

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ  
КАФЕДРА МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА І ГОСПОДАРСТВА  
(повна назва кафедри)

**Кваліфікаційна робота**

другий (магістерський)

(рівень вищої освіти)

на тему «Підвищення надійності функціонування гідроізоляції  
підземних частин будівель»

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1929-мбг  
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна  
інженерія»

(код і назва спеціальності)

освітньої програми «Міське будівництво та  
господарство»

(код і назва освітньої програми)

Юхименко Є.В.

(ініціали та прізвище)

Керівник доц., к.т.н. Фостащенко О.М.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент доц., к.т.н. Савін В.О.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

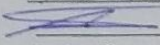
Запоріжжя

2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра Міського будівництва та господарства  
Рівень вищої освіти другий (магістерський)  
(другий (магістерський) рівень)  
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
(шифр і назва)  
Освітня програма «Міське будівництво та господарство»  
(шифр і назва)  
Спеціалізація -  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

завідувач кафедри міського  
будівництва та господарства  
 доцент А.В. Банях  
"28" 11 2020 року

**ЗАВДАННЯ**  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ / ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

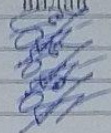

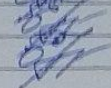



Юхименко Євген Володимирович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи (проекту) «Підвищення надійності функціонування гідроізоляції підземних частин будівель»  
керівник роботи Фостащенко Олена Миколаївна,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)  
затверджені наказом ЗНУ від "25" 05 2020 року № 598-с

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи грудень 2020 р.
3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи Актуальність обраного напрямку досліджень, значимість у сучасному житті, можливості розв'язання проблематики, перспективи впровадження майбутніх досягнень, мета роботи, завдання до виконання обраних досліджень, об'єкт досліджень, предмет досліджень, передбачувані методи виконання досліджень
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Методи захисту будівель від дії підземних вод. Сучасні гідроізоляційні матеріали та методи їх нанесення. Характеристика ґрунтових та поверхневих вод. Надійність функціонування гідроізоляції підземних частин будівлі. Інноваційні системи гідроізоляції підземних частин будівлі. Системи водовідведення та дренаж. Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)  
Від 32 листів слайдів із результатами аналітичних обґрунтувань наукового напрямку досліджень, технологіями проведення робіт, результатами експериментальних досліджень, доказами оптимальності запропонованих методик, прикладами влаштування захисних покриттів.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи магістра

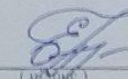
| Розділ   | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата  |   |
|----------|---|---|---|
|          |   | завдання видав  | завдання прийняв  |
| Розділ 1 | Фостащенко О.М., доц. каф.МБГ             |  |  |
| Розділ 2 | Фостащенко О.М., доц. каф.МБГ             |  |  |
| Розділ 3 | Фостащенко О.М., доц. каф.МБГ             |  |  |

7. Дата видачі завдання 28.09.20

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи   | Строк виконання етапів роботи | Примітка   |
|-------|---|-------------------------------|------------|
| 1     | Розділ 1. Методи захисту будівель від дії підземних вод                         | 1 жовтня                      | <i>вик</i> |
| 2     | Розділ 2. Надійність функціонування гідроізоляції підземних частин будівель     | 1 листопада                   | <i>вик</i> |
| 3     | Розділ 3. Інноваційні системи гідроізоляції підземних частин будівель та споруд | 1 грудня                      | <i>вик</i> |

Студент  Юхименко С.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи (проекту)  Фостащенко О.М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

**Нормоконтроль пройдено**

Нормоконтролер  Фостащенко О.М.  
(підпис) (ініціали та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

Юхименко Є.В. Підвищення надійності функціонування гідроізоляції підземних частин будівель та споруд.

Кваліфікаційна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 - Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник О.М. Фостащенко. Інженерний навчально-науковий інститут, кафедра міського будівництва та господарства, 2020.

Виконаний аналіз ефективності використання гідроізоляційних матеріалів які представлені на ринку. Визначені сучасні гідроізоляційні матеріали, їхні характеристики, властивості та особливості застосування. Розглянуто вплив води на будівельні конструкції та території забудови, а також запропоновані способи водозахисту.

Встановлено, що основними характеристиками та показниками при використанні тих чи інших матеріалів є: хімічна стійкість матеріалів, морозостійкість, еластичність, величина адгезії, технологія нанесення, вартість виконання робіт, хімічний склад ґрунту та ґрунтових вод.

Ключові слова: ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ, ПІДЗЕМНІ ЧАСТИНИ СПОРУД, ГІДРОІЗОЛЯЦІЯ, ФУНДАМЕНТ, ДРЕНАЖ, ГРУНТОВІ ВОДИ, ЗЛІЗОБЕТОН.

Список публікацій магістранта:

1. Принципи влаштування підвальних приміщень які експлуатуються – тези доповіді на XXV науково-технічної конференції студентів, магістрантів, аспірантів та викладачів Інженерного навчально-наукового інституту ЗНУ, Запоріжжя, 25 листопада 2020 р. Запоріжжя: ІННІ ЗНУ, 2020. С. 249.

## ABSTRACT

Yukhymenko Y. The Improving the Reliability of the Waterproofing of Underground Parts of Buildings.

Qualifying work for obtaining a master's degree in higher education in specialty 192 - Construction and civil engineering, scientific supervisor A.N. Fostaschenko. Engineering Educational and Scientific Institute, Department of Urban Construction and Economy, 2020.

The analysis of efficiency of use of waterproofing materials which are presented in the market is executed. Modern waterproofing materials, their characteristics, properties and features of application are defined. The influence of water on building constructions and building territories is considered, and also methods of water protection are offered.

It is established that the main characteristics and indicators when using certain materials are: chemical resistance of materials, frost resistance, elasticity, adhesion, application technology, cost of work, chemical composition of soil and groundwater.

Key words: IMPROVING THE RELIABILITY OF FUNCTIONAL WATERPROOFING, UNDERGROUND PARTS OF STRUCTURES, WATERPROOFING, FOUNDATION, DRAINAGE, GROUNDWATER, REINFORCED CONCRETE.

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| ВСТУП. . . . .   | 8  |
| РОЗДІЛ 1 МЕТОДИ ЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ ВІД ДІЇ ПІДЗЕМНИХ ВОД. . . . .                          | 13 |
| 1.1 Сучасні гідроізоляційні матеріали і методи їх нанесення . . . . .                    | 13 |
| 1.2 Характеристика вод та їх вплив на будівлю . . . . .                                  | 19 |
| 1.3 засоби захисту територій забудови від підземних та поверхневих вод . . . . .         | 23 |
| 1.4 Захист будівель від капілярного підйому води . . . . .                               | 29 |
| 1.5 Роботи вчених з питань функціонування підземних частин будівель та споруд . . . . .  | 31 |
| РОЗДІЛ 2 НАДІЙНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ ПІДЗЕМНИХ ЧАСТИН БУДІВЕЛЬ . . . . .     | 37 |
| 2.1 Світовий досвід використання підземного простору для будівництва . . . . .           | 37 |
| 2.2 Класифікація гідроізоляції підвальних приміщень. . . . .                             | 40 |
| 2.2.1 Підготовка поверхні для гідроізоляційних робіт . . . . .                           | 44 |
| 2.2.2 Обмазувальна гідроізоляція . . . . .   | 46 |
| 2.2.3 Обклеювальна гідроізоляція . . . . .   | 47 |
| 2.2.4 Фарбувальна гідроізоляція . . . . .  | 49 |
| 2.2.5 Проникаюча гідроізоляція . . . . .   | 50 |
| 2.2.6 Ін'єкційна гідроізоляція . . . . .   | 52 |
| 2.2.7 Бентонітові мати . . . . .   | 55 |
| 2.2.8 Штукатурна гідроізоляція . . . . .   | 56 |
| 2.2.9 Металева гідроізоляція. . . . .  | 58 |
| 2.3 Цоколь та вимощення . . . . .  | 60 |
| 2.3.1 Влаштування вимощення . . . . .  | 61 |
| 2.3.2 Влаштування цоколю будівлі . . . . .   | 63 |
| 2.4 Порівняльний аналіз гідроізоляційних матеріалів . . . . .                            | 65 |
| РОЗДІЛ 3 ІННОВАЦІЙНІ СИСТЕМИ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ ПІДЗЕМНИХ ЧАСТИН БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД . . . . . | 71 |
| 3.1 Способи гідроізоляції підземних частин будівель і споруд . . . . .                   | 71 |
| 3.1.1 Гідроізоляція бетонів за допомогою гідрофобних добавок . . . . .                   | 73 |

|   |     |
|---|-----|
| 3.1.2 Інноваційні системи гідроізоляції . . . . .       | 76  |
| 3.1.3 Технологія гідроізоляції рідкою гумою. . . . .    | 79  |
| 3.1.4 Гідроізоляція за допомогою полісечовини . . . . . | 83  |
| 3.1.5 Системи водовідведення та дренаж . . . . .        | 86  |
| 3.1.5.1 Наземні дренажні системи . . . . .              | 88  |
| 3.1.5.2 Глибинні дренажні системи . . . . .             | 89  |
| 3.1.6 Охорона праці та техніка безпеки . . . . .        | 93  |
| ВИСНОВКИ . . . . .                                      | 98  |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ . . . . .                    | 100 |

## ВСТУП

Актуальність проблеми. Всі будівлі та споруди піддаються впливу вологи. Намокання огорожуючих конструкцій, поверхонь фундаментів та стін підвалів, відбувається в результаті потрапляння на них атмосферних опадів, ґрунтової вологи, а також в результаті конденсації вологи через різницю температур ззовні та зсередини будівлі. Результатом таких явищ являється передчасне руйнування конструкцій, зниження їх теплоізоляційних властивостей, зменшення несучої здатності, порушення мікроклімату будівель. Огороджувальні конструкції підземних частин будівель та споруд мають забезпечувати надійний захист від проникнення вологи.

Гідроізоляція це один із трудомістких та відповідальних процесів. В промисловому та цивільному будівництві, влаштування гідроізоляції становить в середньому 0,1-1 % від кошторисної вартості будівельно-монтажних робіт, але при цьому складає близько 3 % від загального об'єму трудомісткості. Вартість гідроізоляції, в порівнянні з іншими загальнобудівельними роботами, є незначною, але її роль в забезпеченні довговічності та умов експлуатації є досить суттєвою. В той же час ремонт гідроізоляції – складна, дорога, а часто і малоефективна операція. Тому елементи захисту від вологи мають бути розраховані на весь термін експлуатації будівлі з урахуванням всіх несприятливих факторів, а також виконуватись з якісних матеріалів які підходять до тих чи інших умов експлуатації споруд.

Ряд конструкцій, в силу свого призначення, працюють в постійному контакті з водою. Це конструкції фундаментів та підвалів, залізобетонних та металевих паль, ванних кімнат, басейнів, ємностей для зберігання рідини та інших будівельних конструкцій які перебувають в контакті з вологою. Ґрунтові та атмосферні води можуть стати причиною виникнення грибків, плісняви та бактерій на поверхнях фундаментів та інших підземних споруд, а також призвести до утворення протічок та тріщин в конструкціях.



Більшість матеріалів, які використовуються при влаштуванні будівельних конструкцій, мають пористу структуру, добре поглинають та пропускають вологу. Це являється значним недоліком, та призводить до виникнення проблем різноманітного характеру. Вода, яка заповнила пори, замерзає взимку, розширюється та руйнує матеріал підземних конструкцій на всю глибину проникнення вологи. В цьому полягає одна з основних причин руйнування фундаментів та інших конструкцій, які не були оброблені гідроізоляційним та теплоізоляційним покриттям, або ці покриття були пошкоджені в процесі експлуатації будівлі. Ще одним фактором, який сприяє руйнуванню будівельних конструкцій, є агресивність води та хімічний склад ґрунту основи. Через наявність агресивних вод, відбувається руйнування бетону та арматури, яка застосовується в залізобетонних конструкціях. Підвищена кислотність та лужність, наявність у воді розчинених мінеральних та органічних сполук призводять до прискореної корозії і руйнування будівельних конструкцій.

Обираючи спосіб гідроізоляції, необхідно визначити умови експлуатації будівлі, пористість та міцність матеріалів, гідрогеологічну обстановку та зміну температурного і вологісного режиму. На цих підставах обирають відповідні матеріали з певними особливостями та умовами використання. Сучасний ринок гідроізоляційних матеріалів надає широкий вибір продукції. Однак, надійний гідроізоляційний захист можна отримати лише при правильному підборі матеріалів, їхній сумісності та дотриманні технології виконання робіт. Особливості і тенденції сучасного ринку ізоляційних матеріалів спрямовані на екологічність та дешевизну влаштування водозахисту.

Метою роботи є дослідження поведінки різних типів матеріалів в певних умовах експлуатації, визначення складу компонентів та наповнювачів гідроізоляційних матеріалів, підбір оптимальних технологій влаштування гідроізоляційного захисту при новому будівництві та при реконструкції будівель, розглядання основних факторів які викликають корозійне руйнування залізобетонних підземних частин будівель та споруд.

За останні роки в технологіях гідроізоляційних робіт, при будівництві будівель та споруд, відбулись значні зміни внаслідок створення нових матеріалів на основі полімерів, синтетичних смол та іншого. З'явилися модифіковані сухі будівельні суміші, полімерні мембрани, ін'єкційні матеріали які дозволяють зробити будь яку споруду абсолютно водонепроникною.

Таким чином, для надійного та тривалого функціонування конструкцій, які знаходяться під впливом вологи, необхідно правильно запроектувати саму конструкцію, а також влаштувати надійну гідроізоляцію з використанням найефективніших технологій і матеріалів. На сьогоднішній день поширено використовують обмазувальну, просочувальну, обклеювальну, фарбувальну, ін'єкційну та штукатурну гідроізоляцію. Кожна з цих технологій володіє своїми перевагами та недоліками, має свою специфіку проведення робіт, призначена для певних умов роботи.

Для досягнення поставленої мети в роботі передбачені рішення наступних задач:

- Дослідити причини руйнування гідроізоляційного покриття;
- Проаналізувати існуючі матеріали і можливості їх використання;
- Проаналізувати методи захисту територій від підтоплення та затоплення атмосферними опадами, а також підземними водами;
- Дослідити можливості зменшення температурних, хімічних, механічних впливів на роботу гідроізоляційного покриття;
- Розглянути технології проведення гідроізоляційних робіт;
- Провести порівняльний аналіз існуючих матеріалів для гідроізоляції підземних частин будівель та споруд.

Об'єкт дослідження – гідроізоляція підземних частин будівель та споруд.

Предмет дослідження – покращення функціонування гідроізоляційних покриттів шляхом впровадження сучасних методів виконання робіт та використанням найефективніших матеріалів.

Методи дослідження. В процесі опрацювання роботи застосовано метод аналізу та узагальнення теоретичних досліджень, заснованих на сучасних досягненнях в області теорії та практики підвищення надійності функціонування підземних частин будівель згідно сучасних нормативних документів.

Джерела дослідження. Під час дослідження теми були використані наукові статті в періодичних виданнях, дисертаційні рукописи, доповіді з науково-практичних конференцій, інтернет-ресурси наукових електронних бібліотек, інша науково-технічна література.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

- Досліджені причини руйнування гідроізоляційних покриттів підземних частин будівель та споруд;
- Проаналізовані та узагальнені методичні підходи до влаштування та покращення гідроізоляційних покриттів;
- Проаналізована нормативна база щодо сучасних технологій підвищення надійності функціонування гідроізоляційних покриттів;
- Визначені способи зниження впливу вологи на будівельні конструкції;
- Проаналізовані характеристика та властивості існуючих матеріалів.

Практичне значення одержаних результатів полягає у дослідженні та узагальненні методичних підходів до влаштування та покращення функціонування гідроізоляційних покриттів; дослідженні причин руйнування гідроізоляційних покриттів та запропоновані методи їх ліквідації; проведено порівняльний аналіз з наведенням переваг та недоліків кожного матеріалу, а також оптимальної сфери застосування кожної технології; запропоновані рішення для штучного зниження впливу ґрунтових та поверхневих вод на будівельні конструкції.

Особистий внесок автора. Проведено дослідження та узагальнення методичних підходів до влаштування та покращення функціонування гідроізоляційних покриттів. Виявлені основні причини руйнування гідроізоляційних покриттів та запропоновані методи їх ліквідації. У вигляді

таблиць викладений порівняльний аналіз з наведенням переваг та недоліків кожного матеріалу, а також можливостей застосування кожної технології. Розроблені рекомендації для штучного зменшення впливу ґрунтових та поверхневих вод на будівельні конструкції.

Відомості про апробацію результатів роботи. Апробація роботи – за результатами досліджень опубліковано тези доповіді на XIII університетської науково-практичної конференції «Молода наука-2020».

Відомості про публікації здобувача. Принципи влаштування підвальних приміщень які експлуатуються – тези доповіді на XIII університетської науково-практичної конференції «Молода наука-2020».

Структура та обсяг магістерської роботи. Робота складається з вступу, трьох основних розділів, висновків, списку використаних джерел. Робота викладена на 110 сторінках, 8 таблиць, 38 рисунків. Для написання даної роботи було використано 54 літературних джерел.

## РОЗДІЛ 1

### МЕТОДИ ЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ ВІД ДІЇ ПІДЗЕМНИХ ВОД

#### 1.1 Сучасні гідроізоляційні матеріали і методи їх нанесення

При проектуванні основ, фундаментів і підземних споруд необхідно враховувати гідрогеологічні умови території, можливість їх зміни в процесі будівництва й експлуатації з урахуванням технологічних особливостей об'єктів: наявність чи можливість утворення першого непостійного горизонту підземних вод – верховодки; природні коливання рівня підземних вод; можливі техногенні зміни рівня і режиму підземних вод; ступінь агресивності підземних вод до матеріалів підземних конструкцій і корозійну активність ґрунту [12].

Призначення гідроізоляції – захист внутрішнього простору підземних частин будівель та споруд від проникнення в них капілярної, ґрунтової або поверхневої води, такий вид гідроізоляції називається протинапірним або протикапілярним [41]. Антикоровійною гідроізоляцією називають заходи для захисту елементів фундаменту та огорожуючих конструкцій від корозії. До системи гідроізоляції можуть входити такі елементи: водостійкий бетон, гідроізоляція швів, гідроізоляційне покриття, захист гідроізоляції, теплоізоляція, дренаж, вентиляція і кондиціонування повітря. На даний момент для гідроізоляційних робіт поширено використовують мастики та емульсії, рулонну гідроізоляцію, листову гідроізоляцію, просочувальні суміші.

Мастики та емульсії мають бітумну, полімерну або комбіновану основу з додаванням різноманітних добавок які так чи інакше впливають на гідроізоляційні властивості, стійкість до агресивних вод, спосіб нанесення та довговічність гідроізоляційного шару. Така гідроізоляція наноситься в холодному або гарячому вигляді в декілька шарів, методом обмазування або розливанням по поверхні яку необхідно захистити (рис. 1.1). Мастики

рекомендується використовувати переважно при новому будівництві на поверхнях складної форми з великою кількістю нерівностей, переходів та примикань, а також при ремонті існуючого гідроізоляційного покриття.



Рисунок 1.1 – Нанесення бітумної мастики

Рулонна гідроізоляція, або її називають обклеювальною, представляє собою бітумні, полімерні або комбіновані листи, які поставляються на будівельний майданчик у вигляді рулонів та наносяться на поверхню методом приклеювання у холодному вигляді за допомогою мастики чи без неї, або в гарячому вигляді за допомогою горілок. Рулонна гідроізоляція вкладається в декілька шарів з перекриттям швів, та може бути додатково захищена від механічних пошкоджень (рис. 1.2). Додавання в сучасні рулонні матеріали спеціальних модифікаторів дозволяють значно покращити такі властивості як: еластичність, гнучкість при низьких температурах, хімічну стійкість, довговічність та інші. Основною перевагою такого матеріалу являється

однакова товщина листів, яка забезпечується заводським виготовленням, що дає змогу рівномірного нанесення по всій ділянці підземної частини будівлі.



Рисунок 1.2 – Приклеювання рулонної гідроізоляції

Листова гідроізоляція виготовляється у вигляді полімерних плівок, ПВХ мембран плоских або профільованих, металевих листів. Листи кріпляться до стінок фундаменту за допомогою спеціальних дюбелів з перекриттям стиків, самі стики заклеюють гідроізоляційними стрічками, або спаюють за допомогою нагрівання (рис. 1.3). Полімерні мембрани володіють підвищеною стійкістю до кліматичних та атмосферних впливів, стійкі до ультрафіолетового випромінювання, залишаються еластичними в широкому діапазоні температур, мають високу міцність, хімічно та біологічно стійкі до мікроорганізмів та проростанню коріння, являються більш довговічними ніж бітумно-полімерні рулонні матеріали. Такі листові матеріали мають значно більшу ширину, в порівнянні з традиційними рулонними матеріалами, що дає

змогу звести до мінімуму кількість стиків між листами по всьому периметру фундаменту. Сфера використання таких мембран в основному великі будівля, такі як торгові центри, виробничі комплекси та інше.



Рисунок 1.3 – Кріплення профільованої мембрани

Просочувальна гідроізоляція виготовляється з портландцементів, хімічних сумішей та наповнювачів, до її складу часто входять солі та луки для запобігання впливу агресивних вод та ґрунтів. Просочуванню підлягають бетонні та залізобетонні вироби, стіни підвалів та фундаментів як з зовні так і з середини сторони. (рис. 1.4). Склад просочувального розчину залежить від хімічного складу ґрунту та ґрунтових вод в яких знаходиться конструкція. Головна відміна просочувальної гідроізоляції від інших видів полягає в тому, що захисний шар утворюється не на поверхні матеріалу, а проникає в нього на глибину близько 10 см, та заповнює пори роблячи матеріал гідрофобним. Цей вид гідроізоляції не використовують як основну, а комбінують з іншими матеріалами.

Існують випадки коли необхідно запобігти просоченню рідини з резервуарів та басейнів в оточуючий ґрунт. Це можуть бути водосховища,



штучні озера, траншеї для меліорації тощо. Якщо на різних ділянках підземної споруди знаходяться різні умови водонасиченості, то на них мають передбачатися різні типи гідроізоляції. При виборі типу гідроізоляції необхідно також враховувати механічний вплив на гідроізоляцію, температурний вплив, умови виконання робіт, дефіцитність і вартість матеріалів, сейсмічність району будівництва [22] Для різних умов та ґрунтів виділяють наступні види гідроізоляції: зовнішня протинапірна, внутрішня протинапірна, гідроізоляція водозбірників, гідроізоляція від фільтраційних та поверхневих безнапірних вод, гідроізоляція для захисту від капілярної вологи (Рис. 1.5).



Рисунок 1.4 – Нанесення просочувальної гідроізоляції

Зовнішня протинапірна ізоляція тиском води притискається до зовнішньої сторони стіни та являється більш економним видом захисту від ґрунтових вод у порівнянні з внутрішньою. Таку ізоляцію зазвичай влаштовують при будівництві нових будівель і використовують для цього

рулонні або листові гідроізоляційні матеріали, а також просочують зовнішню поверхню фундаменту.

Внутрішня протинапірна ізоляція має протистояти напору води який передається на неї. Для того щоб тонкий шар гідроізоляції не відривався від стін та підлоги він опирається на міцну та стійку внутрішню конструкцію яка зафіксована від впливання та називається кесон. Внутрішню протинапірну гідроізоляцію влаштовують при реконструкції або при підвищенні рівня ґрунтових вод.

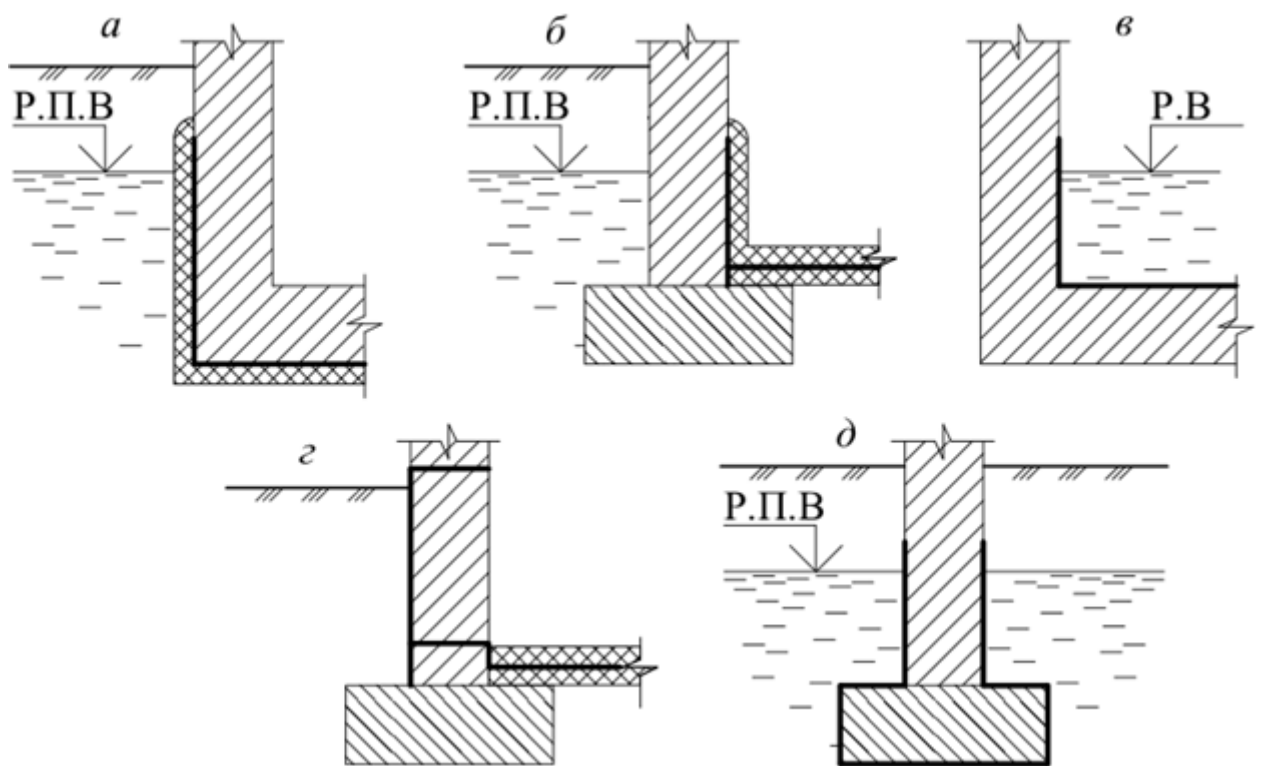


Рисунок 1.5 – Види гідроізоляції для підземних споруд:

*a* – зовнішня протинапірна; *б* – внутрішня протинапірна;

*в* – гідроізоляція водозбірників; *г* – гідроізоляція для захисту від капілярної вологи; *д* – антикорозійна гідроізоляція

Протикапілярна гідроізоляція забезпечує переривання капілярного потоку. Такий ефект можна забезпечити завдяки шару гідрофобного або крупнозернистого матеріалу який не містить капілярних каналів. Також цього можна досягти за допомогою ін'єкції в стіни, або пристінний ґрунт речовин,

які надають їм гідрофобних властивостей. Для захисту від капілярної вологи стін які стоять на фундаменті влаштовують суцільну гідроізоляційну прокладку яка пересікає стіну та внутрішню штукатурку.

Антикорозійна гідроізоляція покриває елементи підземних конструкцій суцільним чохлам до рівня на 0,5 м вище рівня агресивних підземних вод. Антикорозійну гідроізоляцію фундаментом, що знаходяться в неагресивних середовищах, як правило, не передбачають.

## 1.2 Характеристика вод та їх вплив на будівлю

Більшість ґрунтових вод являються агресивною середою для металевих, бетонних та залізобетонних виробів, саме тому конструкції які знаходяться в таких водах будуть руйнуватися значно швидше (рис 1.6). Підземні води які здатні руйнувати цементні бетони і розчини називаються агресивними. Їхня агресивність залежить від хімічного складу розчинених в них солей та кислот, ці речовини потрапляють у воду з підземних природних покладів, або через викиди виробництв, тому агресивні ґрунтові води зустрічаються дуже часто.



Рисунок 1.6 – Руйнування залізобетонної конструкції під впливом агресивної  
ВОДИ

Агресивність ґрунтових вод по відношенню до бетону оцінюється за складом: бікарбонатної лужності; водневого показника рН; вмістом вільної вуглекислоти  $\text{CO}_2$ ; вмістом магнезіальних солей, іонів магнію Mg; вмістом їдких лугів, іонів калію та натрію K і Na; вмістом сульфатів  $\text{SO}_4$ . Всі ці показники визначаються в лабораторії при проведенні інженерно-геологічних вишукувань [9]. Також води поділяють на наступні типи: загально кислотний, магнезіальний, вуглекислотний вилужувальний, сульфатний, кисневий тип агресивності води. Підземні води з високим ступенем агресивності переважно знаходяться в зонах міських звалищ, хімічних та інших виробництв, складів шкідливих відходів, на заболочених та засолених територіях. При взаємодії залізобетонних фундаментів з агресивною водою відбувається руйнування захисного шару з подальшою корозією арматури.

При проектуванні інженерного захисту територій та споруд від підтоплення та затоплення слід розробляти комплекс заходів, які б забезпечували запобігання підтопленню та затопленню або усунення негативного впливу цих процесів у залежності від вимог щодо функціонального використання територій і охорони природного середовища [11]. На підземні залізобетонні конструкції чинить негативний вплив вода як в рідкому, так і в твердому агрегатних станах. Так, в зимовий період коли відбувається чергування дня і ночі вода може замерзати вночі та відтаювати вдень, коли на неї потрапляє сонячне проміння. При замерзанні вода збільшує свій об'єм на 10% це явище призводить до руйнування бетону. Вдень мікро тріщини які знаходяться на поверхні бетону заповнюються талою водою, а вночі при замерзанні ця вода розриває тріщини ще більше. Таким чином регулярні цикли замерзання та відтаювання води з кожним наступним разом збільшують кількість води яка потрапляє в тріщини, а тому пропорційно зростає збиток який наноситься бетону при замерзанні цієї води. Результатом такого явища стає часткове руйнування захисного шару і арматура яка знаходиться всередині вже не отримує належно захисту від корозії. Тривалі окислювальні процеси викликають утворення іржі на поверхні арматури, яка

в свою чергу теж збільшує свій об'єм і знову таки призводить до руйнування бетону. Окрім того при корозії зменшується площа поперечного перерізу арматури, що в свою чергу призводить до втрати проектної несучої здатності всього фундаменту.

Ґрунтові води можуть чинити вплив не лише на конструкції, а і на ґрунти основ. В результаті природних або техногенних підтоплень територій, ґрунти зволожуються що викликає протікання певних процесів. Зв'язкові дисперсні ґрунти такі як глини, суглинки, супіски погіршують свої фізико-механічні характеристики при збільшенні вологості. Зі зростанням вологості глинистих ґрунтів, вони переходять в пластичний стан, питоме зчеплення та кут внутрішнього тертя знижуються за рахунок послаблення структурних зв'язків та зменшенню тертя від дії води в зоні контакту часточок ґрунту, при подальшому зволоженні досягається вологість на межі текучості і ґрунт розріджується та стає схожим на в'язку рідину. На піски, щебеністі та інші незв'язкові дисперсні ґрунти, замочування чинить менший вплив. Це пов'язано з тим, що тертя між часточками забезпечується їхньою формою та характером поверхні, а питоме зчеплення майже відсутнє. В таких ґрунтах наявність води зменшує внутрішнє тертя до 20%. В складі твердих ґрунтів можуть бути водорозчинні компоненти: гіпс, кальцій, солі та інше, а також органічні речовини які під впливом води можуть розчинятися та послаблювати структурні зв'язки або призводити до утворення пустот.

Існують специфічні ґрунти для яких контакт з водою протипоказаний вони називаються просадними та набрякаючі. Просадні ґрунти мають макропори та низьку вологість і в сухому стані являються відносно стійкими та мало чим відрізняються від глинистих. При замочування вони швидко розмокають та втрачають структурні зв'язки і під навантаженням від ваги будівлі пори різко стискаються і ґрунт дає осадку яка може досягати величини більше метра. Набрякаючі ґрунти в основному глиністі які мають невелику вологість в природному стані та містять гідрофільні глиністі мінерали. Вода, потрапляючи в такі ґрунти поглинається поверхнею глинистих часточок

утворюючи на них гідратні оболонки, це призводить до збільшення об'єму масиву ґрунту та підйомом його поверхні.

Деформація ґрунту основи призводить до деформації споруд які розташовані вище, в результаті чого відбувається утворення тріщин в стінах та фундаменті, порушується гідроізоляційний шар, вимощення відходить від стін будівлі, пошкоджуються інженерні комунікації та виникає ряд інших проблем. Для запобігання впливу агресивних вод на залізобетонні вироби використовують хімічно стійкі тріщиностійкі конструкції з щільних класів бетону, ізолюють фундамент за допомогою глиняних замків в поєднанні з бітумом або використовують хімічно стійкі гідроізоляційні матеріали. Для нейтралізації води з високим вмістом кислот, навколо будівлі влаштовують дренажні канали які заповнені вапняним камінням або щебнем. Вапно шляхом нейтралізації кислот знижує ступінь агресивності ґрунтових вод.

Показники агресивної середи, при яких вода являється неагресивною до бетону, наведені в таблиці (табл. 1.1). У випадку коли ці показники перевищують значення наведені в таблиці, вода вважається агресивною тому необхідно вжити відповідних заходів по захисту будівельних конструкцій.

Таблиця 1.1 – Наявність хімічних компонентів, при яких вода є неагресивним середовищем для бетону

| Показник агресивності                                   | Сильно та середньо фільтруючі ґрунти (Кф більше 0,1 м/добу) | Слабо фільтруючі (Кф менше 0,1 м/добу) |
|---|---|--|
| Бікарбонатна лужність $\text{HCO}_3$ , ммоль/л          | Більше 1,4  | Не нормується                          |
| Водневий показник рН                                    | Більше 6,5  | Більше 5                               |
| Зміст вільної вуглекислоти $\text{CO}_2$ , ммоль/л      | Менше 15  | Менше 55                               |
| Зміст магнезіальних солей (на іон Mg), мг/л             | Менше або дорівнює 1000                                     | Менше або дорівнює 2000                |
| Зміст їдких лугів (на іон K і Na), г/л                  | Менше або дорівнює 50                                       | Менше або дорівнює 80                  |
| Зміст сульфатів (на іон $\text{SO}_4$ ), мг/л           | Менше 300   | Менше 300                              |
| Зміст хлоридів, сульфатів, нітратів, солей, їдких лугів | Менше 10  | Менше 10                               |

### 1.3 Засоби захисту територій забудови від підземних та поверхневих вод

Підземні води знаходяться в верхній частині земної кори або в товщі гірських порід. За умовами залягання підземні води поділяються на ґрунтові, міжпластові, артезіанські та мінеральні (рис. 1.7). Ґрунтові води заповнюють пори між часточками ґрунту та можуть переміщуватися за рахунок гравітації або утримуватись молекулярними силами. Вони утворюють водоносний горизонт на першому від земної поверхні водостійкому шарі. В зв'язку з неглибоким заляганням, можуть відбуватись сезонні коливання рівня ґрунтових вод за рахунок атмосферних опадів, зміни рівня води в навколишніх водоймах, техногенних явищ та іншого. Ґрунтові води часто підлягають забрудненню та можуть бути агресивними. Міжпластові води знаходяться глибше, заточені між двома водостійкими шарами та являються напірними. Вони більш чисті за ґрунтові води, а їх рівень майже постійний і менше змінюється з часом. Артезіанські та мінеральні води знаходяться під тиском на глибині від 100 і більше метрів. Відносяться до важливих корисних копалин, чисті та придатні для вживання.

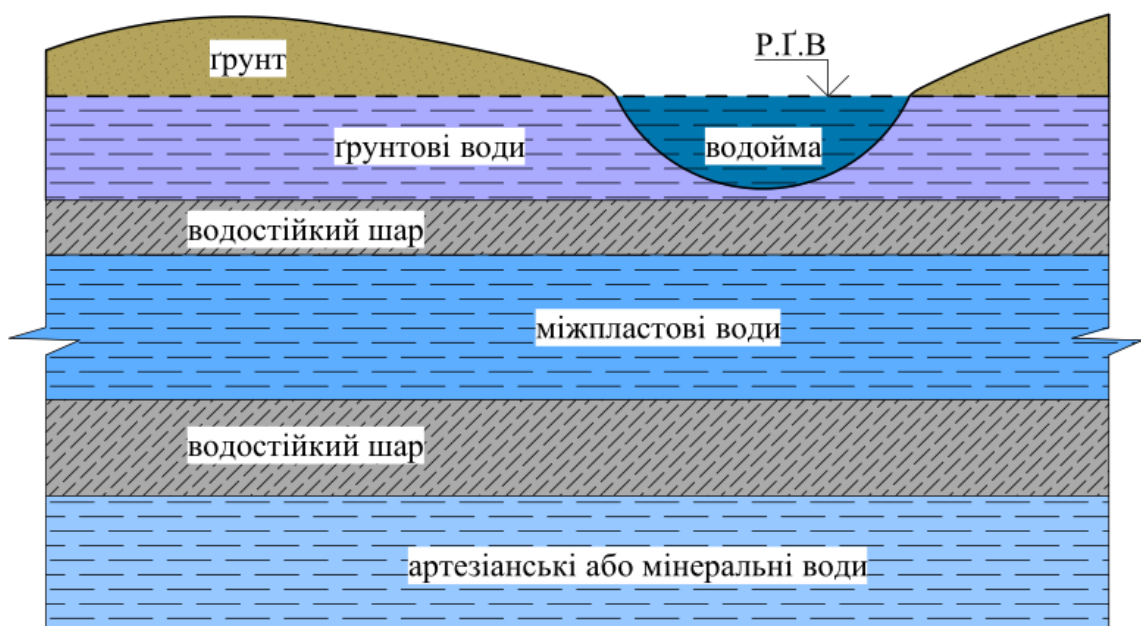


Рисунок 1.7 – Приклад розміщення підземних вод

При будівництві будівель і споруд найбільшу загрозу становлять ґрунтові води, так як можуть змінювати свій рівень, часто являються агресивними, впливають на фізико-механічні властивості ґрунтів. Також важливо захистити територію будівництва від можливих підтоплень. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення виконується з метою забезпечення безперебійного і надійного функціонування та розвитку всіх об'єктів господарювання, створення належних екологічних та соціальних умов життя населення, дотримання нормативних санітарно-гігієнічних умов [11]. В якості основних засобів інженерного захисту від підтоплення передбачають обвалування, штучне підвищення поверхні території, руслорегулюючі споруди та споруди по регулюванню та відводу поверхневого стоку, дренажні системи і інші споруди інженерного захисту [6].

Обвалування – система огорожувальних споруд або земляних валів для захисту територій від затоплень при зміні рівня поверхневих вод (Рис. 1.8). Трасу дамби прокладають вздовж берегової лінії в залежності від умов рельєфу. Разом з системою обвалування застосовують: насосні станції, акумулюючі басейни, дренажні системи.

При штучному підвищенні поверхні території зводять земляний насип до відмітки яка не затопляється (рис 1.9). Висоту насипу розраховують з урахуванням прогнозу режиму ґрунтових вод в період двох фаз: меженого рівня водойми та періодів високого рівня води. Межень – період внутрішнього циклу, протягом якого в річці спостерігається найменший рівень води. Високий рівень води утворюється за рахунок дощових паводків або танення снігу та льоду. Для штучного підвищення поверхні території застосовуються піщані та глинисті ґрунти. При гідронамиві, піщані ґрунти утворюють жорсткий скелет одразу, володіють низькою усадкою, мають гарну водовіддачу. Глинисті ґрунти потребують більше часу для стабілізації. Також виконують вертикальне планування території, забезпечуючи оптимальні ухили для відводу поверхневого стоку води та комфортного пересування населення.



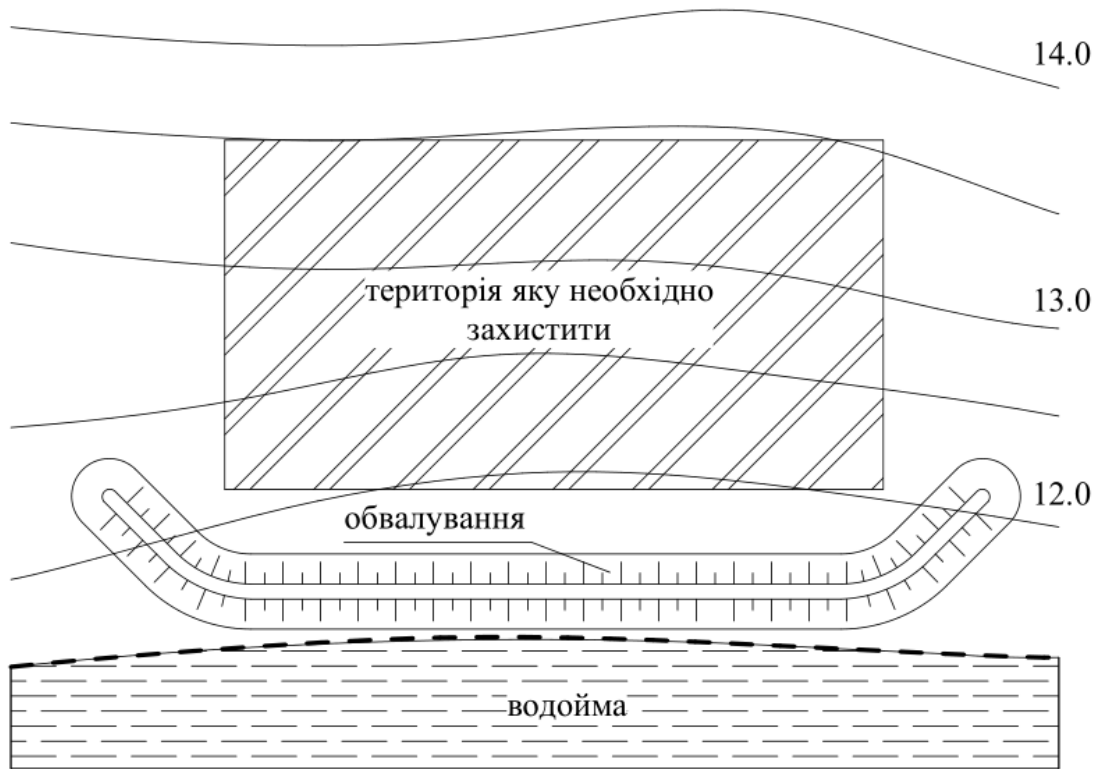


Рисунок 1.8 – Влаштування обвалування

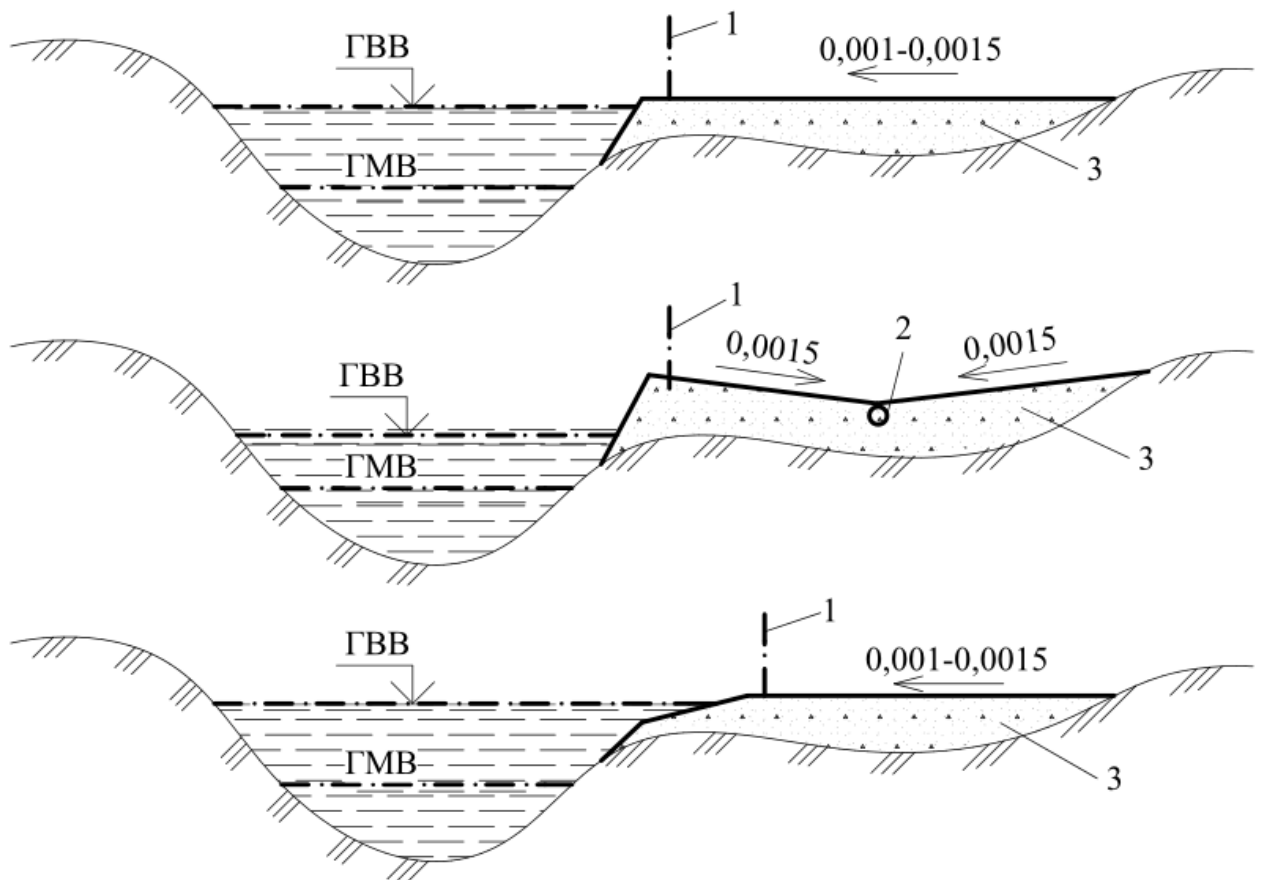


Рисунок 1.9 – Поперечні профілі підсилення території: 1 – червона лінія забудови; 2 – колектор дощової каналізації; 3 – насипаний масив ґрунту

Регулювання русла річок в якості методу захисту території від підтоплення, дає результат лише на малих річках, де спостерігаються незначні коливання рівня горизонтів паводкових та меженних вод. Русла малих річок регулюють за рахунок розчищення та заглиблення дна, вирівнювання та зміцнення берегів (рис. 1.10). Це дає змогу збільшити пропускну здатність річки за рахунок зменшення гідравлічного опору русла. Завдяки даному методу вода без перешкод проходить повз території яку захищають, та у період паводків не виходить за межі берегів. Ще одним методом захисту територій від підтоплення є регулювання стоку води. Зменшення розходів води в період паводків досягають влаштуванням розвантажувального обвідного каналу або водосховища, які створюють за рахунок дамб [18]. Розвантажувальний канал дозволяє перехопити частину розходу води, обвести його навколо території яку захищають та скинути далі за течією або в іншу водойму.

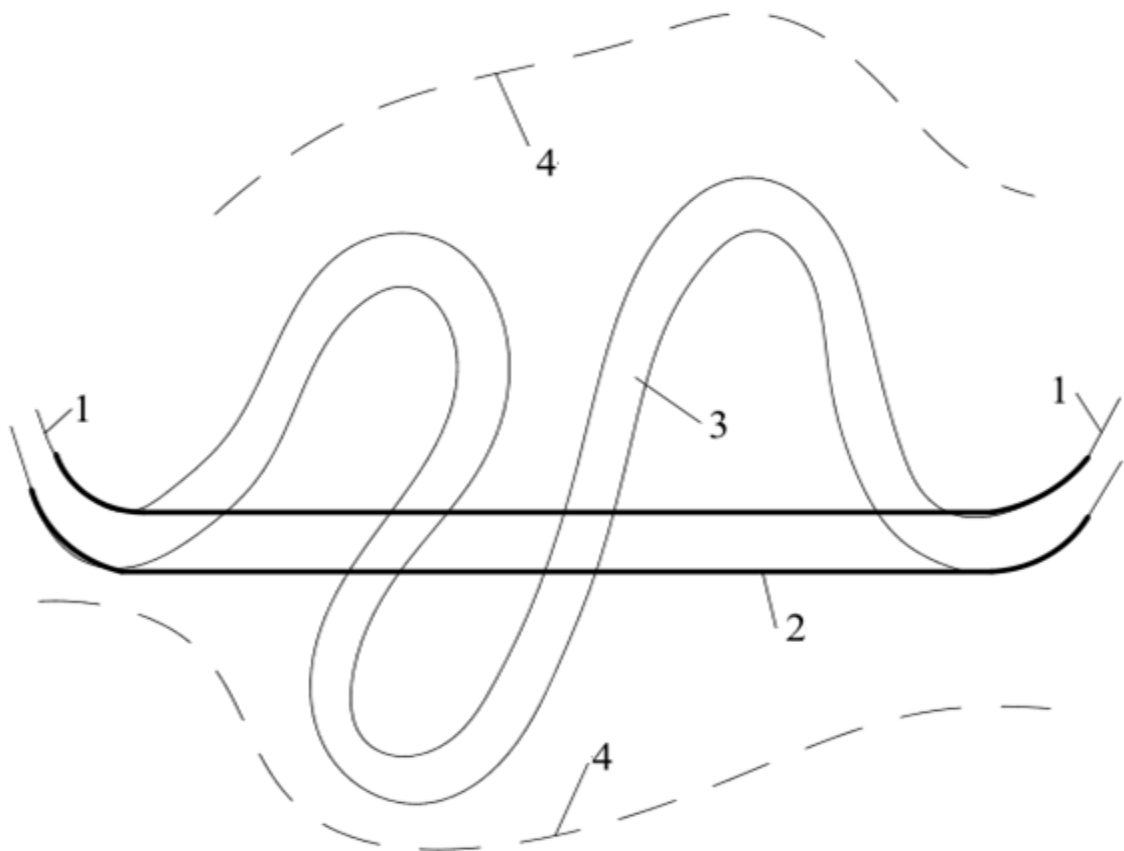


Рисунок 1.10 – Регулювання русла річок: 1 – існуюче русло; 2 – проектне русло; 3 – засипане старе русло; 4 – межі затоплення території до вирівнювання русла річки

Важливим засобом захисту підземних частин будівель і споруд від ґрунтових та поверхневих вод являється влаштування дренажних систем та систем збору і відводу дощової та талої води (рис. 1.11). Система дощових і дренажних колекторів представляє собою систему лінійних комунікацій і зосереджених споруд: труби, лотки, канави, відстійники, станції перекачки, тощо. В дренажних мережах виділяють дрени-осушувачі, понижуючі РГВ, дрени-збирачі, які видаляють воду за межі території в місця скидання або водозбірники [18].

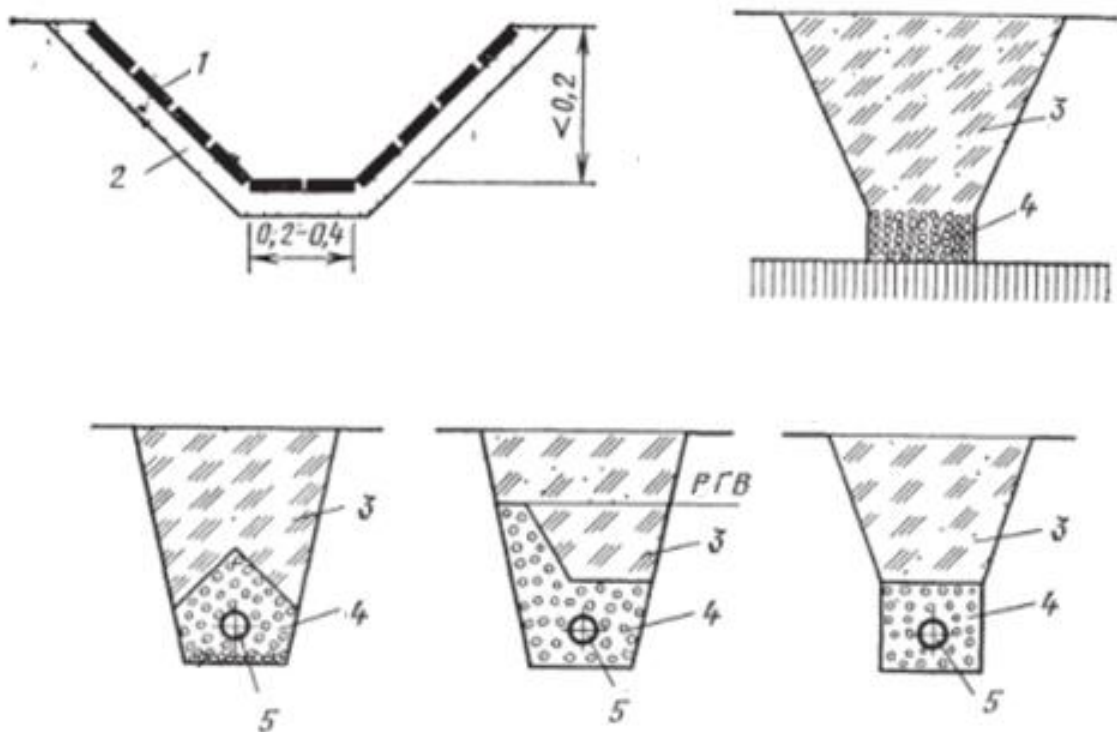


Рисунок 1.11 – Поперечні перерізи дренажних систем:

- 1 – бетонні плити; 2 – дренуюча подушка; 3 – ґрунтова засипка;  
4 – багатошарова дренажна обсіпка; 5 – труба-дрена

В горизонтальних дренах-осушувачах виділяють відкриті та закриті конструкції. Дренажі відкритого типу представляють собою канави і лотки які служать для осушування лише верхніх шарів ґрунту та одночасного відводу стічних поверхневих вод. Їх виконують з бетонних плит на піщано-гравійній подушці. Канави роблять з залізобетону, вони відрізняються більшою, ніж у

лотків, глибиною яка досягає до 2 метрів та мають ширину до 1.5 м. Відкриті мережі проектують в зонах 1-2 поверхової забудови, на ділянках з зеленими насадженнями, в сільських населених пунктах.

В містах переважно використовують мережі закритого типу. Закриті дренажі можуть бути безтрубчатими, з заповненням траншей дренажним матеріалом, і трубчатими, які складаються з дренажних труб вкладених на підготовану основу і оточених фільтруючою обсіпкою. Дану обсіпку виконують багатошаровою з кам'яних матеріалів різної фракції. В залежності від гідрогеологічних умов використовують різні конструкції дренажних обсіпок.

Галерейним дренажем називають конструкції з прохідними, до 1.8м, або напівпрохідними, до 1.2 м, колекторами прямокутного, круглого, еліптичного перерізу. В стінах таких дренажів роблять водоприймальні щілини. Для цього їх перфорують або роблять з пористих матеріалів. Фільтруючу обсіпку вкладають навколо дренажів, засипаючи пазухи траншеї крупнозернистим піском.

Навколо будівель виконують пристінкові та пластові дренажі різних конфігурацій. Їх обирають в залежності від глибини закладання та форми фундаменту, характеру ґрунтів та інших факторів. Такі дренажі призначені для перехоплення гравітаційної води, яка поступає збоку від будівлі, та перенаправлення її в дощову каналізацію. Від капілярного підйому води стіни захищають гідроізоляцією. При захисті підвалів будівель, які знаходяться на великій товщі водопроникних ґрунтів, під підлогою влаштовують пластовий дренаж – фільтруюча постіль в поєднанні з дренажами-осушувачами та збирачами. Такий дренаж перехоплює ґрунтові води та захищає від капілярного підйому води.

Для тимчасового пониження рівня ґрунтових вод, наприклад на період будівництва, використовують вертикальні дренажі. Вони складаються з групи вертикальних труб об'єднаних в єдину систему за допомогою водопровідних пристроїв та насосної станції. Вертикальні колони складаються з

перфорованої труби та фільтру, їх заглиблюють в водонасичені ґрунти та виконують відкачування води.

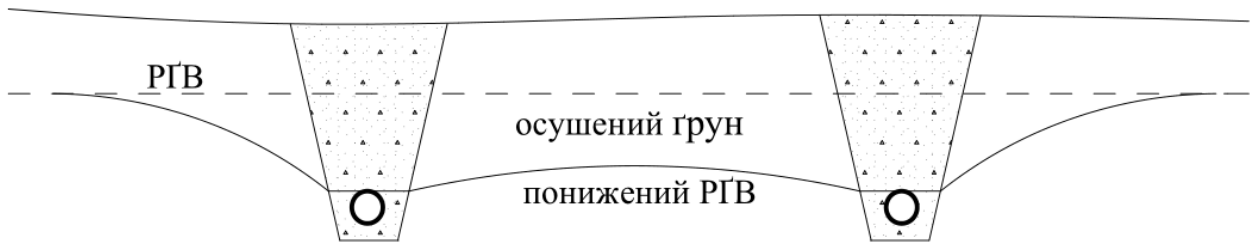


Рисунок 1.12 – Схема пониження рівню ґрунтових вод за допомогою дренажу

#### 1.4 Захист будівель від капілярного підйому води

В тимчасових та постійних водоносних горизонтах пори ґрунту заповнені гравітаційною водою, нижче цієї поверхні вода знаходиться під тиском, а вище поверхні, знаходиться зона капілярного підйому води. Рівень капілярного підйому залежить від гранулометричного складу ґрунту та змінюється від десятків сантиметрів в пісках, до кількох метрів в глинистих ґрунтах (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – капілярний підйом води в ґрунтах

| Вид ґрунту               | Капілярний підйом води, м. |
|--------------------------|----------------------------|
| Піски крупнозерністі     | 0,03...0,15                |
| Піски середньозерністі   | 0,15...0,35                |
| Піски мілкозерністі      | 0,35...1,1                 |
| Супіски                  | 1,1...2,0                  |
| Суглинки легкі           | 2,0...2,5                  |
| Суглинки середні і важкі | 3,5...6,5                  |
| Глини                    | До 12,0                    |

При контакті капілярних вод ґрунту або безнапірних фільтраційних вод з огороженнями підземних частин споруд відбувається зволоження

конструкцій за рахунок капілярного підсосу. Капілярна вода проникає з ґрунту в стіни і піднімається по ним на висоту до 2 метрів. Цегляні стіни мають нормальну вологість 0,02...0,03, а при незахищеному контакті з вологим ґрунтом вологість зростає до 0,15...0,25. В результаті цього на внутрішніх стінах підвальних приміщень з'являється вологість, пліснява, грибок. Вода яка випаровується підвищує вологість повітря, що приводить до руйнування штукатурки, відлущенню фарби та руйнуванню стін. Конструкцію і вид гідроізоляції від проникнення капілярної вологи обирають в залежності від: призначення та конструктивних особливостей будівлі; матеріалу фундаменту.

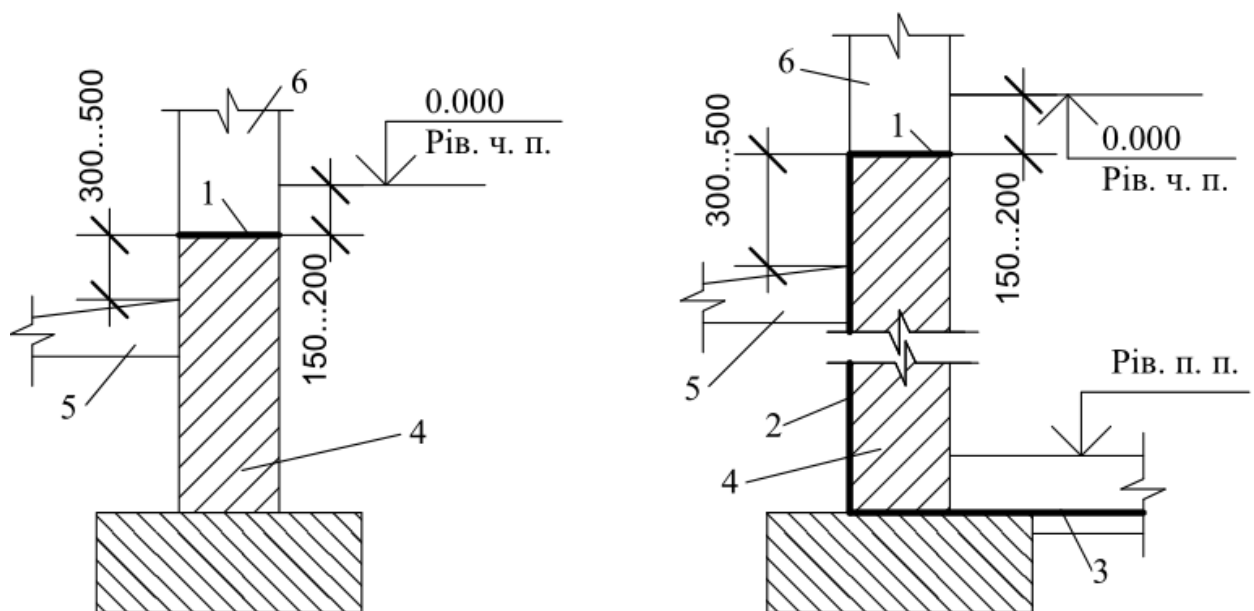


Рисунок 1.13 – Захист фундаменту від капілярного підсосу води:

- 1 – горизонтальна гідроізоляція; 2 – вертикальна гідроізоляція;  
 3 – горизонтальна гідроізоляція в конструкції підлоги підвалу; 4 – фундамент; 5 – вимощення; 6 – стіна будинку

В будівлях без підвалу вкладається шар горизонтальної гідроізоляції. Її вкладають: по верхній площині всіх фундаментів, під зовнішні та внутрішні стіни; нижче рівня перекриття підлоги першого поверху на 150...200 мм.; вище рівня вимощення на величину яка залежить від місця будівництва та матеріалу

фундаменту, зазвичай ця величина складає приблизно 300...500мм. На сьогоднішній день, в якості горизонтальної гідроізоляції, використовують руберойд, гідроізол, толь, полімери, а також шар жорсткого цементно-піщаного розчину по якому вкладається толь.

В будівлях з підвалом горизонтальну гідроізоляцію від капілярної вологи влаштовують вище рівня вимощення на 300...500 мм, та в рівні підлоги підвалу. Горизонтальної гідроізоляції може бути недостатньо, так як з ґрунту волога може проникати по фундаментній стіні. Щоб цього не траплялось, в будівлях з підвалом завжди передбачають вертикальну гідроізоляцію фундаменту від підсосу вологи, який відбувається навіть при глибокому положенні рівня підземних вод [28]. Вертикальна гідроізоляція влаштовується по зовнішній стіні фундаменту та виступає над вимощенням не менше ніж на 150 мм. Для вертикальної гідроізоляції використовують різноманітні мастики, штукатурки, рулонні матеріали. По способу виконання та принципу дії відрізняють наступні види вертикальної гідроізоляції: монтовану, обмазувальну, обклеювальну, проникаючу.

### 1.5 Роботи вчених з питань функціонування підземних частин будівель та споруд.

Велика кількість вчених, науковців, докторів та кандидатів технічних наук, викладачів вищих навчальних закладів, працівників будівельних компаній та інших людей які так чи інакше пов'язані зі сферою будівництва, внесли свій вклад в дослідження функціонування методів гідроізоляційного захисту будівель та споруд. Розглядаються способи підвищення надійності експлуатації різних типів гідроізоляційних матеріалів. Досліджується виникнення негативних наслідків від порушення захисного покриття. Виконується порівняльний аналіз матеріалів від різних виробників. Обґрунтовується необхідність розвитку будівельної індустрії з використанням підземного простору. Розробляється техніко-економічне обґрунтування

використання тих чи інших матеріалів. Визначення ряду принципів організаційно-технологічних рішень виконання гідроізоляційних робіт дозволяє розробляти нові методи гідрозахисту підземних споруд.

Петров Олександр Володимирович, кандидат технічних наук, професор кафедри будівельного виробництва Іркутського національного дослідного технічного університету, описував проблеми запровадження нових гідроізоляційних матеріалів. Як не дивно, але нове покоління гідроізоляційних матеріалів з великим трудом пробивало дорогу до реального масового запровадження [31]. Основних причин такого явища декілька: їх відносно висока вартість; достатньо жорсткий технічний регламент застосування, необхідність освоєння нових технологій, необхідність в навчанні та набутті практичних навиків. Особливий вклад в гальмування технічного прогресу вносило бюджетне фінансування, коли існуюча нормативно-кошторисна документація не дозволяла активно запроваджувати в будівельну практику більш дорогі матеріали які не затвержені державним нормативним реєстром матеріалів. Якість, трудомісткість, довговічність нових матеріалів, як правило, до уваги не приймалися.

Кандидат технічних наук Дианов В.М. в роботі «Досвід робіт по гідроізоляції підземних споруд» розповідає про можливість використання підземного простору з використанням сучасних гідроізоляційних матеріалів та технологій. Загальновідомо, що в умовах сучасного інформаційного суспільства темпи науково-технічного прогресу постійно зростають [13]. Це виражається, в тому числі, інтенсивністю з'явлення нових технологій, скороченні проміжку часу який проходить від теоретичної розробки до промислового запровадження нових методів гідроізоляції. За минулі 20 років істотно розвивались технології підземного будівництва. З'явилися нові технології які забезпечують будівництво підземних споруд без впливу на поруч стоячі будівлі в умовах щільної міської забудови. Стало можливим будівництво нових гілок метро, підземних паркінгів, переходів, торговельних центрів інших соціальних об'єктів. Такі об'єкти потребують створення



абсолютно сухих умов експлуатації. Якщо до недавніх пір вважалося, що основні водотоки та фільтраційні води які проходять крізь стіни споруд, можна зупинити шляхом цементування, а незначні протічки дренувати, то в умовах будівництва «підземного міста» цього недостатньо та необхідно застосовувати найсучасніші методи гідрозахисту.

Заступник директора по економіці ТОВ «Пенетроніка», кандидат економічних наук Косцов Т.В. виділяє основні наслідки затоплення підвалів. Численні дослідження доводять, що саме вода призводить до карбонізації бетону. З часом він перестає служити лужним бар'єром для сталевих арматур. Через корозію арматури, залізобетон втрачає свою статичну міцність. Розчини кислот, лугів та солей значно посилюють процес, при якому руйнується не тільки арматура, але і сам бетон [20]. Основні наслідки затоплення підвалів:

- Руйнування залізобетонних конструкцій фундаментів в результаті чого знижується міцність несучих конструкцій будівель та споруд;

- Порушення екологічної безпеки житла, а саме з'явлення та розмноження у вологій середі шкідливих членистоногих – переносників багатьох збудників небезпечних інфекційних і паразитарних хвороб (комарі, таргани, кліщі, блохи). Волога середа підвалів також негативно впливає на стан здоров'я мешканців нижніх поверхів, особливо страждають астматики, люди похилого віку та діти;

- Виникнення радіаційної небезпеки, основною причиною якої є висока концентрація в підвалах радіаційного природного газу – радону. Сучасна людина до 80 % часу проводить в приміщеннях вдома або на роботі, де і отримує основну дозу радіації. Хоча будівлі захищають від зовнішнього випромінювання, в будівельних матеріалах міститься природна радіоактивність. Значний внесок в опромінення людини вносить газ радон та продукти його розпаду. Основним джерелом цього радіоактивного газу являється земна кора. Радон разом з водою проникає в будівлю через матеріали стін, тріщини та щілини в фундаменті, підлозі та стінах. Наслідком радіаційного впливу на людину являється виникнення онкологічних

захворювань.

Група вчених Одеської державної академії будівництва та архітектури, займалась вирішенням проблеми експлуатації будівель старої забудови з порушеним гідроізоляційним захистом підвалів. Однією із основних проблем, які виникають під час технічної експлуатації будівель старої забудови, є періодичне зволоження стін ґрунтовими водами внаслідок порушення горизонтальної гідроізоляції [45]. Підвищення вологості спричиняє збільшення теплопровідності, призводить до зниження міцності та довговічності огорожуючих конструкцій будівлі. Крім того, підвищена вологість стін значно погіршує мікроклімат приміщень. Чим тонші капіляри, тим вище піднімається по ним вода. Оскільки цегляні стіни неоднорідні, то вода по капілярам піднімається на висоту близько одного метра. На практиці спостерігається зволоження цілих поверхів, тобто підняття води на 5-6 метрів зумовлене її електроосмотичним підняттям. При цьому, чим більша різниця потенціалів на ділянках стіни, тим активніше всмоктується волога. Одним з варіантів вирішення даної проблеми являється відновлення горизонтальної гідроізоляції стін будівель за допомогою просочення гідрофобними речовинами. Ці речовини забезпечують ефект незмочування водою основ з пористих матеріалів: природного каменю, цегли, бетону, цементних розчинів. Крім цього, завдяки гідрофобному просоченню, підвищується міцність та морозостійкість конструкцій, особливо в агресивних водах. Метою дослідження було визначення оптимальної кількості та концентрації просочувальної гідроізоляції. Її вплив на зниження інтенсивності капілярного всмоктування вологи.

В журналі «Наука та сучасність – 2016», доцент кафедри будівництва Північно-кавказького федерального університету, Солдатов А.А. разом зі студентами, розглядали основні способи захисту залізобетонних конструкцій від хімічної корозії. Агресивна оточуюча середовище негативно впливає на стан будівельних матеріалів. Вплив солей, вуглекислого газу, води, а також перепади температур часто призводять до корозії. Наслідки процесів корозії

призводять до зниження міцності, погіршення експлуатаційних властивостей, великих матеріальних затрат на ремонт пошкоджених конструкцій. Тому захист бетону від корозії – найважливіша задача при будівництві та експлуатації будівельних об'єктів. В результаті атмосферного впливу, в капілярах бетону, утворюються кристали, збільшення яких призводить до його розтріскування. Карбонати, сульфати та хлориди, у великій кількості поширені в повітрі, також чинять руйнівний вплив на будівельні конструкції [38]. Корозія бетону поділяється на три види. Основними критеріями такої класифікації являється ступінь погіршення його характеристик та властивостей: перша ступінь – вимивання складових частин бетону; друга ступінь – утворення продуктів корозії без в'язучих властивостей; третя ступінь – накопичення малорозчинних кристалізованих солей які збільшуються в об'ємі. Для захисту бетону та підвищення його довговічності застосовують первинний та вторинний захист. До первинного методу захисту відноситься додавання в бетонну суміш пластифікуючих, стабілізуючих, водоутримуючих домішок, та домішок які регулюють час застигання, щільність і пористість бетону. До вторинних методів захисту відносять покриття споруд гідроізоляційними матеріалами. Застосовують обклеювальну, фарбувальну, штукатурну, просочувальну та інші види гідроізоляції.

В.Д. Тухарелі, А.В. Тухарелі, А.А. Гоблія – співробітники Волгоградського державного технічного університету, писали про перші згадки використання бітуму в будівництві, а також виникнення матеріалів на основі бітуму та полімерів. Історія використання гідроізоляційних матеріалів бере свій початок в далекій давнині. Природній бітум і смола вже використовували, як зв'язуючий матеріал для гідрозахисту при будівництві єгипетських і вавилонських споруд, в тому числі цегляних храмів і ритуальних басейнів близько 4500-5000 років назад [39]. Додаткову міцність та теплостійкість бітуму надавали за допомогою порошкоподібних наповнювачів. В наш час полімери можна вважати серйозними конкурентами

бітуму та дьогтю при виготовленні гідроізоляційних матеріалів, які мають кращу якість та властивості. Найбільш ефективними гідроізоляційними матеріалами є бітумно-полімерні композити. Сучасні розробки нових різновидів гідроізоляційних матеріалів на основі полімерів, типу плівкового поліетилену, профільованого полівінілхлориду та інших, більш складних по складу і дешевих матеріалів та виробів, замінюють і поступово витісняють з виробництва менш надійні і недовговічні толеві і руберойдові рулонні матеріали [39].

## РОЗДІЛ 2

### НАДІЙНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ ПІДЗЕМНИХ ЧАСТИН БУДІВЕЛЬ

#### 2.1 Світовий досвід використання підземного простору для будівництва

З часів винайдення такого будівельного матеріалу, як залізобетон, людство змогло досягти неймовірних результатів у сфері будівництва. Це дало змогу створювати найрізноманітніші типи споруд та будівель, кожна з яких задовольняє потреби і задачі для яких вона була побудована. Житлові будинки різної поверховості, промислові будівлі з важким габаритним обладнанням, складські приміщення площею в кілька гектарів, будівлі концертних залів які вміщують тисячі глядачів, мости та естакади довжиною в десятки кілометрів та багато інших споруд – це все стало реальним завдяки залізобетонним конструкціям та людям які обрали професію будівельника. Важливу роль відіграють фундаменти – основа всієї будівлі, будівельна несуча конструкція яка сприймає навантаження від вище розташованих конструкцій та передає їх на ґрунт. Якісний, правильно запроектований фундамент з дотриманням всіх норм та вимог є складовою частиною того, що створена будівля простоїть та відслужить свій проектний строк експлуатації. Фундамент розташовується в ґрунті, нижче рівня промерзання землі, це означає що підземна частина будівлі постійно знаходиться в агресивних умовах експлуатації. Так само як людині необхідно слідкувати за своїм здоров'ям, своєчасно проходити медичний огляд, проводити профілактичні заходи для довгого здорового життя, будівельні конструкції теж потребують належного захисту та догляду. Ґрунтові води, атмосферні опади, кліматичні умови та хімічний склад ґрунту негативно впливають на бетон. Порушення захисного шару бетону приводить до корозії арматури що в свою чергу викликає руйнування всього залізобетонного виробу, та втрату його проектної несучої здатності. Від

замочування стають вологими внутрішні стіни підвальних приміщень що сприяє утворенню плісняви та грибку. Для мінімізації впливу зовнішніх факторів на цілісність підземних частин будівлі необхідно, ще на стадії проектування, передбачити відповідні гідроізоляційні заходи.

Гідроізоляція фундаменту та підвального приміщення являється одним зі складних та найважливіших етапів будівництва. Як показує практика, допущені на початковому етапі помилки пов'язані з монтажем гідроізоляції, призводять до серйозних проблем в майбутньому, а усунення таких помилок є достатньо затратними та проблематичними заходами. Через це необхідно з самого початку проектування та будівництва обрати правильні матеріали та технологію влаштування гідроізоляції підземних частин будівлі. Для гідроізоляції використовують найрізноманітніші матеріали: починаючи з класичних рулонних бітумних і закінчуючи ін'єкціями спеціальних хімікатів у випадку з проблемними ґрунтами.

В сучасних реаліях життєдіяльності людства все більш раціональним є використання підземного простору, для будівництва приміщень різного призначення. За кілька останніх десятиліть кількість населення міст зростає, підвищується щільність забудови міських територій, стрімко зростає кількість автомобільного транспорту на дорогах, які вже не витримують таких потоків. Для розвиненого великого міста важлива мобільність та компактність всіх необхідних бізнес центрів, адміністративних установ, інформаційних структур та інших будівель які так чи інакше пов'язані з життям, роботою та побутом населення. Будівництва підземних швидкісних автомагістралей, розвинених систем метрополітену, влаштування підземних паркінгів, створення складських та виробничих приміщень нижче рівня земної поверхні набувають все більшої актуальності на майбутнє розвинення будівельної індустрії.

Яскравими прикладом використання підземного простору є такі країни як Канада, Японія, Росія, Франція та інші. В окремих містах цих країн вже в другій половині минулого століття відбувалось будівництво грандіозних підземних споруджень.

Підземне місто Монреалю в Канаді – це система багаторівневих тунелів та сходів які поєднують між собою різноманітні торгові центри, станції метро, офіси, готелі, школи, концертні зали та ресторани (рис. 2.1). Близько 500 000 чоловік використовують цю мережу кожного дня. Будівництво почалось ще у 1962 році, коли були збудовані перші взаємопов'язані ділянки. У 1966 році почала функціонувати система метро Монреалю, тоді були побудовані додаткові з'єднання з існуючими ділянками. Ідеєю міських планувальників було те, що велика внутрішня зона доступу дозволить скоротити час на пересування в центрі міста, а також дасть можливість пішоходам переміщатись всередині не виходячи на вулицю, що було актуальним враховуючи сурові північноамериканські зими. Сьогодні близько 33 кілометрів тунелів поєднують більше 12 км<sup>2</sup> найбільш густонаселеного району міста. Ці підземні переходи утворюють величезний критий лабіринт який утворювався та розвивався хаотично на протязі кількох десятиліть.



Рисунок 2.1 – Підземне місто Монреалю

Токійський протипаводковий колектор в Токіо – протипаводкова інженерна споруда яка представляє собою широко розгалужену підземну

систему тунелів та водосховищ яка збирає воду під час тайфунів та розливу річок, а потім за допомогою насосів перекачує її в річку Едогава (рис. 2.2). Будівництво споруди почалось в 1992 році, а основні роботи були завершені в 2006. Кінцева вартість даного проекту склала близько 2,7 мільярдів доларів. Система складається з п'яти криниць-водосховищ, висота найбільшої складає приблизно 70 м. Загальна довжина тунелів які поєднують водосховища складає 6,3 км. вони розташовані на глибині 50 м. та мають розмір близько 10 м. в діаметрі. В найбільшому залі розташовані чотири гідронасоси які перекачують воду до рівня води в річці Едогава зі швидкість до 200 м<sup>3</sup>/с. Через свою розміри всередині колектора можна переміщуватись на автотранспорті. Через свою футуристичну обстановку даний об'єкт використовують для зйомок фільмів та телевізійних передач.



Рисунок 2.2 – Токійський протипаводковий колектор

Московський метрополітен в Росії – займає перше місце в Європі по довжині ліній які експлуатуються (рис. 2.3). Складається з 14 ліній загальною довжиною 408,1 км. має 232 діючі станції 48 з яких визнані об'єктами культурної спадщини, а більше 40 являються пам'ятниками архітектури. Вся система охоплює значну частину Москви, та частково займає Московську



область. Найперші будівельні роботи розпочались в кінці 1931 року. Станція «Парк Перемоги» являється найглибшою станцією та розташована на глибині 84 м. Найближча до поверхні – станція «Друкарі» її глибина закладання складає всього 5 м. В найбільш завантажені дні Московський метрополітен перевозить до 9,5 мільйонів пасажирів.



Рисунок 2.3 – Станція Московського метрополітену

Монбланський тунель між Францією та Італією – автомобільний тунель, прокладений під горою Монблан (рис. 2.4). Являється частиною європейського маршруту E25. Більша частина тунелю знаходиться в Франції і приблизно третина розташована на території Італії. Довжина тунелю складає 11611 м, ширина – 8,6 м, висота – 4,35 м. Максимальна товщина гірської породи над тунелем складає 2480 м. Будівництво розпочалось у 1957 році, а закінчилось в 1965 р. При будівництві було витрачено понад 700 тон вибухівки та 2,7 мільйонів літрів пального. Тунель з моменту вводу в експлуатацію став одним з найважливіших шляхів в Альпах. Щоденно через тунель проходить близько 5000 транспортних засобів. На сьогоднішній день тунель являється

платним, але дозволяє зекономити по дорозі з Франції в Турин близько 50 кілометрів шляху, а по дорозі з Франції в Мілан – близько 100 кілометрів.



Рисунок 2.4 – Монбланський тунель

## 2.2 Класифікація гідроізоляції підвальних приміщень

Дощі, ґрунтові і паводкові води, а також води, що витікають з мереж водопроводу, каналізації і тепломереж – ось головні негативні фактори, що впливають на роботу фундаменту і інших підземних споруд [16]. Захищати від води необхідно всі поверхні і конструкції які можуть контактувати з водою. В будівлях це підвали, фундаменти, санітарні вузли та дахи. Захищати від води важливо не тільки ті місця де можливе її проникнення, а і там де омиваючі води та конденсат можуть негативно впливати на матеріали конструкцій. Вода може проникати крізь кладку в підвали та, поширюючись вище по кладці, дійти до першого і навіть другого поверху, викликаючи вологість в приміщеннях [4].

Для захисту будівель і споруд існують різноманітні види гідроізоляції

які відрізняються за призначенням, сферою застосування та матеріалами. За останні десятиліття ринок гідроізоляційних матеріалів значно розширився, з'явилися абсолютно нові та інноваційні матеріали, але також не забувають про старі способи захисту від вологи такі як укладка руберойду та влаштування глиняних замків. Для тривалого функціонування гідроізоляції будівель і споруд важливо використовувати якісні матеріали, дотримуючись технологій їх монтажу. В той же час для підвищення надійності гідроізоляційних конструкцій необхідно знижувати тиск води за рахунок дренажу або укладання захисних і теплоізоляційних матеріалів, влаштування деформаційних швів із додаванням шарів гідроізоляційних матеріалів на швах та місцях спряжень [4]. Гідроізоляцію поділяють за різними показниками: внутрішня та зовнішня; вертикальна, горизонтальна; легка, середня, важка; первинна, вторинна; напірна, безнапірна, капілярна, ущільнююча, комплексна.

Види гідроізоляції залежать від структури поверхні, агресивності навколишньої середовища, інших факторів які вимагають додаткового захисту.

- Внутрішня гідроізоляція передбачає проведення робіт всередині приміщень. Зазвичай для цього використовують штукатурки, просочувальну гідроізоляцію та інші матеріали. Часто буває, що внутрішньої гідроізоляції не достатньо, так як зовні фундамент намокає та руйнується з часом, тому необхідно застосовувати також зовнішню гідроізоляцію.

- Зовнішня гідроізоляція представляє собою ізолювання від вологи зовнішніх стін фундаментів та підвалів. Призначена для захисту від проникнення вологи та запобігання корозії матеріалу.

- Вертикальна ізоляція – це обмазування, фарбування, обклеювання, армування, штукатурка та просочувальна гідроізоляція. Влаштовують на вертикальних поверхнях.

- Горизонтальна – ті ж самі матеріали але використовуються на вертикальних поверхнях. Часто використовують ізоляційні плівки та мембрани. Призначена для захисту від капілярного підсосу води, а також для

запобігання просочення вологи на вертикальних поверхнях.

- Напірна гідроізоляція призначена для захисту від просочення вологи. Вкладається зі сторони тиску води, та притискається самою водою до поверхні яку захищають. Використовується на фундаментах які знаходяться в водонасичених ґрунтах, а також для гідроізоляції резервуарів з рідиною.

- Капілярна гідроізоляція в основному виконується у вигляді горизонтального ізолюючого шару. Захищає від капілярного підйому вологи який зумовлений наявністю мікропор в ґрунті та матеріалі фундаменту. Вода, маючи поверхневий натяг, піднімається по цим порам на висоту, яка залежить від типу ґрунту та матеріалу конструкцій.

- Комплексний захист включає в себе комбінування різних типів та матеріалів гідроізоляції, передбачає можливі ризики та зміни факторів які впливають на підземні частини будівлі. Передбачає використання вологостійких бетонів, якісних матеріалів, систем по відведенню підземних та поверхневих вод.

На сьогоднішній день використовують наступні види гідроізоляційних матеріалів: обмазувальна, обклеювальна, фарбувальна, проникаюча, ін'єкційна, штукатурна, бентонітові мати, металеві листи. Кожен з цих видів має свої плюси та недоліки, призначення, технологію та особливості монтажу.

### 2.2.1 Підготовка поверхні для гідроізоляційних робіт

Перед початком нанесення гідроізоляційних матеріалів необхідно підготувати поверхні підземних частин будівель і споруд. З конструкцій зрубують напливи, обрізають арматуру яка випирає, раковини та заглиблення заповнюють цементними або полімерними розчинами. Якщо проектом передбачено проходження крізь конструкції трубопроводів та кабелів, то до початку гідроізоляційних робіт мають бути встановлені відповідні отвори та гільзи [35]. Поверхні під гідроізоляцію з рулонних та обмазувальних матеріалів мають бути оштукатурені на всю висоту ізоляційного шару. До

початку ізоляційних робіт необхідно вжити заходи по захисту гідроізоляційного шару та конструкції від пошкоджень. Для цього територію навколо конструкції, де проводяться роботи, очищують від сміття та сторонніх предметів, при необхідності виконують захист від зволоження під час виконання робіт. Для вирівнювання поверхонь використовують шліфувальні та піскоструминні машини, машинки для сколювання бетону. Цегляну кладку можна вирівняти за допомогою цементно-піщаної стяжки. Перед нанесенням гідроізоляції поверхню очищують від пилу та бруду за допомогою стиснутого повітря, або змивають водою (рис 2.5).



Рисунок 2.5 – Змивання пилу та бруду з поверхні фундамент

При необхідності видаляють іній та сніг, висушують поверхню в природних умовах або за допомогою сушильних установок. Деформаційні шви ретельно ущільнюють за допомогою герметиків. Поверхні із бетону і залізобетону повинні бути покриті ґрунтовкою на основі бітуму, розчиненого в керосині або розчинами на основі епоксидної чи кам'яновугільних смол [30].

Гуртування поверхні, перед нанесенням гідроізоляційного шару, має бути виконане без пропусків та розривів, мати добре зчеплення з поверхнею.

### 2.2.2 Обмазувальна гідроізоляція

Обмазувальна гідроізоляція представляє собою покриття поверхні різноманітними бітумними та полімерними мастиками, однокомпонентними або композитними еластичними сумішами товщиною 2...50 мм (рис. 2.6). Працюють вони за рахунок хорошої адгезії з основою, можуть наноситись на бетон, в тому числі старий, цементно-піщану стяжку, на цеглу або природній камінь [14]. Деякі обмазувальні матеріали бувають еластичними та здатні витримувати розкриття тріщин до 2...3 мм. В умовах підземної гідроізоляції в чистому вигляді бітум не застосовують, так як він являється поживною речовиною для мікроорганізмів та бактерій які живуть в ґрунті, через що втрачає свої властивості після кількох років експлуатації. Ця проблема була вирішена шляхом додавання антисептиків, полімерних, каучукових та інших домішок, в результаті чого отримали нові мастики та суміші які є більш стійкими та довговічними.

Даний вид матеріалу призначений для зовнішньої гідроізоляції фундаментів від ґрунтових вод, захисту пласких дахів від опадів. Також для внутрішньої ізоляції стін підвалів, обробки підлоги та стін ванних кімнат. За допомогою обмазувальної гідроізоляції закриваються тріщини на стінах та фундаментах. Активно використовується в ізоляції стиків між панелями в багатоповерхових панельних будинках. На сьогоднішній день на ринку представлено багато полімерних смол, бітумо-полімерних та бітумо-резинових мастик, цементних та цементно-полімерних матеріалів. Наноситься обмазувальна гідроізоляція в холодному або гарячому вигляді за допомогою щіток, валиків, розприскуванням, фарбонагнітаючими установками, пістолетом-розпилювачем, агрегатами повітряного розпилення.



Рисунок 2.6 – Обмазувальна гідроізоляція

Обмазувальна гідроізоляція являється порівняно дешевим видом захисту але має ряд недоліків. Бітум стає крихким при навколишній температурі нижче 0 °С та втрачає еластичність. Будь-які деформації при низьких температурах призводять до утворення розривів та тріщин, а також відшаровуванню від поверхні. Термін служби такого матеріалу приблизно 5-6 років. Робота з гарячим бітумом відноситься до небезпечних, є ризик отримання ран та опіків. Проводити роботи можна лише в суху погоду, а поверхня яку захищають має бути сухою і очищена від нерівностей та сміття. Необхідно захищати гідроізолювану поверхню від механічних та біологічних пошкоджень.

### 2.2.3 Обклеювальна гідроізоляція

Обклеювальна гідроізоляція представляє собою суцільний водонепроникний килим рулонних або плівкових гідроізоляційних матеріалів, які наклеюються пошарово мастиками на погрунтовану поверхню конструкції яку ізолюють [33]. Полотна вкладають в декілька шарів, в одному напрямку з перекриттям поздовжніх швів на 10 см, та поперечних стиків на 20 см. Даний матеріал використовують для зовнішньої протинапірної гідроізоляції горизонтальних та вертикальних поверхонь, а також вкладають між фундаментом та стінами будівлі для захисту від капілярного підйому води.

Приклеюють матеріал за допомогою холодних або гарячих, вище 120 °С, мастик на бітумній, бітумо-полімерній, бітумо-гумовій основі. Роботи по нанесенню наклеюваних захисних покриттів на основі бітумно-рулонних матеріалів слід виконувати, як правило, при температурі оточуючого повітря, захисних матеріалів, і захищуваних поверхонь не нижче +10 °С [19]. При менших температурах, рулонні матеріали необхідно відігрівати до температури не менше 15 °С. Для захисту обклеювальної гідроізоляції в процесі будівництва на горизонтальних поверхнях влаштовують цементні або асфальтові стяжки товщиною 3...5 см, а на вертикальних стінах – цементну штукатурку товщиною 1,5...2 см, або захисну стінку з цегли.

Одним з різновидів обклеювальної ізоляції являється мембранна гідроізоляція яка влаштовується з використанням передових технологій. Даний метод застосовується з використанням тонких, еластичних, посиленних спеціальних рулонних систем, здатних переносити великі навантаження. Перевагою мембранної гідроізоляції, порівняно зі звичайною обклеювальною або цементною, є можливість використання в будь-яких умовах роботи. Саме тому сфера застосування такої гідроізоляції майже не обмежена. В більшості випадків товщина таких мембран складає 0,5 мм, а діапазон можливих температур експлуатації від -35 до +138 °С. Такі матеріали здатні зберігати свої гідроізоляційні властивості навіть при розкритті тріщин основи до 2 мм. Рифленні мембрани стійкі до механічних пошкоджень, до впливу мікроорганізмів та проростанню коріння рослин.

На ринку представлено великий вибір матеріалів для обклеювальної гідроізоляції: руберойд, толь, пергамін, матеріали на основі скловолокна, каучукові та інші матеріали. Широкий вибір рулонної гідроізоляції надають такі виробники: «Пластфоіл»; «Гідроізол»; «Техноніколь»; «Бікрост»; «Ruflex Grand»; «Ореол-1»; «Aquaizol»; «Kromizol» та інші. Сучасні матеріали з полімерними добавками більш довговічні, не підлягають утворенню плісняви та гниттю, більш стійкі до низьких температур, часто виготовляються з використанням армувальних елементів. Обклеювальні матеріали можна



вкладати на бетон, метал, дерево, старе гідроізоляційне покриття. Матеріал стійкий до агресивної середовища та являється відносно економічним.

Обклеювальна гідроізоляція, як і інші матеріали має свої недоліки. Необхідна ретельна підготовка поверхонь, не допускаються перепади більше кількох міліметрів. Наклеювані та наплавні матеріали необхідно ретельно вкладати та притискати до поверхні, не допускається утворення повітряного прошарку між поверхнею та матеріалом. Покриття може порватись під дією механічних навантажень або гострих предметів, в деяких випадках його необхідно захищати шаром гравію з бітумною мастикою або виконати притискну стінку. При наклеюванні ізоляції, поверхня має бути абсолютно сухою, так як на мокрому бетоні знижується адгезія. Не дивлячись на недоліки сучасні рулонні матеріали активно використовуються для гідроізоляції підземних частин будівель а також покрівель (рис 2.7).



Рисунок 2.7 – Обклеювальна гідроізоляція

#### 2.2.4 Фарбувальна гідроізоляція

Фарбувальну гідроізоляцію використовують в якості захисту зовнішніх та внутрішніх поверхонь підземних споруд, для боротьби з тріщинами в стінах та їх ерозією, для захисту від капілярної вологи, для гідроізоляції кімнат

зсередини. Застосовують лише у випадку відсутності деформаційних швів та при можливості періодичного огляду. При застиганні матеріалу, утворюється відносно еластичний, водостійкий шар гідроізоляції. На підготовану та очищену поверхню наносять декілька шарів гідросуміші на основі мастик, епоксидних смол, цементно-полімерних сумішей, бітуму з різноманітними наповнювачами. Гідроізоляційні суміші можуть наноситись в холодному або гарячому вигляді в залежності від матеріалів. Наносять гідроізоляцію в декілька шарів та використовують для цього пензлі, валики або спеціальні фарбувальні установки. При нанесенні за допомогою установок, поверхню ділять на ділянки шириною 1-2 м, та наносять суміш полосами з перекриттям сусідніх ділянок на 10...15 см. Також при використанні таких установок досягається проникнення матеріалу в найменші пори бетону, що підвищує якість та продовжує довговічність захисного шару. На вертикальних поверхнях, кутах і гранях, між шарами гідроізоляції необхідно виконувати армування за допомогою сіток, тканин або скловолосна.



Рисунок 2.8 – Фарбувальна гідроізоляція

### 2.2.5 Проникаюча гідроізоляція

Проникаюча гідроізоляція підходить для захисту пористих матеріалів від просочення вологи та капілярного підйому води. До складу даного

матеріалу входять: портландцемент, кварцовий пісок дрібного помолу, активні хімічні добавки. Проникаюча гідроізоляція наноситься на вологий бетон шаром 1...3мм, суміш входить в реакцію з водою та заповнює всі пори, тріщини і капіляри, матеріал кристалізується та стає частиною самого бетону, не даючи можливості проникнення вологи (рис 2.9). Глибина проникнення може досягати 10...25 см, деякі суміші можуть проникати в бетон на глибину до 90 см. Даний матеріал можна використовувати як з середини, так і зовні підвального приміщення, при реконструкції або при новому будівництві. Активно використовуються наступні матеріали: «Максплаг»; «Пенеплаг»; «Пенекрит»; Гідрохіт»; «Пенетрон» та інші.

Гідроізоляція такого типу має багато плюсів та переваг. Всі роботи можна проводити зсередини підвалу, немає необхідності відкопувати фундамент. Не потрібно висушувати бетон перед обробкою, чим більша вологість поверхні, тим глибше проникне гідроізоляційна суміш. Має тривалий термін служби, рівний терміну служби самого бетону. Оброблений бетон отримує здатність «самолікування», тобто при утворенні тріщини, вони одразу заповнюються кристалами гідроізоляції. Міцність та морозостійкість самого бетону зростає. Поверхня стає стійкою до хімічних речовин, захищена від корозії та окислення арматури. Обробленому бетону не страшні механічні пошкодження, його можна свердлити, закручувати дюбелі, зачищати металевими скребками, при цьому гідроізоляція не порушиться.

До недоліків відноситься те, що даним типом гідроізоляції можна обробляти лише бетон, будівельні розчини та стяжки на цементній основі. Цегляна кладка та каміння не піддається дії проникаючої гідроізоляції. До початку гідроізоляційних робіт необхідно видалити забруднення, позбутись від штукатурки яка не міцно тримається, при необхідності обезжирити поверхню бетону та розкрити тріщини. Така гідроізоляція більше підходить для обробки свіжого бетону. При реконструкції або ремонтних роботах необхідно ретельно зачистити поверхню за допомогою піскоструминних апаратів, так як за час експлуатації пори забиваються пилом та брудом.

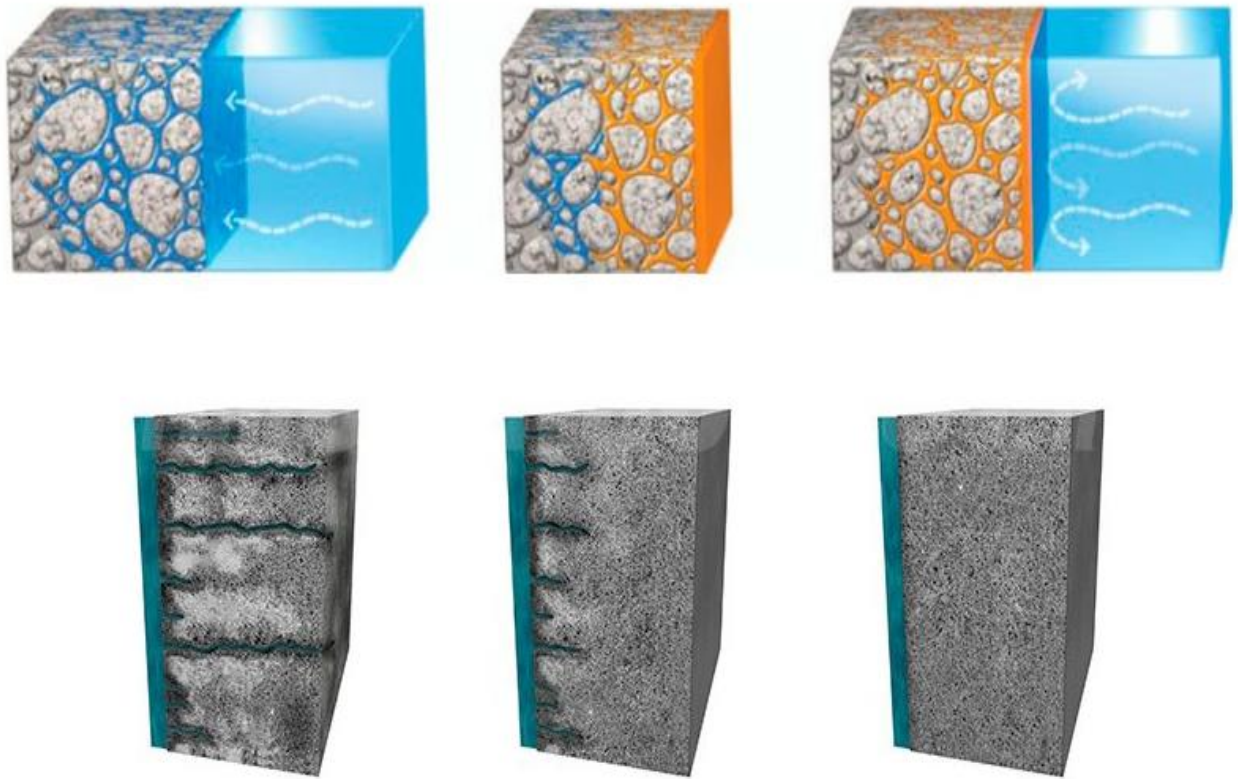


Рисунок 2.9 – Заповнення пор просочувальною гідроізоляцією

### 2.2.6 Ін'єкційна гідроізоляція

Метод ін'єкційної гідроізоляції полягає в заповненні рідкою гідроізоляційною сумішшю тріщин, пор, швів та розкришеного старого матеріалу. Можна застосовувати на залізобетонних фундаментах, цегляній та кам'яній кладці. Призначена для влаштування гідроізоляції швів та стиків в місцях примикання стінок фундаменту з ґрунтом, збільшення несучої здатності фундаментів з цегли та буту, захищає від капілярного підсосу вологи з ґрунту [19]. Ін'єкції гідроізоляційного матеріалу виконують двома способами: подача суміші самопливом без тиску, в просвердлені під кутом 40° отвори; подача суміші в шпури під певним тиском за допомогою спеціального обладнання. Такий метод гідроізоляції являється найефективнішим способом зробити конструкцію повністю водонепроникною, довговічною та міцною. Від обраного матеріалу залежить міцність ізоляційної мембрани, довговічність всієї конструкції, ступінь адгезії. Для ін'єкцій виготовляють декілька видів

сумішей різних за своїм складом та призначених для окремих умов використання.

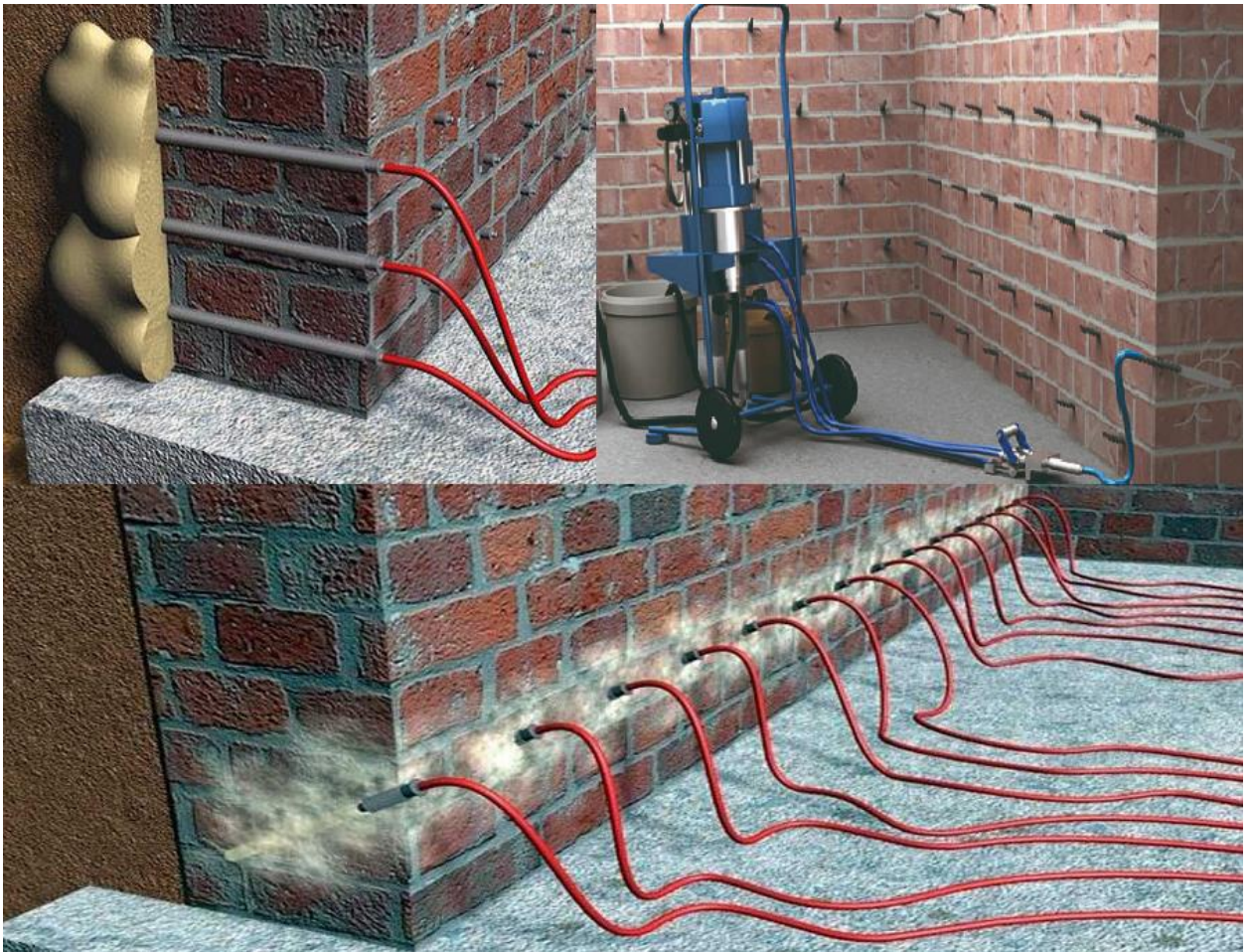


Рисунок 2.10 – Нанесення ін'єкційної гідроізоляції

Для ін'єкцій використовують епоксидні полімери. Цей вид матеріалу не допускає контакту з водою до його повного затвердіння. Полімеризація має відбуватися тільки в присутності сухого повітря. Після застигання епоксидні смоли утворюють надійний гідроізоляційний бар'єр, підвищують стійкість конструкції до механічних пошкоджень.

Акрилатні гелі – наповнювачі створені на основі ефіру акрилової кислоти, на сьогоднішній день користуються великим попитом для виконання ін'єкційних гідроізоляційних робіт. Мають щільність рівну щільності воду, здатні полімеризуватися в присутності вологи, та за короткий час утворювати одно ціле з матеріалом несучої конструкції. Головною перевагою таких гелів

являється можливість регулювання часу застигання. Така властивість дає змогу миттєво перекривати течі води з сильним напором. Захисний шар можна утворити як з середини фундаменту, так і на межі прилягання ґрунту. Така методика дозволяє одночасно укріпити пристінний шар ґрунту та захистити його від вимивання.

Також застосовують гідро активні матеріали які спінюються. Проведення ін'єкцій гідро активними гелями вважається найбільш економним способом герметизації фундаментів. Цей вид полімерів володіє здатністю збільшувати свій об'єм в десятки разів при контакті з вологою середою, одночасно витісняючи всю вологу. За рахунок своїх якостей, двокомпонентні поліуретанові смоли здатні проникати в найменші щілини матеріалу несучих конструкцій та забезпечувати високий рівень гідроізоляції. За допомогою додавання каталізаторів можна регулювати час полімеризації, доводячи його до кількох секунд.

Матеріали на основі силікатів – спеціальні суміші основою яких являються силікатні речовини та силоксани, володіють властивістю взаємодіяти з основними будівельними матеріалами на хімічному рівні, перетворюючись на емульсію яка відштовхує вологу. Їх застосовують як високоефективну горизонтальну гідроізоляцію яка здатна захищати навіть від капілярної вологи. Дані матеріали швидко проникають у вологі поверхні, що дає можливість ізолювати товсті поверхні з підвищеною вологістю.

Цементно-піщані суміші – спеціальні матеріали до складу яких входять цементи, луги, полімери, морозостійкі компоненти. Такі суміші легко проникають в структуру будівельного матеріалу, заповнюють всі щілини, мікротріщини та капіляри. Мікроелементи схожі за своїми характеристиками з цегляною кладкою, тому здатні не тільки створювати водозахисний шар, а також значно покращують структуру самої конструкції з бетону, цегли та інших матеріалів.

За допомогою ін'єкцій можна зробити водонепроникною та вологостійкою будь-яку конструкцію. Цей вид гідроізоляції є ефективним в

багатьох випадках. Ізоляція просадних швів та пустот в залізобетоні. Заповнення тріщин та капілярів в цілях ліквідації аварій, пов'язаних в проникненням сильного напору води в цегляні, бетонні, кам'яні конструкції. Гідроізоляція холодних швів в конструкціях з бетону та залізобетону. Зміцнення несучих елементів при капітальному ремонті. Комплексний ремонт та відновлення гідроізоляційного покриття.

### 2.2.7 Бентонітові мати

Бентонітові мати – вид гідроізоляції яка монтується, представляють собою бентонітову глину заточену між двома шарами картону або геотекстилю. Бентоніт це природний глинистий матеріал, який при контакті з водою набухає та збільшується в об'ємі приблизно в 15 разів, а в обмеженому просторі утворює щільний гель який запобігає подальшому просоченню вологи. Після монтажу матів до поверхні, картон розпадається, а глина виконує гідроізоляційні функції. В процесі монтажу, мати вкладаються в нахлест, а стики просипаються бентонітовими гранулами. Єдиним недоліком даного способу гідроізоляції являється висока вартість матеріалу. Застосовується для гідроізоляції вертикальних та горизонтальних поверхонь. Іноді застосовують для влаштування прихованого вимощення навколо будівлі. Обираючи даний метод гідроізоляції необхідно заздалегідь обробити поверхню додатковим гідроізоляційним матеріалом, а при влаштуванні монолітного фундаменту додати до бетону гідрофобні добавки.

Найдавнішим методом гідроізоляції було влаштування «глиняного замка», бентонітові мати прийшли на зміну такому методу, являються екологічно нейтральними для людини та простими в монтажі. Здатні переносити механічні пошкодження, та мають практично необмежений термін експлуатації. На довговічність глиняної гідроізоляції не впливають цикли замерзання та відтаювання, а також гідратація та дегідратація.



Рисунок 2.11 – Бентонітова глина

### 2.2.8 Штукатурна гідроізоляція

Штукатурна гідроізоляція – водостійке покриття яке наноситься на бетонні, цегляні, кам'яні поверхні штукатурним способом, має гарну адгезію. Така гідроізоляція складається з декількох шарів мастик або розчинів загальною товщиною до 60 мм. Надійність такого захисту залежить від стійкості конструкцій на який його наносять. Штукатурну гідроізоляцію необхідно застосовувати на жорстких спорудах, при відсутності можливості виникнення тріщин та вібрацій. За видом матеріалу розрізняють асфальтову та цементну гідроізоляцію. Асфальтова гідроізоляція може бути холодною або гарячою. Переваги – простота в застосуванні, безшовне покриття (або невелика кількість швів, які перекриваються наступними шарами), не потребує додаткового захисту [44].

Холодна асфальтова гідроізоляція виконується з холодної емульсійної



асфальтової мастики, яка наноситься на очищену та погрунтовану поверхню декількома шарами, ґрунтовка має передбачатися з розріджених бітумних паст [15]. Холодна асфальтова гідроізоляція використовується для антифільтраційного захисту підземних частин будівель та споруд, заповнення деформаційних швів, а також для антикорозійного захисту бетонних конструкцій в умовах агресивних вод які мають лужний, сульфатний, солоний вплив на конструкції, та при температурі експлуатації до 80 °С. Даний вид гідроізоляції влаштовують зі сторони дії води, а при капілярному захисті – на протилежній стороні від замочування. Кількість шарів холодної асфальтової гідроізоляції призначають в залежності від діючого гідростатичного напору: при капілярному підсосі пологи – 2 шари загальною товщиною 5...7 мм.; при напорі до 10 м. – 3-4 шари загальною товщиною 10...15 мм.; при напорі 10 м, та більше – 4-5 шарів загальною товщиною 15...20 мм. Таку ізоляцію, на горизонтальних поверхнях, слід захищати цементною або бетонною стяжкою. На вертикальних поверхнях влаштовують захисні стінки з цегли, бетонних плит, плоских азбоцементних листів, або покривають штукатуркою товщиною 1...2 см. При засипці піщаним ґрунтом, або при можливості періодичного огляду, захищати шар такої гідроізоляції не потрібно.

Гаряча асфальтова гідроізоляція виконується з гарячих асфальтових мастик або розчинів, які наносяться на поверхню в розплавленому вигляді. Температура нагрівання таких матеріалів досягає 150...190 °С. Мастики та розчини отримують шляхом змішування бітуму з порошкоподібними або волокнистими наповнювачами. В разі необхідності застосовують полімерні домішки, та домішки які підвищують пластичність. Гарячу гідроізоляцію влаштовують зі сторони зволоження, та зазвичай, без використання захисного огороження.

Цементно-піщана гідроізоляція виконується шляхом нанесення на підготовану поверхню цементно-піщаного розчину. Нанесення відбувається штукатурним способом за допомогою шпательів, торкретуванням або пневмобетонуванням. Гідроізоляційні властивості даного матеріалу можна

покращити шляхом додавання пластифікуючих, гідрофобних, армуючих та інших добавок. Використовують на фундаментах які не підлягають нерівномірній просадці, тріщиностійких та монолітних конструкціях. Загальну товщину та кількість шарів цементної штукатурної гідроізоляції обирають в залежності від гідростатичного напору. Має бути не більше трьох шарів загальною товщиною 20...30 мм.



Рисунок 2.12 – нанесення розчину методом торкретування

### 2.2.9 Металева гідроізоляція

Металеву гідроізоляцію виконують у вигляді суцільного огородження зі сталевих листів товщиною не менше 4 мм. Листи з'єднують між собою за допомогою зварювання, а до самої конструкції листи кріпляться за допомогою анкерів які закладені в бетон. Металева гідроізоляція володіє високою міцністю, водонепроникністю і довговічністю при великих тисках води, але дорога та багатодетальна, тому використання металоізоляції обмежене [33]. При бетонуванні фундаменту, металева гідроізоляція може використовуватись в якості опалубки та кріпитись до арматури конструкції.

Така гідроізоляція, як правило, влаштовується з внутрішньої сторони підземних частин приміщення, що дає можливість огляду та ремонту захисного покриття. При використанні металевих листів зовні конструкції, їх

необхідно захищати декількома шарами фарбувальної антикорозійної ізоляції. Цей вид ізоляції застосовується при: великому гідростатичному напорі, коли інші гідроізоляційні матеріали не ефективні; для ізоляції конструкцій які працюють в умовах підвищених температур, вище 80 °С. При можливості дії значних механічних пошкоджень; при гідроізоляції окремих частин фундаменту які мають складну форму. Всі елементи металевої гідроізоляції призначаються спеціально для кожного об'єкту, розраховується на міцність, на величину тиску води, на тиск від бетонної суміші.

Технологія влаштування металевої гідроізоляції є складним та відповідальним процесом. Листи металу очищують, рихтують та розмічають. Кріплення до ізолюваної поверхні відбувається за допомогою анкерів та закладних деталей які приварюються до арматури. При використанні металевих листів в якості опалубки для монолітного фундаменту їх необхідно посилювати для забезпечення жорсткості при проведенні робіт. Посилення відбувається за допомогою додавання ребер жорсткості на відстані 300...500 мм, один від одного. З'єднання листів в поздовжньому напрямку здійснюється зварними швами на підкладках з металевих пластин чи кутків, або внахлест з перекриттям приблизно 25 мм. В поперечному напрямку листи з'єднують тільки внахлест. Зварні шви обов'язково перевіряють на щільність та герметичність. Перевірка на герметичність відбувається при тиску, який перевищує робоче гідростатичне навантаження в півтора рази. Щілини між бетоном та листами металу заповнюють шляхом нагнітання цементних розчинів. Нагнітання відбувається через патрубки які вварені в листи гідроізоляції. Після завершення нагнітання та перевірки якості, патрубки зрізають та заварюють. Гідроізоляція стиків має відбуватися після контрольного нагнітання цементного розчину. Стики очищують за допомогою піскоструминних апаратів, продувають стиснутим повітрям, промивають водою, після чого заповнюють гідроізоляційними мастиками та пастами. Гідроізоляцію болтових з'єднань виконують за допомогою азбестобітумних сферичних шайб, які встановлюються під болти або гайки. Момент затяжки

болтів має забезпечувати водонепроникність болтових з'єднань. Болти, гайки та отвори необхідно захищати від корозії за допомогою бітумних лаків.



Рисунок 2.13 – Монтаж металевої гідроізоляції

### 2.3 Цоколь та вимощення

Важливою складовою частиною захисту підземних частин будівель і споруд від замочування стічними водами та атмосферними опадами є влаштування вимощення, а також облицювання цоколю водостійкими матеріалами. При порушенні або відсутності вимощення, дощові та талі води проникають в пристінний ґрунт, зволожується матеріал фундаменту та стін конструкції. В середині будівлі з'являється пліснява та вологість, а взимку, зволожені матеріали, втрачають свої теплоізоляційні властивості. При замочуванні ґрунту основ, може відбуватися зміна фізико-механічних властивостей самого ґрунту, що призводить до нерівномірних просадок, виникнення тріщин в фундаменті та стінах будівлі, порушення

гідроізоляційного покриття. Спочатку виконуються роботи по влаштуванню вимощення, після чого приступають до облицювальних робіт, а отже і до влаштування цоколю.

### 2.3.1 Влаштування вимощення

Для захисту фундаменту від поверхневих вод, по всьому периметру будівлі влаштовують вимощення (рис 2.14). Вимощення – захисне покриття, розташоване по периметру будівлі, шириною 0,6...1,2 м. Щільно прилягає до фундаменту або цоколю, виконане з ухилом від будівлі. Виконує захисні, та в деяких випадках, декоративні функції.



Рисунок 2.14 – приклад влаштування вимощення

Конструкції вимощення бувають різними, для їх виконання використовують, природній бут, асфальт, бетон, полімерні та інші матеріали. В основному влаштовується з двох шарів: нижній шар – підстилка яка має бути водонепроникною, призначена для ущільнення та вирівнювання поверхні для

подальшого вкладання покриття вимощення; верхній шар виконує декоративні функції, стійкий до розмивання водою, також може бути водонепроникним. Верхнє покриття вимощення може бути виконане з щєбню, гравію, брукового каменю, клінкерної червоної цегли, асфальту, бетону, бетонних плиток, ґрунту і іншого водостійкого матеріалу [4]. Саме конструкція вимощення забезпечує її водонепроникність. При влаштуванні захисту необхідно дотримуватись таких показників як ширина, ухил, зазори між стіною та вимощенням.

Ширину вимощення визначають в залежності від типу ґрунту та ширини карнизів даху. На звичайних ґрунтах ширину приймають на 10...20 см, ширше карнизу, але не менше 60 см, для того щоб стікаюча з даху вода не розмивала ґрунт та не застоювалась біля будівлі. На просадних ґрунтах, вимощення має виходити за межі відкосів траншей та котлованів під фундамент, на 20...30 см, але мати ширину не менше 90 см. Ухили для щєбенистих вимощень приймають 5...10 %, для бетонних та асфальтових – 3..5 %. При цьому чим більший ухил тим краще відводяться вода, але вимощення стає менш зручним при використанні його в якості пішохідної доріжки навколо будівлі. При влаштуванні вимощення необхідно залишати компенсаційний шов товщиною 1...2 см, та заповнювати його піском, екстрагованим пінополістиролом або герметиками. Такий шов служить для захисту від пошкоджень та руйнування гідроізоляційного покриття стін фундаментів. При відсутності такого зазору, під дією морозу, вимощення буде чинити тиск на стіні, осідати та пошкоджувати ізоляційний матеріал, також може постраждати облицювальний матеріал цоколю.

Для повного відводу води від фундаменту необхідно влаштовувати вимощення шириною більше 3м, що є економічно не вигідним, та не завжди можливим для реалізації, саме тому необхідно влаштовувати додатковий захист у вигляді водостічних канав та дренажу по периметру вимощення. Такі канави необхідно вкладати з ухилом, виготовляються вони з каменю, бетону, пластикових або азбоцементних труб розрізаних вздовж на дві частини.

Сьогодні представлено великий вибір готових дренажних елементів для збору та відведення дощової і талої води (рис 2.15). Вони виготовляються з полімерних матеріалів, бетонів та металу комплектуються верхніми захисними решітками. Монтуються в підготовані канавки глибиною до 20 см.



Рисунок 2.15 – готові системи водовідведення

### 2.3.2 Влаштування цоколю будівлі.

Цоколь – спорудження з будівельного матеріалу яке являється перехідним елементом від фундаменту будівлі до несучих стін і являється їхньою основою. Його головним призначенням є відділити фундамент, будівлі який залягає в ґрунті та підлягає впливу низьких температур, від несучих стін які мають втримувати тепло всередині приміщень. Також цоколь протистоїть проникненню атмосферної вологи та стічних вод по капілярам вгору по стіні. При влаштуванні цоколю необхідно дотриматись його мінімальної висоти в 30...50 см, а якщо в будівлі присутнє підвальне приміщення то висота цоколю може сягати 1,5...2 м.

Обов'язково влаштовується гідроізоляційна покриття для захисту стін від вологи та запобігання руйнування. Без гідроізоляційного шару, цоколь руйнується під впливом атмосферної та ґрунтової вологи. Зволоження цоколю призводить до зменшення несучої здатності огорожуючих конструкцій. При

замерзанні волога руйнує цоколь та його декоративну обробку. Наявність солей в ґрунтових водах призводить до утворення висолів, а кристали солі інтенсифікують процес руйнування [30]. Це призводить до зволоження цокольної частини, вилуджування підвальних та несучих стін, збільшенню втрат тепла та погіршенню умов проживання.

У випадках коли необхідно попередити промерзання цокольної частини, або це передбачено проектом будівлі, влаштовують захисне теплоізоляційне покриття. Теплоізоляцію влаштовують як з середини так і ззовні будівлі. Для цього використовують плити з мінеральної вати, які мають середню щільність але володіють низькою теплопровідністю тому добре зберігають тепло. Пінопласт та пінополістирольні плити, які мають закриті пори та мають високу щільність. Через низьке водопоглинення такі плити служать не тільки як теплоізоляція, а виступають в ролі додаткової гідроізоляції. Залишати будь-який із видів теплоізоляції у відкритому вигляді неможна, тому після закріплення ізоляції на поверхні її необхідно захистити фінішним, оздоблювальним матеріалом [40].

Розрізняють три види влаштування цоколю. Западаючий, один з найпоширеніших видів, влаштовується заглиблено по відношенню до стіни будівлі (рис 2.16 а.). Такий вид цоколю більш захищений від впливу косих дощів та інших атмосферних явищ. Завдяки тому, що виступ перекривається шаром гідроізоляції, зникає необхідність влаштування металевго відливу. Виступаючий цоколь, виконується у випадку коли немає можливості влаштувати западаючий (рис 2.16 б.) Наприклад коли необхідно зберегти температуру в цокольному поверсі, стіна цоколю робиться товщою за несучу стіну і тому виступає на декілька см. Такий виступ необхідно обробити гідроізоляційним матеріалом та закрити металевим відливом, щоб запобігти потраплянню води яка стікає по стінам будівлі. Дуже рідко влаштовують цоколь який виконаний врівень з несучою стіною (рис 2.16 в.). Така технологія в більше підлягає впливу опадів, так як гідроізоляційна частина залишається незахищеною, тому необхідно влаштовувати додаткову зовнішню обробку.



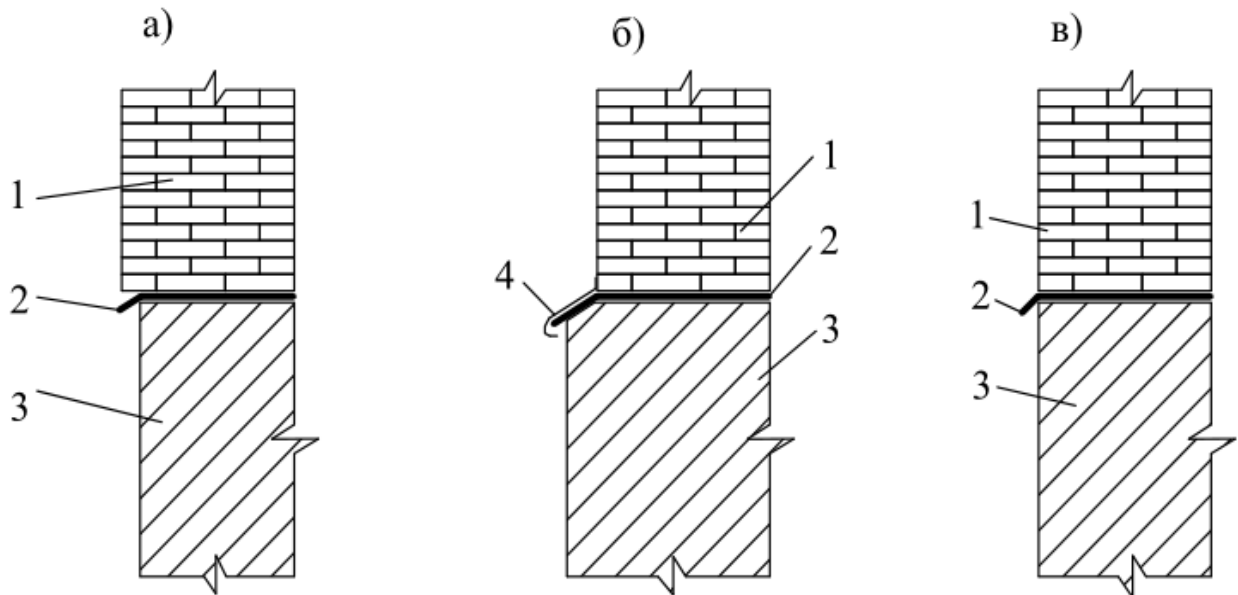


Рисунок 2.16 – поперечні перерізи видів цоколів: 1 – зовнішня стіна; 2 – шар гідроізоляції; 3 – цокольна частина; 4 – металевий відлив

## 2.4 Порівняльний аналіз гідроізоляційних матеріалів

Заходи по гідроізоляції фундаментів, а також інших заглиблених елементів будівельних конструкцій, виконуються з застосуванням різноманітних матеріалів. До найбільш поширених та простих в застосуванні матеріалів, відносять сухі будівельні суміші на основі цементного в'язучого та мастики на бітумно-полімерній основі. При виборі матеріалу необхідно знати їхні властивості. Порівняння загальних та технічних характеристик цементних та бітумних матеріалів наведено в таблиці (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Порівняння характеристик обмазувальної гідроізоляції

| Характеристика                | Загальні характеристики  |   |
|-------------------------------|--|---|
|                               | Цементні сухі суміші   | Бітумні мастики   |
| Зовнішній вигляд              | Суміш суха будівельна  | Готова до застосування мастика                                  |
| Основа нанесення              | Бетонні та залізобетонні поверхні, кам'яна та цегляна кладка             | Бетонні, залізобетонні, металеві, дерев'яні та інші поверхні    |
| Додаткові захисні властивості | Хімічний захист від середи з середньою агресивністю, карбонізації, солей | Хімічний захист від середи зі слабкою та середньою агресивністю |

Продовження таблиці 2.1

|   |   |   |
|---|---|---|
| Підготовка основи                               | Міцна, очищена від пилу, фарби, жирів та інших забруднень, шарів які осипаються | Міцна, очищена від пилу, фарби, жирів та інших забруднень, шарів які осипаються |
| Додаткова підготовка основи                     | Не потребується   | Відсутність раковин та напливів, закруглення і зрізання гострих кутів           |
| Нанесення на вологу поверхню                    | Рекомендується  | Не більше 4 %   |
| Кількість шарів нанесення                       | Рекомендується 2  | 2-4, в залежності від умов експлуатації   |
| Використання для резервуарів питної води        | Допускається  | Не допускається   |
| Властивість вирівнювання поверхні               | Так   | Ні  |
| Еластичність                                    | Мала еластичність   | Висока еластичність   |
| Стійкість до механічних пошкоджень              | Стійка  | Потребує часткового або повного захисту від механічних пошкоджень               |
| Можливість оздоблення декоративними матеріалами | Так   | Ні  |
| Пожежна безпека                                 | Пожежно та вибухонебезпечна   | Вогнебезпечна   |
| Тріщиностійкість                                | Тріщиностійка   | Тріщиностійка   |
| Використання всередині житлових приміщень       | Допускається  | Забороняється   |
| Технічні характеристики                         |   |   |
| Колір   | Сірий   | Чорний  |
| Витрати при товщині шару 1 мм.                  | 1,7-2 кг/м <sup>2</sup>   | 1-1,4 кг/м <sup>2</sup>   |
| Життєздатність суміші                           | 30 хвилин   | 3 години  |
| Рекомендована товщина гідроізоляційного шару    | 3-6 мм.   | 2-6 мм.   |
| Міцність при стисканні                          | Не менше 30 МПа   | —   |
| Міцність зчеплення з бетонною поверхнею         | Не менше 1,5 МПа  | 0,1-0,4 МПа   |
| Водостійкість при тиску                         | Не менше 0,6 МПа  | Не менше 0,03 МПа   |
| Експлуатація в умовах агресивної середовища     | 2-12 рН   | 2-12 рН   |
| Експлуатація в умовах високих температур        | Не більше +120 °С   | Не більше +110 °С   |

Загальновідомо, що бітумні гідроізоляційні матеріали застаріли, мають незначну стійкість до агресивних вод, не витримують мінусових температур, потребують значної підготовки поверхні перед нанесенням. На ринку представлено багато альтернативних матеріалів, одним з яких є використання гідроізоляційної полісечовини – двокомпонентного рідкого полімеру, отриманого в результаті певних хімічних процесів із застосуванням екологічно чистих матеріалів. До змішування та нанесення двох компонентів, вони перебувають в рідкому стані. Після змішування суміш твердіє швидше ніж за 1 хвилину, тому полісечовина наноситься за допомогою спеціального апарату, який змішує і одразу розпилює рідину. Для оцінки властивостей та можливостей кожного матеріалу складена порівняльна таблиці (табл. 2.2) Матеріали розглянуто з точки зору експлуатаційних характеристик, міцності, стійкості до різноманітних впливів, та з точки зору технології нанесення.

Таблиця 2.2 – Порівняння бітумної гідроізоляції та полісечовини

| Бітумна гідроізоляція   | Полісечовина   |
|---|--|
| Викликає серйозні труднощі в процесі монтажу. Потребує застосування додаткових матеріалів. Обов'язково наноситься в декілька шарів, так як необхідно перекривати шви. Потребує використання відкритого вогню. | Наноситься методом розпилення швидко і просто. Не потребує використання небезпечного обладнання, а підготовка поверхні займає мінімум часу. Навіть покриття одним шаром забезпечує високу ефективність за рахунок відсутності швів. Застигає за одну годину, а початкове твердіння відбувається через 30-50 с. |
| Не стійка до механічних пошкоджень і перепадів температур. Швидко зсихається і тріскається втрачаючи свої гідроізоляційні властивості.  | Не боїться перепадів температур та механічного впливу. На протязі всього терміну експлуатації, властивості матеріалу не змінюються. Дозволяє захистити фундамент з усіх сторін   |
| Нестійкі до хімічного впливу  | Стійкі до хімічних речовин   |
| При зворотній засипці котлованів, при підвищеному напорі води, в рухливих ґрунтах може повністю втратити ефективність.  | Не боїться прямого контакту з водою, напірного тиску, механічних пошкоджень при зворотній засипці.   |
| Являється горючим матеріалом  | Не горить та не підтримує горіння.   |
| Термін служби максимум 20 років.  | Термін служби не менше 50 років  |
| Низька вартість   | Середня вартість   |

Говорячи про гідроізоляцію фундаменту, спеціалісти в області будівництва мають на увазі цілий комплекс заходів по захисту конструкцій від впливу ґрунтових, атмосферних, капілярних та агресивних вод. При тимчасовому або постійному контакті будівельних конструкцій з водою відбуваються руйнівні процеси різного характеру. Тому при будівництві фундаментів будівель необхідно не тільки обрати відповідний вид фундаменту, але і визначитись з матеріалами та технологією гідроізоляції (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Види гідроізоляційних матеріалів

| Гідроізоляційне покриття |                          |                        |
|--------------------------|--------------------------|------------------------|
| За призначенням          | За матеріалами           | По способу влаштування |
| - Протифільтраційна      | - Мінеральні матеріали   | - Фарбувальна          |
| - Антикорозійна          | - органічні та полімерні | - Обклеювальна         |
| - ущільнююча шви         | - металеві               | - Просочувальна        |
| - протикапілярна.        | - комбіновані            | - Штукатурна           |
|                          |                          | - Засипна              |
|                          |                          | - Наливна              |
|                          |                          | - ін'єкційна.          |

При виборі тих чи інших матеріалів для гідроізоляції необхідно порівняти переваги та недоліки захисного покриття з металевих листів, рулонних матеріалів, рідкої гідроізоляції, просочувальної, обмазувальної гідроізоляції та використання бентонітових матів. Порівняння властивостей та особливостей застосування матеріалів наведено в таблиці (табл. 2.4). Переваги та недоліки матеріалів для проведення гідроізоляційних робіт наведено в таблиці (табл. 2.5)

Таблиця 2.4 – Порівняння властивостей та особливостей різних матеріалів

| Характеристик<br>и та умови<br>використання                                | Гідроізоляція з<br>металевих<br>листів          | Гідроізоляція з<br>рулонних<br>наплавних<br>матеріалів | Рідка<br>гідроізоляція | Прочувальна<br>гідроізоляція            | Бентонітові<br>мати |
|--|---|--|------------------------|---|---------------------|
| Подовження<br>при<br>розтягуванні  | мінімальне                                      | добре  | відмінне               | відсутнє                                | добре               |
| Хімічна<br>стійкість   | добра при<br>якісному<br>захисті                | добра  | середня                | добра                                   | середня             |
| Трудомісткі-<br>сть<br>влаштування   | велика  | середня  | мала                   | мала                                    | мала                |
| Товщина<br>шару  | 6 мм. і<br>більше                               | 0,5-10 мм,<br>іноді більше                             | 1,5-2 мм.              | 1-5 мм, іноді<br>більше                 | 5-10 мм.            |
| Необхід-<br>ність<br>захисного<br>покриття                                 | ні  | Залежно від<br>типу<br>приміщення                      | так                    | ні                                      | ні                  |
| Можливість<br>роботи при<br>позитивному<br>та<br>негативному<br>тиску води | позитивний і<br>негативний                      | позитивний   | позитивний             | позитивний і<br>негативний              | позитивний          |
| Ступінь<br>важкості<br>ремонту   | середня,<br>важка або не<br>підлягає<br>ремонту | середня,<br>важка                                      | середня,<br>важка      | проста, при<br>влаштуванні<br>зсередини | середня,<br>важка   |
| Необхід-<br>ність<br>захисту при<br>зворотній<br>засипці                   | ні  | так  | так                    | ні                                      | так                 |
| Вартість<br>робіт  | найвища   | середня  | середня і<br>висока    | низька і<br>середня                     | Низька і<br>середня |
| Необхід-<br>ність в<br>кваліфікації<br>робітників                          | висока  | середня  | середня                | середня                                 | середня             |

Таблиця 2.5 – Переваги та недоліки матеріалів

| Переваги  | Недоліки   |
|---|--|
| <b>Гідроізоляційні мембрани з рулонних наплавних матеріалів</b>   |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Можливість застосування рулонів великої ширини для вкладання на горизонтальні поверхні</li> <li>- Хороша хімічна стійкість</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Проблемно виконувати гідроізоляцію на вертикальних поверхнях</li> <li>- Проблемна герметизація швів</li> <li>- Проблемно вкладати навколо профільованих деталей та виступів</li> </ul>                        |
| <b>Гідроізоляція просочувальними матеріалами</b>  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Можуть наноситись з боку позитивного або негативного тиску води</li> <li>- Використовуються при проведенні ремонтних робіт</li> <li>- Не потребують влаштування бетонної стяжки</li> <li>- Не потребують пониження рівню води та висушування поверхні</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Не стійкі до значних деформацій</li> <li>- Необхідно змішувати на будівельному майданчику</li> <li>- Не призначені для ділянок з транспортним навантаженням</li> <li>- Необхідний контроль товщини</li> </ul> |
| <b>Захист рідкою гідроізоляцією</b>   |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Хороші еластичні властивості</li> <li>- Висока продуктивність нанесення</li> <li>- Мають переваги та недоліки рулонних наплавних матеріалів</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Токсичність та вогнебезпечність</li> <li>- Не можна наносити на вологі поверхні</li> <li>- Регулювання та контроль товщини нанесення відбуваються на будівельному майданчику</li> </ul>                       |
| <b>Гідроізоляція бентонітовими матами</b>   |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Здатність до самолікування механічних пошкоджень та тріщин</li> <li>- Легкі в застосуванні</li> <li>- Різноманітність видів матеріалів</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Гідратація може відбутись до зворотної засипки</li> <li>- Розмивається потоком води</li> <li>- Мають високу вартість</li> </ul>   |

## РОЗДІЛ 3

### ІННОВАЦІЙНІ СИСТЕМИ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ ПІДЗЕМНИХ ЧАСТИН БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

#### 3.1 Способи гідроізоляції підземних частин будівель і споруд

Сучасне будівництво неможливо уявити без використання засобів які забезпечують гідроізоляцію. Про важливість гідроізоляції знає практично кожен, хто колись стикався з будівельними роботами. Відомо, що до одного з найбільш поширених і агресивних факторів, які впливають на матеріали в період експлуатації будівель і інженерних споруд, відноситься вода [33]. Якісно виконана гідроізоляція надійно захищає будівельні конструкції та матеріали від руйнівного впливу вологи. Вологість сприяє втраті міцності елементів будівлі та всієї конструкції загалом. Гідроізоляції підлягають ті поверхні, які в тій чи іншій мірі контактують з водою. Залежно від призначення гідроізоляція поділяється на певні види і способи нанесення.

По застосуванню в просторі вся гідроізоляція поділяється на три групи:

- Підземна. До підземної відноситься гідроізоляція монолітних та збірних залізобетонних фундаментів, стін і підлоги підвалів, станції метрополітену, переходи, тунелі тощо.

- Підводна. До цієї категорії належать об'єкти, які знаходяться у воді, це можуть бути резервуари, колодязі та інші споруди.

- Наземна. Наземна гідроізоляція влаштовується на дахах будинків, мостових конструкціях та інших спорудах які знаходяться вище земної поверхні.

За способом ізоляції будівлі може бути виділена гідроізоляція:

- Зовнішня. Будинки, мости, естакади, стадіони та інші поверхні, які знаходяться зовні будівлі, відносяться до категорії зовнішньої гідроізоляції.

- Внутрішня. Якщо оброблювані поверхні знаходяться всередині приміщення, вони відносяться до внутрішньої гідроізоляції. До даного виду

відносять підлоги, стіни санітарних вузлів та ванних кімнат, гідроізоляцію підвалів зсередини і тому подібне.

По спрямованості захисту поверхні і способу влаштування гідроізоляція поділяється на два підвиди:

- Вертикальна. Допомагає захистити стіни фундаменту і підвалу зовні будівлі. Залежно від типу і ступені вологості підбирають відповідні матеріали.
- Горизонтальна. Горизонтальна гідроізоляція більш важливий етап в будівництві в порівнянні з вертикальною, тому має вищі вимоги до її виконання.

В залежності від напрямку дії води виділяють три типи гідроізоляції:

- Протикапілярна. Запобігає підйому води по пористій структурі матеріалів. Поверхні з мікротріщинами та порами обробляють просочувальними гідрофобними складами.
- Безнапірна. Захищає основи будівель від періодичного впливу вологи.
- Протинапірна. Захищає основи будівель від систематичного впливу вологи. Влаштовується з боку дії води, наноситься в декілька шарів.

Універсальної гідроізоляції яка б підійшла для всіх видів поверхонь не існує. Вибір матеріалу залежить від міцності конструкції, необхідної сухості в приміщеннях, рівня ґрунтових вод і безлічі інших факторів. Тому гідроізоляційні матеріали повинні підбиратися з огляду на всі особливості та умови експлуатації будівлі. Для гідроізоляції фундаментів підходить більшість видів гідроізоляції. В основному використовують рулонні, листові, обмазувальні та рідкі матеріали. Більш сучасними являються еластичні обмазувальні полімерні засоби з пенітруючих сумішей. Для проведення гідроізоляційних робіт застосовують такі способи: обмазувальний, штукатурний, обклеювальний, просочувальний, ін'єкційний, наливний, засипний тощо. Кожного року виробники гідроізоляції представляють нові розробки та вдосконалюють склад вже існуючих матеріалів.

Важливо відзначити необхідність герметизацію швів та стиків в збірних фундаментах, житлових та промислових панельних будівлях, стиках між



вимощенням та будівлею. Стики є найбільш вразливими місцями споруди, бо волога, яка потрапляє у стик, призводить до прискореної корозії зварних конструкцій та арматури, знижуючи тим самим термін служби будинку [7]. Незалежно від положення стику, герметизуючі матеріали повинні відповідати таким основним вимогам:

- Повністю оберігати стик від потрапляння в нього води;
- Не допускати фільтрації повітря понад передбачену нормативами кількість;
- Мати здатність зберігати свої герметизуючі властивості незалежно від атмосферних впливів;
- Тривалий час не піддаватися старінню;
- Мати невисоку вартість та виготовлятися з доступної сировини.

Для герметизації стиків використовують мастики або пасти, плівки, пористі еластичні прокладки профільовані вироби. Герметизуючі матеріали виготовлені на основі полімерів характеризуються водо-, газо- і повітронепроникністю. Всі засоби минулого століття надійні, але складні у виконанні, на даний момент існують простіші засоби герметизації стиків. Сьогодні застосовують герметики на основі поліуретану, пінополіуретану та інших сучасних європейських ізолюючих матеріалів. Такі матеріали мають високу ступінь зчеплення поверхнею, стійкі до кислотних і лужних середовищ, стійкі до гниття та утворення плісняви, не впливають на фізіологію людини.

### 3.1.1 Гідроізоляція бетонів за допомогою гідрофобних добавок

При монолітному будівництві фундаменту, гідроізоляційний захист можна влаштувати за допомогою гідрофобних добавок (рис 3.1). Гідрофобні добавки - це органічні або мінеральні речовини, які вводяться в бетонну суміш в момент її приготування з цілю покращення параметрів водонепроникності, морозостійкості та збільшення терміну експлуатації будівельних конструкцій.



Рисунок 3.1 – Бетон без гідрофобних добавок та з ними

Такі добавки вводять для:

- Зменшення змочування стінок пор та капілярів, а також поверхні бетонного виробу;
- Захисту від проникнення води всередину матеріалу;
- Підвищення теплоізоляційних властивостей поверхні;
- Попередження утворення висолів;
- Збільшення корозійної стійкості конструкції;
- Укріплення структури матеріалу.

Надання бетонам і розчинам водовідштовхуючих властивостей з застосуванням гідрофобізуючих добавок найбільш ефективно в тонкостінних елементах конструкцій підлог, облицювання резервуарів, лотків, а також при необхідності виключити можливість взаємодії рідин з цементом і при високих гігієнічних вимогах до покриття підлог, резервуарів та інших поверхонь, зволоження яких небажане з технологічних або гігієнічних міркувань [17]. В сучасному будівництві практично всі гідрофобні домішки основані на використанні силіконів та силоксанів. Доступна ціна та ефективність застосування дозволили цим речовинам зайняти одну з головних сходинок в сфері гідроізоляції будівель та споруд. Однак гідрофобні добавки в чистому вигляді сповільнюють час твердіння бетону, для вирішення цієї проблеми їх

застосовують разом з іншими модифікаторами які прискорюють твердіння, роблять суміш пластичною, регулюють морозостійкість та інше. Окрім свого хімічного складу, гідрофобні добавки відрізняються методом застосування та кінцевим результатом, який називається – ефект дії добавки. В залежності від ефекту дії, їх поділяють на три групи:

- Перша група. Матеріали об'єднані в цю групу, по своїм технічним характеристикам, мають забезпечувати захист конструкції від вологи та знижувати водопоглинення бетону мінімум в 5 разів. До цієї групи належать ГИДРОБЕТН, пластИЛ, фенілетоксисилоксан 113-63 та інші;

- Друга група. Такі матеріали мають знижувати водопоглинення в 2-4.9 разів. Цю групу представляють полігідросилоксан 136-41, КОМД-С, Sikalite та інші;

- Третя група. Мають знижувати водопоглинення конструкцій в 1,4-1,9 разів. Представниками є сіркокислотна сіль пеназоліну, метилсиліконат натрія ГКЖ-11, етилсиліконат натрія ГКЖ-10.

Ефект дії всіх гідрофобних добавок полягає в тому, що в результаті хімічної реакції в момент гідратації цементу вони осідають на стінках капілярів, утворюючи при цьому тонке гідрофобне покриття [8]. Витрати таких добавок складають 1-4% від загальної маси цементу. Додавання гідрофобних добавок дозволяє прискорити терміни будівництва. Це досягається за рахунок того, що гідроізоляційний захист влаштований вже на етапі заливки бетону. Не потрібно чекати 28 днів для повного твердіння бетону, потім знімати опалубку і тільки після цього влаштовувати гідроізоляцію з інших матеріалів.

На рівні з гідрофобізаторами, для захисту будівельних конструкцій від впливу вологи та утворення шкідливих мікроорганізмів, використовують біоцидні добавки в бетон (рис. 3.2). Бактерії, потрапляючи на поверхню бетонних конструкцій, в період своєї життєдіяльності виділяють їдкі органічні кислоти, які взаємодіють з бетоном та утворюють розчинні в воді солі кальцію. Такі утворення легко вимиваються зі структури матеріалу, що знижує

щільність бетону та сприяє швидкому руйнуванню будівельних конструкцій. В залежності від необхідного ефекту, спеціальні добавки можуть бути: бактерицидними – захищають від утворення бактерій; альгіцидними – попереджають утворення водоростей на поверхнях гідроспоруд; фунгіцидними – захищають від утворення грибків.



Рисунок 3.2 – Біоцидна добавка

### 3.1.2 Інноваційні системи гідроізоляції


В розумінні більшості людей, які не займаються професійною гідроізоляцією, поняття «традиційна» гідроізоляція асоціюється з матеріалами на основі бітуму: руберойд, гідроізол, толь, мастики та інше. Це пов'язано з тим, що на протязі багатьох років в другій половині ХХ століття, в Радянський Союз з великим трудом проникали передові матеріали та технології, а нафтопродуктів було в достатній кількості. Саме ця обставина – використання одних і тих самих типів гідроізоляційних матеріалів зробило їх «традиційними». Але прогрес не стоїть на місці, а людство прагне до

комфортного існування, швидко освоюються найефективніші та зручні матеріали. Все більша кількість людей хоче використовувати найсучасніші матеріали для гідроізоляції.




Сучасна гідроізоляція відрізняється від традиційної, великою різницею в якості та надійності. Прикладами цього є те, що матеріали на бітумній основі неможна використовувати зсередини приміщення, тоді як сучасні матеріали можна застосовувати з будь-якої сторони фундаменту, що особливо актуально для вже побудованих будівель, коли доступ ззовні вже засипаний ґрунтом, а протічки необхідно зупинити. Сучасні домішки до бетонів можна застосовувати вже на етапі будівництва фундаменту. Сучасні матеріали більш стійкі до агресивних вод, біологічного впливу та перепадів температур.

В Україні вводиться параметричний метод проектування в будівництві. Це дозволяє в першу чергу відштовхуватись від призначення майбутньої конструкції. Параметричний метод проектування передбачає перехід до використання сучасних технологій та запровадження інноваційних матеріалів. Грамотні технічні рішення та підбір ефективних гідроізоляційних матеріалів дозволять підтримувати конструкцію будівлі в хорошому стані на протязі всього життєвого циклу об'єкту. Великий вибір гідроізоляційних матеріалів надає компанія «Пенетрон» представники якої є в багатьох країнах світу. Матеріали та їх особливості наведені в таблиці (табл 3.1)





Таблиця 3.1 – Сучасні гідроізоляційні матеріали від компанії «Пенетрон»

| Матеріали для гідроізоляції на етапі бетонування  |  |   |  |  |
|---|--|---|--|--|
| Назва матеріалу   | Опис   | Особливості   | Витрати                                | Фасування                                |
| ПЕНЕТРОН<br>АДМІКС<br> | Добавка в бетон. Призначена для введення в бетонну суміш з ціллю значного підвищення марки бетону по водонепроникності і захисту від впливу агресивної середовища. | підвищує марку бетону по водонепроникності, мінімум на 4 ступені, по морозостійкості мінімум на 100 циклів, міцність бетону на 10 %. Бетон з такою добавкою не потребує додаткової ізоляції | 4 кг/м <sup>3</sup><br>бетонної суміші | Відра по 4, 8, 18 кг.<br>Мішки по 20 кг. |

Продовження таблиці 3.1

| <p>ПЕНЕБАР</p>     | <p>Гідроізоляційний джгут на основі композитних полімерних матеріалів. Призначений для герметизації робочих швів бетонування при новому будівництві, а також місць проходження інженерних комунікацій</p>      | <p>Володіє високою водонепроникністю. Являється гідроактивним матеріалом – при контакті з водою розширюється до 300 %</p>   | <p>м.п.</p>                     | <p>До 150 м.п.<br/>Від 150 м.п.<br/>Від 500 м.п.</p> |
|---|--|---|---------------------------------|--|
|                    | <p>Металева скоба призначена для фіксації джгута</p>   | <p>м.п.</p>   | <p>-</p>                        |  |
| <p>Матеріали для гідроізоляції існуючих конструкцій</p>   |  |   |                                 |  |
| Назва матеріалу   | Опис   | Особливості   | Витрати                         | Фасування  |
| <p>ПЕНЕТРОН</p>  | <p>Гідроізоляційний матеріал просочувальної дії для бетонних та залізобетонних конструкцій. Призначений забезпечувати водонепроникність всієї товщі бетону і захисту від дії води та агресивної середовища</p> | <p>Наноситься з будь-якої сторони конструкції на вологу поверхню бетону. Підвищує марку бетону мінімум на 4 ступені, по морозостійкості мінімум на 100 циклів, міцність бетону на 10 %.</p> | <p>0,8-1,1 кг/м<sup>2</sup></p> | <p>Відра по 5, 10, 25 кг.<br/>Мішки по 25 кг</p>     |
| <p>ПЕНЕТРОН</p>  | <p>Гідроізоляційний матеріал просочувальної дії для бетонних та залізобетонних конструкцій. Призначений забезпечувати водонепроникність всієї товщі бетону і захисту від дії води та агресивної середовища</p> | <p>Наноситься з будь-якої сторони конструкції на вологу поверхню бетону. Підвищує марку бетону мінімум на 4 ступені, по морозостійкості мінімум на 100 циклів, міцність бетону на 10 %.</p> | <p>0,8-1,1 кг/м<sup>2</sup></p> | <p>Відра по 5, 10, 25 кг.<br/>Мішки по 25 кг</p>     |

## Продовження таблиці 3.1

|  |  |  |   |   |
|--|--|--|---|---|
|  <p><b>ПЕНЕКРИТ</b></p>             | <p>Шовний гідроізоляційний матеріал. Призначений для усунення та подальшого запобігання фільтрації води через шви, стики, тріщини, виводи комунікацій і тому подібне в бетонних та цегляних спорудах</p> | <p>Водонепроникний морозостійкий матеріал, володіє підвищеною адгезією до бетону, цегли та металу, ну усідає та застосовується навіть при існуючій фільтрації води.</p>  | <p>1,3-1,5 кг/м.п.</p>                                      | <p>Відра по 5, 10, 25 кг.<br/>Мішки по 25 кг</p>        |
|  <p><b>СКРЕПКА 2К ЕЛАСТИЧНА</b></p> | <p>Гідроізоляційна двокомпонентна еластична суміш. Призначена для вторинної гідроізоляції і захисту від корозії бетону, цегли, каменю, в тому числі тим, що піддаються динамічним навантаженням.</p>     | <p>Висока еластичність покриття дозволяє матеріалу зберігати свої властивості про розкритті тріщин до 1,5 мм, навіть при мінусових температурах. Має високу адгезію, корозійну стійкість та водонепроникність.</p> | <p>3,6 кг/м<sup>2</sup><br/>При нанесенні шаром в 2 мм.</p> | <p>Комплект 30 кг. (відро 20 кг. та каністра 10 л.)</p> |
| Матеріали для миттєвого зупинення течі – гідропломби   |  |  |   |   |
| <p>Назва матеріалу</p>   | <p>Опис</p>  | <p>Особливості</p>   | <p>Витрати</p>  | <p>Фасування</p>  |
|  <p><b>ПЕНЕПЛГ</b></p>            | <p>Гідроізоляційна пломба. Призначена для миттєвої ліквідації напірних течій в конструкціях з бетону, цегли, натурального каменю.</p>  | <p>Час схоплення 40 секунд, здатний зупинити активні фонтануючі течі.</p>  | <p>1,9 кг/дм<sup>3</sup></p>                                | <p>Відра по 4, 8, 25 кг</p>                             |
|  <p><b>ВАТЕРПЛАГ</b></p>          | <p>Гідроізоляційна пломба. Призначена для миттєвої ліквідації напірних течій в конструкціях з бетону, цегли, натурального каменю.</p>  | <p>Час схоплення 120 секунд, здатний зупинити активні течі</p>   | <p>1,9 кг/дм<sup>3</sup></p>                                | <p>Відра по 4, 10, 25 кг</p>                            |

## 3.1.3 Технологія гідроізоляції рідкою гумою

Для забезпечення сухого клімату в підвальному приміщенні, необхідно правильно обладнати дренажну систему та забезпечити надійну гідроізоляцію

для фундаменту. Завдяки рідкій гумі можна якісно захистити фундамент від впливу осадочних процесів та ґрунтових вод. Такий матеріал є дуже якісним, характеризується безшовним покриттям, має підвищену еластичність та міцність. При дотриманні вимог та врахуванні всіх особливостей будівлі та ґрунту під нею, можна досягти бажаного результату. Сьогодні рідка гума широко застосовується на рівні з іншими матеріалами. Це новий інноваційний матеріал якій складається з двох компонентів: бітуму та полімерів. Завдяки його властивостям, отримують захисне покриття без швів, яке володіє високими показниками якості та міцності (рис. 3.3).



Рисунок 3.3 – Нанесення рідкої гуми

Рідка гума має свої особливості та властивості. Бітумна суміш постачається в рідкому стані, розлита в бочки по 200 літрів, або постачається в контейнерах об'ємом до 20 тон. Наноситься за допомогою агрегатів які розпилюють її на поверхню конструкції. В якості затверджувач використовують хлорид кальцію, він також являється основою полімеризації бітумної суміші. В результаті отримують достатньо товстий шар гідроізоляційного покриття. По своїм показникам, бітумна суміш набагато практичніша та довговічніша ніж подібні матеріали. Так шар гуми товщиною



в 2 мм, своєю міцністю відповідає 4 шарам рулонного матеріалу. Діапазон експлуатаційних температур має великі показники, тай матеріал відмінно працює при температурі від -45 °С до +98 °С. Рідка гума має наступні позитивні якості:

- Висока еластичність, відсутність ламкості при тривалій експлуатації;
- Висока стійкість до вібраційного впливу, механічних пошкоджень, перепадів температур;
- Гарна адгезія з різними матеріалами;
- Легка в нанесенні та економічна;
- Має безшовний метод нанесення;
- Відсутність сторонніх запахів.

Даний матеріал простий в нанесенні. Для всього процесу нанесення матеріалу буде достатньо двох будівельників, яким не потрібні особливі навички. Якщо площа обробки складає до 2000 м<sup>2</sup>, то робота займе не більше одного дня. Рідку гуму можна наносити як на суху поверхню так і на вологу. Для повного застигання суміші необхідно від 4 до 24 годин. На цей час впливають оточуючі фактори, при підвищенні температури навколишнього середовища, процес застигання пришвидшується.

Рідку гуму можна наносити на вертикальні та на горизонтальні поверхні. При нанесенні захоплюють прилягаючі ділянки, це дає змогу отримати ефект монолітного нанесення. Для нанесення використовують агрегат на якому розташовані дві ємності з двома компонентами, в одній знаходиться рідка гума, а в іншій затверджувач. При нанесенні на горизонтальні поверхні, можна використовувати інший метод нанесення. Готову суміш розливають по поверхні та рівномірно розподіляють за допомогою щіток або шпателів. Але якісне покриття вдається отримати тільки при нанесенні за допомогою розпилення, так як суміш краще контактує з бетоном та заповнює поверхневі пори та тріщини. Слід звернути увагу, що деякі виробники рекомендують застосовувати матеріал і обладнання від одного виробника.

В процесі гідроізоляції фундаменту, необхідно дотримуватись всіх

правил. Покриття фундаменту починають з декількох шарів нанесення. При цьому захоплюють всі прилягаючі елементи, підлогу та зовнішні стіни, не роблячи пропусків на поверхнях. Біля стін будівлі влаштовують дренажну систему. Після завершального етапу та після засипки ґрунту, влаштовують вимощення. Ці заходи дозволять виконати якісну роботу по гідроізоляції.

Правильно виконана горизонтальна ізоляція дозволить уникнути проблем з поширенням вологи на частини будівлі які розташовані вище. Один шар матеріалу розташований на рівні підлоги підвалу, а інший влаштовують в цоколі, вище рівня вимощення. При горизонтальній обробці, обирають бітумні суміші з більшою міцністю, це дозволить витримувати великі навантаження. Головна особливість такої гідроізоляції, це суцільне покриття всієї поверхні без тріщин та розривів. Перед нанесенням матеріалу необхідно очистити поверхню від забруднень. Поверхню обов'язково ґрунтують, це дозволяє згладити деякі нерівності та підвищити адгезію матеріалу з фундаментом. Після просихання шару ґрунтівки, починають нанесення рідкої гуми нетовстим шаром близько 3 мм.

Для вертикальної гідроізоляції також існує декілька правил. Необхідно проводити вирівнювання поверхні, обробку та закладання тріщин, видалення бруду та сміття, ґрунтування. Після чого починають наносити захисне покриття шаром до 2 мм. Рекомендовано влаштовувати захист вертикальних поверхонь від механічних пошкоджень. Для цього можуть підійти пінополістирольні плити, які також будуть додатковими елементами в системі теплоізоляції. Після встановлення захисних листів їх також можна обробити рідкою гумою.

Цокольну частину будівлі також оброблюють для захисту від вологи. Рідку гуму наносять вертикально в декілька шарів. Для захисту від шкідливого впливу ультрафіолетового випромінювання, а також для влаштування теплоізоляції, цоколь обробляють пінопластовими або пінополістирольними плитами та покривають облицювальними матеріалами.

### 3.1.4 Гідроізоляція за допомогою полісечовини

Полісечовина – інноваційне рішення в сфері гідроізоляції та захисних покриттів. Вона стійка до тертя, ударів, вібрацій та інших видів механічних пошкоджень. Являється якісним, довговічним та універсальним матеріалом для захисту від вологи та корозії. Завдяки своїм властивостям, часто використовується в навантажених та громадських місцях для захисту будівель, обладнання, будівельних конструкцій та іншого.

Полісечовина має широку область застосування, її використовують:

- Гідроізоляція підлог та стін на виробництвах з високою вологістю та корозійним впливом агресивних рідин;
- Покриття підлог виробничих та складських приміщень, торгових центрів, багатопверхових парковок;
- Для гідроізоляції зовнішніх та внутрішніх поверхонь фундаментів і підвалів.
- Захист поверхні бетонних мостів від впливу солей, якими посипаються дороги взимку;
- Антикорозійне покриття по металу: зовнішнє та внутрішнє покриття сталевих ємностей, опор, паль, мостів;
- Гідроізоляція покрівельного покриття;
- Облицювання платформ вантажівок, самоскидів, вантажних вагонів;
- Створення безшовних плівкових покриттів, які наносяться на підкладку з геотекстилю, для обкладання земляних котлованів-відстійників, призначених для утримання різноманітних рідин;
- Для гідроізоляції в будівництві басейнів, резервуарів та сховищ, гідроізоляція ландшафтних покриттів та інших зовнішніх споруд;

Даний матеріал володіє корисними властивостями:

- Висока стійкість до солей, лугів, хімічних реактивів та ультрафіолетового випромінювання;

- Швидке твердіння покриття протягом 15 секунд, а повна експлуатація можлива вже за 1 годину;
- Можна наносити при будь-яких температурах повітря, до  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- Володіє відмінною теплостійкістю до  $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- Екологічно чистий матеріал без запаху та розчинників;
- Не виділяє токсичних парів та летючих органічних з'єднань;
- Не горить та не підтримує горіння;
- Дозволяє обробляти поверхні різноманітної форми;
- Велика палітра кольорів покриття;
- Довговічний матеріал;
- Приблизно на 20% економніший за використання традиційних матеріалів.

При влаштуванні гідроізоляції із полісечовини, якість готового захисту напряму залежить від підготовки основи, яка має бути ретельно проведена. При необхідності поверхню вирівнюють або видаляють крупні дефекти. Очищують від сміття, пилу та інших забруднень. З бетону видаляють можливий пухкий шар, та відшарований бетон. Цеглу необхідно оштукатурити цементно-піщаною штукатуркою, можливе використання арматурної сітки. Перед нанесенням суміші обов'язково використовують ґрунтівку.

Після підготовки поверхні можна починати нанесення полісечовини. Найчастіше використовують спосіб нанесення полімеру, який застосовується в 95% випадків, розпилення за допомогою спеціального обладнання (рис. 3.4). Операція проводиться в декілька етапів: розігрів компонентів, подача складових в камеру змішування, отримання суміші, напилення матеріалу на поверхню. Розігрів компонентів має проходити окремо. Ця процедура дозволяє понизити в'язкість кожного складника, що дає можливість провести змішування максимально якісно. Процес проводиться в спеціальній камері, призначеної для змішування, в якій створюються особливі умови. Тиск та температура мають бути високими, це забезпечує хорошу якість результату.

Також, враховуючи швидкість реакції та твердіння матеріалу, процедура має проводитися максимально швидко.

Для забезпечення необхідних умов нанесення суміші використовують особливі розпилювальні двокомпонентні установки. Прибор виконує точне дозування компонентів, змішування і тонке наплення готової суміші за допомогою пістолета з функцією самоочищення, оснащеного змішувальною камерою, що функціонує під високим тиском [32]. Система має бути укомплектована довгим шлангом який обігрівается. Довжина штангу може доходити до 90 м, що дозволяє оперативно рухатись по майданчику та проводити роботи без переміщення установки. Важливо правильно підібрати обладнання. Прибор має в повній мірі відповідати конкретному полімеру, так як для кожного потребується визначений тип пістолету, розмір змішувальної камери, робочі показники тиску, температури и тому подібне.



Рисунок 3.4 – Розпилення полісечовини

Ще одним способом нанесення полісечовини є ручне нанесення. Цей варіант мало поширений та використовується лише коли розпилення не можливе з тих чи інших причин. Для ручного нанесення використовують пензлі або валики та спеціальні суміші. В їхній склад входять складні ефіри які сповільнюють реакцію твердіння покриття, що дозволяє розподілити суміш пензлем, до того як вона почне твердіти. Також такі ефіри дозволяють подовжити термін експлуатації захисної плівки.

Вартість полісечовини достатньо висока та залежить від багатьох факторів. Перш за все, на ціну впливає склад полімеру, який може бути чистим або гібридним. Окрім того, в вартість включається робота по нанесенню матеріалу, використання дорогого обладнання та його обслуговування кваліфікованим персоналом. Ціна варується в залежності від ступеню складності конфігурації фундаменту, температури поверхні, поглинання матеріалу бетоном та інших факторів. Однак, за оцінками спеціалістів, загальні затрати на влаштування гідроізоляції полісечовиною окупаються та нівелюються в порівнянні з використанням інших матеріалів. Це пов'язано з довговічністю влаштованого покриття та з унікальними експлуатаційними характеристиками.

### 3.1.5 Системи водовідведення та дренаж

Заглиблені і підземні споруди часто підлягають підтопленню. Причинами підтоплення можуть бути атмосферні опади, підземні води, поверхневі стоки води, витоки з водоносних підземних комунікацій та інше. Для захисту від підтоплень мають бути влаштовані дренажні системи. При цьому варто розуміти, що влаштування гідроізоляційного захисту має виконуватись в будь-якому випадку, незалежно від наявності та конструкції дренажу.

Дренажні системи влаштовуються в наступних випадках:

- Коли приміщення заглиблені нижче рівня ґрунтових вод, або відмітка

чистої підлоги підвального приміщення знаходиться на рівні менше 500 мм, від підземних вод;

- При експлуатації будівлі яка знаходиться в глинистих та суглинистих ґрунтах, незалежно від наявності підземних вод;
- Коли конструкції знаходяться в зоні капілярного підйому води;
- Коли будівля знаходиться в низинній місцевості;
- При будівництві в регіонах де велика кількість атмосферних опадів, або сурові зими з тривалим таненням снігу;
- Будівлі розташовані на схилах та у підніжжя гір;
- Інші випадки, в залежності від ситуації.

Глинисті ґрунти погано проводять воду та сприяють її скупченню на ділянках місцевості. При вимиванні ґрунту страждає ландшафт, деформуються доріжки та вимощення, волога проникає до фундаменту. Під дією вологи на стінах та фундаменті з'являється пліснява та грибок, відбувається розтріскування бетону. Вода яка стікає зі схилів та пагорбів скупчується на низині, викликає заболочення територій, руйнування дорожніх та інших покриттів, призводить до загибелі рослин. Встановлення дренажних систем та грамотна організація водовідведення нейтралізують незручності які спричиняться вологою та допоможуть зберегти оптимальний баланс вологості на прибудинковій території.

Дренажні системи мають різні види та призначення та включають в себе системи водовідведення як поверхневих, так і підземних вод. Розрізняють два основних типи дренажних систем:

- Наземна – є відкритою, виконується у вигляді жолобів та канал розташованих на поверхні землі. Вони мають ухил в бік ливного резервуару або водовідвідного зливу за межі території;

- Глибинна – представляє собою підземну систему дренажного трубопроводу, прокладену в ґрунті на деякій глибині.

### 3.1.5.1 Наземні дренажні системи

Наземна мережа актуальна для місцевостей з великою кількістю опадів та споруд які знаходяться в низових рельєфах. Вода збирається у водовідвідні канали та жолоби і стікає в колекторний резервуар або природну середу за межами ділянки. Поверхнева дренажна система, або її називають дощова, відводить атмосферні опади та талі води. Такі системи можуть об'єднуватись з водовідвідними трубами які забезпечують стікання води з дахів будівель. Конструкції поверхневих дренажних систем поділяють на:

- Відкриті – канали знаходяться на землі без накривання, їх розташовують вздовж доріжок та будівель (рис. 3.5 а.);
- Засипні – канал засипається дренажною сумішшю каміння та піску, застосовують на газонах та клумбах (рис. 3.5 б.);
- Закриті – жолоба або канали накриваються решітками, що дає більш широкі можливості використання території (рис. 3.5 в.).

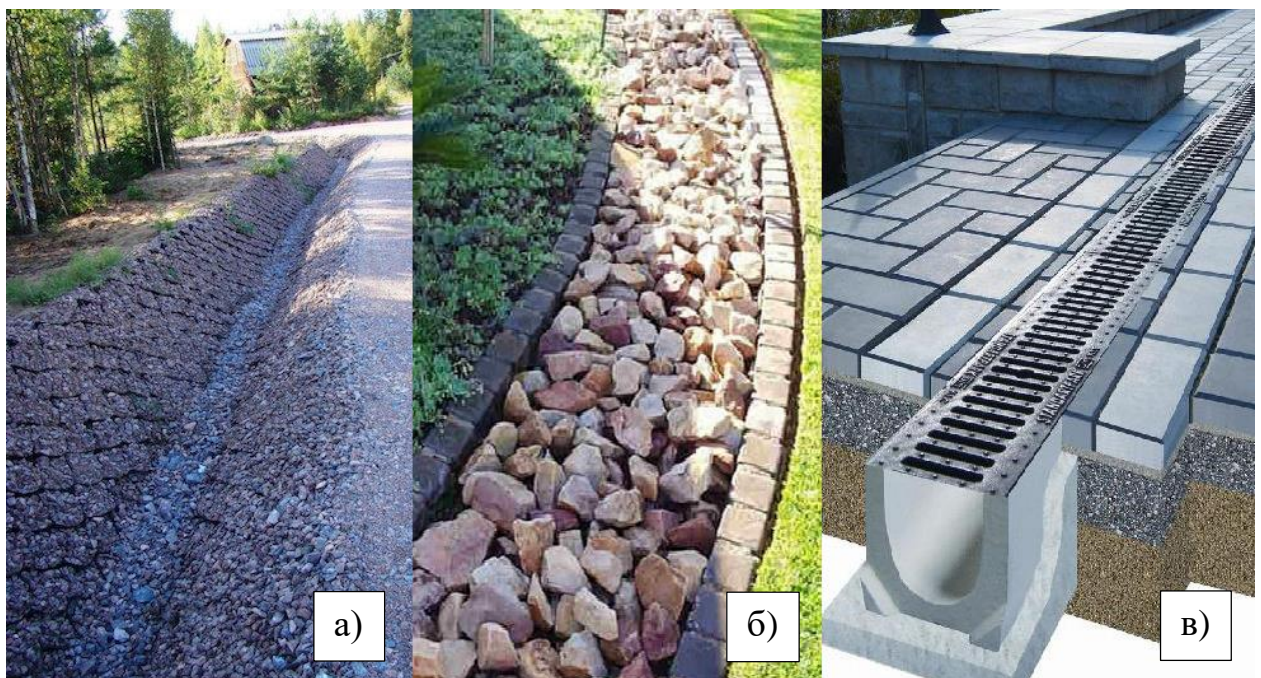


Рисунок 3.5 – Наземні дренажні системи: а) – відкрита; б) – засипна;  
в) – закрита



Влаштування наземної дренажної системи не потребує масштабних земляних робіт та прокладання труб. Після складання плану розташування каналів та місця зливу, переходять до монтажу. Канали викопують глибиною близько половини метра, згідно із розрахунковою схемою. Обов'язковою вимогою є дотримання поздовжніх ухилів у бік зливу води. Зазвичай ухил складає 1-2 см, на кожен метр дренажного каналу. Дно канав ущільнюють шаром піску, який одночасно вирівнює та згладжує поверхню. Після чого проводять монтаж згідно обраному типу системи: вкладання жолобів, засипка дренажною сумішшю, влаштування бетонних стоків або викладання плиткою. По завершенню монтажу, зливні канали дренажної системи накривають решітками або залишають відкритими. Відкриті водостоки можуть бути засипані декоративним камінням. При всіх перевагах, такі дренажі не ефективні при боротьбі з підземними водами та ґрунтовими підтопленнями. В таких випадках захист споруд та навколишніх ділянок, може забезпечити глибинна дренажна система.

### 3.1.5.2 Глибинні дренажні системи

Закритий дренаж застосовується для осушення ділянок навколо будівлі, а також підземних частин будівель. Його виконують із застосуванням спеціальних перфорованих труб які поглинають підземну вологу. Враховуючи те, що після закінчення монтажу труби будуть недоступними для огляду, потрібно правильно підібрати самі труби та необхідну кількість дренажних колодязів. Через колодязі відбувається ревізія та, при необхідності, очистка труб від піску та мулу.

Глибина закладання водоприймальних та відвідних елементів дренажу визначається заглибленням конструкції та гідравлічним розрахунком і має бути не меншою за глибину промерзання ґрунту. Поздовжні ухили дренажних труб слід приймати не менше 0,5-1,5%. Найбільші ухили в системі обирають виходячи з максимально допустимою швидкості руху води яка складає 1 м/с.

Оглядові колодязі слід встановлювати в місцях поворотів траси та зміни її ухилів, а також при великій довжині дренажних труб. На прямих ділянках дренажу, відстань між оглядовими колодязями не має перевищувати 50 м.

Глибинні дренажі поділяють на: пластові, кільцеві, пристінкові. Пластовий дренаж влаштовується в основі будівлі безпосередньо на водоносний ґрунт (рис. 3.6). При цьому він гідравлічно пов'язаний з трубчатою дреною яка розташована по периметру будівлі з зовнішньої сторони фундаменту. Пластова дренажна система захищає фундамент від підтоплення та від капілярної вологи. Застосовується при будівництві на слабопроникних ґрунтах, а також при наявності під фундаментом водоносного пласту. Пластові дренажі застосовують для захисту підвальних приміщень та споруд, в яких не допускається утворення вологості та при проходженні таких приміщення в зоні капілярного зволоження ґрунту.



Рисунок 3.6 – Пластовий дренаж

Кільцевий дренаж, частіше за все представлений, у вигляді трубчатих дрен які розташовані по контуру будівлі або ділянки землі (рис 3.7). Дія кільцевого дренажу заснована на пониженні рівня підземних вод всередині контуру, що забезпечує захист підземних споруд та заглиблених частин

будівель. Глибина рівня пониження залежить від рівня закладання труб. Кільцеві дрени розташовуються на деякому віддаленні від споруди, завдяки чому вони можуть бути влаштовані після завершення будівництва.



Рисунок 3.7 – Кільцевий дренаж

Пристінковий дренаж складається з дренажних пристінкових конструкцій які можуть бути насипними, наклеюваними, встановлюваними та трубчатих дрен, вкладених із зовнішньої сторони споруди (рис 3.8). Такі труби одночасно можуть збирати та відводити воду яка стікає з дахів. Пристінковий дренаж застосовують як окремий, так і допоміжний вид дренажу.

Для влаштування горизонтальних дрен зазвичай використовують пластмасові, керамічні, керамзитобетонні, бетонні хризотилцементні та інші труби. Пластмасові гофровані перфоровані труби виготовляють з ПВХ, ПВД, ПНД та отримали останнім часом найбільш широке застосування. Це пов'язано з повною заводською готовністю дренажних труб та їхніх комплектуючих, з легкістю та зручністю транспортування і монтажу, високою стійкістю до агресивних вод. Пластмасові труби випускаються з повною або частковою перфорацією та для різної глибини закладання. Між собою труби об'єднують за допомогою з'єднувальних муфт з ідентичного матеріалу.

Водоприймальні отвори в хризотилцементних трубах слід влаштовувати у вигляді пропилів шириною 3-5 мм. Довжина та крок пропилів визначаються гідравлічними розрахунками і зазвичай складає: довжина пропилу дорівнює  $1/4 - 1/3$  діаметру труби, крок 150 - 250 мм з обох сторін труби в шаховому порядку [44]. Допускається влаштування горизонтальних пропилів. Керамзитобетонні та керамічні труби мають мікропористу водопроникну поверхню, через яку відбувається прийом підземних вод. Бетонні труби вкладаються з зазором та здійснюють прийом води через стики.



Рисунок 3.8 – Пристінковий дренаж

Для захисту дренажних труб від забруднення піском, мулом та іншими дрібними часточками, використовують обсіпки та геотекстиль (рис. 3.9). Дренуючу обсіпку, відповідно до складу ґрунту, влаштовують одношаровою або двошаровою. При розташуванні дренажу в крупних та середніх пісках влаштовують одношарову обсіпку з гравію, а при відсутності пісків – із щебню. При розташуванні дренажу в пісках з діаметром часточок до 0,3 мм, а також в дрібних та пилюватих пісках і супісках влаштовують двошарову обсіпку. Внутрішній шар роблять з щебню, а зовнішній шар з піску. Товщина одного шару дренуючої обсіпки має бути не менше 150 мм. Матеріали для

обсипки мають бути чистими та не містити більше 5% по масі часточок з діаметром менше 0,1 мм. Гравій та щебінь мають бути тільки з вивержених порід, наприклад граніт, базальт та інші. Наявність в ґрунтах глинистих та мулистих часток призводить до зниження фільтруючих властивостей дренажу, так як вони забивають водоприймальні отвори в дренажних трубах. Для забезпечення тривалої та безперебійної роботи дренажних систем застосовують геотекстильні матеріали. З застосуванням таких тканин розроблені спеціальні геокомпозитні дренажні системи для пристінкового дренажу. Геокомпозити складаються з профільованої пластикової мембрани та наклеєного на них геотекстилю. Тканина затримує дрібні часточки, а мембрана вільно відводить вологу до дренажних труб.



Рисунок 3.9 – Захист дренажних труб геотекстилем та обсипкою

### 3.1.6 Охорона праці та техніка безпеки

Роботи по влаштуванню гідроізоляції монолітних та збірних бетонних і залізобетонних конструкцій та споруд слід виконувати відповідно з вимогами техніки безпеки. Всі робітники, перед початком виконання робіт, мають бути ознайомлені з нормами технологічного режиму, безпечними прийомами

виконання робіт, правилами техніки безпеки, пройти відповідний інструктаж та в процесі роботи строго дотримуватись даних норм і правил. До робіт з влаштування гідроізоляції монолітних та збірних залізобетонних та бетонних конструкцій допускаються особи які досягли повноліття, пройшли інструктаж з техніки безпеки, а також інструктаж з техніки безпеки на робочому місці по роботі з інструментом та матеріалами, пройшли попередній медичний огляд.

Під час виконання ізоляційних робіт (гідроізоляційних, теплоізоляційних, антикорозійних) необхідно передбачити заходи із запобігання впливу на працюючих таких небезпечних виробничих факторів:

Підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони;

- Підвищена температура матеріалу ізоляції;
- Розташування робочого місця там, де можливе проривання і затоплення ґрунтовими водами, поблизу перепадів по висоті більше ніж 1,3 м;
- Падіння, обрушення піднятого вантажу;
- Гострі країки, задирки, шорсткість поверхні устаткування, матеріалів;
- Підвищена напруга в електричному колі, замикання якого може відбутись через тіло людини;
- Вплив відкритого полум'я;
- Розташування робочого місця в зоні можливого обвалення укусу виїмки.

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, піднімання і перенесення вантажів кранами над ділянками, де виконуються гідроізоляційні роботи;
- Запобігання прориванню на технологічній ділянці ґрунтових, стічних,

технологічних вод;

- Захист навколишнього середовища.

Всі робітники які знаходяться на будівельному майданчику, зобов'язані носити захисні каски та інші засоби індивідуального захисту та спецодягу. Роботи по приготуванню та нанесенню гідроізоляційних матеріалів необхідно проводити в гумових рукавицях. Робітника мають носити спецодяг, а знаходження в ньому поза межами ділянки, на якій проводяться роботи, забороняється. У випадку забруднення спецодягу гідроізоляційними матеріалами, одяг необхідно змінити. При нанесенні сумішей на вертикальні поверхні та стелю, необхідно використовувати захисні окуляри.

Обладнання та інструмент, який застосовується при виконанні гідроізоляції, мають відповідати заявленим мінімальним вимогам та технічним характеристикам. Перед початком роботи необхідно переконатися в справності інструменту. Забороняється працювати при несправному обладнанні, залишати без нагляду інструменти які підключені до електричної мережі, допускати сторонніх до виконання робіт. Не допускається проведення робіт в туман, під час дощу, грози та силі вітру швидкістю 10 м/с та більше. Виробнича ділянка має бути обладнаною аптечкою з медикаментами для надання першої допомоги. Будівельний майданчик, робочі ділянки, робочі місця в темні години доби мають бути освітлені, проведення робіт в неосвітлених місцях не допускається. Приміщення, в яких проводяться гідроізоляційні роботи, має відповідати санітарним нормам та бути ізольованим від інших приміщень, в них забороняється палити та використовувати відкритий вогонь. Приміщення мають бути обладнані системою вентиляції. Для зберігання та прийому їжі необхідно виділити окрему кімнату, на робочому місці прийом їжі категорично заборонений. Не допускається використання бензину, керосину, солярки та інших подібних матеріалів для видалення забруднень з відкритих ділянок шкіри. При роботі з гарячими бітумними мастиками необхідно ретельно дотримуватись правил пожежної безпеки. Гідроізоляційні роботи з синтетичними полімерами

передбачають строге дотримання правил електробезпеки. Ганчірки та сміття, яке контактує з ізоляційними матеріалами, необхідно зберігати в окремому залізному контейнері та утилізувати в кінці робочого дня.

Під час проектування, будівництва і реконструкції будинків і споруд заходи з охорони навколишнього природного середовища необхідно здійснювати відповідно до Законів України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про охорону атмосферного повітря», «Про природно-заповідний фонд України», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», «Про ядерну безпеку», «Про дорожній рух», «Про об'єкти підвищеної небезпеки», «Про відходи», а також Переліку видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку [10]. У разі емісії шкідливих хімічних речовин в атмосферне повітря від матеріалів, що використовуються під час виконання будівельно-монтажних робіт, концентрація шкідливих речовин не повинна перевищувати гранично-допустимих величин. Для дотримання в процесі будівництва вимог законодавства про охорону навколишнього природного середовища та населення в проектно-технологічній та проектно-кошторисній документації необхідно передбачити виконання таких заходів:

- Будівельно-монтажні роботи на територіях з обмеженим режимом господарської діяльності (заповідні зони, охоронні об'єкти тощо) дозволяється виконувати лише з дотриманням вимог державних екологічної та санітарно-гігієнічної експертиз;

- Прокладання тимчасових автомобільних та інших під'їзних шляхів необхідно здійснювати так, щоб запобігти та унеможливити ушкодження сільськогосподарських угідь, дерев та кущів;

- Виймання та складування родючого шару ґрунту та подальше його використання здійснювати згідно з ДБН А.3.1-5:2016

- Запобігання пилоутворенню та забрудненню атмосферного повітря;

- Запобігання забрудненню підземних вод нижчих горизонтів під час будівельних робіт, штучного закріплення ґрунтів;



- Виконання комплексу заходів з утилізації та знешкодження твердих і рідких відходів;
- Проведення робіт з меліорації та зміни існуючого рельєфу (створення ставків і водосховищ, знищення ярів, балок, боліт, відпрацьованих кар'єрів) лише за наявності проектної документації, погодженої у визначеному порядку;
- виконувати знезараження промислових та побутових стоків згідно з Правилами приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України.

При організації та проведенні робіт категорично забороняється створювати стихійні звалища. Скидати невикористані розчини та лакофарбові матеріали у відкриті водойми, системи каналізації а також в ґрунт. Закопувати в землю або спалювати залишки тари, упаковок, відходи виробництва та будівельно-побутове сміття.

При виконанні робіт мають бути забезпечені роздільні джерела водопостачання існуючих будівель та будівельного майданчика. На будівельному майданчику мають бути організовані спеціальні місця для промивки інструментів та механізмів, оснащені резервуарами для збору використаної води. Проводити промивку інструменту та обладнання поза цими місцями забороняється. В процесі проведення робіт не допускається нанесення збитку оточуючій середі. Збір та утилізація відходів має бути організованою відповідно до діючих нормативних актів. Керівництво будівельних організацій має здійснювати систематичний контроль за дотриманням правил безпеки та заходів охорони оточуючої середі.

## ВИСНОВКИ

1. По результатам виконання роботи, можна зробити висновок, що гідроізоляційні матеріали та способи влаштування гідроізоляційного захисту є дуже різноманітними. Їх існує багато типів та різновидів, призначених для захисту споруд різного призначення. Для правильного вибору ефективного захисного покриття, необхідно ознайомлюватись з характеристиками та особливостями кожного методу захисту споруд від вологи.

2. Аналізуючи велику кількість гідроізоляційних матеріалів, стає зрозуміло, що не існує одного універсального матеріалу який ефективно використовується у всіх будівельних конструкціях. В більшості випадків найбільш оптимальним буде застосування комплексу матеріалів, де кожен з них буде виконувати свою визначену функцію. Окрім того, властивості однакових матеріалів від різних виробників можуть суттєво відрізнятись за своїм складом та властивостями.

3. Влаштування додаткових систем пониження рівня ґрунтових вод, а також систем по збору та відведенню стічних вод є бажаним, а часто і необхідним рішенням. Влаштування теплоізоляційних покриттів на стінах підвалів та цокольних частинах будівель також надає позитивний результат і подовжує термін експлуатації підземних частин будівель та споруд. Використання якісних гідроізоляційних матеріалів, дотримання технології влаштування покриттів, належна підготовка поверхонь під нанесення гідроізоляційного шару, теплоізоляційний захист фундаментів та цоколю, влаштування дренажних систем – все це являється важливими факторами при влаштуванні надійного захисту від негативного впливу вологи на будівельні конструкції. На проведенні гідроізоляційних робіт, в жодному разі не можна економити кошти та робочу силу. Вартість гідроізоляції, в порівнянні з іншими загальнобудівельними роботами, є незначною, але її роль в забезпеченні довговічності та умов експлуатації є досить суттєвою. В той же час, допущені на етапі влаштування гідроізоляційного захисту помилки,

призводять до серйозних проблем в майбутньому. Ремонт та відновлення водозахисного покриття – складна і дорога операція яка часто являється малоефективною.

4. В результаті дослідження поведінки різних типів матеріалів в певних умовах експлуатації, можна зробити висновок, що влаштуванням гідроізоляційного покриття мають займатись досвідчені спеціалісти які мають певну кваліфікацію, та на основі аналізу всіх факторів які впливають на кожную окрему будівлю, обрати відповідну технологію гідроізоляційного захисту будівлі. Для вибору матеріалів які підходять для кожного окремого об'єкту будівництва, необхідно звертати увагу на такі показники як: еластичність при мінусових температурах, хімічна стійкість, механічна міцність, наявність напірних чи безнапірних ґрунтових вод, тріщиностійкість конструкцій, еластичність та інші.

5. В ході роботи були досліджені наступні питання: причини руйнування гідроізоляційних покриттів, проаналізовані існуючі матеріали та можливості їхнього застосування; досліджені можливості зменшення температурних, хімічних та механічних впливів на захисні покриття; розглянуті існуючі технології влаштування ізоляційних покриттів. Наведені рекомендації щодо зниження впливу різних негативних факторів на функціонування підземних частин будівель та споруд.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алексеев В.С. Универсальный справочник строителя. / В.С. Алексеев. – Научная книга, 2013. – 32 с.
2. Бадьин Г.М. Справочник технолога-строителя. – 3-е изд. – СПб., 2015.
3. Барашкова П. С. Гидроизоляция подвалов от грунтовых вод и капиллярной влаги. / П. С. Барашкова. // СПб. – 2017. – С. 3
4. Боданов Ю.Ф. Фундаменты от А до Я: строительство и ремонт фундаментов. Планировка. Технология. Материалы. – М. : ИКТЦ ЛАДА, ООО ИД «РИПОЛ классик», 2005. – С. 124. (серия «Ваш дом», серия «На все случаи»)
5. Болдырев Г. Г. Основания и фундаменты (в вопросах и ответах) / Г. Г. Болдырев, М. В. Малышев. 4-е изд., перераб. и доп. – Пенза: ПГУАС, 2009. – 412 с.
6. Воронов Ю. В. Создание системы инженерной защиты территорий и объектов от подтопления / Ю. В. Воронов, Т. Н. Ширкова. – М: Вестник МГСУ, 2012. №2. – С. 121.
7. Герметизация стыков і швів панелей у збірному будівництві житлових та промислових будівель. // Утеплення пінополіуретаном. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ppu.cv.ua/hermetezatsiia-stykiv-ta-shviv-panelei-u-zbirnomu-budivnytstvi-zhytlovykh-ta-promyslovykh-budivel.html> (дата звернення: 27.11.20).
8. Гидрофобизирующие добавки в бетон: виды, применение // beton-house. – Режим доступу до ресурсу: <https://beton-house.com/proizvodstvo/dobavki/gidrofobiziruyushhie-dobavki-v-beton-515#i-3> (дата звернення: 28.11.20).
9. Грунтовые воды и их влияние на грунты основания [Электронный ресурс] // Новосибирск. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://sground.ru/gruntovye-vody-i-ih-vlijanie-na-grunty-osnovaniya/> (дата звернення 13.11.20)

10. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека у будівництві. [Чинний від 2012-04-01]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2012. – 94 с. – (Національні стандарти України).
11. ДБН В.1.1-25-2009. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення. [Чинний від 2011-01-01] – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. – 52 с. – (Національні стандарти України).
12. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. [Чинний від 2009-07-01]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 78 с. – (Національні стандарти України).
13. Дианов В.М. Опыт работ по гидроизоляции подземных сооружений / Дианов В.М., Мавич А.В., Пашин К.С., Графкин С.А. / Записки горного института. – №199. СПб.– 2012. – С. 145 - 150.
14. Зарубина Л.П. Гидроизоляция конструкций, зданий и сооружений. / БХВ-Петербург: СПб. – 2011. – С. 6.
15. Изоляционные материалы [Электронный ресурс] // Сайт инженерного проектировщика. – 2012. – Режим доступа до ресурсу: <http://saitinpro.ru/glavnaya/izolyatsionnyematerialy/gidroizolyatsiya/shtukaturnaya-gidroizolyatsiya/> (дата звернення: 17.11.20)
16. Карпушин С.О. Гідроізоляція фундаментів в умовах сучасного будівництва на лесових ґрунтах. / Карпушин С.О. Невдаха А.Ю. / Наукові записки, вип. 10, част. III. – 2010. – С. 161 – 163.
17. Касторных Л.И. Добавки в бетоны и строительные растворы . - 2 изд. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. - 226. с. - С. 83.
18. Клиорина Г.И. Инженерная подготовка городских территорий: учебник для СПО / Г.И. Клиорина, В.А. Осин, М.С. Шумилов. – 2-е изд.,испр. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 331 с. – (Серия : Профессиональное образование).
19. Козлов В.В., Камсков В.П Гидроизоляционные материалы. - М.: АСВ, 2014. - 241 с.

20. Красулин Д.А. Техничко-экономические аспекты реализации программ гидроизоляции жилых и промышленных объектов. / Красулин Д.А., Косцов Т.В. / Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 6: в 2 ч. : Тула: Изд-во ТулГУ, 2011. Ч. 1. – С. 20 - 28.
21. Кубал, М. Т. Гидроизоляция зданий и конструкций: [технологии, материалы, эксплуатация]: справочник строителя / Майкл Т. Кубал ; пер. с англ. под ред. С. А. Гладкова. - Москва : Техносфера, 2012. - 598 с.
22. Кузьмин В.В. Обоснование выбора технологии для реконструкции гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений АЭС / В.В. Кузьмин, Д.А. Животов. // Colloquium-journal. – 2020. – №8. – С. 33.
23. Кусаинов М. Технология возведения зданий и сооружений из кирпича и камня. Учебник. Издание второе, дополненное. – Астана: Сарыарка, 2018. – 304 с.
24. Лісневський М.А. Проектування гідроізоляції при будівництві і експлуатації тунелів. / Лісневський М.А., Гузченко В.Т., Кулаженко О.М. / Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика. – №8. – Дніпро. – 2015. – С. 42-47.
25. Ляпидевская О.Б. Новый гидроизоляционный материал на минеральной основе для защиты подземных сооружений от воздействия агрессивной среды / Ляпидевская О.Б., Безуглова Е.А., Самотесова Н.В. / Вестник МГСУ. - 2011. - №1. - С. 126-129.
26. Ляпидевская О.Б. Оценка гидрофизических и механических характеристик нового гидроизоляционного обмазочного состава на минеральной основе / Ляпидевская О.Б., Безуглова Е.А. / Вестник МГСУ. - 2013. - №2. - С. 108 - 113.
27. Мещеряков Ю.Г. Проблемы применения проникающей гидроизоляции / Мещеряков Ю.Г., Федоров С.В. / Строительные материалы. СПб - 2015. - №3. – С. 80-81.
28. Мунчак Л.А. Конструкции малоэтажных зданий: учебное пособие / Мунчак Л.А. – М: Курс, 2016. – 462 с. – (Инфра-М).

29. Овченников И.И. Систематизация и сравнительный анализ различных типов гидроизоляции, применяемых на атодорожных мостовых сооружениях. / Овченников И.И., Овченников И.Г., Валиев Ш.Н. / Наукоеведение . - 2013. - №5. - С. 1-25.
30. Парута В.А., Брынзин Е.В. Руководство по проектированию и возведению зданий с использованием изделий торговой марки UDK GAZBETON. - Днепропетровск: 2009. - 213 с.
31. Петров А.В. Эволюция специальных работ по гидрогерметизации заглубленных зданий и сооружений иркутского региона / Петров А.В. – Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2016. – №1. – С. 112 - 119.
32. Полимочевина: революция в гидроизоляции или очередной миф // rmnt . – Режим доступа до ресурсу: <https://www.rmnt.ru/story/isolation/polimochevina-revoljutsija-vgidroizoljatsii-ili-ocherednoy-mif.623333/#go-chistaja-polimochevina-ili-gibrid> (дата звернення: 29.11.20).
33. Рекомендации по проектированию гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений. Конструктивные детали гидроизоляции. – М: ОАО «ЦНИИпромзданий». – 2009. – С. 18.
34. Розрахунок та проектування фундаменту на природній ґрунтовій основі. / О.М. Шашенко, В.Г. Шаповал, В.П. Пустовойтенко, Н.В. Хозяйкина, К.С. Тітякова. – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 57 с.
35. Самойлов В.С. Справочник строителя. ООО «Аделант». – 2008. С. – 396.
36. Сафин, С. Г. Разработка и применение битумно-полимерных композиций многофункционального назначения / С. Г. Сафин, Р. К. Масыгутов, А. Н. Черепанов ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Сев. (Аркт.) федер. ун-т им. М. В. Ломоносова. - Архангельск : САФУ, 2013. - 86 с.
37. Серков Б.П. Промышленное и гражданское строительство. Методические указания к дипломному проектированию. – М: МИИТ, 2011. – 69 с.

38. Солдатов А.А. Способы защиты железобетонных строительных конструкций от коррозии. / Солдатов А.А., Кардашова Ю.С., Кошельков С.А., Гусев А.С. / Наука и современность. – №48. Новосибирск. – 2016. – С. 105 – 108.
39. Тухарели В.Д. Современные тенденции развития технологий гидроизоляции зданий и сооружений. / Тухарели В.Д., Тухарели А.В., Габлия А.А. / Инженерный вестник Дона. – 2017. – №3.
40. Устройство цоколя: общие правила и советы // оКаркасе. – Режим доступа до ресурсу: <https://okarkase.ru/konstruksiya-doma/steny/obustrojstvo-cokolya-obshhie-pravila-i-sovety.html> (дата звернення: 23.11.20).
41. Фадеев А.Б. Гидроизоляция подземных частей зданий и сооружений / А. Б. Фадеев. – СПб: гос. архит.-строит. ун-т, 2007. – 53 с. – (СПб).
42. Чекушин В.С. Материаловедение и технология конструкционных материалов / В. С. Чекушин. – Красноярск: КриЖТ ИрГУПС, 2017. – 158 с.
43. Шилин А.А. Гидроизоляция подземных и заглубленных сооружений при строительстве и ремонте / А.А. Шилин, М.В. Зайцев, И.А. Золотарев, О.Б. Ляпидевская. – Тверь: Русская торговая марка, 2003. – 394 с.
44. Шилов В.В., Зубцов А.М. Руководство по проектированию и устройству гидроизоляции фундаментов. - М.: 2012. - 194 с.
45. Щербина С.М. Відновлення горизонтальної гідроізоляції стін будівель шляхом їх повної гідрофобізації. / Щербина С.М., Гнип О.П., Мішин В.М., Броннік О.С., Шевчук Г.Я. / Науковий вісник НЛТУ України: Збірник науково-технічних праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.2. – С. 118 - 122.
46. The Way Ahead for Water Inflow Control” Tunnels & Tunneling International, Volume 37, No. 3, March 2005, Polygon Media Ltd, Sevenoaks, Kent, UK, pages 43-45.
47. Largo Extension Cuts New Ground” T&T NorthAmerica, Volume 11, December 2003, Polygon Media Ltd., Sevenoaks, Kent, UK, pages 13-15.
48. Big Dig Tunnel Springs 237 Leaks” Boston Globe, January 13 2008.



49. Kampen R. Retrofitting waterproof basements into existing buildings// Beton- und Stahlbetonbau. 2014. Volume 109. pp. 96-105.
50. Henshell J. Remediating basement leaks// Roofing Research and Standards Development: 6th volume book series: American Society for Testing and Materials Special Technical Publication. 2007. Volume 1504. pp. 59-64.
51. Falikman V.R. New high performance polycarboxilate superplasticizers based on derivative copolymers of maleinic acid // 6 th International Congress “GLOBAL CONSTRUCTION” Advances in Admixture Technology. Dundee. 2005. Pp. 41—46.
52. Fennis S.A.A.M., Walraven J.C. Design of ecological concrete by particle packing optimization // Delft Technical University. 2010. Pp. 115—144.
53. Schuts, Raymond J. Shape Factor in Joint Design, Civil Engineering - ASCE, V.32, №10. Oct. 1962, pp. 32 -36.
54. Ramberger G. Structural Bearings and Expansion Joints for Bridges – Zurich, Switzerland, IABSE-AIPC-IVBH, 2002 – 92p. – ISBN3-85748-105-6.

## REFERENCES

1. Alekseev V.S. Unyversal'nyj spravochnyk stroytelja. / V.S. Alekseev. – Nauchnaja knyga, 2013. – 32 s.
2. Bad'yn G.M. Spravochnyk tehnologa-stroytelja. – 3-e yzd. – SPb., 2015.
3. Barashkova P. S. Gydroyzoljačija podvalov ot gruntovyh vod y kapyljarnoj vlagy. / P. S. Barashkova. // SPb. – 2017. – S. 3
4. Bodanov Ju.F. Fundamenty ot A do Ja: stroytel'stvo y remont fundamentov. Planirovka. Tehnologija. Materialy. – M. : YKTC LADA, OOO YD «RYPOL klassyk», 2005. – S. 124. (serija «Vash dom», serija «Na vse sluchay»)
5. Boldyrev G. G. Osnovanyja y fundamenty (v voprosah y otvetah) / G. G. Boldyrev, M. V. Malyshev. 4-e yzd., pererab. y dop. – Penza: PGUAS, 2009. – 412 s.
6. Voronov Ju. V. Sozdanye systemy ynzhenernoj zashhytu terrytorij y obektov ot podtoplenija / Ju. V. Voronov, T. N. Shyrkova. – M: Vestnyk MGSU, 2012. №2. – S. 121.
7. Germetyzacija stykiv i shviv panelej u zbirnomu budivnyctvi zhytlovyh ta promyslovyh budivel'. // Uteplennja pinopoliuretanom. – Rezhym dostupu do resursu: <https://www.ppu.cv.ua/hermetezatsiia-stykiv-ta-shviv-panelei-u-zbirnomu-budivnytstvi-zhytlovykh-ta-promyslovykh-budivel.html> (data zvernennja: 27.11.20).
8. Gydrofobyzyrujushhye dobavky v beton: vydi, prymerenye // beton-house. – Rezhym dostupu do resursu: <https://beton-house.com/proizvodstvo/dobavki/gidrofobiziruyushhie-dobavki-v-beton-515#i-3> (data zvernennja: 28.11.20).
9. Gruntovye vody y yh vlyjanye na grunty osnovanyja [Elektronnyj resurs] // Novosybyrsk. – 2018. – Rezhym dostupu do resursu: <https://sground.ru/gruntovye-vody-i-ih-vlijanie-na-grunty-osnovanija/> (data zvernennja 13.11.20)
10. DBN A.3.2-2-2009 Ohorona praci i promyslova bezpeka u budivnyctvi. [Chynnyj vid 2012-04-01]. – Kyi'v: Minregionbud Ukrai'ny, 2012. – 94 s. – (Nacional'ni standarty Ukrai'ny).

11. DBN V.1.1-25-2009. Inzhenernyj zahyst terytorij ta sporud vid pidtoplennja ta zatoplennja. [Chynnyj vid 2011-01-01] – Kyi'v: Minregionbud Ukrainy, 2010. – 52 s. – (Nacional'ni standarty Ukrainy).
12. DBN V.2.1-10-2009. Osnovy ta fundamenti sporud. [Chynnyj vid 2009-07-01]. – Kyi'v: Minregionbud Ukrainy, 2009. – 78 s. – (Nacional'ni standarty Ukrainy).
13. Dyanov V.M. Опыт работ по гидроизоляции подземных сооружений / Dyanov V.M., Mavych A.V., Pashyn K.S., Grafkyn S.A. / Zapysky gornogo ynstitutu. – №199. SPb.– 2012. – S. 145 - 150.
14. Zarubyna L.P. Gidroizoljacyja konstrukcyj, zdanyj y sooruzhenyj. / BHV-Peterburg: SPb. – 2011. – S. 6.
15. Yzoljacyonnye materyaly [Elektronnyj resurs] // Sajt ynzhenernogo proektyrovshhyka. – 2012. – Rezhym dostupu do resursu: <http://saitinpro.ru/glavnaya/izolyatsionnyematerialy/gidroizolyatsiya/shtukaturnaya-gidroizolyatsiya/> (data zvernennja: 17.11.20)
16. Karpushyn S.O. Gidroizoljacija fundamentiv v umovah suchasnogo budivnyctva na lesovyh g'runtah. / Karpushyn S.O. Nevdaha A.Ju. / Naukovi zapysky, vyp. 10, chast. III. – 2010. – S. 161 – 163.
17. Kastornyh L.Y. Dobavky v betony y stroytel'nye rastvori . - 2 yzd. - Rastovna-Donu: Fenyks, 2007. - 226. s. - S. 83.
18. Klyoryna G.Y. Ynzhenernaja podgotovka gorodskyh terytorij: uchebnyk dlja SPO / G.Y. Klyoryna, V.A. Osyn, M.S. Shumylov. – 2-e yzd.,yspr. y dop. – M. : Yzdatel'stvo Jurajt, 2018. – 331 s. – (Seryja : Professyonal'noe obrazovanye).
19. Kozlov V.V., Kamskov V.P Gidroizoljacyonnye materyaly. - M.: ASV, 2014. - 241 s.
20. Krasulyn D.A. Tehnyko-ekonomycheskye aspekty realizacyy programm gidroizoljacyy zhylyh y promyshlennyh obektov. / Krasulyn D.A., Koscov T.V. / Yzvestyja TulGU. Tehnycheskye nauky. Выр. 6: v 2 ch. : Tula: Yzd-vo TulGU, 2011. Ch. 1. – S. 20 - 28.

21. Kubal, M. T. Gydrozolzjacyja zdanyj y konstrukcyj: [tehnologyy, materyaly, ekspluatacyja]: spravochnyk stroytelja / Majkl T. Kubal ; per. s angl.pod red. S. A. Gladkova. - Moskva : Tehnosfera, 2012. - 598 s.
22. Kuz'myn V.V. Obosnovanye vybora tehnologyy dlja rekonstrukcyu gydrozolzjacyu podzemnyh chastej zdanyj y sooruzhenyj AЭС / V.V. Kuz'myn, D.A. Zhyvotov. // Colloquium-journal. – 2020. – №8. – S. 33.
23. Kusaynov M. Tehnologyja vozvedenyja zdanyj y sooruzhenyj yz kyrpycha y kamnja. Uchebnyk. Yzdanye vtoroe, dopolnennoe. – Astana: Saғыarka, 2018. – 304 s.
24. Lisnevs'kyj M.A. Proektuvannja gidroizoljaciji' pry budivnyctvi i ekspluataciji' tuneliv. / Lisnevs'kyj M.A., Guzchenko V.T., Kulazhenko O.M. / Mosty ta tuneli: teorija, doslidzhennja, praktyka. – №8. – Dnipro. – 2015. – S. 42-47.
25. Ljapydevskaja O.B. Novyj gydrozolzjacyonnyj materyal na myneral'noj osnove dlja zashhyty podzemnyh sooruzhenyj ot vozdejstvyja agressyvnoj sredy / Ljapydevskaja O.B., Bezuglova E.A., Samotesova N.V. / Vestnyk MGSU. - 2011. - №1. - S. 126-129.
26. Ljapydevskaja O.B. Ocenka gydrofyzicheskyh y mehanycheskyh harakterystyk novogo gydrozolzjacyonnogo obmazochnogo sostava na myneral'noj osnove / Ljapydevskaja O.B., Bezuglova E.A. / Vestnyk MGSU. - 2013. - №2. - S. 108 - 113.
27. Meshherjakov Ju.G. Problemy prymenenyja pronykajushhej gydrozolzjacyu / Meshherjakov Ju.G., Fedorov S.V. / Stroytel'nye materyaly. SPb - 2015. - №3. – S. 80-81.
28. Munchak L.A. Konstrukcyu maloэтazhnyh zdanyj: uchebnoe posobyje / Munchak L.A. – M: Kurs, 2016. – 462 s. – (Ynfra-M).
29. Ovchennykov Y.Y. Systematyzacyja y sravnytel'nyj analiz razlychnyh tyrov gydrozolzjacyu, prymenjaemyh na atodorozhnyh mostovyh sooruzhenyjah. / Ovchennykov Y.Y., Ovchennykov Y.G., Valjev Sh.N. / Naukovedenye . - 2013. - №5. - S. 1-25.

30. Paruta V.A., Bрызын E.V. Rukovodstvo po proektyrovanyju y vozvedenyju zdanyj s yspol'zovanyem yzdelyj toorgovoj marki UDK GAZBETON. - Dnepropetrovsk: 2009. - 213 s.
31. Petrov A.V. Evoljucyja specyjal'neh rabot po gidrogermetyzacyy zaglublenneh zdanyj y sooruzhenyj yrkutskogo regyona / Petrov A.V. – Yzvestyja vuzov. Ynvestycyy. Stroytel'stvo. Nedvyzhymost'. – 2016. – №1. – S. 112 - 119.
32. Polimochevyna: revoljucyja v gidroyzoljacyy yly ocherednoj myf // rmnt . – Rezhym dostupu do resursu: <https://www.rmnt.ru/story/isolation/polimochevina-revoljutsija-vgidroizoljatsii-ili-ocherednoy-mif.623333/#go-chistaja-polimochevina-ili-gibrid> (data zvernennja: 29.11.20).
33. Rekomendacyy po proektyrovanyju gidroyzoljacyy podzemnyh chastej zdanyj y sooruzhenyj. Konstruktyvnye detaly gidroyzoljacyy. – M: OAO «CNYYPromzdanyj». – 2009. – S. 18.
34. Rozrahnok ta proektuvannja fundamentu na pryrodnij g'runtovij osnovi. / O.M. Shashenko, V.G. Shapoval, V.P. Pustovojtenko, N.V. Hozjajkina, K.S. Titjakova. – D.: Nacional'nyj girnychyj universytet, 2013. – 57 s.
35. Samojlov V.S. Spravochnyk stroytelja. OOO «Adelant». – 2008. S. – 396.
36. Safyn, S. G. Razrabotka y prymenenye bytumno-polymernyh kompozycyj mnogofunkcyonal'nogo naznachenija / S. G. Safyn, R. K. Masjagutov, A. N. Cherepanov ; M-vo obrazovanyja y nauky Ros. Federacyy, Sev. (Arkt.) feder. un-t ym. M. V. Lomonosova. - Arhangel'sk : SAFU, 2013. - 86 s.
37. Serkov B.P. Promyshlennoe y grazhdanskoe stroytel'stvo. Metodycheskye ukazanyja k diplomnomu proektyrovanyju. – M: MYYT, 2011. – 69 s.
38. Soldatov A.A. Sposoby zashhyti zhelezobetonnyh stroytel'nyh konstrukcyj ot korrozyy. / Soldatov A.A., Kardashova Ju.S., Koshel'kov S.A., Gusev A.S. / Nauka y sovremennost'. – №48. Novosybyrsk. – 2016. – S. 105 – 108.
39. Tuharely V.D. Sovremennye tendencyy razvytyja tehnologyj gidroyzoljacyy zdanyj y sooruzhenyj. / Tuharely V.D., Tuharely A.V., Gablyja A.A. / Ynzhenernyj vestnyk Dona. – 2017. – №3.

40. Ustrojstvo cokolja: obshhie pravyla y sovety // oKarkase. – Rezhym dostupu do resursu: <https://okarkase.ru/konstruksiya-doma/steny/obustrojstvo-cokolya-obshhie-pravila-i-sovety.html> (data zvernennja: 23.11.20).
41. Fadeev A.B. Gydroyzoljacyja podzemnyh chastej zdanyj y sooruzhenyj / A. B. Fadeev. – SPb: gos. arhyt.-stroyt. un-t, 2007. – 53 s. – (SPb).
42. Chekushyn V.S. Materyalovedenye y tehnologyja konstrukcyonnyh materyalov / V. S. Chekushyn. – Krasnojarsk: KrYZhT YrGUPS, 2017. – 158 s.
43. Shylyn A.A. Gydroyzoljacyja podzemnyh y zaglublennyh sooruzhenyj pry stroytel'stve y remonte / A.A. Shylyn, M.V. Zajcev, Y.A. Zolotarev, O.B. Ljapydevskaja. – Tver': Russkaja trgovaja marka, 2003. – 394 s.
44. Shylov V.V., Zubcov A.M. Rukovodstvo po proektyrovanyju y ustrojstvu gydroyzoljacyy fundamentov. - M.: 2012. - 194 s.
45. Shherbyna S.M. Vidnovlennja goryzontal'noi' gidroizoljaciji' stin budivel' shljahom i'h povnoi' gidrofobizaciji'. / Shherbyna S.M., Gnyp O.P., Mishyn V.M., Bronnik O.S., Shevchuk G.Ja. / Naukovyj visnyk NLTU Ukrai'ny: Zbirnyk naukovo-tehnychnyh prac'. – L'viv : RVV NLTU Ukrai'ny. – 2009. – Vyp. 19.2. – S. 118 - 122.

## ВІДГУК

керівника кваліфікаційної роботи

здобувача рівня вищої освіти «другий (магістерський)»

Юхименко Євгена Володимировича

(П.І.Б.)

Кваліфікаційна робота на тему: «Підвищення надійності функціонування гідроізоляції підземних частин будівель».

Виконана згідно до завдання, відповідає темі, містить 32 листа  
(не) згідно (не) відповідає

графічного матеріалу і пояснювальну записку з 10 сторінок, підписана консультантами і має рецензію.

1. Актуальність теми, наявність замовлення роботи підприємством (організацією) \_\_\_\_\_  
Слід визначити, що тема магістерської роботи є актуальною тому що підвищення надійності функціонування гідроізоляції підземних частин будівель є важливою та відповідальною частиною будівельного процесу. Якісно влаштований гідроізоляційний захист, а також відновлення існуючих покриттів, допомагає подовжити термін експлуатації споруд, забезпечити оптимальний мікроклімат в підвальних приміщеннях та перших поверхах будинків, вберегти будівельні конструкції від передчасного руйнування та корозії.

2. Глибина обґрунтувань прийнятих рішень (повнота розрахунків, наявність багатоваріантності) \_\_\_\_\_

У кваліфікаційній роботі наведені сучасні матеріали та методи підвищення надійності функціонування гідроізоляції підземних споруд в умовах Запорізького та інших регіонів країни. В основу роботи покладено теоретичні дослідження та практичні розробки функціонування гідроізоляції підземних споруд.

3. Загальний рівень підготовки та ерудиції здобувача ступеня вищої освіти «магістр»  
\_\_\_\_\_ відповідає прийнятим вимогам

4. Творчий потенціал і ступінь самостійності студента у вирішенні поставлених задач  
\_\_\_\_\_ на достатньому професійному рівні

5. Науковий рівень (для робіт дослідницького характеру) та глибина експериментальних досліджень \_\_\_\_\_ виконано у повному обсязі та відповідає вимогам

6. Застосування сучасних системних та інформаційних технологій, фізичного або математичного моделювання, наявність обґрунтування вибору типу ЕОМ, застосування стандартних та оригінальних програм, наявність аналізу результатів та їх використання у роботі кваліфікаційна робота магістра виконана за допомогою сучасних комп'ютерних технологій та сучасних нормативних документів

7. Відповідність оформлення до вимог діючих стандартів оформлено згідно норм та стандартів

8. Дотримання студентом графіка виконання роботи дотримано

9. Наукова цінність роботи, практична значимість \_\_\_\_\_

Наукова цінність роботи одержаних результатів полягає в наступному: досліджені та узагальнені методичні підходи спрямовані на підвищення надійності функціонування гідроізоляційного захисту; проаналізована нормативна база та результати досліджень щодо сучасних методів підвищення надійності функціонування гідроізоляційних покриттів; наведені технічні характеристики, недоліки та переваги сучасних гідроізоляційних матеріалів.

Практичне значення одержаних результатів полягає у досліджені та узагальнені методичних підходів, що спрямовані на підвищення надійності функціонування гідроізоляції; наведені результати наукових робіт вчених щодо впливу різних факторів на функціонування гідроізоляції, а також негативних наслідків порушення захисних покриттів; технічні характеристики традиційних та сучасних матеріалів; наведені приклади впровадження сучасних методів влаштування гідроізоляційних покриттів; проведено аналіз матеріалів та методів гідроізоляції для застосування в конкретних умовах експлуатації.

10. У кваліфікаційній роботі магістра можна відмітити такі недоліки: \_\_\_\_\_

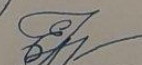
Як побажання слід висловити наступне: бажано було б доповнити роботу техніко-економічним обґрунтуванням проектних рішень по проведенню гідроізоляційних робіт, але приведені зауваження не впливає на якість виконання роботи

Кваліфікаційна робота магістра у цілому виконана на відповідальному рівні

і при відповідному захисті заслуговує на оцінку:

кількість балів 100 національною відмінно ЕКТС A

Керівник К.Т.Н., доцент  
(посада, науковий ступінь)

  
(підпис)

Фостащенко О.М.  
(ПІБ)



## Рецензія

здобувача рівня вищої освіти «другий (магістерський)» Юхименко Євгена Володимировича

(ПІБ.)

Кваліфікаційна робота на тему: «Підвищення надійності функціонування гідроізоляції підземних частин будівель».

Кваліфікаційна робота магістра виконана згідно до завдання відповідає темі,  
(не) згідно (не відповідає)

містить 32 листа графічного матеріалу і пояснювальну записку з 110 сторінок.

1. Актуальність теми (повнота постановки проблеми, формування проблеми та її значимість, постановка завдань досліджень) Тема магістерської роботи є актуальною тому що підвищення надійності функціонування гідроізоляції підземних частин будівель є важливою та відповідальною частиною будівельного процесу. Якісно влаштований гідроізоляційний захист, а також відновлення існуючих покриттів, допомагає продовжити термін експлуатації споруд, забезпечити оптимальний мікроклімат в підвальних приміщеннях та перших поверхах будинків, вберегти будівельні конструкції від передчасного руйнування та корозії.

2. Ступінь науковості роботи (широта вивчення результатів досліджень за проблемою, методика дослідження, наявність елементів наукової новизни та ступінь їх розробки)

У кваліфікаційній роботі наведені сучасні матеріали та методи підвищення надійності функціонування гідроізоляції підземних споруд в умовах Запорізького та інших регіонів країни. В основу роботи покладено теоретичні дослідження та практичні розробки функціонування гідроізоляції підземних споруд

Наукова цінність роботи одержаних результатів полягає в наступному: досліджені та узагальнені методичні підходи спрямовані на підвищення надійності функціонування гідроізоляційного захисту; проаналізована нормативна база та результати досліджень щодо сучасних методів підвищення надійності функціонування гідроізоляційних покриттів; наведені технічні характеристики, недоліки та переваги сучасних гідроізоляційних матеріалів

3. Якість подачі матеріалу роботи (ступінь взаємозв'язку розділів роботи, застосування комп'ютерних технологій, чіткість і технічна грамотність оформлення роботи, науковий стиль викладення матеріалу)

Магістерська робота виконана за допомогою сучасних комп'ютерних технологій. Усі розділи магістерської роботи оформлені згідно норм та відповідають вимогам, що висуваються до магістерських робіт. Розділи взаємозв'язані один з одним, чітко та технічно грамотно оформлені. Науковий стиль викладення матеріалу – виконано у повному обсязі та відповідає вимогам, що висуваються до магістерської роботи.

4. Практична значимість результатів роботи (рівень реальності результатів та пропозицій, техніко - економічні показники запропонованих рішень, наявність публікацій за темою роботи) \_\_\_\_\_

Практичне значення одержаних результатів полягає у дослідженні та узагальненні методичних підходів, що спрямовані на підвищення надійності функціонування гідроізоляції; наведені результати наукових робіт вчених щодо впливу різних факторів на функціонування гідроізоляції, а також негативних наслідків порушення захисних покриттів; технічні характеристики традиційних та сучасних матеріалів; наведені приклади впровадження сучасних методів влаштування гідроізоляційних покриттів; проведено аналіз матеріалів та методів гідроізоляції для застосування в конкретних умовах експлуатації.

5. Недоліки кваліфікаційної роботи магістра: Як побажання слід висловити наступне: бажано було б доповнити роботу техніко-економічним обґрунтуванням проектних рішень по проведенню гідроізоляційних робіт, але приведені зауваження не впливає на якість виконання роботи

6. Кваліфікаційна робота магістра у цілому виконана (ний) на відповідальному рівні

і заслуговує оцінки:

кількість балів 99

за національною шкалою Відмінно

за шкалою ЄКТС A

Рецензент доцент, ІННІ ЗНУ

Карієра Міського Будівництва і господарства

(посада, місце роботи)



Вашко  
(підпис)

Савік В.О  
(П.І.Б.)