінобетонних блоків
- металевий профліст

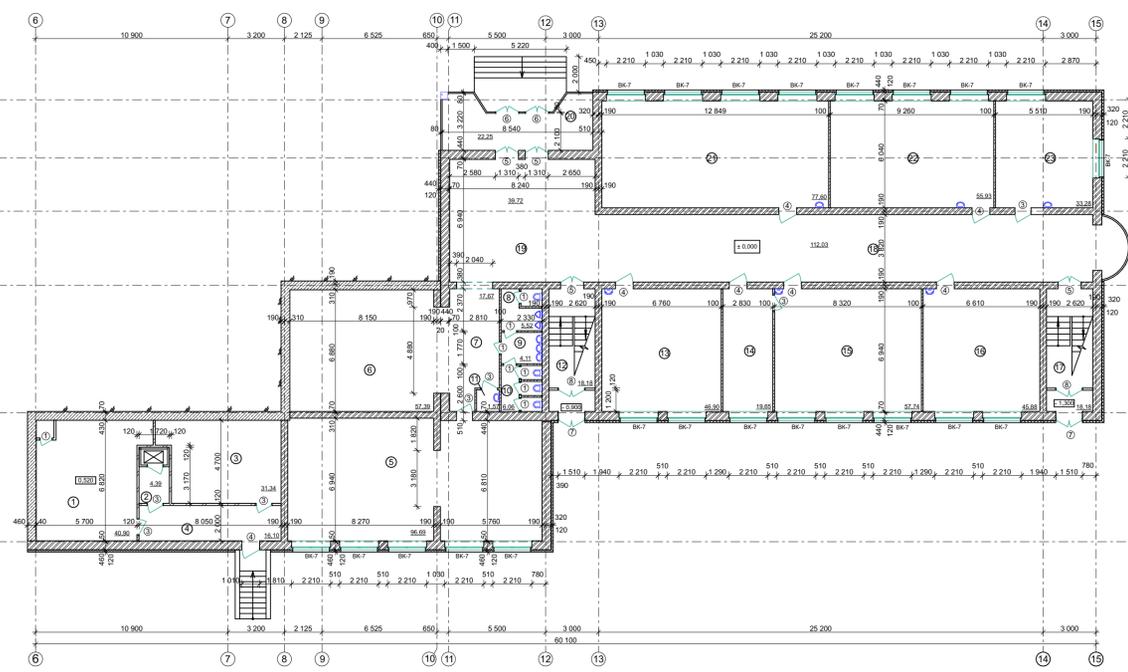
Експлікація приміщень на відм. 0,000

№ п/п	Назва приміщення	Площа, м²	Примітки
План на відм. 0,000			
1	Комора овеч-харчоблоку	40,90	
2	Тамбур - шлюз ліфтовий	4,39	
3	Комора продуктів харчування	31,34	
4	Завантажувальна харчоблоку	16,10	
5	Кабінет обслуговуючих видів праці по обробці лозини і кулінарії	96,69	
6	Гардероб для одягу учнів старших класів	57,39	
7	Коридор	17,67	
8	Санвузол для хлопців	5,52	
9	Тамбур	4,11	
10	Санвузол для дівчат	6,06	
11	Приміщення прибирального інвентаря та дезрозчинів	1,57	
12	Сходові клітини №2 з тамбуром	18,18	
13	Універсальний кабінет на 18 учнів	46,90	
14	Препараторська	19,65	
15	Кабінет біології на 18 учнів	57,74	
16	Універсальний кабінет на 18 учнів	45,88	
17	Сходові клітини №1 з тамбуром	18,18	
18	Коридор - рекреація	112,03	
19	Вестибюль	39,72	
20	Тамбур	16,48	
21	Кабінет інформатики на 12 учнів	77,60	
22	Кабінет креслення та малювання на 15 учнів	55,93	
23	Вчительська	33,28	
	Площа приміщень	823,31	

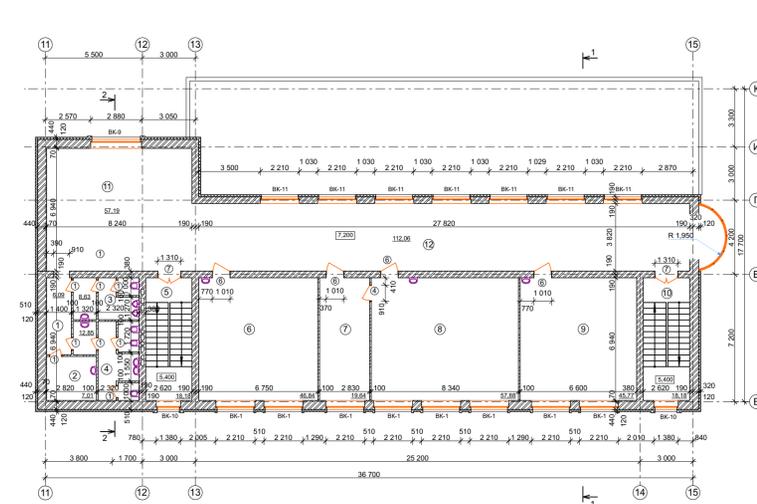
Експлікація приміщень на відм. 3,600

№ п/п	Назва приміщення	Площа, м²	Примітки
План на відм. 3,600			
1	Приміщення 4-го класу	49,98	
2	Приміщення 3-го класу	50,12	
3	Приміщення 2-го класу	50,12	
4	Приміщення 1-го класу	64,54	
5	Коридор - рекреація початкових класів з будівельними шафами для одягу учнів	190,52	
6	Тамбур	6,66	
7	Санвузол для дівчаток молодших класів	9,73	
8	Санвузол для хлопчиків молодших класів	9,73	
9	Електрощитова	8,97	
10	Шлюз	3,75	
11	Приміщення прибирального інвентаря та дезрозчинів	1,63	
12	Приміщення тимчасового утримання харчових відходів	2,06	
13	Коридор харчоблоку	33,69	
14	М'ясо - рибна дільниця	16,42	
15	Овочева дільниця з ліфтом	15,56	
16	Доготовочна	27,74	
17	Обідня зала на 60 місць з роздаточною	109,75	
18	Коридор	5,87	
19	Приміщення для холодильних шаф	11,33	
20	Приміщення прибирального інвентаря та дезрозчинів	2,79	
21	Гардероб персоналу харчоблоку	19,75	
22	Дільниця підготовки яєць	11,01	
23	Коридор	7,06	
24	Санвузол персоналу харчоблоку	3,11	
25	Душова персоналу харчоблоку	3,20	
26	Мийна столового та кухонного посуду	12,84	
27	Коридор	73,51	
28	Коридор	6,27	
29	Санвузол для юнаків	8,77	
30	Санвузол для дівчат	12,81	
31	Приміщення прибирального інвентаря та дезрозчинів	6,95	
32	Сходові клітини №2	18,18	
33	Універсальний кабінет на 18 учнів	46,84	
34	Препараторська	19,64	
35	Кабінет фізики на 18 учнів	58,58	
36	Універсальний кабінет на 18 учнів	45,81	
37	Сходові клітини №1	18,18	
38	Хол	57,19	
39	Коридор - рекреація	112,03	
40	Медлункт	17,75	
41	Процедурна	19,39	
42	Кабінет директора	18,48	
43	Приміщення	17,64	
44	Кабінет зауча	18,84	
45	Бібліотека	72,78	
46	Актовий зал на 150 пос. місць	95,05	
47	Сцена	40,68	
48	Артистичні	53,94	
49	Костюмерна	19,68	
50	Санвузол костюмерної	2,83	
51	Коридор	67,42	
52	Спортивний зал	299,92	
53	Роздавальня для хлопчиків з душовими та санвузлом	43,21	
54	Роздавальня для дівчаток з душовими та санвузлом	51,56	
55	Тамбур	18,55	
56	Снарядна	67,66	
57	Кімната інструкторів	21,54	
58	Коридор - рекреація	83,36	
	Площа приміщень	2242,97	

План на відмітці 0,000



План на відмітці 7,200



Експлікація приміщень на відм. 7,200

№ п/п	Назва приміщення	Площа, м²	Примітки
План на відм. 7,200			
1	Коридор	6,09	
2	Приміщення прибирального інвентаря та дезрозчинів	7,01	
3	Санвузол для хлопців	8,63	
4	Санвузол для дівчат	12,85	
5	Сходові клітини №2	18,18	
6	Кабінет іноземної мови на 12 учнів	46,84	
7	Препараторська	19,64	
8	Кабінет хімії на 18 учнів	57,88	
9	Універсальний кабінет на 18 учнів географії, історії та ін.	45,77	
10	Сходові клітини №1	18,18	
11	Хол	57,19	
12	Коридор - рекреація	112,06	
	Площа приміщень	410,32	

08-08.МКР.008-АР

М. ВІННИЦЯ

Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата
Розробил					
Перевірив					
Керівник					
Норм контроль					
Опозит					
Затвердив					

Слова			Аркші		
п	8	9	п	8	9

ВНУЧ, гр. Б-20м

ВІДГУК ОПОНЕНТА на магістерську кваліфікаційну роботу

студента гр. Б-20м Пішохи Андрія Віталійовича
на тему: Дослідження технологічних особливостей ін'єкційної гідроізоляції для експлуатованих будівель

Після розгляду роботи встановлено, що робота виконана згідно до завдання, а її зміст відповідає затвердженій темі на магістерську кваліфікаційну роботу.

Тема роботи є актуальною оскільки сучасне будівельне виробництво потребує вітчизняного ефективного технологічного рішення для влаштування підземної гідроізоляції експлуатованих будівель, що перебувають у складних умовах щільної міської забудови.

У роботі виконано техніко-економічне порівняння трьох варіантів ізоляції, обрано доцільний варіант – застосування бентонітового порошка, що має економічний ефект 108,06 тис грн..

Під час теоретичних досліджень і у технічних аспектах роботи використані останні досягнення науки і техніки.

Прийняті у даній магістерській кваліфікаційній роботі рішення достатньо обгрунтовані технічними розрахунками та їх аналізом .

На наш погляд представлені в роботі розрахунки виконані правильно відповідно до вимог нормативних матеріалів.

У представленій роботі виконані експериментальні дослідження впливу вмісту бетонітового глинопорошка та попереднього нагрівання на характеристики піщано-бетонітових сумішей, отримані результати проаналізовані і обгрунтовано прийняте рішення.

Текстовий та графічний матеріал виконано якісно, оформлення відповідає вимогам чинних стандартів.

На нашу думку після розробки робочої документації матеріали роботи можна впровадити на практиці.

Зауваження:

1. У розділі № 4, а саме 4.1 магістерської кваліфікаційної роботи не вказано де саме знаходиться школа.
2. Бажано було б представити у роботі генеральний план в архітектурно-будівельних кресленнях

Вказані зауваження не знижують якості роботи.

Магістерська кваліфікаційна робота у цілому виконана на високому рівні та при відповідному захисті заслуговує на оцінку А «90», а здобувач Пішоха Андрій Віталійович заслуговує присвоєння кваліфікації магістр з будівництва.

Опонент

доц. каф. ТЕ, к.т.н., доцент
(посада, прізвище, ініціали)



Н. Д. Степанова
(МП)

ВІДГУК
керівника магістерської кваліфікаційної роботи

студента Пішохи Андрія Віталійовича
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему Дослідження технологічних особливостей ін'єкційної гідроізоляції для експлуатованих будівель


Робота виконана на сучасну тему, яка є актуальною для об'єктів, які потребують реконструкції. В даній магістерській кваліфікаційній роботі запропоновано метод ін'єкційної гідроізоляції з мінеральних компонентів (бентонітових глин) для експлуатованих будівель. Суть роботи полягає в розробці конкурентоспроможної та економічної технології влаштування ін'єкційної підземної гідроізоляції будівель та споруд з урахуванням обмежених умов з раціональними технологічними параметрами, що дозволяють підвищити ремонтпридатність та довговічність експлуатації конструкцій будівель та споруд, а також знизити трудомісткість робіт з виконання ремонтних робіт.

Зміст роботи відповідає завданню, та отримані висновки дають вичерпні відповіді на поставлені задачі дослідження. Слід відмітити самостійність студента при написанні роботи та достатньо високий рівень підготовки, ерудиції та самостійності при прийнятті технічних рішень та висновків в наукових дослідженнях. Результати досліджень були апробовані на науково-технічній конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету у травні 2022р.

Здобувач своєчасно виконував поставлені завдання відповідно до календарного плану. До недоліків слід віднести наявність в пояснювальній записці класичних рисунків, які не є авторською розробкою. При відповідному захисті заслуговує на оцінку А «90» та кваліфікації магістра з будівництва.

**Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи**

К.Т.Н., доц.каф. БМГА
(посада, науковий ступінь, вчене звання)



(підпис)

І.М. МЕТЬ
(ініціали, прізвище)