

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра промислового та цивільного будівництва

Кваліфікаційна робота

другий (магістерський)

на тему: «Іноваційні технології підвищення експлуатаційної ефективності систем гідроізоляції»

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1922-пцб-3
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна
інженерія»

освітньої програми «Промислове і цивільне
будівництво»

Цюпко Ю.В.

Керівник к.т.н. Шокарєв Є.О.

Рецензент к.т.н. Самченко Р.В.

Запоріжжя
2023 рік

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІМ. Ю.М. ПОТЕБНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра _____ Промислового та цивільного будівництва _____

Рівень вищої освіти _____ другий магістерський рівень _____

Спеціальність _____ 192 «Будівництво та цивільна інженерія» _____

(шифр та назва)

Освітньо-професійна програма _____ «Промислове і цивільне будівництво» _____

(шифр та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____ ПЦБ _____

проф. Арутюнян І.А.

« _____ » _____ 20 _____ року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Цюпко Юлія Вікторівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Інноваційні технології підвищення експлуатаційної ефективності систем гідроізоляції

керівник магістерської роботи Шокарєв С.О., к.т.н. _____

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

затверджені наказом ЗНУ від "09" жовтня 2023 року №1584-с

2. Строк подання студентом магістерської роботи 24.11.2023




3. Вихідні дані магістерської 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

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Розділ 1. Аналіз ефективності систем гідроізоляції, які застосовуються у будівництві, Розділ 2. Класифікація систем гідроізоляції і видів водних навантажень на будівельні конструкції, Розділ 3. Дослідження існуючих технологій, вивчення теоретичних основ систем гідроізоляції, Розділ 4. Розробка технологічних рішень влаштування систем гідроізоляції

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Від восьми графічних аркушів із результатами аналітичних обґрунтувань наукового напрямку досліджень, результатами експериментальних досліджень, доказами оптимальності запропонованих методик, результатами чисельних розрахунків із застосуванням сучасних інформаційних методів досліджень

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Шокарев С.О., В.О. е.п.с ЗВ ДНДІБК		
Розділ 2	Шокарев С.О., В.О. е.п.с ЗВ ДНДІБК		
Розділ 3	Шокарев С.О., В.О. е.п.с ЗВ ДНДІБК		
Розділ 4	Шокарев С.О., В.О. е.п.с ЗВ ДНДІБК		

Дата видачі завдання 19.05.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ, ЯКІ ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ У БУДІВНИЦТВІ	9 вересня	
2	КЛАСИФІКАЦІЯ СИСТЕМ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ І ВИДІВ ВОДНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ГІДРОІЗОЛЯЦІЮ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ І СПОРУД	12 жовтня	
3	ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ВИВЧЕННЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ОСНОВ СИСТЕМ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ	25 жовтня	
4	РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ВЛАШТУВАННЯ СИСТЕМ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ	20 листопада	

Студент



(ініціали)

Ю. В. Ценко

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи



(ініціали)

С.О. Шокарев

(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер



(ініціали)

Н.О. Данкевич

(ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Цюпко Юлій Вікторович. Іноваційні технології підвищення експлуатаційної ефективності систем гідроізоляції.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія/ Наук. кер. доц. Самченко Р.В. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні Запорізького національного університету, кафедра промислового та цивільного будівництва, 2023.

Гідроізоляція будівельних конструкцій є одним з найскладніших видів будівельних робіт. Разом з тим, вона до цих пір не отримала належної уваги з боку науково-дослідних, проектних і будівельних організацій і служб замовника. Тому порушення цілісності, як самої гідроізоляції так і конструкції в цілому призводить до їх протіканню і є надзвичайно поширеним явищем.

Визначині закономірності зміни показників гідроізоляційного покриття в лабораторних і натурних умовах. Удосконалена технологія улаштування систем гідроізоляції з застосуванням гідроізоляційних матеріалів різних видів.

Ключові слова: ГІДРОІЗОЛЯЦІЯ, ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ, ПЛІВКИ, БІТУМНО-ПОЛІМЕРНІ ПОКРИТТЯ, ПОЛІМЕРЦЕМЕНТНІ ПОКРИТТЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ

ABSTRACT

Tsyupko Yuliy Viktorovich. Innovative technologies for increasing the operational efficiency of waterproofing systems.

Qualifying Master's Degree in Specialty 192 - Construction and Civil Engineering / Science manager Associate Professor Samchenko R.V. Engineering Basic Science Institute named after. Yu.M. Proceedings of the Zaporizhzhya National University, Department of Industrial and Civil Life, 2023.

Waterproofing of building constructions is one of the most difficult types of construction works. At the same time, it has still not received due attention from research, design and construction organizations and customer services. Therefore, the violation of integrity, both the waterproofing itself and the design as a whole leads to their leakage and is an extremely common phenomenon.

Determine the regularities of changes in the parameters of waterproofing coating in laboratory and on-site conditions. Improved technology for the arrangement of waterproofing systems with the use of waterproofing materials of various types.

Key words: HYDROINSULATION, HYDRO-INSULATION MATERIALS, FIBERS, BITUM-POLYMER COVER, POLYMERCEMENT COATINGS, EFFICIENCY OF HYDRO INSULATION SYSTEMS

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ, ЯКІ ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ У БУДІВНИЦТВІ.....	8
1.1. Аналіз конструктивно-технологічних рішень, застосовуваних систем гідроізоляції. Переваги і недоліки.....	8
1.2 Аналіз впливу зовнішніх факторів на довговічність гідроізоляції частин будівель і споруд.....	12
1.3. Аналіз гідроізоляційних матеріалів, що застосовуються в будівельному виробництві.....	21
1.4. Аналіз технологій гідроізоляції, які застосовуються при будівництві будівель і споруд.....	34
Висновки по розділу 1.....	45
2. КЛАСИФІКАЦІЯ СИСТЕМ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ І ВИДІВ ВОДНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ГІДРОІЗОЛЯЦІЮ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ І СПОРУД.....	47
2.1 Класифікація систем гідроізоляції.....	47
2.2. Класифікація видів водних навантажень на гідроізоляцію будівельних конструкцій і споруд.....	51
Висновки по розділу 2.....	56
3. ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ВИВЧЕННЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ОСНОВ СИСТЕМ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ.....	57
3.1. Аналіз причин «відмови» роботи гідроізоляційних систем.....	58
3.2 Удосконалення технології влаштування систем гідроізоляції з однокомпонентним полімерцементним шаром при різній температурі основи.....	66
3.3. Технологія підготовки поверхонь під нанесення гідроізоляційного полімерцементного покриття.....	71
3.4. Дослідження залежності повітропроникності полімерцементного гідроізоляційного покриття від способу нанесення.....	85

3.5. Технологічні особливості влаштування систем гідроізоляції із застосуванням двокомпонентних полімерцементних композицій при різній температурі.....	87
3.6. Технологічні особливості застосування бітумно-полімерних мастик.....	89
Висновки по розділу 3.....	92
4. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ВЛАШТУВАННЯ СИСТЕМ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ.....	93
4.1. Вибір матеріалу для влаштування гідроізоляційного шару.....	93
4.2. Підготовчі роботи при влаштуванні гідроізоляції.....	100
4.3. Підготовка поверхні огорожувальних конструкцій до виконання робіт по влаштуванню гідроізоляції.....	102
4.4. Технологія виконання гідроізоляційних робіт із застосуванням полімерцементних покриттів.....	106
4.5. Технологія виконання робіт із застосуванням бітумно-полімерних покриттів.....	109
4.6. Технологія виконання робіт із застосуванням самоклеючих плівок...	111
4.7. Технологія виконання робіт із застосуванням поліуретанових покриттів.....	114
4.8. Технологія виконання робіт із застосуванням гідроізоляційних покриттів на основі акрилової ґрунтовки.....	115
4.9. Технологія виконання робіт із застосуванням композиції на основі епоксидних смол.....	116
Висновки по розділу 4.....	118
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ.....	119
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	120

ВСТУП

Магістерська робота присвячена проблемі підвищення експлуатаційної ефективності систем гідроізоляції шляхом дослідження існуючих технологій застосування гідроізоляційних матеріалів з максимальним використанням їх потенційних можливостей, достовірної оцінки експлуатаційної ефективності гідроізоляційного покриття і розробкою технологічних рішень, що забезпечують надійний і довговічний захист будівельних конструкцій і споруд з урахуванням навантажень від впливу води, матеріалу основи і його стану.

Оптимізація економічної складової досягається за рахунок зменшення витрат гідроізоляційного покриття з урахуванням умов його експлуатації і скорочення термінів виконання робіт.

За експлуатаційну ефективність систем гідроізоляції прийнято період експлуатації гідроізоляційний шар, при якому зберігаються його основні характеристики, здатні забезпечити герметичність конструкції або споруди.

Оцінка експлуатаційної ефективності гідроізоляційного покриття базується на порівнянні отриманих закономірностей зміни фізико-механічних показників гідроізоляційних шарів в процесі експлуатації і в лабораторних умовах.

Система гідроізоляції - комплекс технологічних рішень, які забезпечують надійний і довговічний захист будівельних конструкцій і споруд за рахунок максимального використання можливостей гідроізоляційних матеріалів.

Актуальність роботи. Гідроізоляція будівельних конструкцій є одним з найскладніших видів будівельних робіт. Разом з тим, вона до цих пір не отримала належної уваги з боку науково-дослідних, проектних і будівельних організацій і служб замовника. Тому порушення цілісності, як

самої гідроізоляції так і конструкції в цілому призводить до їх протіканню і є надзвичайно поширеним явищем.

За даними багаторічних досліджень багатьох авторів, в 95% підземних споруд відбувається відмова роботи гідроізоляційних систем саме на ранній стадії експлуатації, що сприяє прискореному старінню будівельних конструкцій та багаторазовому збільшенню експлуатаційних витрат.

Постійне зростання вартості землі, яка тепер є товаром, призводить до зміни тенденцій в зведенні будівельних споруд: торгові приміщення, паркінги, спортивні та розважальні комплекси все більше поглиблюються в ґрунт. Відповідно, повинні змінитися і підходи в забезпеченні герметичності таких об'єктів.

Скоротити витрати на ремонт і відновлення цілісності гідроізоляційних систем можливо шляхом ефективного використання як технологічних можливостей, так і можливостей сучасних гідроізоляційних матеріалів, яких на ринку представлено безліч.

Правильний вибір самої технології і гідроізоляційного матеріалу в системі, облік водних навантажень, коефіцієнта фільтрації ґрунтів, стану матеріалу будівельної конструкції, витрати матеріалу дозволяють забезпечити не тільки ефективну експлуатацію будівельних конструкцій, а й оптимізувати економічну складову.

Не менш важливим фактором забезпечення надійної і довговічної експлуатації гідроізоляційних систем є чітко сформульовані технологічні основи застосування того чи іншого виду гідроізоляційних матеріалів, а також методи достовірної оцінки експлуатаційного ресурсу системи гідроізоляції. Цим проблемам будівельна наука практично не приділяє уваги. Як правило, всі розробки базуються на створенні гідроізоляційних матеріалів і вдосконалення їх властивостей.

Мета досліджень: підвищення експлуатаційної ефективності систем гідроізоляції за рахунок комплексу технологічних рішень, заснованих на максимальному використанні можливостей гідроізоляційних матеріалів.

Для досягнення поставленої мети вирішуються наступні завдання:

- Виконати аналіз інформаційних джерел за темою досліджень.
- Здійснити аналіз ефективності різних систем гідроізоляції, які застосовуються в будівельному виробництві.
- Виконати аналіз причин «відмови» роботи гідроізоляційних систем.
- Розробити класифікацію систем гідроізоляції з урахуванням сучасного асортименту матеріалів, технологічних можливостей будівельного виробництва і більш повну класифікацію водних навантажень з урахуванням сучасних тенденцій в будівництві.
- Визначити закономірності зміни показників гідроізоляційного покриття в лабораторних і натурних умовах.
- Удосконалити технологію улаштування систем гідроізоляції з застосуванням гідроізоляційних матеріалів різних видів.

Об'єкт дослідження - системи гідроізоляції будівельних конструкцій і споруд, засновані на використанні різних видів гідроізоляційних матеріалів.

Предмет дослідження - вплив технологічної складової на експлуатаційну надійність і довговічність систем гідроізоляції з різними видами гідроізоляційних матеріалів.

Методи дослідження. Комплексні дослідження включають натурні, лабораторні та обчислювальні експерименти. В натурних експериментах використовувалися стандартні і спеціально розроблені методи визначення показників властивостей гідроізоляційних покриттів. Для лабораторних методів випробувань застосовані сучасні прилади. Зокрема, Агама 2М дозволяє визначити водонепроникність полімерцементного покриття, нанесених різними способами, і таким чином підібрати оптимальний спосіб нанесення. Визначення деформативних і міцності характеристики бітумно-полімерного гідроізоляційного покриття, а також міцність його зчеплення з основою, проводилося на розривній машині. Міцність зчеплення з основою полімерцементної і полімерної гідроізоляції визначалося за допомогою

адгезіометра. Для визначення липкості самоклеючої плівки і основи застосовано нестандартне обладнання.

Для визначення експлуатаційної ефективності систем гідроізоляції розроблена методика прискорених лабораторних випробувань гідроізоляційного шару на основі бітумно-полімерних мастик і вдосконалена стандартна методика для полімерцементних гідроізоляційного покриття з урахуванням умов їх експлуатації.

У досліджах використана теорія експериментально-статистичного моделювання і графіків.

Наукова новизна дослідження полягає в експериментально-теоретичному обґрунтуванні технологічних параметрів як основного чинника забезпечення експлуатаційної ефективності систем гідроізоляції.

Зокрема:

- Визначено ефективність різних методів нанесення полімерцементних гідроізоляційних матеріалів і розроблені методи їх оцінки;
- Сформульовано параметри оцінки експлуатаційної ефективності систем гідроізоляції і вимоги, що пред'являються до гідроізоляційним покриттям;
- Сформульовано вимоги до гідроізоляційних і допоміжних матеріалів системи на основі водних навантажень, зокрема ті, які забезпечують високий рівень їх технологічності;
- Розроблено класифікацію систем гідроізоляції за такими ознаками: призначенням, місцем розташування, конструктивно-технологічним рішенням, кількості шарів, способу нанесення, фізико-механічному стану гідроізоляційного шару, характеру впливу рідин;
- Розроблено технологічні рішення систем гідроізоляції на основі водних навантажень, матеріалу конструктиву і його стану;
- Сформульовано параметри водних навантажень, що впливають на будівельні конструкції та споруди з урахуванням нових тенденцій в будівництві;

- Удосконалена технологія влаштування системи гідроізоляції з застосуванням гідроізоляційних матеріалів різних видів.

Особистий внесок здобувача. Основні результати магістерської роботи студентом отримані самостійно, викладених в тезах конференції.

1 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ, ЯКІ ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ У БУДІВНИЦТВІ

1.2. Аналіз конструктивно-технологічних рішень, застосовуваних систем гідроізоляції. Переваги і недоліки

В останні 10 років в нашій країні, а за кордоном останні 25 років усе більш наростаючими темпами проводяться дослідження щодо вдосконалення технології та механізації гідроізоляційних робіт, розробці нових технологічних процесів, створення нових матеріалів, застосування яких дозволило б отримувати гідроізоляцію кращої якості, більш довговічну і ефективну і, тим самим, підвищити експлуатаційну ефективність, а також прискорити проведення робіт [3, 11, 92, 96].

Низька якість робіт і тому нетривалий термін служби гідроізоляції (2-5 років), відбувається з багатьох причин, серед яких можна виділити наступні: через низьку якість матеріалів гідроізоляції; великого числа ручних операцій; недосконалості і нестачі коштів механізації; застосування необґрунтованих технологічних прийомів, в яких не врахована зв'язок між

технологічними параметрами і властивостями матеріалів; від помилок, що допускаються будівельниками в процесі влаштування гідроізоляції. Зазначені причини призводять до частих ремонтів, великих матеріальних втрат і необхідності відволікання від основних робіт робочої сили [19, 26, 62]. Наприклад, тільки в Києві, за останні 10 років щорічно ремонтувалося близько 1 млн.м² покрівель, що становило приблизно 30% їх загального фонду [60,61, 62].

Практика будівництва показала, що найбільший резерв у вирішенні перерахованих вище проблем є при використанні на будівельному майданчику ефективних технологій, високопродуктивних машин і при перенесенні частини робіт в заводські умови. Зазначені рішення дозволяють удосконалювати організацію будівництва, забезпечити управління всіма технологічними процесами [25, 41, 61]. Це, в свою чергу, дозволить максимально зберегти працездатність вихідного матеріалу, його гідроізолюючі властивості, обґрунтовано застосовувати ті чи інші гідроізоляційні матеріали, асортимент яких перевищує 200 найменувань (вітчизняних та імпорتنих), про що зазначається в роботах багатьох авторів [58,59].

За вказівкою багатьох авторів, характерними особливостями проектування і будівництва промислових і цивільних споруд на сучасному етапі є розвиток заглиблених частин споруд, створення підземних переходів, паркінгів, що зв'язують окремі споруди, а також використання під забудову земель, малоприсаєднаних для сільськогосподарських цілей. У зв'язку з цим питання створення надійної гідроізоляції споруд набувають все більшого значення [45,57].

Як вказується в роботах багатьох вчених [48,49,53,57], протягом свого існування будівлі постійно піддаються впливу вологи різного походження - атмосферних опадів, ґрунтових вод, конденсату, утворюється на поверхнях елементів будівель через зміну температур, і ін. Тим самим воєкість, що акумулюється в матеріалах огорожуючи конструкцій і фундаментів за

рахунок капілярного підсосу, конденсації, зміни тиску, а також хімічна та біологічна корозія порушують мікроклімат приміщень, знижують гідроізоляційні властивості матеріалів, погіршують їх міцності і, як результат, викликають передчасне їх руйнування [52].

Рівень сучасних технологій в будівництві дозволяє досить ефективно вирішувати проблеми з ґрунтовими і зливовими водами при зведенні споруд і будівель різного типу [43, 45]. Однак використання ефективних технологій в області дренажу і гідроізоляції конструкцій найчастіше застосовується лише при будівництві таких специфічних споруд, як каналізаційні системи, метрополітен, гідроелектростанції, підземні і підводні тунелі і інші, унікальні в своєму роді, об'єкти [10, 20, 57, 58, 62].

При масштабній забудові і малоповерховому будівництві, на жаль, не приділяють належної уваги проблемам гідрозахисту, і замість того, щоб використовувати доступні сучасні технології, продовжують повсюдно виконувати гідроізоляційні роботи все тими ж рулонними матеріалами, ефективність яких обмежена досить вузькою сферою застосування. Забудовники часто недооцінюють, наскільки важлива якісно виконана гідроізоляція фундаменту і як важливо приділити цьому увагу саме на ранньому етапі будівництва, коли є можливість з найменшими витратами досягти найкращого результату [45,56].

Влаштування захисту огорожувальних будівельних конструкцій від зволоження і фільтрації води називають гідроізоляцією, а матеріали, з яких влаштовують гідроізоляцію - гідроізоляційними. Вони мають бути водонепроникними і досить довговічними. Ці властивості досягаються за рахунок мінімальної пористості та визначаються відповідними значеннями міцності, деформативності і морозостійкості. Чим більше водонепроникність гідроізоляційних матеріалів, тим вище їх якість [10, 60].

Застосування гідроізоляційних матеріалів при зведенні будівель і споруд активно зростає як якісно, так і кількісно. Цьому сприяє підвищення платоспроможності споживачів, збільшення обсягів будівельних робіт,

Гидроізоляція фасадів будівель, в т.ч. : 4%
Гидроізоляція терас, балконів, ванних кімнат и др.: 35%

зокрема, підземних і в складних геологічних умовах, впровадження нових технологій при спорудженні та ремонті житлового фонду і будинків промислового призначення [19, 56].

Ємність українського ринку гідроізоляції становить приблизно 90 млн. кв. м в рік (приблизно 90 млн. євро), мал.1.1. До найбільшому сегменту гідроізоляції відноситься влаштування покрівельних конструкцій, воно становить приблизно 70 млн. кв. м в рік, з яких 17,5 млн. кв. м займає руберойд, 50 млн. кв. м - полімер-бітумні рулонні матеріали, 1,5 млн. кв. м - покрівельні мастики і приблизно 1 млн. кв. м - ПВХ і EPDM-мембрани. При цьому характерно, що потреба в бітумних рулонних матеріалах і покрівельних мастиках на 90% задовольняється за рахунок продукції вітчизняного виробника. Полімерно-бітумні рулонні матеріали українського виробництва займають 70% ринку. У сегменті ПВХ і EPDM-мембран 100% українського ринку належить імпорту [2, 42, 50, 51, 63].

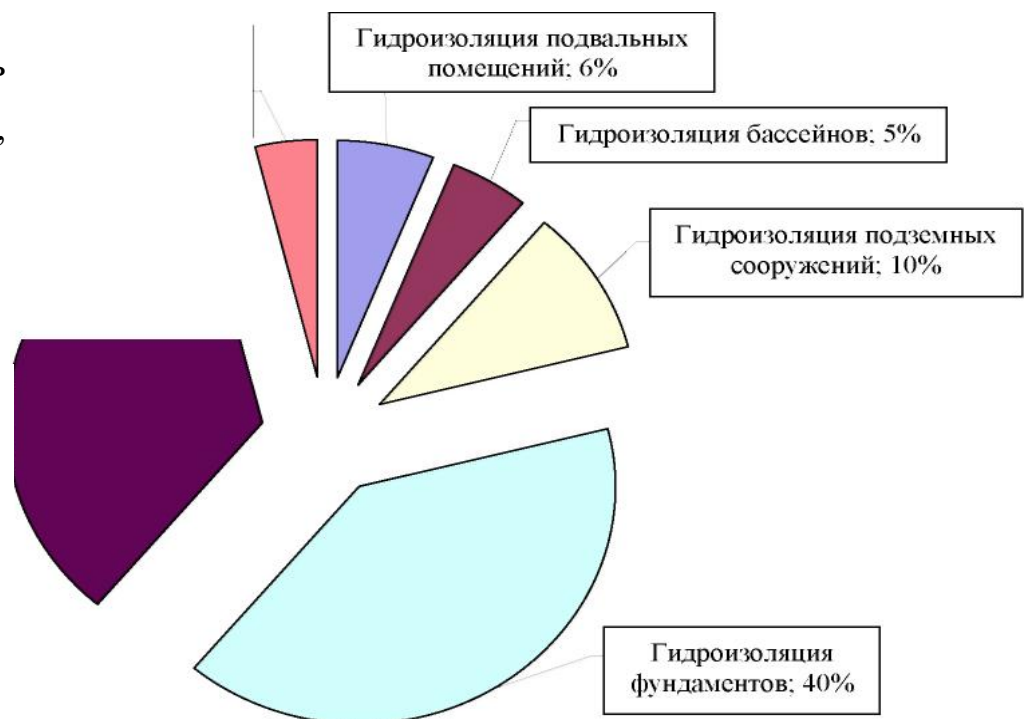


Рисунок 1.1 – Основні сфери застосування гідроізоляційних матеріалів

Друге місце, за обсягами реалізації приблизно 16 млн. кв. м. в рік, займає сегмент гідроізоляційних матеріалів, які використовуються при влаштуванні фундаментів [22, 38, 41].

Серед значних відомих вітчизняних виробників гідроізоляційних матеріалів можна виділити - «ТехноНіколь», «Акваізол», Луцький картонно-руберойдовий комбінат, «Фібребіт», «Хенкель Баутехнік (Україна)», «Львівпокізол», «Українська покрівельна компанія» та ін. [34,61].

Тенденції розвитку ринку в перспективі, за оцінками фахівців, будуть визначатися збільшенням частки вітчизняної продукції, розширенням і оновленням асортименту, підвищенням якості матеріалів. Асортимент гідроізоляційних матеріалів провідних виробників постійно збільшується. Він стає диференційованим як за сферами застосування, так і по цінових групах [7, 47].

Як характерну тенденцію фахівці визначають значне збільшення в останні роки попиту на еластичну гідроізоляцію [36, 62].

У свою чергу необхідно відзначити все більш зростаючу популярність полімерцементних гідроізоляційних сумішей. За останні роки вони зайняли 7% ринку сухих будівельних сумішей на цементній основі (мал. 1.2) [1, 24, 55, 62].

Більшою мірою стають затребуваними матеріали, необхідні для гідроізоляції різного роду зон з'єднання і деформаційних кутів, - стрічки, наповнювачі і т.д. [9, 37, 46].

З огляду на наростаючі обсяги будівництва в цілому, український ринок гідроізоляційних матеріалів на сьогодні ставитися до найбільш насиченим. Продукція вітчизняних і зарубіжних виробників дає можливість якісно виконувати будь-які види гідроізоляційних робіт [39].

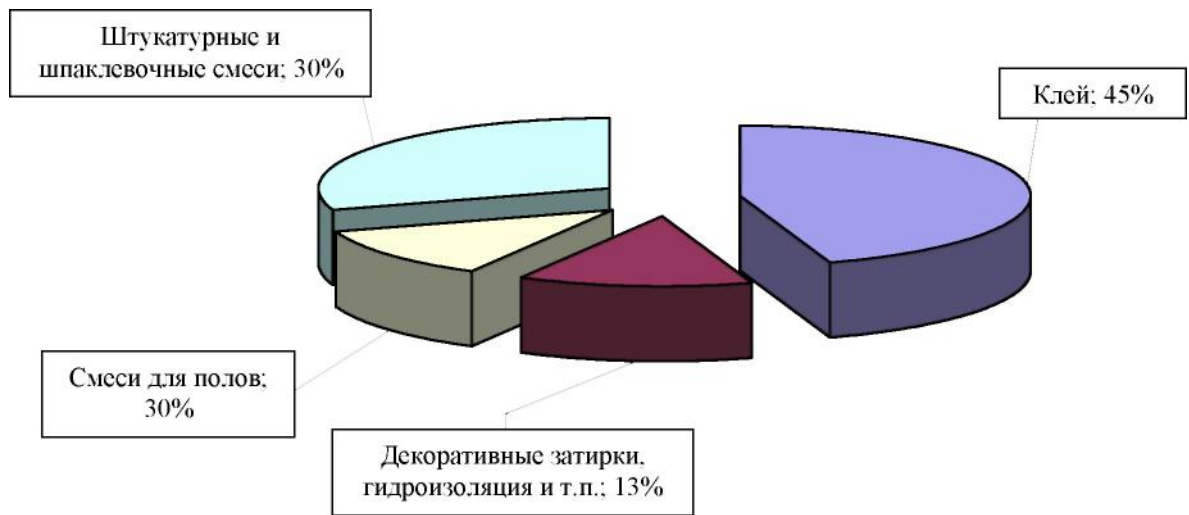


Рисунок 1.2 – Товарна структура сухих сумішей на цементній основі

1.3. Аналіз впливу зовнішніх факторів на довговічність гідроізоляції частин будівель і споруд

За останні 10-15 років швидкими темпами розвивається підземна урбанізація території як України, так і інших країн. Будуються житлові будинки з підземними паркінгами, окремі дво-, триповерхові підземні гаражі, триває будівництво метро, пішохідних переходів, розвивається мережа каналізаційних колекторних тунелів і т.д.

При цьому перераховані вище споруди контактують з ґрунтом і їх конструкція повинна бути такою, щоб взаємодія з геологічним середовищем не приводило до появи в конструкціях споруд руйнівних напружень і наднормативних деформацій, а також і до проникнення ґрунтових вод. Тому гідроізоляція є одним з найважливіших конструктивних елементів підстав [21, 49].

Практика експлуатації будинків показує, що руйнування швів, порушення суцільності гідроізоляції - одна з основних причин передчасного зносу споруд, збільшення витрат на ремонтно-відновлювальні роботи та дискомфорту проживання. Саме пошкодження гідроізоляції є найбільш

частою причиною виходу з ладу підземних споруд [38,56]. Освоєння підвалів вимагає вкладення значних коштів, і ці вкладення виявляться під загрозою при порушенні цілісності гідроізоляції. Ремонт пошкодженої гідроізоляції зазвичай являє собою складну і дорогую операцію, а часом і просто неможливий. Тому при виборі матеріалу і схеми гідроізоляції необхідно, перш за все, розглянути питання їх надійності, тобто ступеня гарантованості збереження водозахисних властивостей влаштовується гідроізоляції [44, 53, 76, 133].

Як зазначалося вище, багато фірм, що пропонують роботи по влаштуванню гідроізоляції, без належного критичного аналізу використовують матеріали закордонного виробництва і технології. В результаті, часто після виконаних гідроізоляційних робіт, стан будівлі не поліпшується.

Проблеми довговічності в будівельній галузі з кожним роком набувають все більшої гостроти. Це пояснюється тим, що значна частина будівель і споруд нашої країни зведена в минулому столітті і знаходиться в даний час в зношеному стані. Найбільш пошкодженими є конструкції підземної частини будівель. У зв'язку з цим розвинені країни світу сьогодні вийшли на 50-відсотковий рівень по ремонту, відновленню і реконструкції від всіх обсягів будівництва [21].

Збільшення терміну служби підземних конструкцій можливо тільки при досить повному врахуванні конкретних експлуатаційних умов, в яких вони знаходяться [58]. Відомо, що до одного з найбільш поширених і агресивних чинників, що впливають на конструкції в період експлуатації будівель, відноситься вода. Вода веде до зниження міцності властивостей більшості матеріалів, розвитку корозійних процесів в металах і бетонах, загнивання деревини, появи тріщин і цвілі, сирості, обвалення штукатурних шарів в приміщеннях. Тому, якщо очікується тривалий або часто повторюваний (періодичний) контакт конструкцій з вологим середовищем, то конструкцію захищають гідроізоляцією [15]. Застосовуються також і інші

заходи, що сприяють швидкої захисту або охорони від проникнення вологи, наприклад шліфування та полірування поверхні конструкцій, надання виробам певних форм і обрисів, підвищення щільності матеріалу ущільненням і т.п. [58], що не завжди ефективно [61].

Так, природними факторами, які впливають на довговічність гідроізоляції, є дії води, водяної пари, морозу, солей, перепади температур [61, 62].

Дощова і тала вода утворюють на поверхні тимчасові скупчення - поверхневі води. При їх просочуванні в ґрунт утворюються тимчасові потоки безнапірних фільтраційних вод. Якщо на шляху цих вод зустрічається обмежений по площі шар водотривкому ґрунту, то над ним може сформуватися тимчасовий водоносний горизонт - верховодка, який впливає на підземні конструкції [43,49].

У тимчасових і постійних водоносних горизонтах пори ґрунту повністю заповнені гравітаційної водою, ступінь водонасичення дорівнює одиниці, а нижче поверхні підземних вод існує натиск. Вище цієї поверхні є зона капілярного зволоження, при цьому рівень капілярного підняття, табл. 1.1 [39, 47] визначається гранулометричним складом ґрунту і змінюється від десятків сантиметрів в пісках до декількох метрів в пилюватих і глинистих ґрунтах.

Ступінь водонасичення в капілярній зоні змінюється від одиниці на рівні поверхні підземної води до молекулярної вологості на верхній межі зони. Напір капілярної води - негативний, оскільки вона відчуває вплив напруг, що розтягують від сил поверхневої напруги на контакті з повітрям і змочуваних поверхонь твердих частинок.

При зіткненні безнапірних фільтраційних або капілярних вод ґрунту з огорожами підземних споруд відбувається зволоження конструкцій за рахунок капілярного підсосу. Капілярна вода проникає з ґрунту в стіни і піднімається по ним на висоту до 2 м [13, 27].

Таблиця 1.1 – Показники капілярного підйому води в різних типах ґрунтів

№ п/п	Вид ґрунту	Капілярний підйом води, м
1	Піски крупнозернисті	0,03...0,15
2	Піски среднезернисті	0,15...0,35
3	Піски мелкозернисті	0,35...1,1
4	Супесі	1,1...2,0
5	Суглинки легкі	2,0...2,5
6	Суглинки середні та важкі	3,5...6,5
7	Глини	до 12,0

Агресивні мінералізовані поверхневі і підземні, а також морські води, каналізаційні та промислові стоки, вступаючи в контакт з конструкціями, перш за все залізобетонними, призводять до їх руйнування. Ступінь агресивного впливу підземних вод (слабка, середня, сильна) встановлюється за ДБН в залежності від матеріалу конструкції і змісту агресивних компонентів.

Якщо підземна частина будівлі знаходиться нижче рівня поверхні підземних вод або верховодки, то п'езометричний тиск води викликає її напірну фільтрацію аж до затоплення приміщень. Вибір способів і засобів для водозащити споруди визначається експлуатаційними вимогами до нього, його конструктивними характеристиками і ступенем обводнення ґрунту. Ступінь обводнення ґрунтів (табл. 1.2) визначає інтенсивність впливу води на несучі конструкції.

На гідроізоляцію впливають не тільки специфіка і стан конкретного об'єкта, а й гідрогеологічні умови, навантаження, глибина закладення підземних конструкцій, вплив змін навколишнього середовища, мікроорганізмів, агресивних рідких середовищ [37,46], силових напружень і інших зовнішніх

факторів; тепло- і масопереносу, вологісного градієнта, усадочних явищ і багатьох

Таблиця 1.2 – Класифікація ґрунтів за ступенем обводнення

№ п/п	Ступінь обводнення	Характер підземних вод, що контактують з конструкціями будівель
1	2	3
1	I - безнапірна	Тільки капілярна волога ґрунту або непостійний водоносний горизонт (верховодка) з напором до 0,5 м (наприклад, підвали житлових будинків)
2	II - низконапірна	Постійний водоносний горизонт з напором до 2 м (наприклад, пішохідні переходи і одноповерхові підземні гаражі)
3	III - середнього напору	Водоносний горизонт з напором 2 ÷ 10 м (наприклад, дво- і трирівневі підземні гаражі)
4	IV - високонапірна	Водоносний горизонт з напором понад 10 м (наприклад, греблі, дамби)

інших внутрішніх факторів, а також якість проектних і будівельних робіт. Не останню роль тут відіграють і помилки, допущені при влаштуванні гідроізоляції. Механізм руйнування гідроізоляційних матеріалів проявляється в результаті накладення зовнішніх і внутрішніх факторів в період експлуатації конструкції [6, 29].

Вплив води на конструкції підземних частин будівель можна розглядати як вплив:

- тимчасове, через опади або аварій на трубопроводах;
- постійне, через наявність ґрунтової вологи;
- постійне, через наявність ґрунтових вод.

Крім ґрунтової води, на будівлю можуть негативно впливати атмосферна волога, яка проникає через міжпанельні стики великопанельних будинків, і вода від внутрішніх джерел (душових і т. п.).

У цегляній кладці міститься певна кількість розчинних солей, особливо багато при зимовій кладці з протиморозними добавками в розчин кладки [48, 59]. Під час дощу волога проникає в стіну і розчиняє солі, а в суху погоду випаровується з поверхні, залишаючи на фасаді білі висоли, не пов'язані з ґрунтовою водою [22].

Нормальна вологість цегляних стін становить 0,02 ... 0,03, а у незахищеного контакту з вологим ґрунтом підвищується до 0,15 ... 0,25 [58]. На внутрішній стороні стін з'являється сирість, цвіль. Вода, в наслідок випаровування, підвищує вологість повітря в приміщенні, а солі, що виділяються при її випаровуванні, утворюють висоли, призводять до відшарування фарби, руйнування штукатурки і матеріалу стін.

За ступенем допустимого зволоження підземні приміщення діляться на три категорії, табл. 1.3.

Довговічність гідроізоляційних матеріалів тісно пов'язана з довговічністю конструкцій. Підземна частина будівлі вважається довговічною, якщо вона зберігає експлуатаційну здатність протягом розрахункового терміну служби при мінімальних експлуатаційних витратах. Розрахунковий термін служби зазвичай встановлюється замовником при консультації проектувальника [56].

Чим більш повно виражено у гідроізоляційного матеріалу властивість водонепроникності, тим вище його якість. Інші властивості, як би не були важливі самі по собі, є другорядними, якщо їх числові показники не виходять за межі нормативних. Слід також враховувати, що не тільки вода може проникати

і впливати на підземні конструкції будівель, а й водні розчини агресивних речовин. І тоді, крім водонепроникності, важливою характеристикою гідроізоляції стає хімічна стійкість.

Таблиця 1.3 – Категорії сухості приміщень

№ п/п	Категорія сухості	Допустима ступінь вологості огорожувальних конструкцій	Тип приміщення
1	2	3	4
1	I - суха поверхня	Окремі сирі плями загальною площею не більше 1% поверхні	Житлові, офісні, торговельні та інші приміщення з постійною присутністю людей
2	II - суха поверхня з окремими вологими ділянками (без виділення крапельної вологи)	Загальна площа вологих ділянок не більше 20% поверхні	Технічні підвали, гаражі, пішохідні переходи та інші приміщення без постійно працюючого персоналу
3	III - капельна волога на стінах, на полу, однак не на стелі	Зволоження ділянок – не більш 20%	Транспортні тоннелі та інші приміщення, які відвідуються тимчасово

Гідроізоляційні матеріали характеризуються різним ступенем довговічності (табл. 1.4), яка значно впливає на тривалість нормальної експлуатації основних конструкцій [4, 14, 25, 28-34].

Одним з показників, тісно пов'язаних з роботою системи гідроізоляції, є тріщиностійкість ізольованих залізобетонних конструкцій. Тріщиностійкість бетону, або здатність до утворення тріщин, є характерною його властивістю [8, 17, 47].

Таблиця 1.4 – Орієнтовний термін служби основних типів
гідроізоляційного
покриття

№ п/п	Тип гідроізоляції	Толщина, мм	Срок служби, лет		
			В атмосфері	в ґрунті	Под водо
1	2	3	4	5	6
1.	Бітумна	4	3-4	5-7	3-4
2.	Бітумно-емульсійна	6	3-4	5-8	-
3.	Бітумно-латексна	6	5-6	8-Ю	-
4.	Бітумно- латекснокукерсолна	5-6	4-6	7-Ю	-
5.	Бітумно-наіритна	3	8-Ю	14-16	8-Ю
6.	Бітумно-бутилкаучукова	5-6	7-Ю	15	7-9
7.	Бітумно-етинолева	4-5	-	7-9	6-7
8.	Асфальтобетоння (лита)	15-20	5-6	20-25	5-7
9.	Епоксидна	0,8-1	10-13	13-15	8-Ю
10.	Епоксидно-дъогтьова	2-3	12-14	16-20	10-12
11.	Епоксидно-фуранова	2-2,5	10-13	13-15	8-12
12.	Полімерцементна	2-3	12-14	14-15	10-14
13.	Рубероїдна	7-9	8-Ю	14-16	-
14.	Гідроізольна	8-Ю	9-12	16-20	8-12
15.	Ізольна, бризольна	8-Ю	8-Ю	10-12	10-12
16.	Поліетиленова	1-1,2	-	18-26	17-20
17.	Поліізобутиленова	2,5-3	-	18-20	16-18
18.	– із кровельного пофарбованого листа	0,8-1	7-8	-	-
19.	–із оцинкованого листа	0,8-1	9-Ю	-	-

20.	– із алюмінію	0,8-1	9-12	-	-
21.	– из фольгоизола	0,2	6-7	-	-
22.	Асбестоцементная	4-10	8-10	-	-
1	2	3	4	5	6
23.	Окрасочная	4	3-4	-	-
24.	Плотный бетон	65-80	18-20	-	-
25.	Бетонополимер	30-40	20-40	-	-
26.	Полимербетон	30-40	18-25	-	-

Тріщини в бетоні конструкцій утворюються вже в процесі формування структури в результаті розвитку фізико-хімічних процесів, що відбуваються при його твердінні. Це так звані мікротріщини, що виникають в результаті усадкових і температурних явищ, супроводжуваних реакції гідратації портландцементного в'язучого. Такі тріщини розташовуються хаотично як всередині структури бетону, так і на поверхні виробу. Мікротріщини, що є результатом усадки бетону і температурних ефектів при твердінні мають негативний вплив на експлуатаційні властивості бетону, призводять до зниження його довговічності. Разом з тим, такі тріщини практично не піддаються розрахунку, а при цьому обмежуються виключно технологічними заходами на стадії проектування складів бетонної суміші, вибору раціональних методів її укладання в конструкцію, улаштування захисних заходів і підбору гідроізоляційних матеріалів.

За очікуваної величиною розкриття тріщин ізольованих конструкцій підземні частини будівель діляться на три групи (табл. 1.5).

Таким чином, гідроізоляційний захист підземної частини будівель повинна забезпечувати відсутність в конструкціях води і вологи, охороняти її від корозії. Необхідно відзначити, що гідроізоляція будівель - це система, і для її функціонування необхідно орієнтуватися на системний підхід до реалізації рішень по її створенню.

Таблиця 1.5 – Тріщиностійкість ізолюваних конструкцій [30]

№ п/п	Група тріщиностійкості	Розкриття тріщин в ізолюваних конструкціях по розрахунку	Ступінь тріщиностійкості
1	I	Не передбачається	Тріщиностійкість конструкцій, в яких по розрахункам не передбачається розкриття тріщин, а також масивні гідротехнічні споруди, масивні фундаменти та інші частини споруд, де тріщини можуть з'явитися випадково
2	II	До 0,3 мм	Конструкції з обмеженим за розрахунком розкриттям тріщин
3	III	Более 0,3 мм	Нетріщиностійкі конструкції, що мають із розрахунку розкриття тріщин більше 0,3мм, а також стики збірних конструкцій із залізобетонного покриття, конструктивне рішення ізоляції на стиках

1.3. Аналіз гідроізоляційних матеріалів, що застосовуються в будівельному виробництві

Численні способи гідроізоляції, що застосовуються при будівництві споруд, відрізняються один від одного за різними ознаками. Одним із способів їх класифікації можна назвати види матеріалів і способи виконання робіт. Способи виконання гідроізоляції доцільно, перш за все, розділяти на основні (найбільш широко застосовуються) та спеціальні. До основних видів

віднесені ті, які розташовуються на зовнішній або внутрішній поверхні огорожувальних конструкцій [29,35,45].



Рисунок 1.3 – Комбінована класифікація гідроізоляційних матеріалів

Гідроізоляційні матеріали на основі бітуму.

Армовані плити виготовляють пресуванням гарячої мастики або гарячої асфальтової суміші, застосовуючи армування склотканиною або металевою сіткою [36, 48].

Асфальтові армовані мати отримують шляхом покриття попередньо просоченої склотканини з обох сторін гідроізоляційної бітумною мастикою. Використовують мати для оклеєчної гідроізоляції і ущільнення деформаційних швів [36, 56].

Бітум-органічне в'язуче, продукт переробки нафти [42, 57].

Бітуми діляться на природні і нафтові. Природні бітуми є тверді або в'язкі композиції, які утворилися з нафти в осадових породах земної кори під впливом процесів окислення і полімеризації. Вони зустрічаються вкрай рідко у вигляді покладів, що складаються з бітуму із домішками мінеральних

речовин, а частіше - просочують піски, пухкі пісковики, карбонатні породи або глинисті ґрунти. Такі гірські породи називають бітумінозними [57].

Природні бітуми мають високу атмосферостійкість, у них висока адгезія до поверхні кам'яних матеріалів. Їх витягують з гірських порід виварюванням в підкисленій гарячій воді або вимивають розчинниками. При утриманні бітуму менше 3% витяг бітумів нераціональне, і тоді розмелені гірські породи використовують у вигляді асфальтового порошку або як сировину для виробництва мастик. Основне використання природних бітумів здійснюється в лакофарбовій промисловості [21].

Нафтові бітуми отримують з нафти шляхом переробки її залишків після відбору легколетючих компонентів. Розрізняють залишкові, окислені і компаундні нафтові бітуми [29].

Найбільш поширені - окислені бітуми, отримані спеціальною обробкою залишкових бітумів або гудрону, шляхом продування через них повітря при температурі 21-300 ° С. Нафтові залишки окислюються і ущільнюються за рахунок полімеризації природних високомолекулярних сполук. Змішуючи залишки спеціально обробленого гудрону з маслянистими дистиляторами, отримують компаундні (змішані) бітуми [49].

Нафтові бітуми при нормальній температурі (18-20°C) можуть бути твердими (пружними або навіть крихкими), напівтверді (в'язко-пластичними) або рідкої консистенції [41].

Бітуми складаються з суміші високомолекулярних вуглеводнів метанового і ароматичних рядів, з кисневих, сірчистих і азотистих похідних.

Елементарний склад бітуму наступний: вуглець - 70 ... 80%, водень - 10 ... 15%, сірка - 2 ... 9%, кисень - 1 ... 5%, азот - 0 ... 2%. У будівництві застосовують тверді, напівтверді і рідкі нафтові бітуми, які поділяються на 5 марок [19].

Чистий бітум крихкий, йому властиві такі характеристики як низька міцність і адгезія.

Гідроізол являє собою рулонний гідроізоляційний матеріал, що отримується шляхом просочення азбестового картону нафтовим бітумом. Гідроізол призначається для влаштування гідроізоляційного шару в підземних спорудах та для захисного антикорозійного покриття [27].

Гудрон - залишок після відгону з мазуту масляних фракцій, є основною сировиною для отримання нафтових бітумів. Використовується у вигляді зв'язуючої речовини [30].

Дьогтебітумні матеріали отримують просочуванням картону дьогтем, що запобігає гниттю картону, і покриттям з двох сторін бітумом з посипкою. Стійкість проти гниття пояснюється високою токсичністю, яка міститься в дьогті фенолу (карбонової кислоти) [13].

Ізол - безосновний рулонний гідроізоляційний і покрівельний матеріал, що виготовляється з прокатної резинобітумної композиції, отриманої шляхом термомеханічної обробки девулканізованої гуми, нафтового бітуму, мінерального наповнювача, антисептика і пластифікатора. Його застосовують для гідроізоляції підвалів, антикорозійного захисту трубопроводів, для покриття покрівлі [15].

Холодна мастика ізол може готуватися в заводських умовах або на місці проведення робіт розчиненням гарячої мастики. Приготування холодної мастики на місці проведення робіт включає в себе розігрів гарячої мастики, підігрів розчинника до 50-60°C і введення підігрітого розчинника в гарячу мастику невеликими порціями при постійному перемішуванні до отримання однорідності. Потім мастика охолоджується і розливається в тару або подається до місця виробництва робіт [18].

Металоізол - гідроізоляційний матеріал з алюмінієвої фольги, з двох сторін покритий бітумною мастикою. Металоізол має високу міцність на розрив і довговічність. Застосовують для гідроізоляції підземних споруд [38,49].

Неармовані плити виготовляють пресуванням гарячої асфальтової суміші або мастики без армування. Плити застосовують для влаштування гідроізоляції і заповнення деформаційних швів [11].

Пергамін - рулонний матеріал, одержуваний просоченням покрівельного картону розплавленим нафтовим бітумом з температурою розм'якшення не нижче 40°C. Використовують як підкладковий матеріал під руберойд і ізоляцію [12, 15].

Руберойд виготовляють, просочуючи покрівельний картон легкоплавким бітумом з наступним покриттям з одного або з двох сторін тугоплавким нафтовим бітумом з наповнювачем і посипанням. Атмосферостійкість і привабливий вигляд руберойду досягаються за допомогою крупнозернистого кольорового посипання. Недолік руберойду полягає в тому, що він схильний до гниття [12], тому останнім часом його випуск і застосування обмежені. Його місце зайняли рулонні матеріали з основами у вигляді склополотна, скловолокна, поліефіру.

Склоруберойд і склоповсть - рулонні матеріали, одержувані шляхом двостороннього нанесення бітумного, бітумно-полімерної або бітумно-гумового в'язучого на скловолокнисте полотно або на склоповсть і покриття з одного або двох сторін суцільним шаром засипки. Склоруберойд застосовують для оклеєчної гідроізоляції і покрівельного килима [12].

Толь - рулонний матеріал, виготовлявся просоченням і покриттям покрівельного картону дьогтю з посипкою піском або мінеральною крихтою. Толь з пісочним посипанням застосовували для гідроізоляції фундаментів і інших частин споруд. Толь з грубозернистим посипанням застосовували для верхнього шару плоских покрівель [6, 7]. Як і руберойд, випуск толі на підприємствах будівельної індустрії обмежений.

Фольгоізол - рулонний двошаровий матеріал, що складається з тонкої гладкої або рифленої алюмінієвої фольги, покритої з нижньої сторони бітумно-гумовим захисним складом. Матеріал призначений для

парогідроізоляції будівель, герметизації стиків і для облаштування покрівель [53].

Гідроізоляційні мастики.

Мастика являє собою суміш нафтового бітуму або відігнаного дьогтю з мінеральним наповнювачем [34]. Для отримання різного виду мастик застосовують:

- волокнисті наповнювачі (азбест, мінеральну вату);
- пилоподібні наповнювачі (крейда, доломіт, подрібнений вапняк, цемент, золу твердих видів палива) [55].

Мастики диференціюють: по виду сполучного, за способом застосування, за призначенням [21].

Гідроізоляційні асфальтові мастики застосовують для влаштування штукатурної і литої гідроізоляції, в якості в'язучого для виготовлення плит та інших штучних виробів [53].

Холодні асфальтові мастики (хамаст) отримують, змішуючи бітумно-вапняну пасту з мінеральним наповнювачем без нагрівання складових. Мастики застосовують для заповнення деформаційних швів і штукатурної гідроізоляції [43].

Мастика бітумна холодного затвердіння (МГХ) призначена для гідроізоляції бетонних, залізобетонних, дерев'яних, металевих і інших будівельних конструкцій, в тому числі трубопроводів, для приклеювання різних будівельних матеріалів [35].

Гарячі бітумно-мінеральні мастики виготовляють на основі бітумно-вапняної пасти з додаванням 30 ... 64% мінерального наповнювача, в залежності від призначення і висунутих вимог, з попереднім нагріванням маси. Гарячі мастики застосовують для заливальної гідроізоляції швів будівель.

Бітумно-полімерні мастики містять добавку зрідженій смоли або каучуку, які надають мастиці теплостійкість і еластичність на морозі. Додавання каучуку, причому в невеликих кількостях - 2-5%, різко покращує її властивості: міцність при розриві, адгезію, довговічність, водопоглинання (зниження майже в два рази), водонепроникність. Поліпшуються також технологічні властивості мастик: їх легше наносити на основу, вони добре укладаються на поверхню [34].

Бітумно-гумові мастики являють собою сплав з бітуму, гумового порошку і деяких добавок. Бітумно-гумові мастики застосовують в холодному стані з розчинником або в гарячому стані для ізоляції підземних сталевих трубопроводів [47].

До недоліків матеріалів на бітумній основі слід віднести невисоку адгезію, тому при сильному негативному тиску води необхідно влаштовувати підтискну стінку [14].

Гідроізоляційні матеріали на основі бітуму працюють не тільки при позитивному тиску води, але і при негативному. Всі матеріали на основі бітуму наносяться в два шари. Дефекти при одношаровому нанесенні будуть обов'язкові [41].

Емульсії і пасти.

Бітумні і дьогтьові емульсії являють собою дисперсні системи, в яких вода є середовищем і бітум або дьоготь диспергований в ній у вигляді частинок розміром близько 1 мкм. Стійкість емульсії забезпечується шляхом введення в неї емульгаторів - поверхнево-активних речовин, що зменшують поверхневий натяг на поверхні розділу бітум (дьоготь) - вода. Емульгатором служать мило органічних смоляних, нафтових і сульфонафтових кислот, сульфідно-дріжджова брага. До твердих емульгаторів відносяться тонкі порошки вапна, глини, цементу, сажі, кам'яного вугілля. Тверді емульгатори, як і водорозчинні, адсорбуються на поверхні частинок бітуму, утворюючи

при цьому захисний шар, що перешкоджає злипанню частинок, диспергованих у воді [16,18].

Пасти представляють собою висококонцентровані емульсії і емульсії з твердими емульгаторами, розбавлені водою до отримання потрібної в'язкості. Пасти застосовують для ґрунтування основи під гідроізоляцію, влаштування гідроізоляційного і пароізоляційного покриття, в якості в'язучої речовини при виготовленні асфальтових, дьогтьових розчинів і бетонів, а також для приклеювання штучних і рулонних бітумних і дьогтьових матеріалів [12, 32].

Гідроізоляційні матеріали на основі полімерів.

Полімерні гідроізоляційні композиції є пластичними сумішами зв'язуючого, добавок, наповнювачів і барвників. У якості зв'язуючого в використовують смоли, як добавки - отверджувачі, пластифікатори, розчинники [28,41].

Готові полімерні композиції, в залежності від наявності в них наповнювачів і заповнювачів, називають ґрунтовками, емалями, мастиками і розчинами [11]. Залежно від властивостей вихідної сировини, способу виробництва і призначення їх постачають у вигляді в'язких речовин, порошків або гранул [21, 23].

Для гідроізоляції застосовують полімерні сполуки – поліуретанові, епоксидні, акрилові, каучукові, латексні, карбамідні та інші [34, 45]. Санітарних обмежень ці матеріали не мають.

Найбільш часто полімерні матеріали застосовують для гідроізоляції плоских покрівель, резервуарів, в тому числі для питної води, стиків і примикань, злітних смуг, підземних паркінгів, балконів і терас. Є і полімерні матеріали, які виконують дві функції одночасно: клею (наприклад, для паркету, ковроліну) і гідроізоляції. Нанесення полімерних гідроізоляційних матеріалів слід проводити з боку впливу води [2, 14].

Гідроізоляційні роботи полімерними сполуками слід проводити при температурі не нижче + 5 ... + 8°C [10].

Поліуретановим гідроізоляційним матеріалам властиві хороші експлуатаційні характеристики: міцність, еластичність (досягає 750%), стійкість до вібраційних навантажень, атмосферних факторів, широкий діапазон робочих температур - вони утримують, не тріскаючись, температури від -30°C до $+250^{\circ}\text{C}$. Вони безшовні, морозостійкі і не гниють, швидко наносяться (машинним способом [19]) і швидко тверднуть (ходити по поверхні поліуретанової гідроізоляції можна вже через 20 секунд після нанесення). Поліуретанові мастики мають високу адгезію, їх можна наносити навіть на метал. Але поліуретанові мастики «бояться» УФ-випромінювання, тому їх обов'язково потрібно закривати [2, 19, 35].

Поліуретанові мастики використовують і для гідроізоляції підвалів (з зовнішньої сторони). Перспективними вони вважаються в сфері гідроізоляції плоских дахів, особливо експлуатованих, в першу чергу тому, що їх можна використовувати при влаштуванні нового перекриття, для ремонту старих поверхонь бітумно-полімерних або бітумних матеріалів. Їх застосовують для гідроізоляції мостів, злітно-посадкових смуг, в разі необхідності швидкого завершення робіт. Завдяки високій хімічній стійкості, поліуретанові мастики застосовують для гідроізоляції резервуарів, зокрема, каналізаційних, а також внутрішньої гідроізоляції приміщень (під плиткою) на харчових, хімічних виробництвах і в закладах громадського харчування [11].

Епоксидні гідроізоляційні матеріали більш крихкі, в порівнянні з поліуретановими або акриловими. Але вони мають кращу серед полімерних обмазувальних гідроізоляційних матеріалів адгезію до бетону, більш високу міцність при розриві і основне - високий ступінь стійкості до дії агресивного середовища. Тому застосовуються, як правило, при гідроізоляції конструкцій і споруд, що піддаються впливу агресивних середовищ, - очисних споруд, хімічно агресивних виробництв і т.п. [9].

Особливістю епоксидних гідроізоляційних матеріалів є крихкість. Для поліпшення їх характеристик використовують додавання поліуретанових

композицій, що в свою чергу дає можливість з'єднати високу міцність епоксидів і велике лінійне розтягнення поліуретанів [35].

Епоксидні матеріали - базовий варіант гідроізоляції приміщень, які піддаються регулярному вологому прибиранню із застосуванням хімічних миючих засобів, - виробничих цехів підприємств харчової промисловості, лабораторій на підприємствах, кухонь в закладах громадського харчування [38].

Акрилові гідроізоляційні матеріали за своїми характеристиками близькі до поліуретановим, хоча і поступаються їм в міцності, еластичності (до 600%), адгезії до бетону, температурної (особливо при мінусових температурах) і хімічної стійкості. Вони стійкі до УФ-випромінювання, «дихаючих» краще за інших полімерних матеріалів і можуть наноситися на недостатньо висушену основу (вологість 10-12%), тоді як поліуретанова мастика потребує вологості основи не більше 4-5% [15].

Гідроізоляційні матеріали на полімерцементній основі.

До гідроізоляційних матеріалів на полімерцементній основі відносяться цементно-піщані розчини з добавками полімерів: латексів, вінілацетатних, поліуретанових емульсій або синтетичних смол. Вони можуть бути армовані мікрофіброю зі скловолокна, нейлону, базальтового або поліефірного волокна. Найбільш часто розчинні суміші для полімерцементної гідроізоляції отримують з готових до використання сухих модифікованих полімерами сумішей [1, 10, 22].

Основні переваги полімерцементні складів перед бітумно-полімерними, полімерними мастиками і рулонними матеріалами наступні: екологічна нешкідливість; можливість застосування всередині приміщень; висока міцність адгезії з різними поверхнями (бетон, цегла, дерево, метал та ін.); висока когезійна міцність, що дозволяє сприймати таку гідроізоляцію як статичне так і динамічне навантаження; висока паропроникність, тому виключається проблема утворення здуття і бульбашок; можливість нанесення на вологі і мокрі

поверхні; високі довговічність і надійність; зручність в роботі і висока продуктивність нанесення [13, 20].

Гідроізоляційні покриття з полімерцементних матеріалів можуть бути жорсткими і еластичними [14, 19].

Полімерцементні гідроізоляційні склади класифікують наступним чином:

А - жорсткий, застосовується в поєднанні з силіконовим герметиком для гідроізоляції бетонних конструкцій з низьким ступенем фільтрації води;

В - еластичний, двокомпонентний, можливе застосування в конструкціях, схильних до деформацій, а також для гідроізоляції поверхонь з високим ступенем фільтрації води і поверхонь, на яких утворюються тріщини до 1 мм;

С - середній еластичності, застосовується в поєднанні з силіконовими герметиками для гідроізоляції басейнів, резервуарів та інших конструкцій з бетону, цегли [45].

На ринку гідроізоляційних матеріалів в Україні компанія «Хенкель Баутехнік (Україна)» представляє наступний асортимент продукції і відповідну класифікацію, рис.1.4.

Окреме місце в системі гідроізоляційних матеріалів займають пенетруючі матеріали. Дія матеріалу «Пенетрон» засноване на чотирьох головних принципах: осмос, броунівський рух, реакції в твердому стані і сили поверхневого натягу рідин. Цей процес протікає як при позитивному, так і при негативному тиску води.

Глибина проникнення активних хімічних компонентів матеріалу «Пенетрон» суцільним фронтом досягає декількох десятків сантиметрів. Проникнувши всередину структури бетону, активні хімічні компоненти матеріалу «Пенетрон», розчиняючись у воді, вступають в реакцію з іонними комплексами кальцію і алюмінію, оксидами і солями металів, містяться в бетоні. В ході цих реакцій формуються більш складні солі, здатні взаємодіяти з водою і створювати нерозчинні кристалогідрати. Мережа цих кристалів

заповнює пори, капіляри і мікротріщини шириною до 0,4 мм. При цьому кристали стають складовою частиною бетонної структури. Заповнені нерозчинними кристалами пори, капіляри і мікротріщини не пропускають воду, оскільки в дію приходять сили поверхневого натягу рідин. Мережа об'ємних кристалів, що заповнила капіляри, перешкоджає фільтрації води навіть при наявності високого гідростатичного тиску. При цьому бетон зберігає паропроникність. Швидкість формування кристалів і глибина проникнення активних хімічних компонентів залежить від багатьох чинників, зокрема від щільності, пористості бетону, вологості і температури навколишнього середовища. При зникненні води процес формування кристалів припиняється. При появі води (наприклад, при збільшенні гідростатичного тиску) процес формування кристалів поновлюється, тобто бетон після обробки матеріалом «Пенетрон» набуває здатності до «самолікування» [34, 54]

1.4. Аналіз технологій гідроізоляції, які застосовуються при будівництві будівель і споруд

Вибір типу гідроізоляції проводиться з урахуванням нижче наведених вихідних даних:

1. Хімічна агресивність мінералізованих ґрунтових вод або промислових скидів та необхідна корозійна стійкість гідроізоляції, які змушують виконувати посилені покриття при вилуговувальній, загальнокислотній, вуглекислої, магнезіальною, сульфатної, нафтохімічної та електрохімічної агресивності, особливо при тонких (<0,5 м) залізобетонних конструкціях, при впливі швидкісного потоку води змінної температури;



Мастичні бітумно-полімерні на водній основі
 Ceresit CP4
 Ceresit CP4
 Ceresit CP4
 Ceresit CP4
 Ceresit CP4

Мастичні бітумно-полімерні на органічних розчинниках

Ceresit BT 2

ціментні

Ceresit CR 65
 Ceresit CR 66
 Ceresit CR 90

Полімерні

Ceresit CL 50
 Ceresit CL 51
 Ceresit CE 49
 Ceresit CE 50
 Aqua Block

Плівкові матеріали

Добавка для підвищення

водонепроникності бетонів та розтворів Ceresit CC 92

Ceresit CP 52
 Ceresit BT 12
 Ceresit BT 21
 Ceresit BT 23
 Ceresit BT 85

Рисунок 1.4 – Класифікація та асортимент матеріалів «Хенкель Баутехнік» (України)

2. Необхідна механічна міцність гідроізоляційних покриттів при дії статичних і динамічних навантажень на напірних гранях підземних споруд;

3. Тріщиностійкість ізолюваних будівельних конструкцій з урахуванням температурно-осадових деформацій споруд, яка в ряді випадків визначає вибір типу гідроізоляції; тому розрізняють тріщиностійкості конструкції, конструкції з обмеженим розкриттям тріщин до 0,3 мм і нетріщиностійкі конструкції при великому розкритті тріщин;

4. Умови виконання робіт, поєднання гідроізоляційних робіт з загальнобудівельними, їх інтенсивність і можливість виконання в найбільш сприятливих температурно-вологісних умовах, а також техніко-економічні міркування, які в більшості випадків є визначальними при виборі типу гідроізоляції [74, 99].

За видами гідроізоляційних технологій їх можна умовно розділити на наступні групи: окрасочна, обклеювальна, штукатурна, засипна та гідроізоляція самоущільнюючимися складами на цементній основі [41, 45].

Обклеювальна гідроізоляція, або точніше - обклеювальне покриття, за складом застосовуваних листових матеріалів підрозділяються на дві групи: покриття з бітумних листових (рулонних) матеріалів і покриття з листових синтетичних полімерних матеріалів [54, 59]. Технологічний процес влаштування обклеювальної гідроізоляції включає в себе операції по підготовці поверхонь, що ізолюються і застосовуваних матеріалів, наклеїці рулонної ізоляції і захисту її від зовнішніх впливів - механічних, атмосферних і т. д. [21].

Також можна зустріти поділ обклеювальної гідроізоляції за складом на три підгрупи:

- з бітумних рулонних матеріалів: гідростеклоізол, гідроізол, фольгоізол, руберойд, склоруберойд, ізол;

-з бітумно-полімерних матеріалів: армобітем, екарбіт, бікропласт, ізопласт, філізол і ін .;

- з полімерних матеріалів: поліетиленова плівка, ПВХ плівка, поліпропіленова плівка, гідробутіл, синтетичний каучук [57].

Нанесення обклеювальної гідроізоляції має виконуватися по ДСТУ Б А.3.2-11:2009 Роботи покрівельні та гідроізоляційні. Вимоги безпеки [47] при температурі навколишнього повітря, захисних матеріалів і поверхонь, що захищаються не нижче $+10^{\circ}\text{C}$, крім еластомерних матеріалів ЕРДМ і термопластичних матеріалів [12].

Обклеювальна гідроізоляція (з використанням рулонних або листових матеріалів) виконується в такій технологічній послідовності: нанесення ґрунтовок, їх висушування, підготовка рулонних або листових матеріалів, розкрій листових матеріалів на заготовки, підготовка заготовок, пошарове наклеювання рулонних або листових матеріалів, зварювання або склейка стиків листових матеріалів, нанесення шпаклівки (у випадках, передбачених проектом), обробка закінченого покриття. При цьому необхідно враховувати властивості використовуваних гідроізоляційних матеріалів, характер поверхні, що ізолюються та умови виконання робіт [48].

Поверхня, на яку наклеюють рулонні ізоляційні матеріали, попередньо повинна бути просушена. ступінь просушування контролюють пробною наклеюванням в різних місцях шматків рулонного матеріалу площею близько 1 м^2 з подальшим їх відривом після охолодження мастики. Поверхня вважається сухою, якщо рулонний матеріал не можна відірвати без його розриву [55].

При підготовці основи її очищають від патьоків розчину, маслянистих плям і інших забруднень, вирівнюють, закладають вибоїни і прибирають нерівності [77]. Поверхня, на яку наклеюють рулонні ізоляційні матеріали, попередньо повинна бути просушена (максимум 8% вологості) [52, 59].

Для наклеювання рулонних матеріалів бітумними мастиками поверхню, яка захищається, ґрунтують бітумними ґрунтовками або лаками; для наклеювання синтетичними клеями - ґрунтовками з цих же клеїв [25, 48].

Рулонні матеріали перед наклеюванням необхідно очистити від мінеральної посипки; листові - промити мильною і чистою водою (пластикат - знежирити

ацетоном), висушити і розкроїти на заготовки. Пластини поліізобутилену до розкрою слід витримати в розпрямленому стані не менше 24 год, а полівінілхлоридний пластикат - при температурі 120 ... 150°C (не більше 20 хв). Після розкрою пластикату на заготовки на крайках знімають фаски [55].

На підготовлену поверхню укладають перший, нижній шар багат шарової гідроізоляції методом наплавлення шару рулонного матеріалу. Після розгортання рулону на поверхні днища його приміряють, ретельно перевіряють дотримання необхідної величини напуску полотнища (10 ... 15 см), потім обрізають. Послідовно згортають в рулон одну половинку полотнища, приварюють пальником до основи (таким чином, фіксується розміщення полотнища), а потім згортають другу половину і приварюють кожену половину полотнища послідовно газовим пальником до основи [43].

Рулонний гідроізоляційний матеріал приклеюють в процесі нагрівання і оплавлення нижньої сторони полум'ям газового пальника з одночасним підігрівом поверхні, на яку приклеюють, розгортаючи і притискаючи рулон до основи. Під час нагрівання газовий пальник рухають плавно, забезпечуючи рівномірне і достатнє прогрівання рулонного матеріалу до поверхні основи [55].

Наклеєні полотнища гідроізоляційного матеріалу в розігрітому вигляді обов'язково прокочують валиками з зусиллям 0,09 МПа, рухаючи їх від осі рулону по діагоналі до його краях. Особливо ретельно прокочують кромки напусків полотнища гідроізоляційного матеріалу [19].

Рулонний гідроізоляційний матеріал укладають з напуском полотнищ по ширині 100 мм, по довжині - 150 мм [49].

Одне з головних достоїнств гідроізоляційних засобів обмазувального типу - це простота їх застосування і малий час, який потрібен на обробку приміщень. Саме тому їх активно застосовують на промислових об'єктах з значними розмірами виробничих цехів. Основними достоїнствами обмазувальної гідроізоляції є: простота нанесення, швидкість твердіння, доступність допоміжних засобів. Пластичні гідроізоляційні розчини зручні не

тільки для нанесення на поверхні стін, стелі та підлоги, вони відмінно підходять і для закладення різноманітних тріщин. Це дозволяє швидко усунути вади старих стін, вирівняти їх, зробити повністю водонепроникними [22, 37].

Фарбувальну гідроізоляцію виконують, завдаючи плівкообразуючі рідкі або пластичні матеріали малярськими прийомами: напиленням і набризком за допомогою різних фарборозпилювальних механізмів, кистями, щітками і шпателями [32]. Технологічний процес її облаштування, незалежно від виду матеріалів і функціонального призначення покриття, складається з наступних основних технологічних операцій, а саме: підготовки поверхонь, нанесення фарбувальної гідроізоляції, формування покриття (сушка, твердіння, декоративне оздоблення) [49].

При влаштуванні фарбувальної гідроізоляції пневматичним способом технологічні параметри контролюють і підтримують в таких рамках: тиск стисненого повітря, що йде від компресора - 0,3 ... 0,4 МПа; відстань від головки розпилювача до поверхні, що ізолюється - 250 ... 300 мм. Розпилювач тримають перпендикулярно до поверхні, переміщаючи його рівномірно зі швидкістю від 14 до 18 м/хв [16].

При незначних обсягах робіт, при ізолюванні важкодоступних місць або виправленні дефектних місць ізоляції застосовують ручний спосіб. Під час фарбування пензликом її тримають під кутом 50 ... 60 градусів до поверхні, ніж забезпечують рівномірний розподіл матеріалу по поверхні. Фарбувати пензликом можна, якщо застосовуються матеріали, які швидко висихають або погано розподіляються [4].

Штукатурна гідроізоляція відрізняється від фарбувальної наступними ознаками: меншою рухливістю наносяться на основу складів, що включають, як правило, більш крупні наповнювачі, більшою товщиною покриттів (6-50 мм) і способами нанесення ізолюючих складів, які аналогічні способам нанесення вапняних і цементних будівельних штукатурок [18, 48].

До виробництва штукатурних робіт пред'являють такі вимоги: штукатурка повинна володіти високою адгезією з поверхнею конструкції;

оштукатурені поверхні повинні бути рівними, гладкими, без патьоків розчину, плям, тріщин, горбків, раковин і дутиків [44].

До штукатурної полімерної гідроізоляції (на основі органічних в'язучих) відносяться покриття з холодних асфальтових мастик, покриття на основі емульсійних бітумних паст, а також з гарячих асфальтових мастик і розчинів [18]. У свою чергу, на неорганічних в'язучих (портландцемент і ін.) до штукатурної гідроізоляції відносяться покриття, нанесені на поверхню конструкції за допомогою технологій торкретування, шприц-бетону, набризк-бетону [44].

Пристрій штукатурної ізоляції включає в себе операції по підготовці поверхонь, посилення місць можливих деформацій, нанесення штукатурних ізоляційних складів, а також заходи щодо попередження зсуву гідроізоляційного шару на вертикальних і похилих поверхнях [32].

Свіжоприготовлений розчин штукатурної гідроізоляції наносять ручним способом на зволожену поверхню [45].

Гідроізоляційну суміш з сухих порошків готують шляхом поступового їх додавання в воду, постійно перемішуючи, до утворення в'язкої маси, яку можна наносити щіткою або пензликом. Матеріал наноситься мінімум в два шари, в залежності від складності умов експлуатації будівлі і необхідної витрати. Товщина шарів не повинна перевищувати 2 мм, щоб уникнути утворення тріщин. Кожен наступний шар наноситься тільки після висихання подальшого. Щоб уникнути пропусків при нанесенні, хід пензлика або шпателя під час нанесення наступного шару повинен бути в напрямку, перпендикулярному напрямку попереднього шару. Свіже покриття захищають від попадання прямих сонячних променів, від дощу, негативних температур і швидкого висихання [61].

Залежно від ступеня дії води мінімальні витрати води і товщина шарів повинні відповідати даним табл. 1.6.

При сприятливих умовах твердіння міцність штукатурного намета безперервно підвищується. Якщо розчин твердне весь час у вологому

середовищі, то його міцність буде вище, ніж при твердінні на повітрі. Притвердінні розчину в сухому середовищі вода з нього через деякий час

Таблиця 1.6 – Витрата і загальна товщина гідроізоляційного покриття з сухих гідроізоляційних сумішей

Гідронагрузка	Витрата, кг/м ²	Загальна товщина покриття, мм
Вологість сорбціна	2,0	1,5
Вода без тиску	3,0	2,0
Вода під тиском	3,5... 4,0	2,5

випаровується і тоді твердіння практично припиняється. Пояснюється це тим, що внутрішня частина багатьох зерен цементу не встигає вступити в реакцію з водою. Тому для досягнення штукатуркою необхідної міцності не можна допускати передчасного висихання її поверхні. У теплу, суху і вітряну погоду відкриті оштукатурені поверхні висихають швидше, ніж внутрішні її частини. Необхідно захистити зовнішню поверхню штукатурки від прискореного висихання і дати їй можливість досягти заданої міцності. У звичайного штукатурного складу, як і у звичайного бетону, при твердінні завжди змінюється його обсяг: бетон, коли твердне, дає усадку, яка в поверхневих зонах відбувається швидше, ніж усередині, тому при недостатній вологості бетону в період твердіння на його поверхні з'являються дрібні усадочні тріщини. Крім того, в результаті нерівномірного розігріву бетонного блоку можливо утворення тріщин внаслідок тепловиділення цементу при схоплюванні і твердінні [34].

Штукатурну гідроізоляцію з бітумно-латексної емульсії наносять на чисті і злегка зволожені поверхні збірних або монолітних залізобетонних підземних будівельних конструкцій. Наносити таку емульсію на перезволожену поверхню з «блюдцями» води або крапельної вологості не можна. Горизонтальні ділянки основи перед нанесенням емульсії гарантують, якщо

міцність зчеплення гідроізоляційного покриття з основою не менше ніж 0,65 МПа [55].

Для нанесення першого шару мастичної гідроізоляції в місцях деформаційних швів над гумовими діафрагмами укладають шнури пароізолю і за допомогою газового пальника обклеюють смугою рулонного матеріалу, що наплавляється, ширина якої не менше ніж 300 мм. Потім методом безповітряного розпилення наносять перший шар мастичної гідроізоляції [61, 62].

Кожен шар мастичної гідроізоляції в висохлому стані формує від 1,9 до 2,0 мм товщини, при необхідності витрати емульсії від 3 до 3,25 кг / м² [51].

Другий шар мастичної гідроізоляції наносять після завершення формування і повного висихання першого шару, а після висихання другого шару і видалення вологості з його поверхні наносять третій, завершальний шар мастичної гідроізоляції, стежачи за тим, щоб загальна товщина гідроізоляції відповідала проектній [47].

До спеціальних видів віднесені: просочувальна, яка проникає, ін'єкційна і тепло-гідроізоляція [48].

Просочувальна гідроізоляція заснована на заповненні водонепроникними матеріалами пор, мікротріщин та інших пустот, наявних в тілі конструктивного елементу. Просочення елементів проводиться у відкритих ваннах або в автоклавах, а також шляхом ін'єктування під тиском гідрофобної рідини в товщу конструкції. В якості просочувальних матеріалів застосовуються бітуми, кам'яновугільні пеки, гідрофобні рідини [56].

Основним призначенням просочувальної гідроізоляції є створення гідрофобного бар'єру, який перешкоджає проникненню або подальшого поширення капілярної вологи в конструкції [55].

Гідроізоляцію з просочених штучних матеріалів влаштовують на в'язучих, близьких за своєю природою до просочувальних матеріалів або ж мають стійкістю до дії агресивних середовищ - кислих, лужних, вуглекислотних, магнезіальних і т.д. Просочувальна гідроізоляція повинна

бути стійкою до вимивання ґрунтовими і агресивними водами, досить глибоко проникає в структуру матеріалу основи і бути механічно міцною, щоб протистояти виникаючим при монтажі навантаженням [59].

Проникаюча гідроізоляція. Група проникаючих гідроізоляційних матеріалів (пенетрируючі) є найбільш «молодий», але застосовується досить широко і ефективно [5, 50].

Область застосування проникаючої гідроізоляції досить велика. Це - резервуари, басейни, овочеві ями, фундаменти, греблі, шахти, підвальні приміщення, виробничі приміщення, ємності для харчових продуктів, сховища нафтопродуктів, підземні паркінги, метрополітени, колектори, димові труби, мостові споруди та ін. [47].

Технологія застосування цієї групи матеріалів складається з наступних етапів: підготовка бетонної поверхні, приготування складів, гідроізоляція тріщин, швів, стиків, гідроізоляція бетонних поверхонь [15].

Ін'єкційна гідроізоляція. Сутність ін'єкційної гідроізоляції полягає в нагнітанні в тіло бетону через пробурені свердловини ущільнюючих розчинів з метою надання споруді або його елементу водонепроникності і міцності. Ін'єкційні способи захисту конструкцій і споруд поділяються на такі види: цементация, силікатизация і смолизация [13].

У сучасній літературі наводять такі найбільш ефективні способи ін'єкційної гідроізоляції: цементация, бітумізация, нагнітання гідроактивних полімерних речовин [16, 61].

Цементування призначене для замазування тріщин і виправлення дефектів бетонування. Щоб забезпечити високу якість робіт з цементування і досягти гідроізоляційного ефекту, на початку робіт визначають розміри тріщин, фактичну швидкість фільтрування води і її хімічний склад. Після отримання результатів складають проект виконання робіт, в якому визначають обсяг і межі цементации, кількість рядів свердловин, їх глибину і напрямки. Найбільш ефективно розміщувати свердловини рядами на відстані 0,7 ... 1,5 м одна від одної в шаховому порядку [25].

Для цементації тріщин з розкриттям більше 0,15 мм в бетонній конструкції застосовують розчини на звичайних цементах. Якщо тріщини мають менший розмір, то застосовують цементно-колоїдні розчини, в які вводять добавки, які сприяють кращому заповненню тріщин і прискорюють процес твердіння [21,34].

Щоб зацементувати тріщині в залізобетонних конструкціях, бурять свердловини під кутом до їх поверхні на глибину не менше 0,3 м, а в масивних бетонних конструкціях - на глибину не менше 0,5 м. Під час буріння свердловин в залізобетонних конструкціях не можна допускати порушення або розрив арматури. Свердловини діаметром до 50 мм бурять переносним перфратором, а діаметром від 50 до 76 мм - бурильними верстатами. Перед цементацією свердловини промивають водою. Роботи починають з ін'єкцій рідких розчинів до досягнення граничного тиску. Якщо тиск не піднімається, то переходять до нагнітання розчинів великої в'язкості. Нагнітання розчинів припиняють, якщо розчин не поглинається протягом 20 хв. або якщо питоме поглинання розчину не перевищує 0,005 л / хв. Тиск, при якому здійснюється цементація, не повинно перевищувати міцність конструкції, щоб не допустити утворення нових тріщин або руйнування конструкції [38].

Бітумізація здійснюється нагнітанням в свердловини гарячого бітуму (БНД 60/90 або БНД 40/60) або холодних бітумних емульсій та паст, виготовлених з бітумів БН 90/30 і БН 130/180. Бітумізацію гарячим бітумом виробляють в кілька прийомів, оскільки при охолодженні бітум зменшується в об'ємі на 8-10%. Щоб розігріти бітум в свердловині при повторному нагнітанні, кожну свердловину облаштовують нагрівальним пристроєм, що сприяє кращому заповненню тріщин бітумом [43].

Нагнітання гідроактивних полімерних розчинів застосовують, щоб створити гідроактивний шар в підземних будівельних конструкціях глибокого закладення [18, 41, 49, 60].

Лита гідроізоляція використовується для заповнення щілин між поверхнею, що захищається і притискної стінкою, а також для заливки

порожнин, температурно-усадочних швів і при відновлювальних роботах. Являє собою суцільний водонепроникний шар, утворений розливом, розрівнюванням, поярусно заливкою розчинів і мастик в щілину між поверхнею споруди і огорожею. Залежно від температури матеріалу розрізняють гарячу асфальтову або асфальто-полімерну і холодну гідроізоляцію [55].

Технологічна послідовність виконання литої гідроізоляції: спочатку поверхню очищають від пилу і піску, вирівнюють і сушать, використовуючи інфрачервоне випромінювання, гаряче повітря, газополум'яні пальники; на висушену поверхню наносять шар ґрунтовки з розрідженого бітуму; потім монтують захисну огорожу, яке встановлюють на відстані 30-50 мм від поверхні. Утворену порожнину заливають мастикою, що має температуру не менше 140 °С. Для заповнення стиків бітумними і бітумно-полімерними матеріалами застосовують заливники швів типу МБ-16, а при малих обсягах робіт - причіпні пересувні котли. Перед заливанням склад розігрівають в котлах до температури не вище 180°С [50].

Ізоляцію вертикальних поверхонь виконують ярусами висотою 20-40 см. На робоче місце асфальтовий розчин подають в спеціальних ємностях краном або підйомником [43].

По горизонтальній поверхні литу гідроізоляцію виконують шляхом розливу гарячої мастики. Розливу гарячу мастику розрівнюють скребками. Перед початком заливки наступної ділянки кромки ділянок, що з'єднуються, на ширину 10-15 см розігрівають форсунками або інфрачервоними випромінювачами [29].

Засипну гідроізоляцію влаштовують заповненням обсягу простору близько захищаних конструкцій підземних частин будівель пом'ятою глиною або гідрофобними порошками [28, 36]. При виборі цього типу гідроізоляції необхідно враховувати доцільність пристрою засипної гідроізоляції і водонепроникних екранів і замків із зовнішнього боку ємностей [62].

За цією технологією укладають шар глини не менш 0,3 м завтовшки. Застосовують м'яту жирну глину з масовою часткою піску не більше 10%. Якщо передбачається періодичне висушування ізольованої поверхні, то кількість піску збільшують до 40%. У конструкцію укладають глину тільки в пластичному стані (замочують не менш ніж 10 діб) шарами не більш 0,3 м товщини і ретельно ущільнюють кожен шар [55].

Засипну гідроізоляцію з глини в місцях руху ґрунтових вод влаштовувати не слід через можливість розмиву [52].

Гідроізоляцію з гідрофобних порошоків при прокладанні інженерних комунікацій і теплових мереж в непрохідних каналах виконують методом насипання. В цьому випадку гідрофобні порошки виконують роль гідротеплоізоляції [36].

Листова (вмонтовується) гідроізоляція виконується із сталевих або пластмасових листів товщиною 2-8 мм на внутрішній поверхні підземних будівельних конструкцій [40].

Металева гідроізоляція застосовується при великому гідростатичному напорі. Виконується як зовні, так і зсередини приміщення. Сталеві листи очищають від іржі, рихтують і розмічають. Для закріплення листів застосовують закладні деталі (анкери з опорами з листової сталі або прокату), що встановлюються в ізолюючої конструкції або анкери, які приварюються до сталевих аркуша. Зазор між поверхнею, що ізолюється, і сталевими листами гідроізоляції, слід заповнювати цементним розчином шляхом нагнітання його під тиском, зазначеному в проекті. Нагнітання розчину виробляють через патрубки, уварені в сталеві листи гідроізоляції [35].

Вмонтовувану гідроізоляцію з полімерних листів влаштовують, як правило, на внутрішній поверхні підземних будівельних конструкцій, закріплюючи приварюванням листів до заставок з аналогічного полімерного матеріалу, покладених і зафіксованих в конструкції під час бетонування. Після проварювання стиків влаштовують захисну стінку з різних матеріалів [28, 37].

Вмонтовувану гідроізоляцію з полімерних профілів укладають і закріплюють на опалубці з анкерними ребрами, повернутими в сторону конструкції, яка заповнюється бетоном . Після установки, ретельного закріплення швів полімерних профілів зварюють екструзійним методом з гарантованою водонепроникністю. Після перевірки герметичності стиків в порожнечу за полімерними профілями ін'єктують (заливають) бетон [40].

Вмонтовувану гідроізоляцію з бентонітових матів укладають на поверхню ізолюючої конструкції з напуском не менш 200 мм, забезпечуючи високу щільність прилягання, без хвиль і складок (щоб уникнути проникнення води по поверхні бентонітової мату). Відразу після укладання матів виконують заходи щодо захисту від намокання до зворотної засипки ґрунтом, закриваючи поліетиленовою плівкою або влаштовуючи захисний бетонний шар. До вертикальних стінок мати кріплять дюбелями через 0,7 м по довжині. Місце кріплення додатково герметизують (можна порошком бентоніту). Верхній ряд матів кріплять до стіни з напуском на нижній ряд не менше ніж на 200 мм, щоб закрити місця розміщення дюбелів [26].

Влаштовуючи таку гідроізоляцію, звертають увагу на те, щоб укладені бентонітові мати давали достатньо простору на збільшення обсягу глини під час розбухання [33].

При влаштуванні всіх видів ізоляційних робіт перевіряють:

- якість застосовуваних матеріалів; правильність підготовки поверхонь під ізоляцію (насічки, очищення, висушування, ґрунтування);
- правильність складів застосовуваних сумішей і їх температуру;
- товщину ізоляційного шару; якість стиків і правильність з розміщення;
- зчеплення ізоляції з ізолюваною поверхнею, а також окремих шарів ізоляції між собою;
- порядок і правильність виконання окремих елементів, температуру під час виконання робіт [37].

Висновки по розділу 1:

1. Аналіз ринку гідроізоляційних матеріалів, пропонованих рішень і технологій їх реалізації показав, що найбільше застосування (близько 90-95%) отримали бітумно-полімерні мастики, бітумно-полімерні самоклеючі плівки, полімерцементні одно- і двокомпонентні склади, полімерні композиції на основі епоксидних і акрилових смол і поліуретанових каучуків.

2. Змонтована гідроізоляція з металевих і пластикових виробів, полімерні мембрани, суміші для ін'єкцій, бентонітові мати і ін. Поки не знайшли широкого застосування в будівельному виробництві.

У зв'язку з цим в роботі досліджені і розроблені системи гідроізоляції на основі бітумно-полімерних мастик, полімерних композицій, полімерних складів і самоклеючих плівок.

3. Аналіз стану проблеми гідроізоляції визначив наступні напрямки, які необхідно вирішувати для забезпечення ефективної і надійної роботи систем гідроізоляції:

- розробка технологічних основ застосування систем гідроізоляції з різними видами гідроізоляційного покриття;
- розробка технологічних рішень пристрою гідроізоляційних систем з використанням різних гідроізоляційних покриттів;
- розробка технології виконання робіт із застосуванням перерахованих вище видів гідроізоляційних покриттів;
- створення нормативної бази на виробництво і застосування систем.

2 КЛАСИФІКАЦІЯ СИСТЕМ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ І ВИДІВ ВОДНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ І СПОРУД

2.1. Класифікація систем гідроізоляції

Гідроізоляційні системи - це системи, призначені для захисту конструкцій будівель і споруд від води, водних розчинів агресивних речовин, хімічно активних неорганічних і органічних рідких і твердих речовин, що представляють собою сукупність гідроізоляційних, допоміжних матеріалів і елементів, підібраних з урахуванням умов експлуатації об'єктів, властивостей матеріалів основи, водних навантажень, характеристики ґрунту, можливостей гідроізоляційного шару, а також економічної складової.

Гідроізоляційні системи класифікуються за такими ознаками, рис. 2.1:

- призначенням;
- місця розташування;
- конструктивно-технологічних рішень;
- способу нанесення гідроізоляційного шару;
- способом пристрою;
- фізико-механічному станом;
- характером впливу рідин.

За призначенням гідроізоляційні системи підрозділяються на антифільтраційну, антикорозійну і теплогідроізоляційну.

Антифільтраційна гідроізоляційна система призначена для захисту від проникнення води та інших агресивних рідин у підземні, підводні, наземні споруди (заглиблення частини будівель, підвали, шахти, опускні колодязі, транспортні тунелі), для захисту від протікання гідротехнічних споруд (канали, басейни, тунелі, резервуари).



Рисунок 2.1 - Класифікація систем гідроізоляції

Одно- і багат шарові системи - як правило, гідроізоляційний шар формується за допомогою рулонних матеріалів (ті, що наплавляються або самоклеючі). Кількість шарів залежить від водних навантажень і можливих механічних впливів.

Армовані і неармовані системи - в армованих можуть застосовуватися мастичні композиції на основі полімерів, модифіковані полімером, а також полімерцементні. Армування зазначених композицій дозволяє створити на поверхні конструкції, яку необхідно захистити, рівномірний гідроізоляційний шар, здатний сприймати підвищені водні і механічні навантаження.

З захисним матеріалом і без захисного матеріалу - захист гідроізоляційного шару проводиться з метою його запобігання від можливих ушкоджень, які можуть виникнути в результаті зворотної засипки котловану вертикальної поверхні або влаштування притискної бетонної стяжки (горизонтальна поверхня).

За способом нанесення гідроізоляції системи бувають:

Фарбувальна гідроізоляційна система - водонепроникне покриття, утворене за допомогою містичних композицій, нанесене на поверхню підстави розпиленням або пензлем, валиком і т.п.

Обклеювальна гідроізоляційна система - водонепроникне покриття з декількох шарів рулонних, плівкових або листових матеріалів заводського виготовлення, що наклеюються на спеціальному клеї або наплавляються на поверхні конструкцій.

Штукатурна гідроізоляційна система – водонепроникне покриття товщиною від 3 мм до 5 мм, яке наноситься в декілька шарів з розчинів і мастик штукатурних способом або набризком вудкою або розпиленням розпилювачами (в залежності від консистенції розчину або мастики).

Просочувальна гідроізоляційна система призначена для підвищення водонепроникності конструкцій з пористих будівельних матеріалів шляхом

заповнення їх пор водостійкими композиціями (бітуми, дьогті, бітумні емульсії).

Ін'єкційна гідроізоляційна система призначена для додання водонепроникності конструкцій будівлі або споруди шляхом заповнення пор або тріщин в самій конструкції або в приляганнях нагнітанням ущільнюючого речовини з подальшим його твердінням. Ін'єкційна гідроізоляційна система передбачає буріння в споруді або в оточуючому його ґрунті шпурів або свердловин з нагнітанням в них ін'єкторами ущільнюючої речовини.

За фізико-механічному станом гідроізоляційні системи підрозділяються на:

- жорсткі;
- напівтверді з ознаками еластичності (перекривають тріщини до 0,5 мм; відносне подовження матеріалів, використовуваних для влаштування цих систем, до 10%);
- еластичні (відносне подовження матеріалів, використовуваних для влаштування цих систем, більше 50%).

Жорсткі - гідроізоляційні шари, що виконуються із сумішей на основі мінеральних в'язучих з незначною кількістю полімерного зв'язуючого, яка не здатна вплинути на жорсткість структури матеріалу, однокомпонентні змішуються з водою безпосередньо перед застосуванням;

Жорсткі з ознаками еластичності - на основі цементного в'язучого з полімерним зв'язуючим, як правило, двокомпонентні, змішуються на об'єкті; в'язучий більшою мірою є наповнювачем;

Еластичні - композиції на основі полімерів, бітумно-полімерні. На об'єкт поставляються в готовому для застосування вигляді.

По виду в'язучого або сполучного, на основі якого виготовляють гідроізоляційний матеріал, найбільш поширені в будівельному виробництві:

- полімерцементні (однокомпонентне);
- полімерцементні (двокомпонентне);
- полімерне;

- бітумно-полімерне.

Тип гідроізоляційної системи вибирають в кожному конкретному випадку в залежності від умов експлуатації об'єкта, технічних і економічних факторів, основні з яких наведені нижче:

- необхідний режим вологості повітря в приміщенні;
- ступінь допустимого зволоження огорожувальних та несучих конструкцій об'єкта;
- тріщиностійкість ізольованих конструкцій;
- висота капілярного підсосу води;
- щільність ґрунту;
- величина гідростатичного напору;
- механічні дії на гідроізоляцію (тиск верхніх конструкцій, осідання засипання, деформація фундаменту);
- вплив агресивних середовищ;
- вплив температурних перепадів;
- умови виконання робіт з гідроізоляції;
- глибина залягання фундаменту;
- додаткові технологічні навантаження.

2.2. Класифікація видів водних навантажень на гідроізоляцію будівельних конструкцій і споруд

2.2.1. Гідроізоляція, що підлягає обробці.

Види водних навантажень на гідроізоляцію будівельних конструкцій і споруд, що підлягають подальшій обробці в вигляді захисно-декоративних покриттів, підрозділяються на п'ять класів залежно від умов експлуатації:

- > Клас В1 - періодичний (короткочасний) вплив води (ванні кімнати, душові та ін.);

> Клас В2 - періодичний (інтенсивний) вплив води (промислові цехи, що підлягають прибиранню за допомогою води під тиском, душові на виробництві та ін.);

> Клас В3 - тривалий вплив води без тиску (тераси, балкони гідропоніка і ін.);

> Клас В4 - постійний вплив води під тиском (басейни, резервуари);

> Клас В5 - частий вплив хімічно активних речовин (цехи по виробництву агресивних речовин і продукції, очисні споруди, автомийки, лабораторії і т.п.).

Клас В1 - вплив води короточасний і не тривалий у вигляді бризок - в приміщеннях, де не передбачаються водовідводи, зволожені місця витирають.

Клас В2 - вплив води періодичний, інтенсивний без тиску. У приміщеннях передбачається організований водовідвід.

Клас В3 - тривалий вплив води, обумовлений впливом атмосферних чинників.

Клас В4 - постійний вплив води під тиском. Гідроізоляція експлуатується всередині і зовні будівлі.

Клас В5 - частий вплив хімічно активних речовин без тиску і при звичайній температурі $(20 \pm 2) ^\circ \text{C}$.

2.2.2. Гідроізоляція, що не підлягає обробці.

Види навантажень на гідроізоляцію підземних споруд і будівельних конструкцій без улаштування додаткових захисно-декоративного покриття.

Вибір типу гідроізоляції залежить від виду навантажень і тривалості впливу води на огорожувальні конструкції споруди в цілому або його окремі елементи. Волога в ґрунті присутня завжди. Однак, кількість і тривалість дії вологи на заглиблені в ґрунт конструкції може змінюватися і залежить, перш за все, від інженерно-геологічних і гідрологічних умов району будівництва

(наявність підземних і поверхневих вод), глибини закладення фундаменту, інтенсивності атмосферних опадів протягом року і тривалості сніготанення в весняний період (фільтраційна вода), щільності міських водопровідних та каналізаційних комунікацій, будівництва великих протяжних об'єктів, наприклад, метрополітенів та цілого ряду інших факторів, облік яких необхідний при розробці проектної документації.

Зволоження ґрунтів обумовлено ступенем проникнення води і характеризується коефіцієнтом фільтрації K_f , м/с, який відображає швидкість фільтрації води через різномірні шари, що утворюють ґрунтовий масив. Через незв'язні ґрунти вода проходить швидко (відносно високий коефіцієнт фільтрації K_f), не створюючи тиск на елементи будівлі. Зв'язні ґрунти у природному заляганні мають значно нижчий коефіцієнт фільтрації і, відповідно, можливо періодичний тиск води, що скупчується, на конструкцію. Ґрунт вважається проникним, якщо коефіцієнт фільтрації більш 10^{-4} м/с. Величина коефіцієнта фільтрації K_f для деяких видів ґрунту наведена в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Значення коефіцієнта фільтрації для ґрунтів

№№ п/п	Вид ґрунту	Значення коефіцієнта фільтрації, K_f , м/с
1	Мілкий гравій	Від 10^{-1} до 10^{-3}
2	Піски середні	Від 10^{-3} до 10^{-4}
3	Піски мілкі та пилуваті	Від 10^{-4} до 10^{-6}
4	Пилуватий ґрунт	Від 10^{-6} до 10^{-8}
5	Ґлина	Від 10^{-8} до 10^{-10}
6	Іл	Від 10^{-10} до 10^{-12}

Вода, що надходить з геологічних шарів, як і поверхневі води (наприклад, при сніготаненні або зливових дощах), швидше проникає через ґрунт, розпушений під час земляних робіт. Зустрівши непроникний природний ґрунт, вода накопичується в межах засипання котловану і створює тиск на елементи підземної споруди. За рахунок фільтрації води сталий рівень ґрунтових вод може значно підвищитися.

У разі зв'язних ґрунтів необхідно передбачати влаштування дренажної системи або при виборі гідроізоляції враховувати можливість тимчасового скупчення води і її впливу на конструкцію підземної споруди.

Таким чином, всі гідрологічні процеси, що відбуваються навколо підземної споруди, повинні бути враховані у вигляді навантажень, які можна об'єднати в такі основні групи:

Ґрунтова волога - являє собою пов'язану з частинками ґрунту воду, яка під впливом сил поверхневого натягу може поширюватися по капілярах навіть проти сили тяжіння. Ґрунтова волога, у якості мінімального навантаження, присутній в ґрунті завжди і, таким чином, періодично впливає на конструкцію, мал.2.2.

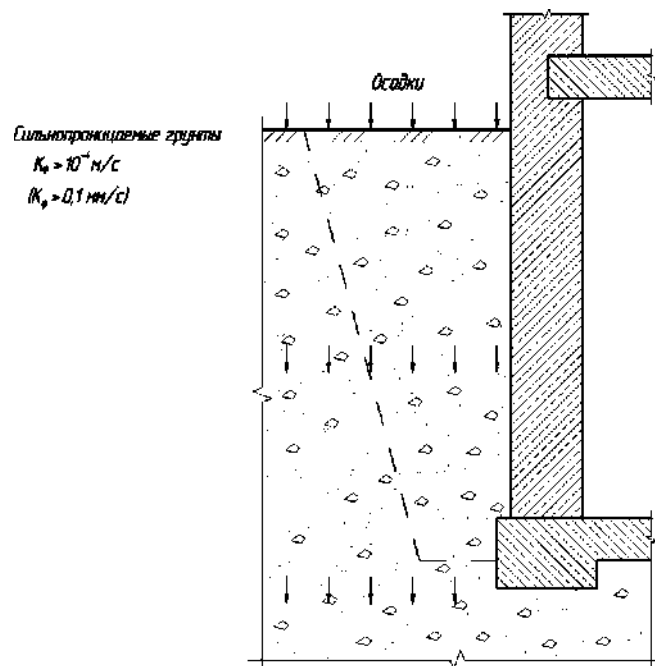


Рисунок 2.2 – Розрахункова схема навантаження від впливу ґрунтової ВОЛОГИ

Такий вид навантаження слід враховувати при виборі гідроізоляції для спорудження, фундамент якого розташований на водопроникному ґрунті вище проектного рівня ґрунтових вод не менше ніж на 30 см.

Фільтраційна вода, яка не затримується - це вода у капельножидкому стані (природного і техногенного походження), яка проникає в ґрунт, поступово всмоктуючись, деякий час знаходиться у вільній (не пов'язаної з ґрунтом) фазі, надаючи тривалий періодичний вплив без гідростатичного тиску. Такий вид навантаження має місце тільки при коефіцієнті фільтрації ґрунту менш 10-4 м/с, рис.2.3. В основі фундаментів необхідно передбачати влаштування дренажу, розрахованого на тривалу експлуатацію.

Фільтраційна вода, яка скупчується - це проникаюча в ґрунт вода (природного і техногенного походження), що надає змінний по тривалості і

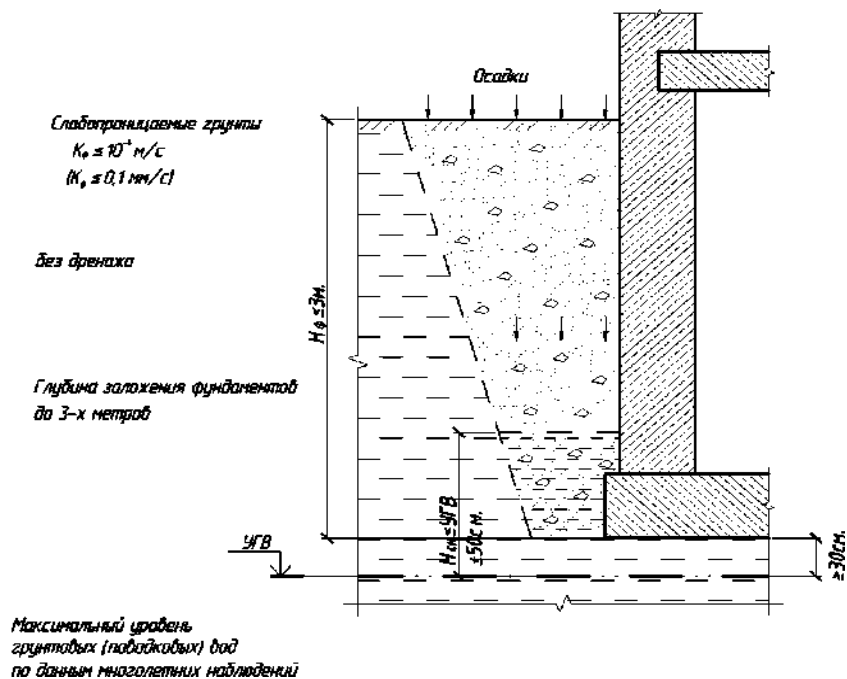


Рисунок 2.3 – Розрахункова схема навантаження від впливу фільтраційної води, яка не скупчується

інтенсивності гідростатичний тиск на спорудження, заглиблене вище рівня ґрунтових вод не менше ніж на 30 см за рахунок підвищення рівня води вище низу фундаменту до 1,0 м, мал. 2.4.

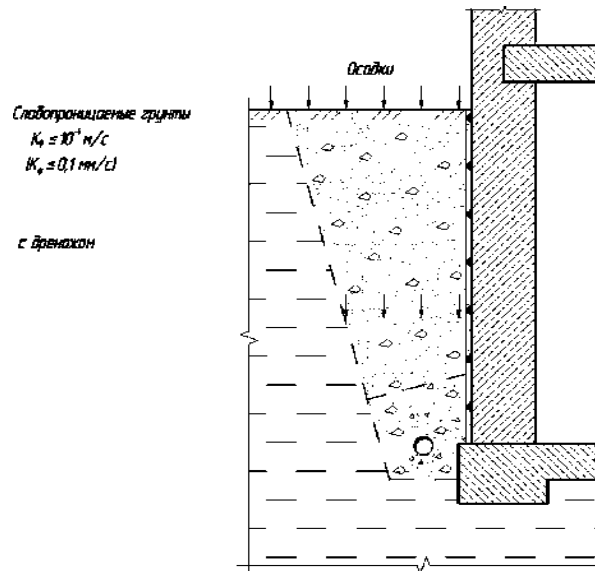


Рисунок 2.4 – Розрахункова схема навантаження від впливу скупчується фільтраційної води зі змінним по тривалості та інтенсивності гідростатичним тиском

Цей вид навантаження необхідно враховувати при виборі гідроізоляції конструкцій, розташованих в слабопроникних ґрунтах на глибині до 3,0 м при відсутності дренажної системи для відведення води.

Ґрунтова вода - вода, яка чинить постійний гідростатичний тиск на конструкцію, заглиблені нижче рівня ґрунтових вод. Рівень ґрунтових вод може коливатися і залежить від коефіцієнта фільтрації ґрунту масиву і зворотної засипки, мал.2.5.

Цей фактор необхідно враховувати при проектуванні гідроізоляції плити днища споруди, коли рівень ґрунтових вод знаходиться вище позначки плити днища не менше ніж на 30 см. Небезпека ґрунтових вод для стін враховують на глибині більше 3,0 м від рівня поверхні ґрунту в тому випадку, коли споруду зводять на зв'язних ґрунтах без відповідної системи відведення ґрунтових вод.

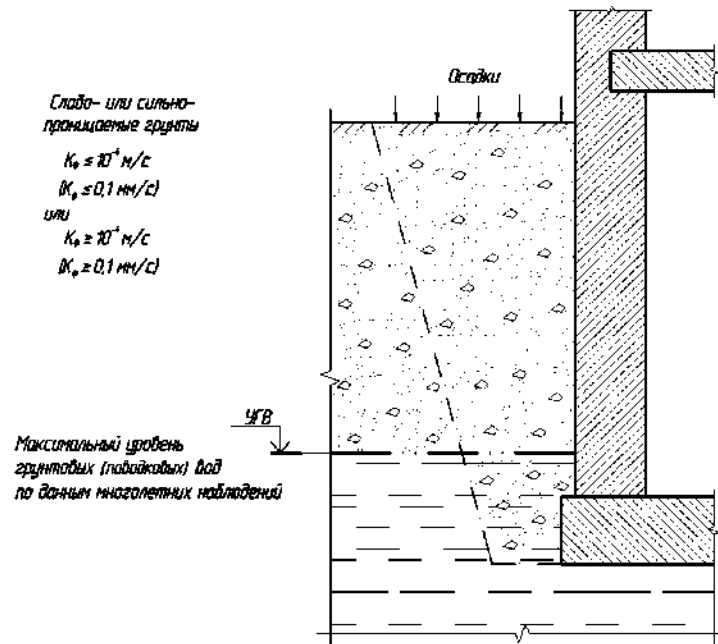


Рисунок 2.5 – Розрахункова схема навантаження від впливу ґрунтових вод під тиском

Висновки по розділу 2:

1. Чітко сформульовані види водних навантажень на будівельні конструкції і споруди, що дозволяє оптимізувати економічну складову гідроізоляційних робіт на стадії розробки проектно-кошторисної документації, в першу чергу, за рахунок правильно підбраною товщини шару гідроізоляційного покриття, а також його виду.

2. Розширена класифікація систем гідроізоляції дозволить приймати ефективне рішення по вибору систем на стадії розробки техніко-економічного обґрунтування та підготовки тендерних пропозицій.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ВИВЧЕННЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ОСНОВ СИСТЕМ ГІДРОІЗОЛЯЦІИ

Технологічний процес влаштування систем гідроізоляції є багатоопераційним, і кожен етап виконання робіт вимагає індивідуального підходу в забезпеченні ефективності свого призначення.

Технологічна система включає в себе наступні етапи:

- підготовка поверхні під нанесення ґрунтовки;
- герметизація примикань, місць концентрації напружень та ін .;
- нанесення ґрунтовки;
- нанесення гідроізоляційного шару (шарів);
- захист гідроізоляційного покриття;
- нанесення декоративного покриття.

Кожен з цих етапів має певне призначення і виконує певну роль в системі забезпечення безвідмовної роботи системи гідроізоляції протягом багатьох років. Відмова в роботі хоча б одного з елементів системи веде до зміни довговічності системи в бік її зниження і, відповідно, збільшення експлуатаційних витрат, що в кінцевому підсумку істотно знижує очікуваний ефект.

На жаль, фахівці всіх рівнів, задіяні в забезпеченні гідроізоляції будівельних конструкцій, не володіють достатньою інформацією і знаннями для ефективної реалізації можливостей матеріалів системи через відсутність чітких технологічних правил виконання робіт з гідроізоляції.

Виробники матеріалів для зазначених систем гідроізоляції, в свою чергу, недостатньо деталізують технологічні складові і, часом, зводять їх до примітивних вимог, таких як вказівка температури застосування і витрати води для приготування розчинних сумішей (наприклад, полімерцементні).

Причин може бути дві: незрозуміння того, що технологічні основи є визначальними у забезпеченні надійної роботи системи і відсутність системного підходу при влаштуванні системи гідроізоляції, що дозволяє максимально використовувати рецептурно-технологічні можливості матеріалу для забезпечення заданих цілей.

У зв'язку з цим виникла необхідність в розробці технологічних основ пристрою систем гідроізоляції з урахуванням виду і стану матеріалу основи конструкції, рецептурно-технологічних можливостей матеріалів системи, водних навантажень (в т.ч. агресивного середовища), що впливають на систему в процесі експлуатації.

Комплекс досліджень з використанням сучасних приладів і обладнання дозволив сформулювати технологічні основи пристрою систем гідроізоляції з урахуванням мінімізації трудовитрат, скорочення технологічних перерв і забезпечення надійності і довговічності системи.

3.1. Аналіз причин «відмови» роботи гідроізоляційних систем

На підставі узагальнення досвіду застосування різних систем гідроізоляції, можна з упевненістю говорити про чотири основні причини «відмови» роботи систем гідроізоляції:

Перша - це необґрунтований вибір гідроізоляційного шару на стадії проектування без урахування можливостей гідроізоляційного матеріалу (фізико-механічних показників), водних навантажень, стану матеріалу гідроізолюємої конструкції;

Друга - технологічні особливості матеріалів систем гідроізоляції, пов'язані з виконанням гідроізоляційних робіт. Влаштування гідроізоляції без урахування стану матеріалу гідроізолюємої основи (міцності поверхневого шару, вологість, ступінь засоленості, тріщини і т.п.), особливостей конструкції поверхні, доступу до конструкцій та ін.

Третя - проблеми, пов'язані з відсутністю чітких регламентів експлуатації, особливо в період виконання наступних заходів - зворотна засипка, влаштування захисних притискних шарів, зведення наступних конструкцій та ін.

Четверта - відсутність відповідної нормативної бази, що не дозволяє створити ефективні «правила гри» на ринку виробництва гідроізоляційних систем і матеріалів, а також приймати ефективні рішення. Принцип «ціна - якість» в забезпеченні гідроізоляції не працює.

Таким чином, першу групу причин «відмови» роботи систем гідроізоляції можна віднести до недоліків проектування, другу - до порушення технології виконання робіт, третю - до відсутності чітких регламентів експлуатації систем, і четверту - до відсутності ефективних правил гри на ринку гідроізоляційних матеріалів через нестачі нормативної бази.

Розглянемо на окремих прикладах, що відбувається з системами гідроізоляції, коли не враховується хоча б одна з наведених причин.

I. Стадія прийняття рішення і проектування. На цій стадії забезпечення герметичності будівельних конструкцій або споруд, як правило, не враховуються можливості гідроізоляційних матеріалів, стан матеріалу гідроізолюємої поверхні, водні навантаження, і, відповідно, економічна складова.

В даному випадку не враховані сучасні можливості гідроізоляційних матеріалів, зокрема, полімерцементних. Тому конструктивне рішення гідроізоляції «чаші» басейну передбачає використання матеріалів, у склад яких входить бітум, з подальшим влаштуванням штукатурного шару і тільки потім нанесення декоративного покриття (фарби, плитка та ін.).

Ефективність такого рішення обумовлена багатьма факторами:

- ненадійність конструктивного рішення - забезпечити герметичність шару гідроізоляції при такій кількості анкерів практично неможливо, додаткові шари також не сприяють надійній роботі конструкції;

- висока трудомісткість рішень, пов'язана з влаштуванням перехідної системи від матеріалів, у склад яких входить бітум, до облицювання при фарбуванні «чаші» басейну - численні анкери, металосітка, влаштування штукатурного шару;

- економічна складова не обґрунтована, так як матеріали і трудові витрати можуть бути при використанні полімерцементних складів значно нижче.

Можливості полімерцементної гідроізоляції дозволяють спростити конструктивне рішення до влаштування двох шарів полімерцементної гідроізоляції і по ним - шар полімерцементного клею, на якому укладається облицювальна плитка. Таким чином, отримуємо конструкцію, яка працює як єдине ціле з високим ступенем надійності і довговічності, як гідроізоляції, так і облицювального покриття.

У разі використання для обробки «чаші» басейну спеціальних фарб, гідроізолювану поверхню за допомогою полімерних складів вирівнюється шпаклівками або штукатурками (в залежності від відхилень в основі), спеціальними полімерними складами з високим ступенем адгезії до гідроізоляції та здатністю підготувати поверхню під фарбування, мал.3.1



Рисунок 3.1 – Улаштування гідроізоляції



Рисунок 3.2 – Влаштування басейну «фальш-стіни»

Як видно, тільки правильно підібраний гідроізоляційний матеріал і дотримання технології дозволяє вирішити проблему надійності і довговічності з мінімальними матеріальними та трудовими затратами.

Застосування конструктивного рішення забезпечення гідроізоляції підземної частини будівлі з внутрішньої сторони з використанням, так званих, «фальш-стінок», мал. 3.2, не може вирішити проблему через фізичну нездатності даного рішення виконати функцію гідроізоляції. Фальш-стінка на короткий період часу може виконувати роль гідроізоляції, але не при тривалих періодах експлуатації.

При вирішенні проблем гідроізоляції з боку, зворотної дії водних навантажень (негативний тиск), найбільш ефективною є відсічна гідроізоляція по периметру приміщення і обмазочна полімерцементна гідроізоляція по всій поверхні вертикальних конструкцій, а також гідроізоляція горизонтальних поверхонь бітумно-полімерними композиціями з подальшою її пригрузкою за допомогою стяжки і інших елементів підлоги.

Аналіз причин «відмови» гідроізоляції, що забезпечує герметичність огорожувальних конструкцій паркінгу показав (мал. 3.3), що основними причинами протікання є неправильне рішення по конструкції гідроізоляції на стадії проектування.



Рисунок 3.3 – «Відмова» роботи гідроізоляції в підземних паркінгах

Зокрема, в конструктивних рішеннях закладається використання наплавуальної гідроізоляції для вертикальних конструкцій. Такий метод забезпечення герметичності малоефективний з багатьох причин: низька імовірність створення герметичного контуру за допомогою наплавлення рулонів, слабе місце - стики між полотнами, практично неможливо забезпечити 100% -й контакт гідроізоляційного шару з поверхнею гідроізолюючої конструкції; досить непросто забезпечити цілісний контур, зв'язує в єдине ціле горизонтальну і вертикальну гідроізоляції.

У таких ситуаціях найбільш ефективною є бітумно-полімерна напилювальна гідроізоляція, здатна забезпечити герметичний контур, 100% -й контакт до основи. Конструкція основи (моноліт, збірне, збірно-монолітне) в даному випадку не є критичною, а високі деформативні властивості (більше 300%) здатні зберегти цілісність гідроізоляційного шару не тільки в умовах температурно-вологісних деформацій конструкції, а й при виникненні деформацій, пов'язаних з нерівномірним осіданням будівлі.

Стадія прийняття рішення (проектування) є однією з найважливіших у всьому ланцюжку забезпечення герметичності елементів конструкції і споруди в цілому.

Внаслідок прийняття неефективних рішень відбувається більше 40% «відмов» роботи систем гідроізоляції. Дані, отримані при обстеженні та визначенні причин «відмови» роботи гідроізоляційних систем на будівельних об'єктах України.

II. Стадія виконання гідроізоляційних робіт (технологічна). Гідроізоляційний шар з бітумно-полімерної мастики наноситься на непідготовлену поверхню. Поверхня не очищена і тріщини не розшиті і не закладені, когезійна міцність поверхні становить 0,12-0,2 МПа, ступінь засоленості висока (мал.3.4).

Такий стан поверхні і матеріалу основи (цегла) не можуть забезпечити гідроізоляційному шару оптимальні умови для надійності роботи. Шар

гідроізоляції нерівномірний, умови роботи стисненні. Комплекс перерахованих факторів не дозволяє прогнозувати надійну роботу системи гідроізоляції.



Рисунок 3.4 – Гідроізоляція підземної частини будівлі з протилежного боку впливу води

Слід зазначити, що сучасні можливості і асортимент матеріалів, дозволяють довести стан матеріалу основи, за допомогою спеціальних зміцнювальних просочень, до необхідного під укладку бітумно-полімерних мастик.

Такий підхід при виконанні гідроізоляції назвати системним не можна, відповідно, і гарантувати ефект від виконання робіт не є можливим.

В даному випадку виконавці робіт не врахували дуже важливий фактор, пов'язаний зі зміною виду водних навантажень.

За даними геологічних досліджень, рівень ґрунтових вод знаходиться значно нижче фундаментної подушки, а коефіцієнт фільтрації ґрунтів - менше 0,1 мм/с, що передбачає використання гідроізоляційних матеріалів, здатних

забезпечити герметичність конструкцій від періодичного впливу води без тиску.

При водних навантаженнях від періодичного короткочасного впливу до тривалого під тиском, повинні використовуватися матеріали і рішення, які здатні працювати в таких умовах.

Гідроізоляція виконана із застосуванням бітумних мастик без створення поєднаного контуру з вертикальних і горизонтальних шарів, відповідно, в зоні примикання стін до фундаментної плити сталася розгерметизація стикового з'єднання, нездатного сприймати вплив води під тиском.

Відновити гідроізоляційний контур в даному випадку, коли зовні виконана робота по благоустрою, є завданням технічно непростим, але головне - економічно дуже витратним. Витрати на відновлення гідроізоляції з боку приміщення в кілька разів перевищують первинні витрати на влаштування гідроізоляції в процесі будівництва.

На мал. 3.5 показано приміщення, яке затоплює в осінній і весняний період в результаті зміни рівня ґрунтових вод.



Рисунок 3.5 – «Відмова» роботи гідроізоляції через зміни водних навантажень

II. *Відсутність регламентів на експлуатацію систем гідроізоляції.*
Більшою мірою порушення герметичності гідроізоляційного шару відбувається з вини самих же виробників робіт.

Гідроізоляційні покриття, в основному, є вискоеластичними матеріалами (відносне подовження 300% і більше).

Даний показник для гідроізоляційних покриттів є одним з визначальних, так як дозволяє значно розширити сферу застосування матеріалу. А саме: не настільки жорсткі вимоги до поверхні підстави; можливість застосування в конструкції з неактивними, а, при виконанні додаткових заходів, і з активними тріщинами; можливість сприймати деформації в конструкції, що виникають від температурно-вологісних впливів, і в гідроізоляційному шарі при усадці матеріалу основи.

Тому розробники гідроізоляційних матеріалів вважають ці чинники визначаючими. Однак, не у всіх видах гідроізоляційних матеріалів можливо поєднати на однаково високому рівні відносне подовження, міцність при розриві і проколюванні. Як правило, двома останніми показниками доводиться, в якійсь мірі, жертвувати для досягнення високої еластичності, що, безумовно, позначається на експлуатаційній надійності гідроізоляції.

Як видно на наведених мал. 3.6.а і 3.6.б, по шару гідроізоляції встановлюють «лісу», на ньому ж складають будівельні матеріали з гострими кутами,



Рисунок 3.6 – Пошкодження гідроізоляційного шару в процесі виробництва робіт (а); в результаті проколу гідроізоляції гострими предметами (б) отже, імовірність порушення герметичності дуже висока, і всі витрати і зусилля по гідроізоляції можуть бути зведені до нуля.

Зневажливе ставлення до гідроізоляції відбувається до тих пір, поки не з'являться течі в процесі експлуатації, потім ставлення різко змінюється. Особливо це характерно в разі, коли вже виконані роботи з благоустрою, зведені поруч інші споруди і т.п.

III. *Відсутність нормативної бази на проектування та виконання робіт.* Незважаючи на те, що витрати на усунення протікань, пов'язаних з «відмовою» роботи гідроізоляції на першому році експлуатації будівель перевищують багато в чому початкові витрати, і при цьому створюють масу інших проблем, ставлення до цього виду робіт не змінюється ні з боку проектних організацій, ні з боку виконавців робіт, як правило, через відсутність нормативної бази.

На наведених мал. 3.7.а і 3.7.б видно результат відсутності чітких вимог до гідроізоляційного шару, здатному працювати в умовах тривалого впливу води під тиском (рівень ґрунтових вод вище фундаментної подушки), а також відсутня герметичність стикових з'єднань між фундаментними блоками.



Рисунок.3.7 – «Відмова» роботи гідроізоляції внаслідок неправильно обраного шару гідроізоляції (а); порушення герметичності конструкції в результаті пошкодження гідроізоляційного шару (б)

Слід зазначити, що рецептурно-технологічні можливості гідроізоляційних матеріалів не можуть бути універсальними. Економічно недоцільно застосовувати одні і ті ж матеріали з певними фізико-механічними можливостями під різні види водних навантажень або матеріали огорожувальних конструкцій з різною категорією тріщиностійкості.

Товщина шару гідроізоляції також повинна враховуватися при прийнятті рішення, що дозволить оптимізувати економічну складову конструктивно-технологічного рішення. Тобто повинен дотримуватися принцип: «водні навантаження - стан матеріалу конструкції - можливості гідроізоляційних матеріалів - можливості виконавців робіт - економічна доцільність при обов'язковому забезпеченні надійності і максимальної довговічності».

Як показали дослідження, гідроізоляція, виконана із застосуванням бітумної мастики, призначена, для ґрунтовки поверхні, не забезпечила ефективну герметичність підземної частини будівлі. Відсутній достатній шар, здатний забезпечити герметичність конструкції. Складна конфігурація гідроізолюємих поверхонь не сприяє створенню герметичного контуру, а підвищення тимчасового рівня ґрунтових вод призвело до «відмови» гідроізоляції.

3.2. Удосконалення технології влаштування систем гідроізоляції з однокомпонентним полімерцементним шаром при різній температурі основи

Одним з факторів, що обмежують застосування систем гідроізоляції з однокомпонентним полімерцементним шаром, є температурний інтервал, який запозичений з європейських норм і знаходиться в межах $+5^{\circ}\text{C}$... $+30^{\circ}\text{C}$. В першу чергу це обумовлено тим, що в кліматичній зоні, де знаходяться європейські держави Німеччина, Франція, Австрія, Італія та ін., При

температурі вдень $+5^{\circ}\text{C}$ (коли виконуються роботи), як правило, не буває переходу вночі до температури нижче 0°C . Тому в таких умовах вказаний температурний інтервал, перш за все - його нижня межа, забезпечує нормальні умови для тверднення матеріалів на цементній основі.

В кліматичній зоні України такої закономірності немає, тому що температура вдень $+5^{\circ}\text{C}$ не може бути гарантією того, що вночі не буде негативною температури. Аналіз температурних коливань в різних регіонах України показує, що найменша імовірність переходу температури через 0°C досягається за умови, коли температура вдень не знижується нижче $+7^{\circ}\text{C}$.

Друга умова надійної і довговічної експлуатації такої системи в разі її влаштування при низьких температурах - це використання рецептурно-технологічних можливостей полімерцементних композицій.

По-перше, застосування в рецептурах швидкотверднучого цементу дозволяє розчинній суміші набирати міцність в короткий термін (7-8 годин) при температурі від 0°C до $+8^{\circ}\text{C}$. По-друге, в рецептурах, які застосовуються при знижених температурах, немає необхідності використовувати таку ж кількість водоутримаючих добавок, як для сумішей, які працюють в температурному діапазоні $+5^{\circ}\text{C} \dots +30^{\circ}\text{C}$. Таким чином, створюється можливість знизити собівартість системи, але при цьому збільшується ризик промерзання нанесеного покриття і, відповідно, його руйнування, так як температура 0°C є нестабільною і короткостроковою - як правило, після 0°C слід подальше зниження температури повітря.

Основний проблематичний момент при роботі в діапазоні знижених температур - це можливість утворення в мінеральній структурі основи кристалів льоду, що не може забезпечити необхідну адгезію полімерцементного шару до основи.

Основним варіантом виконання робіт по влаштуванню систем в умовах нестабільної, близької до 0°C , температури більшості регіонів України - це забезпечення стійкого позитивного температурного режиму за допомогою, так званих, «теплярів» (мал. 3.8). такий спосіб енерговитратний, але в той же час

найбільш прогнозований. У цьому випадку імовірність промерзання сумішей найнижча з раніше наведених.

Цей спосіб полягає в наступному.

До початку робіт по влаштуванню системи гідроізоляції необхідно:

- розбити периметр будівлі на захватки з урахуванням можливостей калориферів і кількості робочих, зайнятих в технологічному процесі;
- закрити робочу зону окремої захватки, армованої поліпропіленової плівкою, попередньо визначивши спосіб кріплення плівки;
- встановити калорифери;
- встановити термометри для контролю температури в робочій зоні;
- визначити робоче місце для складування матеріалів і приготування робочих складів матеріалів;
- підвести джерела енергії для забезпечення роботи калориферів і підігріву води, необхідної для замішування сухої суміші.

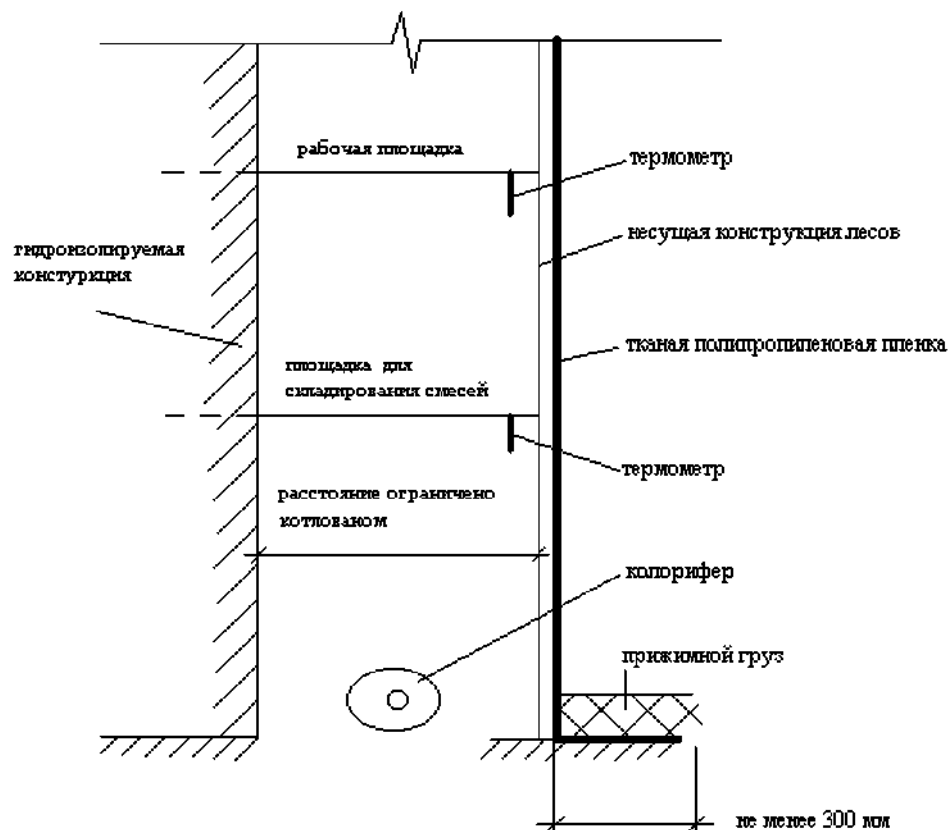


Рисунок 3.8 – Технологічна схема захватки по влаштуванню гідроізоляції будівлі в умовах низьких температур

З урахуванням можливої марки і потужності калорифера рекомендується захватка з наступними параметрами: шириною 6 м і висотою на рівні гідроізоляційного конструктиву.

Схема розміщення обладнання і вузли кріплення плівки до основи конструктиву наведені на мал. 3.9-3.12.

Кріплення відсікаючої частини плівки по горизонталі здійснюється аналогічно мал. 3.9.

Перед початком монтажу системи необхідно переконатися, що поверхня стіни прогріта до температури не нижче $+30^{\circ}\text{C}$. Для цього необхідно включити калорифер і прогрівати робочу зону протягом однієї доби.

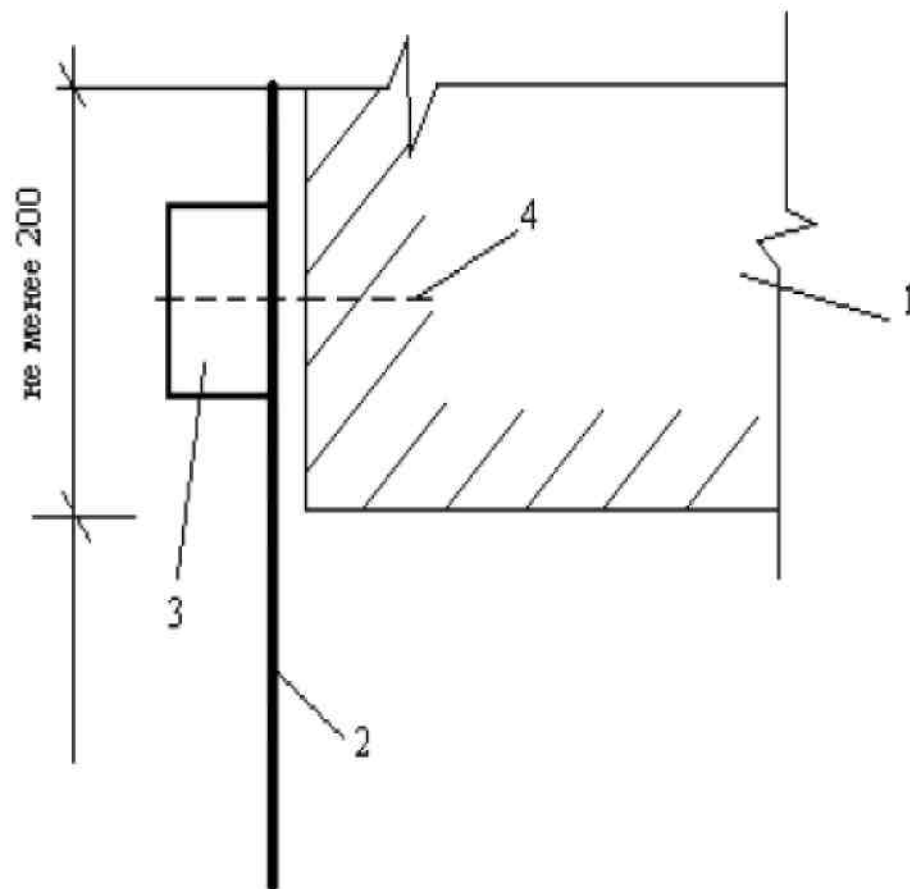


Рисунок 3.9 – Кріплення плівки до зовнішньої стіни будівлі:

- 1 - зовнішня стіна;
- 2 - тканина поліпропіленова плівка;
- 3 - дерев'яна рейка 50x20x1 (довжина не регламентується), мм;
- 4 - дюбель $d = 6$ мм, $L = 70$ мм з кроком кріплення не більше 300 мм.

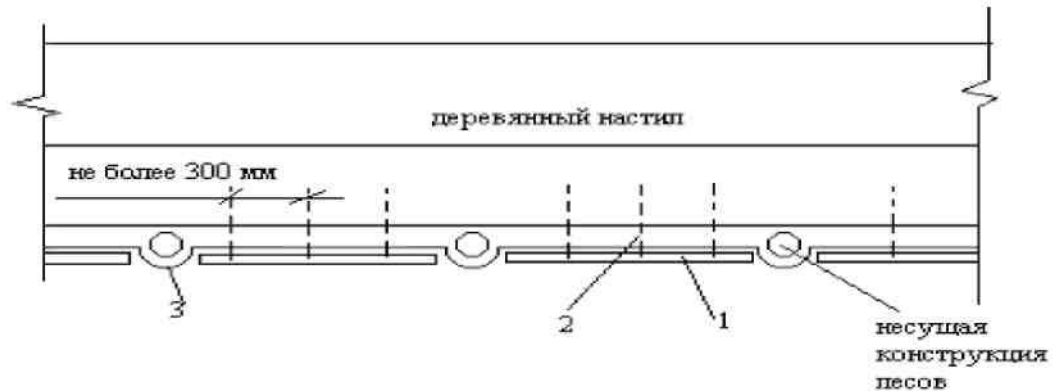


Рисунок 3.10 – Кріплення поліпропіленової плівки до дерев'яного настилу робочих площадок. Варіант 1:

- 1 - дерев'яна рейка 20x20x1 (довжина не менше 1500 мм);
- 2 - саморіз довжиною 50x60 мм;
- 3 - тканина поліпропіленова плівка

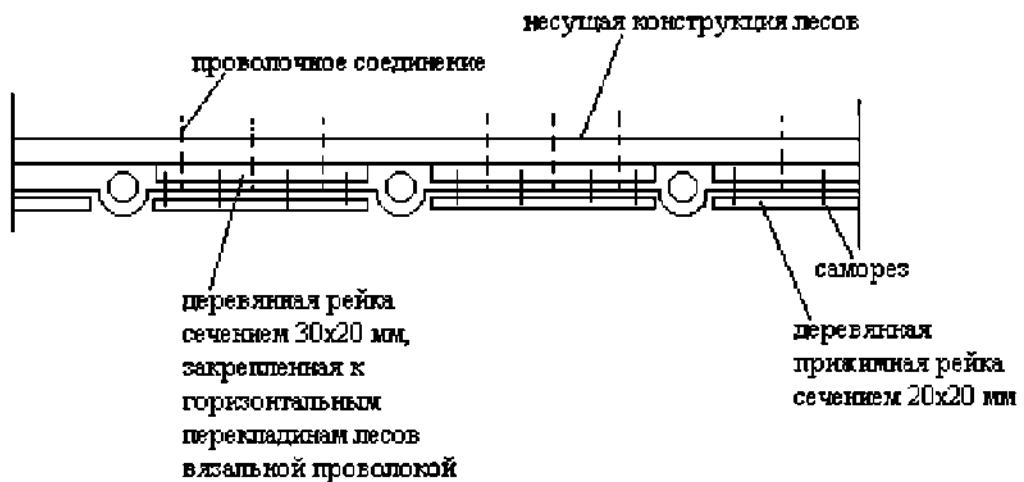


Рисунок 3.11 – Кріплення поліпропіленової плівки до горизонтальної щаблини лісів.

Варіант 2

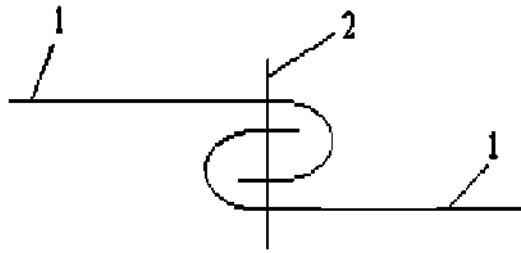


Рисунок 3.12 – Вузли з'єднання полотен плівки за допомогою скріпкозшивача (частота розташування скріпок не більше 100 мм)

Приготування робочих складів здійснюється в робочій зоні, яка прогривається. Для цих цілей використовується вода, підігріта до температури $+18^{\circ}\text{C} \dots +21^{\circ}\text{C}$.

Нанесення гідроізоляційного покриття проводиться в зоні, що прогривається, в цій зоні повинні складуватися необхідні матеріали в кількості з розрахунку на одну зміну.

Для оптимальної організації процесу нанесення гідроізоляції, з урахуванням мінімізації технологічних перерв, роботи повинна виконувати ланка з двох чоловік (площа гідроізоляції 20 ... 25 м²):

1 - підготовка поверхні під гідроізоляцію, приготування робочих складів, складування матеріалів, підігрів води, подача робочих складів до місця застосування;

2 - ґрунтування, нанесення гідроізоляційних шарів.

Нанесення гідроізоляційних шарів проводиться через 4 години після просочення основи ґрунтовкою.

Для перевірки якості зчеплення гідроізоляційних шарів з основою використовується адгезіометр, а саму процедуру перевірки здійснюють підготовлені фахівці.

Після набору міцності гідроізоляційного шару протягом 24-28 годин, здійснюється демонтаж всіх допоміжних пристосувань і перехід на наступну захватку.

При температурах близьких до 0°C найбільш ефективним є використання полімерцементних композицій прискореного твердіння і штучне

створення умов зі стабільною позитивною температурою для твердіння зазначених сумішей. В цьому випадку мінімізується ризик, забезпечуються оптимальні умови тверднення композицій і, найважливіше, вирішується проблема (сезонного) виконання робіт, тобто є можливість її виконання не тільки в літній, а й весняно-осінній період.

3.3. Технологія підготовки поверхонь під нанесення гідроізоляційного полімерцементного покриття

Дуже важливим фактором у забезпеченні безвідмовної роботи системи і максимального експлуатаційного ресурсу є підготовка поверхні під нанесення гідроізоляційного покриття.

Найбільш поширеними матеріалами основ, які підлягають гідроізоляції, є бетон і цегла (керамічна або силікатна). У зв'язку з цим, дослідження впливу різних чинників при підготовці поверхонь проводилися з урахуванням структури, міцності, вологості та інших показників зазначених матеріалів основ.

В першу чергу, досліджувалася зміна адгезії полімерцементних гідроізоляційних покриттів до зазначених основ з різним ступенем вологості, при цьому температура основи була прийнята в діапазоні $0^{\circ}\text{C} \dots + 32^{\circ}\text{C}$.

Визначення вологості підстави проводилося за допомогою СМ-лабораторії, а адгезійної міцності - за допомогою адгезіометра. Отримані результати зведені в табл. 3.1.

Як видно з графіка, наведеного на мал. 3.13, оптимальною вологістю з точки зору забезпечення максимальної адгезії полімерцементної однокомпонентної гідроізоляції звичайного твердіння, при температурі основи $+ 28 \dots + 30^{\circ}\text{C}$, є діапазон від 5,5% до 8%.

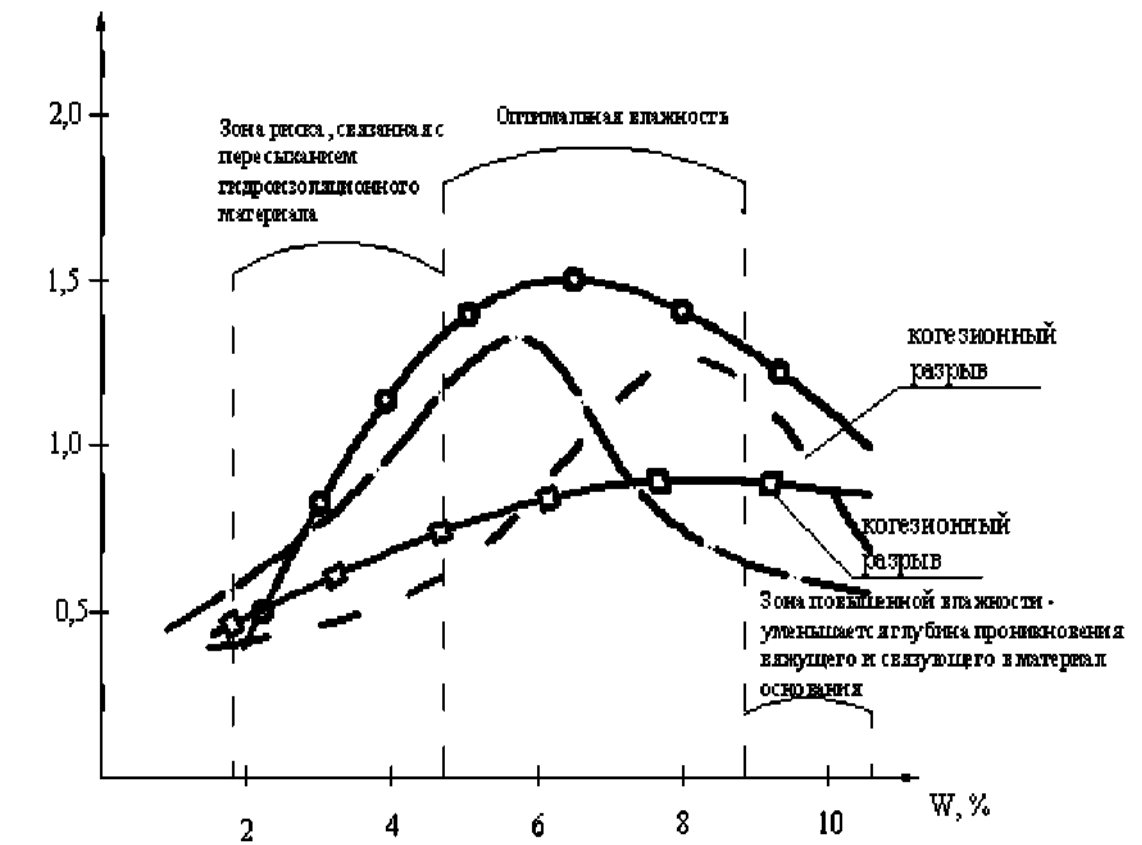
Таблиця 3.1 – Зміна адгезійної міцності гідроізоляційного покриття на основі однокомпонентних полімерцементних сумішей в залежності від матеріалу основи, температури і його вологості

Матеріал основи	Температура основи, °С	Когезійна міцність поверхнього шару, МПа	Термін твердіння ізоляційного шару, діб	Вологість основи W, %	Адгезійна міцність R _{адг} , МПа	
				W _i	R ⁱ _{адг}	ср κ _{адг}
1	2	3	4	5	6	7
Бетон міцністю не менш 30 МПа (Кл.В25)	28 - 32	1,0	3	2,00	0,59	0,60
					0,63	
					0,58	
				4,00	0,98	0,96
					0,93	
					0,97	
				6,00	1,28	1,30
					1,35	
					1,27	
				8,00	0,75	0,73
					0,74	
					0,70	
				10,00	0,50	0,52
					0,56	
					0,50	
Керамічна цегла (марка М50)	28 - 32	1,0	3	2,00	0,39	0,40
					0,41	
					0,40	

				4,00	0,49 0,50 0,51	0,50	
				6,00	0,84 0,88 0,83	0,85	
				8,00	1,30 1,31 1,35	1,32	
Цементно-піщаний	28 - 32	1,0	3	2,00	0,35 0,42	0,39	
1	2	3	4	5	6	7	
розчин міцністю не менш 20МПа (марка М200)					0,40		
				4,00	1,16 1,12 1,17	1,15	
				6,00	1,48 1,45 1,48	1,47	
				8,00	1,38 1,45 1,37	1,40	
				10,00	1,08 1,06 1,10	1,08	
	Силікатна цегла (марка М 50)	28 -32	1,0	3	2,00	0,45	0,47
						0,46	
						0,50	
					4,00	0,65	0,68
						0,69	
						0,70	
					6,00	0,80	0,82
					0,85		
					0,81		

				8,00	0,90	0,88
					0,87	
					0,87	
				10,00	0,83	0,82
					0,79	
					0,84	

Температура основания 28°С - 32°С
 Коэффициент прочности поверхностного слоя в пределах 1,0 МПа
 Срок твердения гидрозольного слоя 7 суток



- бетон прочностью не менее 30 МПа
- керамический кирпич М50
- цементно-песчаный раствор прочностью не менее 20 МПа
- силикатный кирпич М50

Рисунок 3.13 – Залежність адгезійної міцності гідроізоляційного покриття на основі полімерцементних однокомпонентних сумішей від матеріалу основи і його вологості

Швидше за все, така підвищена вихідна вологість матеріалу основи дозволяє певний час блокувати приплив вологи з розчинної полімерцементної суміші і забезпечити умови для набору міцності гідроізоляційного шару. Але найбільш важливим є те, що уповільнений відтік води у насичену водою основу і в атмосферу знижує процес різкого утворення внутрішньої напруги в шарі гідроізоляції, що не знижує адгезійну міцність зчеплення останнього з основою. Подальше збільшення вологості основи не впливає на підвищення адгезійної міцності.

За даними спостережень, температура поверхні $+30^{\circ}\text{C}$ і вище є критичною з точки зору використання полімерцементних гідроізоляцій незалежно від насичення основи водою, швидше за все, через інтенсивне випаровування води з шару гідроізоляції в атмосферу.

Розглянемо зміни адгезійної міцності полімерцементного шару звичайного твердіння до тих самих основ з такою ж вологістю, але в діапазоні температур $+15^{\circ}\text{C}$... $+20^{\circ}\text{C}$. Як видно з табл. 3.2. і графіка (мал. 3.14), температура основи $+15^{\circ}\text{C}$... $+20^{\circ}\text{C}$ в тих же межах вологості основи забезпечує більш високі показники по адгезії і, відповідно, збільшує експлуатаційний ресурс системи.

Таблиця 3.2 – Зміна адгезійної міцності гідроізоляційного покриття на основі однокомпонентних полімерцементних сумішей в залежності від матеріалу основи, температури і його вологості основи
Найменування показників

Матеріал основи	Температура основи, $^{\circ}\text{C}$	Срок тижавління гідроізоляційного шару, доба	Вологість основи W ,	Адгезійна прочність $R_{\text{адг}}$, МПа	
			$\%$ $W_{\text{і}}$	$R_{\text{адг}}^1$	ср $R_{\text{адг}}^{\text{к}}$

1	2	3	4	5	6
Бетонні зразки	20	7	2,00	0,53	0,54
				0,53	
	20	7	4,00	0,26	0,28
				0,27	
				0,31	
			6,00	0,17	0,15
1	2	3	4	5	6
				0,16	
			8,00	0,11	0,11
				0,12	
				0,10	
Образцы из цементно-	20	7	2,00	0,43	0,45
				0,48	
				0,44	
			4,00	0,25	0,28
				0,29	
				0,30	
			6,00	0,17	0,19
				0,21	

Розширення температурного діапазону гідроізоляції робіт є однією з актуальних технологічних задач, що підвищують конкурентоспроможність систем гідроізоляції.

Тому діапазон температур від 0°C до $+5^{\circ}\text{C}$, при якому можуть виконуватися роботи по влаштуванню систем гідроізоляції, необхідно розглядати як неминучий в будівельній практиці в регіонах України та багатьох інших країн, табл.3.3., мал.3.14.

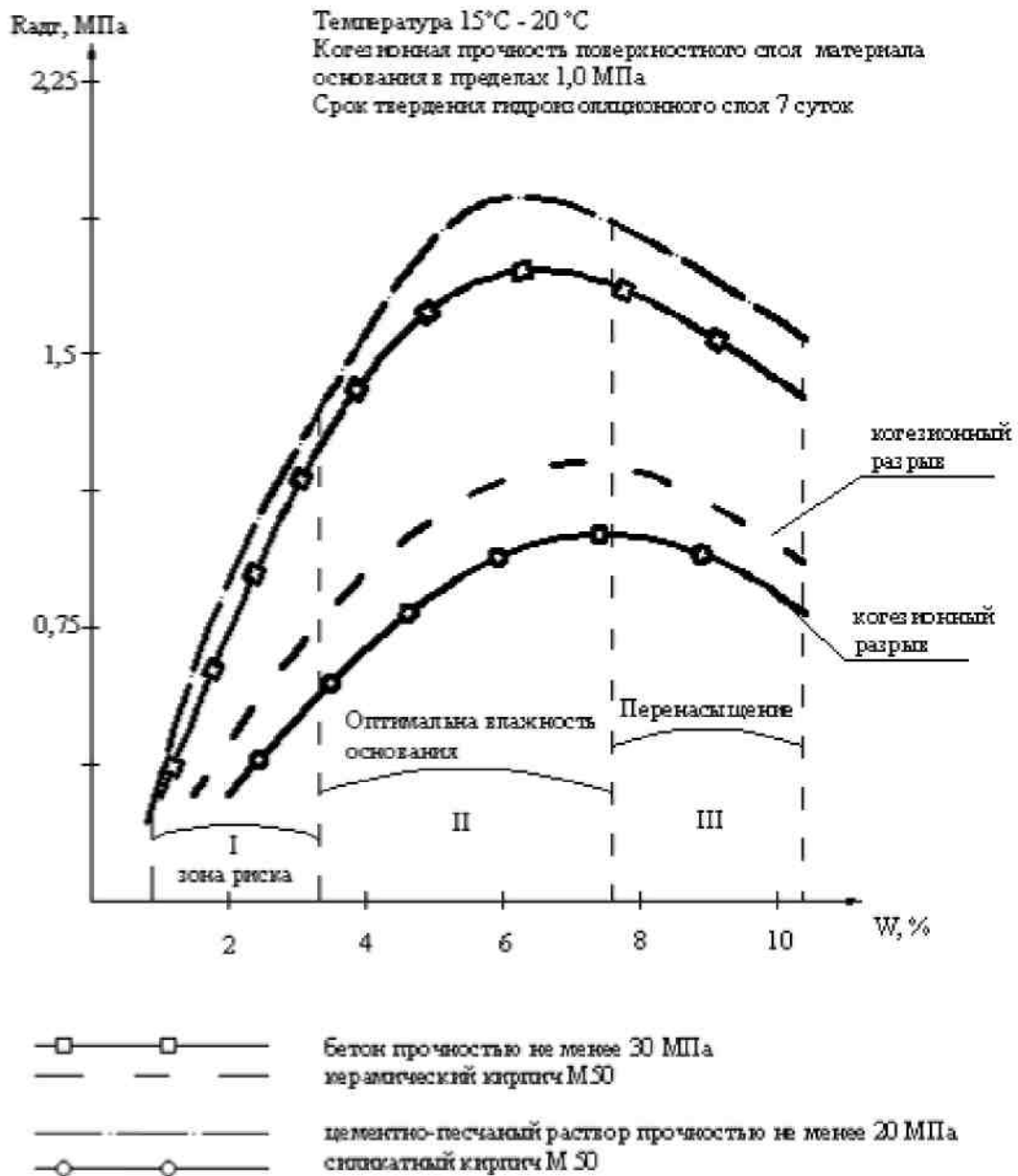


Рисунок 3.14 – Залежність адгезійної міцності гідроізоляційного покриття на основі одноконтпонентних полімерцементних сумішей від матеріалу основи та його вологості

Таблиця. 3.3 – Зміна адгезійної міцності гідроізоляційного покриття на основі однокомпонентних полімерцементних сумішей прискореного твердіння в залежності від матеріалу основи та його вологості

Найменування показників						
Матеріал основи	Температура основи, °С	Когезійна міцність поверхневого шару, МПа	Термін твердіння гідроізоляційного шару, діб	Вологість основи W, %	Адгезійна міцність $R_{адг}$, МПа	
					W_i	$R^i_{адг}$
1	2	3	4	5	6	7
Бетон міцністю не менш 30 МПа (Кл. В25)	0 - 5	1,0	3	2,00	0,98	0,98
					1,10	
					0,86	
				4,00	0,91	0,92
					0,90	
					0,95	
				6,00	0,82	0,80
					0,78	
					0,80	
				8,00	0,61	0,64
					0,65	
					0,66	
Керамічна цегла (марка М 50)	0 - 5	1,0	3	2,00	1,15	1,18
					1,20	
					1,19	
				4,00	1,37	1,34
					1,33	
					1,32	
				6,00	1,40	1,39
					1,42	
					1,35	
				8,00	1,25	1,29
					1,32	
					1,30	

Продовження табл.3.3

1	2	3	4	5	6	7
Цементно-піщаний розчин міцністю не менш 20МПа (марка М 200)	0 - 5	1,0	3	2,00	0,62	0,66
					0,67	
					0,69	
				4,00	0,96	0,98
					1,01	
					0,97	
				6,00	1,10	1,16
					1,20	
					1,18	
				8,00	1,03	1,01
					1,02	
					0,98	
Силікатна цегла (марка М 50)	0 - 5	1,0	3	2,00	0,82	0,81
					0,78	
					0,77	
				4,00	1,03	1,04
					1,07	
					1,02	
				6,00	0,97	1,01
					1,03	
					1,03	
				8,00	0,75	0,77
					0,77	
					0,79	

Аналізуючи наведені вище показники залежності адгезійної міцності від вологості основи та при різній температурі твердіння полімерцементної гідроізоляції, можна зробити наступні висновки:

- для полімерцементної гідроізоляції звичайного твердіння оптимальною є вологість підстави 4-6% і чим нижче щільність матеріалу підстави, тим більше вологість впливає на адгезію гідроізоляційного шару;

- температура підстави значно позначається на зниженні або підвищенні адгезії клею і є оптимальною в межах + 15°C ... + 20°C;

- для полімерцементної гідроізоляції прискореного твердіння температура $0^{\circ}\text{C} \dots + 5^{\circ}\text{C}$ є цілком допустимою і забезпечує необхідні показники адгезії при вологості підстави 4-5%.

Для зони I характерний інтенсивний відтік води з гідроізоляційної суміші в основу, що призводить до інтенсивного утворення усадочних явищ в покритті і, відповідно, зростання внутрішньої напруги. З огляду на пряму залежність адгезії від величини напружень в полімерцементній гідроізоляції, можна прогнозувати її зниження до мінімальних величин (мал.3.14).

Зниження адгезії в третій зоні відбувається через блокування просочування в'язучого і сполучного в основу, перенасичене водою.

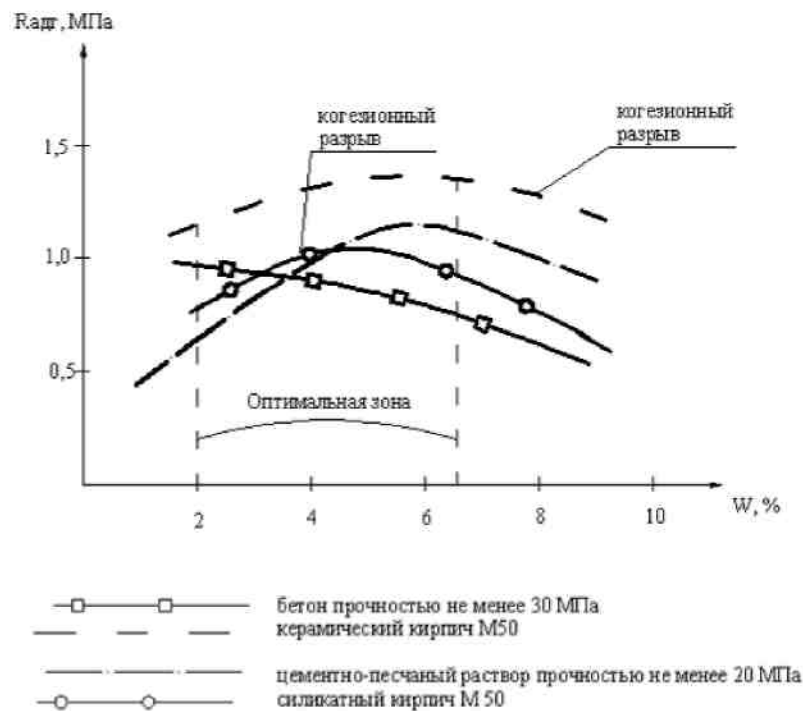


Рисунок 3.15 – Залежність адгезійної міцності гідроізоляційного покриття на основі однокомпонентних полімерцементних сумішей прискореного твердіння від матеріалу основи, його вологості при температурі $0^{\circ}\text{C} \dots + 5^{\circ}\text{C}$ і терміні твердіння - 3 доби

У зв'язку з тим, що при таких температурах відтік води з суміші в атмосферу мінімальний, нижня межа по вологості основи практично не обмежується.

Мінімально допустима величина адгезійної міцності полімерцементної гідроізоляції до різних основ повинна бути 1,0 МПа, згідно ДСТУ Б В.2.7-126: 2011.

У будівельній практиці досить часто доводиться вирішувати проблему нетривких основ. Рішення полягає в необхідності підвищення когезійної міцності поверхневого шару, яка повинна бути не менше рівня мінімально допустимої величини адгезії.

Як правило, в таких випадках використовується два методи: перший - механічне видалення нетривкого шару, що є досить складним, а сам процес - трудомістким і не завжди ефективним; другий - це застосування закріплюючих ґрунтовок або адгезійних шарів, що, як показали дослідження, найбільш прийнятно в умовах будівельного майданчика.

Застосування закріплюючих ґрунтовок базується на принципі проникнення полімерів в структуру матеріалу основи. Скріплення ослабленою цементної матриці полімерної складової створює полімерцементну матрицю, яка здатна сприймати виникають деформації в поверхневому шарі підстави.

Для закріплення нетривких основ у системах гідроізоляції в основному використовуються ґрунтовки на основі акрилових композицій (комбінація «акрил + калійне рідке скло») або суміші силікатизуючих та гідрофобізуючих речовин. Закріплюючий (адгезійний) шар може бути з суміші меленого піску з цементом і вінілацетатетіленом. Результати зміни когезійної міцності основ, оброблених ґрунтовкою на різній основі, наведені в табл. 3.4-3.6.

Для визначення ефективної технології підготовки основи при влаштуванні гідроізоляції розглянуто вплив зазначених композицій на збільшення когезійної міцності поверхні основи з різних матеріалів - бетон, керамічна цегла, силікатна цегла, цементно-піщаний розчин.

Таблиця 3.4 – Результати зміни когезійної міцності основи, обробленої ґрунтовками на акриловій основі

Матеріал основи	Когезійна міцність поверхневого шару основи, $R_{\text{ког}}$, МПа			
	Основа без обробки акриловою ґрунтовкою		Основа оброблена акриловою ґрунтовкою	
	$R_{\text{ког}}^1$	$\text{ср } R_{\text{ког}}$	$R_{\text{ког ґрунт}}^1$	$\text{ср } R_{\text{ґрунт. ког.}}$
Бетон міцністю не менш 30 МПа (Кл.В25)	1,12	1,14	1,40	1,43
	1,17		1,46	
	1,13		1,43	
Керамічна цегла (марка М 75)	0,72	0,68	1,25	1,21
	0,69		1,22	
	0,63		1,16	
Силікатна цегла (марка М 150)	0,73	0,74	1,27	1,27
	0,77		1,29	
	0,72		1,25	
Цементно-піщаний розчин міцністю не менш 20 МПа (М200)	0,67	0,68	1,38	1,39
	0,71		1,42	
	0,66		1,37	

Таблиця 3.5 – Результати зміни когезійної міцності основи, обробленої ґрунтовкою на основі акрилу і калійного рідкого скла

Матеріал основи	Когезійна міцність поверхневого шару основи, $R_{\text{ког}}$, МПа			
	Основа без обробки композицією акрил + КЖС		Основа оброблена композицією акрил + КЖС	
	$R_{\text{ког}}^1$	$\text{ср } R_{\text{ког}}$	$R_{\text{ког}}$	$\text{ср } R_{\text{ког. акр+кжс}}$
Бетон міцністю не менш 30 МПа (Кл.В25)	1,12	1,15	1,39	1,43
	1,18		1,46	
	1,15		1,44	
Керамічна цегла (марка М 75)	0,65	0,67	1,18	1,20
	0,70		1,22	
	0,66		1,20	
Силікатна цегла (марка М 150)	0,72	0,73	1,27	1,28
	0,75		1,31	
	0,72		1,26	
Цементно-піщаний розчин міцністю не менш 20 МПа (марка М 200)	0,67	0,69	1,41	1,40
	0,72		1,43	
	0,68		1,36	

Таблиця 3.6 – Результати зміни когезійної міцності основи обробленої сумішшю силікатизуючих і модифікуючих рідин

Матеріал основи	Когезійна міцність поверхневого шару основи, $R_{\text{ког}}$, МПа			
	Основа без обробки сумішшю силікатизуючих та модифікуючих рідин		Основа оброблена сумішшю силікатизуючих та модифікуючих рідин	
	$R_{\text{ког}}^1$	$R_{\text{ког}}^{\text{ср}}$	$R_{\text{ког ск+гф}}$	$R_{\text{ког. ск+гф}}^{\text{ср}}$
Бетон міцністю не менш 30 МПа (Кл.В25)	1,08	1,09	0,95	0,95
	1,12		0,97	
	1,07		0,93	
Керамічна цегла (марка М150)	0,69	0,70	0,90	0,92
	0,73		0,95	
	0,68		0,91	
Силікатна цегла (марка М150)	0,97	1,00	1,49	1,51
	1,02		1,53	
	1,01		1,51	
Цементно-піщаний розчин міцністю не менше 20 МПа (М 200)	0,94	0,96	1,48	1,50
	0,99		1,52	
	0,95		1,50	

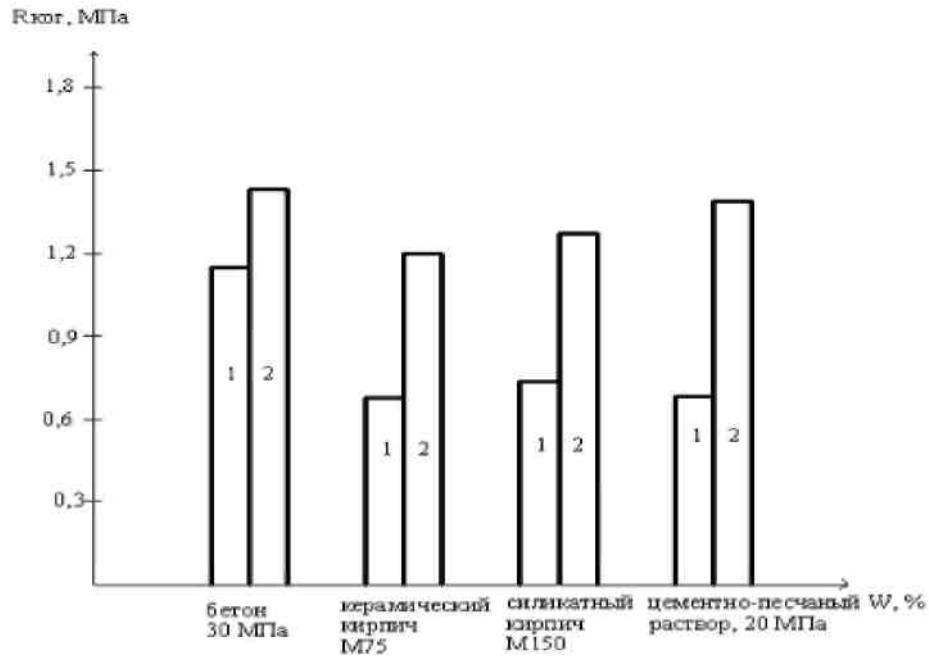


Рисунок 3.17 – Залежність когезійної міцності поверхневого шару різних підстав без обробки і оброблених композицією «акрил + калійне рідке скло» в співвідношенні 1: 1:1 - необроблена поверхня; 2 - просочена поверхня

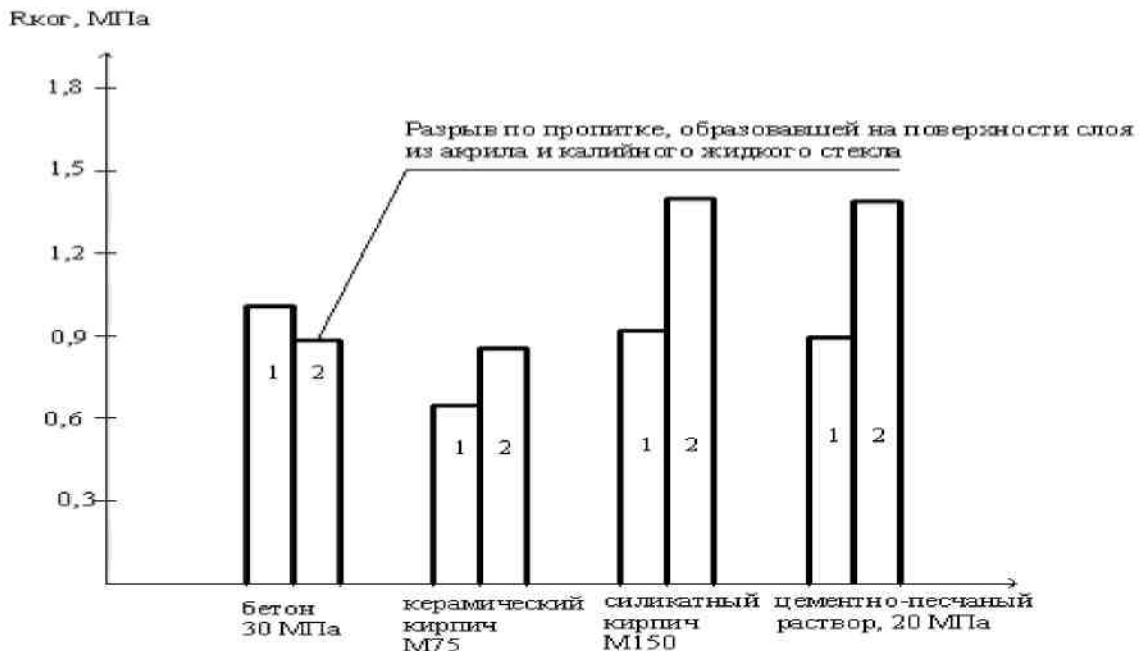


Рисунок 3.18 – Вплив обробленого сумішшю силікатизуючої і модифікуючої рідин і без обробки матеріалу основи на когезійну міцність поверхневого шару: 1 - необроблена поверхня; 2 - просочена поверхня

3.4. Дослідження залежності повітропроникності полімерцементного гідроізоляційного покриття від способу нанесення

Залежно від водних навантажень, однокомпонентні полімерні суміші для влаштування гідроізоляції наносяться на основу шарами різної товщини, як правило, це 3-5 мм.

Способи нанесення існують різні. Один з них - влаштування гідроізоляційного шару заданої товщини за одне нанесення за допомогою терки або шпателя.

Найбільш поширеним є створення гідроізоляційного покриття методом нанесення двох шарів. В даному випадку розчинна суміш (суха суміш + вода) за допомогою жорсткого пензлика наноситься на основу в одному напрямку, наприклад, зліва направо або зверху вниз, потім по ще мокрому першому шару в перпендикулярному напрямку наноситься другий шар.

Третій спосіб передбачає нанесення третього шару по двом попереднім за допомогою терки.

Таким чином, при застосуванні різних методів нанесення отримуємо гідроізоляційне покриття з різною структурою і, відповідно, з різним ступенем водонепроникності.

Всі три попередні способи передбачають нанесення гідроізоляційних складів вручну.

У будівельному виробництві, особливо при великих обсягах робіт, все частіше застосовують механізований спосіб нанесення полімерцементних складів у вигляді набризку на підготовлену поверхню.

Залежно від способу утворення гідроізоляційного покриття його щільність буде різною, відповідно, буде різною і повітропроникність затверділого шару.

Результати повітропроникності зразків з бетону марки по водонепроникності W2, оброблених полімерцементним покриттям наведені в табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Результати повітропроникності зразків з бетону марки по водонепроникності W2, оброблених полімерцементними покриттями

№ п/п	Спосіб нанесення гідроізоляційного покриття	Параметр воздухопроникності зразка a_c , $\text{см}^3/\text{с}$
1	2	3
1	Полімерцементний шар, нанесений шпателем за один прохід	0,124
2	Полімерцементний шар, нанесений жорстким пензлем за два рази в перпендикулярному напрямку	0,085
3	Полімерцементний шар, нанесений утворений нанесенням третього шару по двом попереднім за допомогою металевої терки	0,094
4	Полімерцементний шар, нанесений механічним способом методом набризку	0,087

Повітропроникність бетонного зразку без нижнього полімерцементного шару склала $0,36 \text{ см}^3/\text{с}$, повітропроникність бетонних зразків з полімерцементним покриттям приведена в табл. 3.7.

Отримані результати підтверджують вплив способу нанесення полімерцементних композицій на структуроутворення і, згодом, на експлуатаційну ефективність.

Найбільш ефективним способом в даному випадку є утворення гідроізоляційного покриття, нанесеного у два шари за допомогою жорсткого пензля в перпендикулярному напрямку.

Швидше за все, тільки таким чином можливе створення однорідного покриття з мінімальною імовірністю утворення пір і мікротріщин в процесі твердіння полімерцементної композиції.

3.5. Технологічні особливості влаштування систем гідроізоляції із застосуванням двокомпонентних полімерцементних композицій при різній температурі

Двоскладовими гідроізоляційними композиціями називаються матеріали, які складаються з сухої суміші і водного дисперсійного полімеру, розфасовані в окремі упаковки.

У твердінні таких матеріалів зазвичай беруть участь як мінеральні в'язучі, так і полімерне сполучення. Такий принцип є оптимальним, зокрема, при використанні акрилових дисперсій. Правильно підібране співвідношення цементного в'язучого і полімерного зв'язуючого дозволяє забезпечити високу ступінь водонепроникності гідроізоляційних покриттів і значно збільшити період опору гідроізоляції впливу води.

Таким чином, створюються умови для перекладу гідроізоляційного покриття з розряду здатних сприймати періодичний короткочасний вплив води в розряд таких, які здатні сприймати тривалий або постійний вплив, що значно розширює сферу застосування матеріалів такого типу.

Найбільш істотний вплив на властивості полімерцементних розчинів надає полімерне зв'язуюче, що забезпечує структурні особливості розчинів, тобто характер розподілу полімерів в матриці мінерального в'язучого.

Полімерне зв'язуюче утворює пружні прошарку між кристалічними новоутвореннями мінерального в'язучого, адсорбується на поверхні частинок

цементу і заповнювача і, завдяки високій міцності суміші, підвищує міцність і стійкість до деформацій твердіючого полімерцементного матеріалу.

Позитивною особливістю полімерцементних двоскладових матеріалів є висока міцність зчеплення з основою (адгезія), що, власне, і забезпечує ефективну експлуатацію гідроізоляційного покриття.

Адгезія полімерцементних розчинів з бетонною основою може навіть перевищувати когезійну міцність поверхневого шару бетону. Це пояснюється тим, що в результаті адсорбції бетонною основою полімерної складової, в поверхневий шар проникає певна кількість полімеру, здатного його закріпити і посилити.

В даний час основну масу полімерцементних матеріалів складають матеріали, модифіковані акриловими сополімерними дисперсіями. Після твердіння вони мають еластичні властивості і здатні перекривати тріщини з розкриттям до 0,5 мм; а в разі, коли покриття армовано склосіткою зі спеціальним просоченням, воно здатне перекривати тріщини з розкриттям до 2 мм. До переваг цих матеріалів слід віднести також можливість покриття чинити опір дифузії хлоридів. Покриття можуть витримувати позитивний тиск води до 0,5 МПа і негативний тиск до 0,1 МПа.

Для визначення можливостей таких матеріалів і області їх застосування слід ввести такі додаткові параметри їх оцінки: зміна міцності і відносного подовження при тривалому впливі води на зразки (в тому числі води з підвищеною температурою), а також показник втрати маси зразка при тих же параметрах впливу.

Однак слід враховувати, що максимальне розкриття можливостей двоскладовий полімерних композицій можливо тільки за умови дотримання технології застосування.

Технологічний процес влаштування системи гідроізоляції із застосуванням двоскладових полімерних композицій включає наступні етапи:

- оцінка стану матеріалу конструкції, що підлягає гідроізоляції (міцність на стиск, ступінь засоленості, когезійна міцність поверхневого шару, вологість);

- підготовка поверхні (очищення від пилу, бруду та інших речовин, знижують адгезію гідроізоляційного покриття до основи);

- нанесення ґрунтовки;

- нанесення гідроізоляційного покриття;

- захист гідроізоляційного покриття.

Кожен з цих етапів має певні функції в системі і забезпечує її безвідмовну роботу протягом багатьох років. Відмова в роботі хоча б одного з елементів системи - це, як правило, зниження довговічності системи в цілому і, відповідно, збільшення експлуатаційних витрат. Це в кінцевому підсумку не гарантує очікуваний ефект, тому чітко сформульовані технологічні основи і їх дотримання при виконанні робіт є важливою складовою в забезпеченні ефективної експлуатації систем гідроізоляції.

До таких параметрів слід віднести:

- залежність адгезії гідроізоляційного матеріалу до основи від різного ступеня вологості і температури поверхні;

- залежність адгезії гідроізоляційного матеріалу до основи від різної щільності основи;

- залежність адгезії гідроізоляційного матеріалу до основи від ступеня засоленості основи та ін.

Як правило, в умовах будівництва досягти стабільної вологості будівельних конструкцій і температури їх поверхні не представляється можливим. Тому визначення допустимого діапазону вологості конструкції і температури її поверхні, при якому зберігається можливість забезпечення ефективної експлуатації гідроізоляційного шару, є актуальним завданням.

3.6. Технологічні особливості застосування бітумно-полімерних мастик

На відміну від покриття на основі полімерцементних гідроізоляційних складів, покриття з бітумно-полімерних мастик практично паронепроникні. У зв'язку з цим вологість основи, на яку наноситься мастика, може бути визначальним показником ефективності експлуатації системи з гідроізоляційним шаром на основі бітумно-полімерних мастик.

Заблокована в основі волога при нагріванні конструкції перетворюється в пар, який під тиском рухається в бік зовнішньої поверхні конструкції і підриває гідроізоляційний шар, порушуючи його цілісність і герметичність. Тому визначення чітко допустимих меж вологості основи з різних матеріалів є важливим фактором підвищення експлуатаційної ефективності таких систем гідроізоляції.

Бітумно-полімерна гідроізоляція, як правило, використовується для захисту підземних конструкцій з бетону, залізобетону або оштукатурених цементно-піщаним розчином.

Для проведення експерименту використовувалася розривна машина (див. мал.2.4 розділу 2), спеціальні затискачі, бетонні (дрібнозернистий бетон) і цементно-піщані балочки розміром $50 \times 25 \times 20$ мм, які наситились водою до вологості 2, 4, 6, 8% .

Балки оброблялися ґрунтовкою на основі бітумно-полімерних мастик, розведеною до концентрації 15%, потім по ґрунтовці через 4 години наносилася мастика шаром 2-3 мм. Підготовлені таким чином фрагменти склеювалися між собою в перпендикулярному напрямку (мал. 3.20) витримувалися протягом 7 діб, після чого випробовувалися в розривній машині. Швидкість рухомого елемента 100 мм/хв.

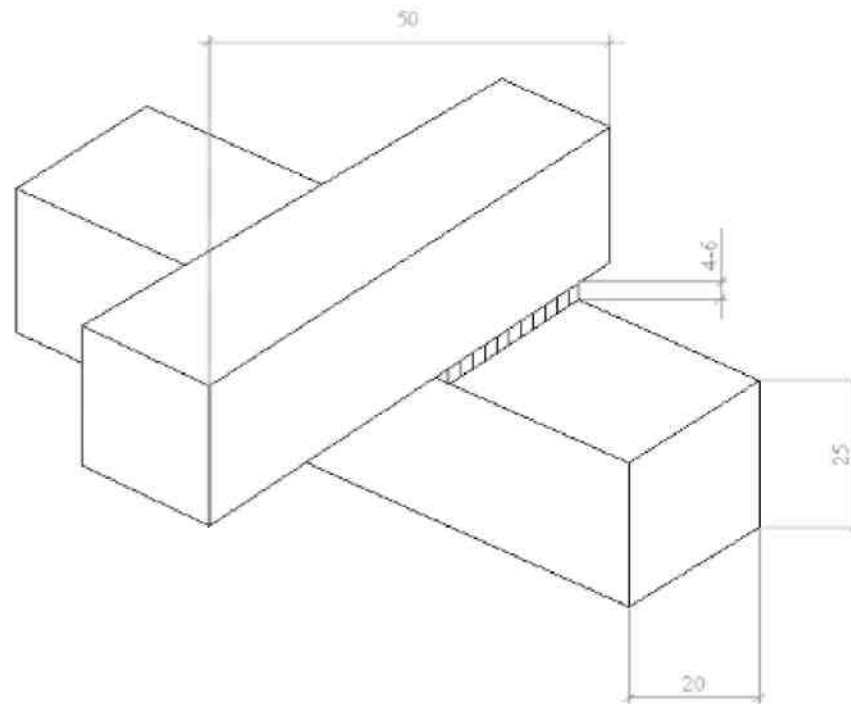


Рисунок 3.20 – Зразки для визначення адгезійної міцності бітумно-полімерної мастики до основи

В експерименті застосовувалися також зразки без попереднього ґрунтування, поверхня очищала від пилу і потім на неї наносилася мастика.

У момент відриву фіксувалося зусилля, при якому відбувався відрив мастики від зразка.

Залежність адгезійної міцності бітумно-полімерної мастики до бетонних і цементно-піщаних зразків, оброблених ґрунтовкою, з різними відсотками вологості наведені в табл.3.9.

Таблиця 3.9 – Залежність адгезійної міцності бітумно-полімерної мастики до бетонних і цементно-піщаних зразків, оброблених ґрунтовкою, з різною вологістю

Матеріал основи	Найменування показників				
	Темпе- ратура основи, °С	Термін твердіння гідроізоляцій ного шару, діб	Вологість основи W, %	Адгезійна міцність $R_{адг}$, МПа	
				$R^i_{адг}$	$ср R_{адг}$
Бетон міцністю не менш 35 МПа (Кл. В25)	20	7	2,00	0,56	0,59
				0,60	
				0,61	
			4,00	0,59	0,58
				0,61	
				0,54	
			6,00	0,33	0,34
				0,35	
				0,34	
			8,00	0,24	0,21
				0,20	
				0,19	
Цементно- піщаний розчин міцністю не менш 20МПа(марка М 200)	20	7	2,00	0,68	0,67
				0,71	
				0,62	
			4,00	0,69	0,68
				0,65	
				0,70	
			6,00	0,15	0,18

Висновки по розділу 3

1. Аналіз досліджень показав, що тільки чітко сформульовані технологічні основи і їх дотримання у процесі виробництва робіт при

застосуванні різних видів гідроізоляційних покриттів дозволяє вирішити проблему надійності і довговічності з мінімальними матеріальними та трудовими затратами.

2. Ряд експериментів, спрямованих на визначення оптимальних технологічних параметрів застосування систем гідроізоляції з різними видами покриття, дозволив сформулювати наступні вимоги:

Полімерні гідроізоляційні покриття

- епоксидні композиції - когезійна міцність основи не менше 1,0 МПа, температура застосування в діапазоні 15 - 25°C, вологість основи не більше 4%;
- поліуретанові композиції - когезійна міцність основи не менше 1,0 МПа, температура застосування 10-25°C, вологість основи не більше 4%;
- акрилові композиції - когезійна міцність основи не менш 0,7 МПа, температура застосування 5-30°C, вологість основи не більше 6%.

Полімерцементні гідроізоляційні покриття

- Однокомпонентні - когезійна міцність основи не менше 1,0 МПа, температура застосування 10-25°C, вологість основи 4-8%, спосіб нанесення - за два рази жорстким пензлем у перпендикулярному напрямку або механізованим способом, ґрунтовка акрилова (концентрація 7-8 %).
- Двокомпонентні - когезійна міцність основи - не менше 0,8 МПа, температура застосування 10-30°C, вологість основи 3-7%, ґрунтовка акрилова (концентрація 7-8%).

Бітумно-полімерні композиції

- Мاستичні композиції - вологість основи 2-4%, когезійна міцність основи не менше 0,5 МПа, температура застосування 10-25°C, концентрація ґрунтовки для цементно-піщаних основ 5-7%.

4 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ВЛАШТУВАННЯ СИСТЕМ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ

4.1. Вибір матеріалу для влаштування гідроізоляційного шару

При виборі матеріалу гідроізоляційного шару слід враховувати фактори впливу на експлуатаційну ефективність системи - водні навантаження, фізико-механічні показники гідроізоляційного покриття (можливості самого гідроізоляційного шару), стан матеріалу конструкції, що підлягає гідроізоляції, використанні гідроізоляційного матеріалу.

Не менш важливим фактором є технологічні можливості матеріалу системи гідроізоляції. І, звичайно, слід враховувати економічну складову.

Розглянемо принципи вибору гідроізоляційного матеріалу з урахуванням зазначених факторів.

Вибір матеріалу гідроізоляційного шару.

При виборі матеріалу гідроізоляційного шару необхідно враховувати чинники впливу на експлуатаційну ефективність системи – водні навантаження, фізико-механічні показники гідроізоляційного покриття (можливості самого гідроізоляційного шару), стан матеріалу конструкції, що підлягає гідроізоляції, умови використання гідроізоляційного матеріалу.

Не менш важливим фактором є технологічні можливості системи гідроізоляції. І, звичайно, в даному випадку повинна враховуватися економічна складова.

Розглянемо принципи вибору гідроізоляційного матеріалу з урахуванням зазначених факторів.

Вибір матеріалу гідроізоляційного шару, що підлягає обробці:

1. Періодичний неінтенсивний вплив води (побутові душові, ванні кімнати, кухні та ін.):

- Полімерцементні суміші - жорстка (тверда) або напівжорстка; товщина шару не менше 2 мм; обмазочна у два шари.

- Полімерні суміші - товщина шару не менше 1,5 мм; обмазочна у два шари.

Основа гідроізоляційних матеріалів – полімерцементні (вінілацетатетілен) або полімерна (акрил).

2. Періодичне інтенсивний вплив води (виробничі душові, лікувальні ванні кімнати та ін.):

- Полімерцементні суміші - напівжорстка; товщина шару не менше 2,5 мм; обмазочна у два шари.

- Полімерні суміші - товщина шару не менше 2,0 мм; обмазочна у два шари.

Основа гідроізоляційних матеріалів - полімерцементні або полімерна (акрил).

3. Тривала дія без тиску води (балкони, тераси, експлуатовані покрівлі та інші конструктиви, що піддаються знакозмінному впливу температури):

- Бітумно-полімерні мастики - обмазочна, товщина шару не менше 3 мм.

- Рулонні - оклеєчна, товщина шару не менше 2 мм. Основа гідроізоляційних матеріалів - бітумно-полімерна.

4. Постійний вплив води під тиском (підвальні басейни, резервуари для технічної води):

- Полімерцементні суміші - напівжорстка; обмазочна товщина шару не менше 3 мм за два-три нанесення.

- Бітумно-полімерні мастики - з боку ґрунту бітумно-полімерна, обмазочна, товщина 2 мм.

Основа гідроізоляційних матеріалів - цементно-акрилова.

5. Постійний вплив води під тиском (резервуари для питної води):

- Полімерцементні суміші - напівжорстка; штукатурна, товщина шару не менше 3 мм за два-три нанесення. Наявність гігієнічного сертифікату на застосування в зазначених умовах.

- бітум-полімерні мастики - з боку ґрунту бітум-полімерна, обмазочна, товщина 2 мм.

Основа гідроізоляційних матеріалів - цементно-акрилова.

6. Постійний вплив води під тиском (резервуари для стічних вод):

- Полімерцементні суміші - напівжорстка; обмазочна товщина шару не менше 3 мм за два-три нанесення разом з хімічно стійкими захисними фарбами (згідно з додатком).

- Полімерні суміші - обмазочна хімічно стійка; товщина шару не менше 1,5 мм (згідно з додатком).

- бітум-полімерні мастики - з боку ґрунту бітумно-полімерна, обмазочна, товщина 2 мм.

Основа гідроізоляційних матеріалів - цементно-акрилова або поліуретанова або епоксидна.

7. Частий вплив хімічно активних речовин без тиску (виробничі приміщення харчової, хімічної промисловості, виробничі кухні, лабораторії, автомобільні мийки та ін.):

- Полімерні суміші - еластична обмазочна товщина шару не менше 1,5 мм (згідно з додатком).

Основа гідроізоляційних матеріалів - поліуретанова, епоксидна.

Вибір матеріалу гідроізоляційного шару, що не підлягає обробці, в залежності від умов експлуатації та матеріалу конструкції.

1. Вплив ґрунтової вологи

1.1. Коефіцієнт фільтрації ґрунту більш 10⁻⁴ м/с (сильнопроникні ґрунти). Монолітний бетон. Глибина закладення конструкції не більше 3,0 м.

- Полімерцементні суміші - напівжорсткі; товщина шару не менше 2 мм, обмазочна в два шари.

- Бітумно-полімерні мастики - товщина шару не менше 4 мм.

- Рулонні - товщина шару не менше 2,0 мм.

Основа гідроізоляційних матеріалів - цементно-акрилова для монолітного бетону 1 і 2 категорії тріщиностійкості, бітумно-латексна для всіх категорій тріщиностійкості.

1.2. Коефіцієнт фільтрації ґрунту більш 10^{-4} м/с (сильнопроникні ґрунти).

Монолітний залізобетон. глибина закладення конструкції не більше 3,0 м.

- Полімерцементні суміші
- жорстка; товщина шару не менше 2,5 мм, обмазочна в два шари.
- напівжорстка, товщина шару не менше 2,0 мм, обмазочна в два шари.
- Бітум-полімерні мастики - товщина шару не менше 2,5 мм.

Основа гідрозоляційних матеріалів - цементно-акрилова для монолітного бетону 1 і 2 категорії тріщиностійкості, бітумно-латексна для всіх категорій тріщиностійкості.

1.3. Коефіцієнт фільтрації ґрунту більш 10^{-4} м/с (сильнопроникні ґрунти). Об'ємні бетонні блоки. Глибина закладення конструкції не більше 3,0 м.

- бітум-полімерні мастики - товщина шару не менше 2 мм.

Основа гідрозоляційних матеріалів - бітум-полімерна.

1.4. Коефіцієнт фільтрації ґрунту більш 10^{-4} м/с (сильнопроникні ґрунти). Збірні залізобетонні елементи. Глибина закладення конструкції не більше 3,0 м.

Бітум-полімерні мастики - товщина шару не менше 2 мм, шви посилити склосіткою, загальна товщина в місці шва не менше 3 мм.

Основа гідрозоляційних матеріалів - бітум-полімерна.

2. Вплив фільтраційної води, що не накопичується.

2.1. Коефіцієнт фільтрації ґрунту більш 10^{-4} м / с (сильнопроникні ґрунти). Монолітний бетон. Глибина закладення конструкції не більше 3,0 м.

Полімерцементні суміші - напівжорстка; товщина шару 2,5-3 мм в два шари.

- Бітумно-полімерні мастики - товщина шару не менше 2,5 мм.

Основа гідрозоляційних матеріалів - цементно-акрилова для монолітного бетону 1 і 2 категорії тріщиностійкості, бітумно-полімерна для всіх категорій тріщиностійкості.

2.2. Коефіцієнт фільтрації ґрунту менш 10-4 м/с (слабопроникні ґрунти).

Монолітний залізобетон. Глибина закладення конструкції не більше 3,0 м.

- Полімерцементні суміші - напівжорстка; товщина шару не менше 2 мм в два шари.

- Бітумно-полімерні мастики - товщина шару не менше 2,5-3 мм.

Основа гідрозоляційних матеріалів - цементно-акрилова для монолітного бетону 1 і 2 категорії тріщиностійкості, бітумно-полімерна для всіх категорій тріщиностійкості.

2.3. Коефіцієнт фільтрації ґрунту менш 10-4 м/с (слабопроникні ґрунти).

Об'ємні бетонні блоки з дренажем. глибина закладення конструкції не більше 3,0 м.

- Полімерцементні суміші - напівжорстка; товщина шару не менше 3 мм в два шари.

- Бітумно-полімерні мастики - товщина шару не менше 2,5 мм.

Основа гідроізоляційних матеріалів - цементно-акрилова для монолітного бетону 1 і 2 категорії тріщиностійкості, бітумно-полімерна для всіх категорій тріщиностійкості.

2.4. Коефіцієнт фільтрації ґрунту менш 10-4 м/с (слабопроникні ґрунти).

Збірні залізобетонні елементи з дренажем. глибина закладення конструкції не більше 3,0 м.

- Бітумно-полімерні мастики - товщина шару не менше 2,5 мм, в зоні стику не менше 3,5 мм; армовано склосіткою. Основа гідроізоляційних матеріалів - цементно-акрилова для монолітного бетону 1 і 2 категорії тріщиностійкості, бітумно-полімерна для всіх категорій тріщиностійкості.

3. Вплив фільтраційної води, що накопичується, зі змінним по інтенсивності і тривалості гідростатичним тиском

3.1. Коефіцієнт фільтрації ґрунту менш 10-4 м/с(слабопроникні ґрунти).

Монолітний бетон. Глибина закладення конструкції не більше 3,0 м.

- бітум-полімерні мастики - товщина шару не менше 3 мм.

- Рулонні - товщина плівки не менше 1,5 мм.

Основа гідроізоляційних матеріалів - бітум-полімерні мастичні або бітум-полімерні рулонні.

3.2. Коефіцієнт фільтрації ґрунту менш 10-4 м/с (слабо проникні ґрунти). Монолітний залізобетон. Глибина закладення конструкції не більше 3,0 м.

- Бітумно-полімерні мастики - товщина шару не менше 3-4 мм.
- Рулонні - товщина плівки не менше 1,5-2,0 мм.

Основа гідроізоляційних матеріалів - бітум-полімерні мастичні або бітум-полімерні рулонні.

3.3. Коефіцієнт фільтрації ґрунту менш 10-4 м/с (слабо проникні ґрунти). Збірні залізобетонні елементи з дренажем. глибина закладення конструкції не більше 3,0 м.

• бітум-полімерні мастики - товщина шару не менше 3 мм, зона стиків армована склосіткою.

- Рулонні - товщина плівки не менше 1,5 мм.

Основа гідроізоляційних матеріалів - бітум-полімерні мастичні або бітум-полімерні рулонні.

4. Вплив ґрунтової води під постійним тиском

4.1. Коефіцієнт фільтрації ґрунту менш 10-4 м/с (слабопроникні ґрунти). Монолітний бетон. Глибина закладення конструкції більше 3,0 м.

• бітум-полімерні мастики - товщина шару не менше 4 мм за два нанесення в перпендикулярному напрямку.

• Рулонні - товщина плівки не менше 2,0 мм, нахлест смуги не менше 200 мм не менше.

Основа гідроізоляційних матеріалів - бітум-полімерні мастичні або бітум-полімерні рулонні.

4.3. Слабо- або сильнопроникні ґрунти. Збірні залізобетонні елементи. Глибина закладення конструкції більше 3,0 м.

• бітум-полімерні мастики - товщина шару не менше 5 мм, армується склосіткою по всій поверхні.

- Рулонні - два шари плівки товщиною не менше 1,2 мм.

Основа гідроізоляційних матеріалів - бітум-полімерні мастичні або бітум-полімерні рулонні.

5. Вплив ґрунтової води під постійним тиском.

5.1. Коефіцієнт фільтрації ґрунту менш 10-4 м/с (слабопроникні ґрунти).

Монолітний бетон. Глибина закладення конструкції більше 3,0 м.

- бітум-полімерні мастики - товщина шару не менше 6 мм з подвійним армуванням склосіткою в перпендикулярних напрямках.

- Рулонні - два шари плівки товщиною не менше 1,5 мм кожен.

Основа гідроізоляційних матеріалів - бітум-полімерні мастикові або бітум-полімерні рулонні.

Вибір матеріалу гідроізоляційного захисту бетонних і залізобетонних конструкцій в залежності від умов експлуатації та матеріалу конструкції.

1. Вплив атмосферних факторів без механічного впливу:

- Мінеральні (просочення, зміцнення).
- Полімерцементні (стяжки, захисне покриття).
- Полімерні (ґрунтовка, гідрофобізація, просочення, захисне покриття).

2. Вплив агресивного середовища без механічного впливу:

- Мінеральні (захисне покриття).
- Полімерцементні (захисне покриття).
- Полімерні (захисне покриття).

3. Вплив механічних навантажень (згідно СНиП 2.03.13-88), за винятком руху транспорту на гусеничному ході

3.1. Слабка інтенсивність механічної дії:

- Мінеральні (зміцнення).
- Полімерцементні (захисне покриття).
- Полімерні (просочення, захисне покриття).

3.2. Помірна інтенсивність механічної дії:

- Полімерцементні (захисне покриття).
- Полімерні (захисне покриття).

3.3. Значна інтенсивність механічної дії:

- Полімерні (товстошарове захисне покриття).
- 3.4. Вельми значна інтенсивність механічної дії:
- Полімерні (товстошарове захисне покриття).

Висновки по розділу 4.1:

1. При забезпеченні експлуатаційної ефективності систем гідроізоляції, а також при оптимізації їх економічної складової, необхідно враховувати наступні фактори при виборі системи: водні навантаження; матеріал основи і його стан; особливості гідроізолюємої конструкції; функціональне призначення конструкції.

2. В залежності від виду водних навантажень вибирається гідроізоляційне покриття і його товщина. Для оптимізації економічної складової товщина шару гідроізоляційного покриття може змінитися в межах одного конструктиву.

3. Матеріал основи і його стан є одним з найважливіших факторів у забезпеченні надійної роботи гідроізоляційних покриттів, тому для забезпечення вимог до поверхні основи використовуються спеціальні закріплюють ґрунтовки.

4. Забезпечення герметичності елементів конструкції досягається за допомогою допоміжних герметизуючих матеріалів у вигляді спеціальних стрічок, герметиків, армуючих сіток і т.п.

5. Важливим елементом у створенні цілісного герметичного контуру є герметизація місць концентрації напружень - кути, примикання, отвори для проходження комунікацій.

4.2. Підготовчі роботи при влаштуванні гідроізоляції

До початку робіт по влаштуванню гідроізоляції слід виконати:

- огляд, огляд будівельного об'єкта і визначення готовності його до виконання робіт;
- розробку проекту виконання робіт (за потребою);
- установку риштування (за потребою);
- доставку на будівельний майданчик і складування матеріалів, інструментів і пристосувань;
- підготовку об'єкта до виконання робіт.

Огляд і обстеження будівельного об'єкта.

При огляді і обстеженні будівельного об'єкта встановлюється готовність його до виконання робіт по влаштуванню гідроізоляції.

На об'єкті, що будується до початку робіт повинні бути виконані роботи:

- загальнобудівельні та монтажні;
- прокладка всіх комунікацій і забивання всіх комунікаційних каналів.

На ремонтних об'єктах або тих, що реконструюються, роботи з гідроізоляції слід починати після:

- ремонту або часткової заміни основи, яка підлягає гідроізоляції;
- ремонту або заміни комунікацій.

В процесі огляду та огляду визначається стан гідроізоліруємої конструкції, а саме:

- наявність відхилень від вертикалі конструкцій;
- наявність, характер і площі забруднення на поверхні конструкцій;

За результатами огляду та огляду складається акт з підготовки об'єкта до влаштування гідроізоляції. Отриманий результат використовується при розробці проекту виконання робіт (ППР).

ППР розробляється (за необхідності) для кожного конкретного об'єкта, на якому планується виконувати роботи з гідроізоляції з урахуванням:

- даних з огляду та огляду об'єкта;
- рекомендованої області застосування гідроізоляційних матеріалів,

СНиП 3.04.01-87 і ДБН В.2.6-22-2001.

При плануванні та облаштуванні будівельного майданчика або робочого приміщення визначаються:

- розміри площадки (приміщення);
- місця розташування і розміри ділянок складування матеріалів, виробів, інструментів і пристосувань;
- місця розташування і розміри ділянок приготування гідроізоляційних, шпаклювальних, клейових сумішей розчинів з сухих сумішей і ін. матеріалів;
- місця відпочинку працюючих;
- місця складування і збору відходів.

При облаштуванні майданчика роботи повинні виконуватися з урахуванням всіх можливостей використання наявних на території майданчика приміщень тимчасових і постійних споруд.

При цьому повинні здійснюватися спільні заходи з техніки безпеки:

- огороження майданчика і освітлення її у вечірній і нічний час;
- відведення поверхневих вод;
- установка в небезпечних зонах попереджувальних знаків;
- забезпечення правильної організації пересування транспортних коштів, що гарантує вільний під'їзд до всіх будівель.

До ділянок приготування розчинних сумішей повинна подаватися вода, електроенергія.

Засоби підмоцнування встановлюються відповідно до діючими вимогами ГОСТ 24258-88, ГОСТ 28012-89, нормативними документами, що регламентують характеристики засобів підмоцнування і безпеку при експлуатації.

Матеріали, інструменти, пристосування, необхідні для виконання робіт, доставляють на об'єкт автотранспортом, складують в місцях, визначених при облаштуванні будівельного майданчика, і зберігають в умовах, що забезпечують їх збереження в процесі виконання робіт.

До місця виконання гідроізоляції матеріали та інструменти подають за допомогою візків або перенесенням вручну.

4.3. Підготовка поверхні огорожувальних конструкцій до виконання робіт по влаштуванню гідроізоляції

Оздоблювальний шар, що втратив зчеплення з поверхнею конструкції, при підготовці до виконання робіт по влаштуванню гідроізоляції видаляють за допомогою дробострумінних апаратів, а також за допомогою струменя води, що подається під тиском до 30 МПа. При невеликих обсягах робіт для цієї мети використовують кирки, зубила, скарпелі і щітки.

Напливи бетону і розчину видаляють електричними молотками, ручними свердлильними машинами. При невеликих обсягах робіт використовують бучарди, зубила, сталеві щітки, мал.4.1.

Виступаючий з швів кам'яної кладки розчин видаляють за допомогою зубила, скарпеля, шпателя, кельми, забезпечуючи при цьому рівну, без виступів, поверхню, мал.4.2.



Рисунок 4.1 – Видалення нетривких ділянок гідроізолюємої поверхні

Таблиця 4.1 – Характер забруднення та способи очищення поверхонь

Характер забруднення	Спосіб очищення
1	2
1. Жирові плями	<p>а) Обробка водними розчинами солей або їдкою натрію, що містять поверхнево активні речовини (ПАР). В якості солі варто використовувати: карбонат натрію (Na_2CO_3); тринатрійфосфат (Na_3PO_4); пірофосфат натрію ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$); триполіфосфат натрію ($\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 2\text{NaPO}_3$). В якості ПАР рекомендується використовувати ОП-7 або ОП-10, що є продуктами оксіетилування моно- і діалкілфенолів. Розчини солей та їдкою натрію рекомендується готувати 4-5 відсоткової концентрації. Кількість вводиться в них ПАР не повинно перевищувати 1%</p> <p>б) Обробка органічними розчинниками. Для знежирення рекомендується застосувати: трихлоретилен ($\text{CHCl} = \text{CCl}_2$), перхлоретилен ($\text{CCl}_2 = \text{CCl}_2$), уайт-спірит</p> <p>При обробці мокрих і вологих поверхонь до хлорованих вуглеводи рекомендується додавати аміак, триетаноламін або уротропін</p> <p>в) Обробка емульсійними складами, включають в себе: органічні розчинники, ПАР і воду</p> <p>г) Очищення від плям масел, які не висихають, проводять за допомогою жирної глини</p>
2. Висоли	<p>а) Обробка Ceresit CL 55 або розчином соляної кислоти з концентрацією до 6%</p> <p>б) Обробка 4% -ним розчином соди (Na_2CO_3 або NaOH).</p> <p>в) Промивання водою</p>
3. Плями бітуму	<p>а) Очищення поверхні шкребками (при невеликих обсягах робіт)</p> <p>б) Промивання розчинниками (уайт-спіритом, нефрасаном)</p>

4. Копоть	<p>а) Очищення поверхні шкребками (при невеликих обсягах робіт)</p> <p>б) Промивання розчинником (уайт-спіритом, нефрасами)</p>
5. Плями водних та неводних фарб	<p>а) Очищення поверхні шкребками (при невеликих обсягах робіт)</p> <p>б) Очищення поверхні піскострумінним апаратом (при великих обсягах робіт)</p> <p>в) Обробка органічними та неорганічними змивками з подальшим механічним очищенням поверхні</p> <p>Із лужних сумішей рекомендується використовувати гідроксиди лужних металів, до яких додають прискорювач. У якості прискорювача додають трипропіленгліколь або його суміш з монофеніловим ефіром етиленгліколю. Зміст прискорювача в суміші має</p>
6. Бруд і пил	<p>а) Обдування стисненим повітрям</p> <p>б) Піскострумінна обробка</p> <p>в) Промивання розчином соди (Na_2CO_3)</p> <p>г) Промивання водою з введенням ПАР</p>
7. Сліди очищувальних складів	<p>а) Механічна обробка (видалення з поверхні основи)</p> <p>б) Промивання водою</p> <p>в) Обдування стисненим повітрям</p>
8. Іржа	<p>а) Нанесення на поверхню Ceresit CL 55 або складів, що містять неорганічну кислоту (HCl, H_2SO_4), ПАР катіонного або неионогенного типу (Катаін А чи Катаін К, Сінтаенол ДС-10, ОП-7), трепел</p> <p>б) Обробка складами, які містять їдкий натр, біохромат калію ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), трепел</p>
9. Налишкова вологість поверхні після її очищення	<p>а) Природне сушіння при температурі $(+ 20 \pm 5) ^\circ \text{C}$</p> <p>б) Обдув теплим повітрям з калорифера</p>



Рисунок 4.2 – Підготовка цегляної поверхні, очищення виступає розчину

Від висолів, іржі, жирів і цвілі поверхні очищають методами і засобами, зазначеними в таблиці 4.1.

Великі тріщини, вибоїни в бетонних основах гарантують ґрунтовкою Ceresit СТ 17, витримують протягом шести годин до повного висихання ґрунтовки, потім заповнюють швидкотвердіючої сумішшю з міцністю не менш 25 МПа для бетонів, а для основ зі штукатурки, цегельної кладки використовують швидкотвердіючу полімерну суміш міцністю до 10 МПа.

Великі тріщини, вибоїни в бетонних основах гарантують ґрунтовкою Ceresit СТ 17, витримують протягом шести годин до повного висихання ґрунтовки, потім заповнюють швидкотвердіючою сумішшю з міцністю не менш 25 МПа для бетонів, а для основ з штукатурки, цегельної кладки використовують швидкотвердіючу полімерну суміш міцністю до 10 МПа.

Тріщини замазують шпателем вручну спочатку рухом шпателя поперек тріщини (заповнюють тріщину розчинної сумішшю), потім уздовж тріщини (вирівнюють шар розчинної суміші врівень з поверхнею конструкції). Тріщини шириною до 0,5 мм, а також дрібні подряпини вирівнюються гідроізоляційною полімерцементною сумішшю при влаштуванні полімерцементною гідроізоляцією. При застосуванні інших видів матеріалів такі тріщини посилюються шаром цих же матеріалів.

У тому випадку, коли конструкції піддають ремонту або їх поверхні обробляють спеціальними складами, роботи по влаштуванню гідроізоляції починають не раніше, ніж через три дні після закінчення робіт з підготовки поверхні.

4.4. Технологія виконання гідроізоляційних робіт із застосуванням полімерцементних покриттів

Роботи по влаштуванню гідроізоляції виконують в такій послідовності:

- після підготовки поверхні наносять суцільний шар ґрунтовки;
- деформаційні шви і місця можливої концентрації напружень (сполучення конструкцій в перпендикулярному напрямку) обклеюють герметизуючої стрічкою на двухкомпонентній полімерцементній суміші або іншими еластичними полімерцементними матеріалами.
- готують робочі склади сумішей;
- наносять перший шар гідроізоляційної суміші в одному напрямку;
- наносять другий шар гідроізоляційної суміші в перпендикулярному напрямку;
- за потребою наносять третій шар гідроізоляційної суміші;
- наносять захисне або декоративне покриття;
- герметизують деформаційні шви.

Нанесення ґрунтовки роблять за допомогою розпилювачів або щіткою (мал.. 4.3). Шар повинен бути суцільним і рівномірним, без пропусків. Основа, що сильно вбирає вологу, обробляється двічі.



Рисунок 4.3 – Нанесення ґрунтовки за допомогою щітки

Улаштування деформаційних швів і герметизація місць концентрації напружень в конструкції здійснюють за допомогою герметизуючої стрічки.

Деформаційні шви після ущільнення їх пружними прокладками герметизують за допомогою стрічки, яку наклеюють на поверхню шва таким чином, щоб її кінці заходили на кожну зі сторін конструкції не менше ніж на 20 мм. Для наклейки стрічки застосовують двокомпонентну гідроізоляційну суміш.

У місцях сполучення конструкцій в перпендикулярному напрямку кути закругляються за допомогою швидкотвердіючої суміші з додаванням еластичної акрилової емульсії радіусом не менше 30 мм, потім через 6 годин кут оклеюється герметизуючою стрічкою за допомогою двокомпонентної полімерцементної гідроізоляції.

Двохкомпонентну полімерцементну гідроізоляцію наносять в два шари: перший шар наносять на поверхню конструкції, потім на нього наклеюють стрічку Ceresit CL 52; по стрічці наносять другий шар.

Приготування полімерцементної розчинної суміші.

Однокомпонентну суху суміш необхідно змішати з чистою водою (температура від + 15°C до 20°C) і інтенсивно перемішати до отримання однорідної маси без грудок за допомогою низькообертової дрилі з насадкою (не більше 300 об/хв), рис.4.4.



Рисунок 4.4 – Приготування розчинної суміші

Кількість води регулюють залежно від способу нанесення розчинної суміші і становить:

- при нанесенні суміші жорсткою щіткою (обмазувальної метод) - 3,8 частини суміші і 1 частина води по масі;
- при нанесенні суміші за допомогою шпательів (штукатурний метод) - 4,5 частини суміші і 1 частина води по масі.

Потім розчинну суміш витримують протягом 5 хвилин, після чого знову перемішують.

Двокомпонентні суміші складаються з двох компонентів: компонент А - суха суміш і компонент В - дисперсія.

Два компоненти змішуються в необхідній пропорції за допомогою електродрилі з насадкою до отримання однорідної маси без грудок, після чого суміш витримується протягом п'яти хвилин і знову перемішується.

При приготуванні полімерцементних сумішей необхідно суху суміш додавати в воду або дисперсію.

Нанесення першого шару гідроізоляції.

Суміш розчину наносять на підготовлену поверхню рівномірним шаром за допомогою жорсткої щітки. Шар повинен бути суцільним без пропусків. Розчинна суміш повинна наноситися в одному напрямку.

Товщина першого шару повинна бути не більше 1 мм незалежно від загальної товщини шару гідроізоляції.

Другий шар гідроізоляції на вертикальних поверхнях повинен наноситися за принципом «мокре на мокре», на горизонтальних поверхнях - через 3 доби, тому що технологічне пересування по шару гідроізоляції можливо через 3 доби.

Другий шар наноситься також за допомогою жорсткої щітки, але вже в перпендикулярному напрямку. Він повинен бути суцільним і рівномірним без пропусків.

Залежно від функціонального призначення в конструкції гідроізоляції може бути третій шар, який наноситься також за допомогою щітки або за допомогою шпателя.

Залежно від умов експлуатації, гідроізоляційне покриття захищається облицювальною плиткою, фарбами по бетону та ін. Покриттями, які виконують функції декоративних або захищають гідроізоляцію від механічних, біологічних та ін. впливів.

4.5. Технологія виконання робіт із застосуванням бітумно-полімерних покриттів

Роботи по влаштуванню гідроізоляції виконують в такій послідовності:

- підготовка основ;
- нанесення ґрунтовки на основу;
- підготовка мастики для нанесення;
- нанесення мастики на підготовлену основу;
- улаштування захисних покриттів.

Підготовку основи під гідроізоляцію здійснюють згідно ДБН В.2.6-22-2001. Основа повинна бути міцною, без видимих руйнувань, рівною, сухою або злегка вологою (до 4%).

Перед застосуванням гідроізоляційних мастик основа очищається від напливів розчину, пилу, маслянистих речовин і інших субстанцій, що зменшують адгезію мастики до основи. Ділянки з низькою міцністю основи слід видалити, а тріщини, раковини і каверни на поверхні мінеральних основ заповнити ремонтними розчинними сумішами.

Перед нанесенням гідроізоляційної мастики основу необхідно заґрунтувати. В якості ґрунтовки застосовують бітумно-полімерні мастики, розбавлені чистою водою в пропорції від 1: 4 до 1: 8.

Нанесення гідроізоляційного покриття слід проводити після повного висихання ґрунтовки.

Однокомпонентні мастики готують шляхом перемішування з використанням низькооборотної дрилі (300 об/хв) з насадкою, а двокомпонентні - шляхом змішування вихідних компонентів в такій послідовності: спочатку перемішують рідкий компонент А, потім до нього додають компонент Б і ретельно перемішують протягом 1-2 хвилин до утворення однорідної маси без грудок . Готову мастику необхідно використовувати протягом двох годин.

Гідроізоляційну мастику слід наносити суцільним шаром без пропусків і розривів за допомогою щітки, валика з овчини, металевої терки або розпиленням.

Кількість шарів, що наносяться, і товщина висохлого гідроізоляційного покриття залежить від впливу водного навантаження. Для підземних споруд мінімальна кількість шарів повинна бути не менше двох, а товщина покриття приймається згідно таблиці водних навантажень.

У місцях локального утворення тріщин гідроізоляцію слід виконувати у два шари з армуванням склосіткою.

Деформаційні шви необхідно додатково герметизувати із застосуванням самоклеючих стрічок. Ширина стрічки залежить від розміру шва і повинна розраховуватися таким чином, щоб контакт її з поверхнею елементів був не менше 50 мм з лицьового боку.

Гідроізоляцію в місцях сполучення стін і фундаментних плит необхідно влаштувати по галтелі радіусом не менше 3 см, що дозволить розподілити напруги, можливі в примиканні на ширшу частину гідроізоляції.

Гідроізоляцію наносять шарами не менше 1 мм до необхідної товщини. Кожен наступний шар наносять після висихання до отлипа від попереднього.

При виконанні зовнішніх робіт слід уникати нанесення мастики на поверхні, що сильно обігриваються, які знаходяться під впливом прямих сонячних променів.

Після влаштування гідроізоляційне покриття необхідно оберігати від дощу і негативних температур протягом 1-2 діб.

При зворотній засипці котловану для запобігання пошкодження гідроізоляції необхідно влаштувати захисний екран. У разі відсутності захисного екрана зворотну засипку виробляють чистим піском з пошаровим ущільненням. Не допускається використання щільного ґрунту або піску з включенням каменю, цегли та інших будівельних відходів.

4.6. Технологія виконання робіт із застосуванням самоклеючих плівок

Підготовку основи здійснюють згідно ДСТУ. Основа повинна бути сухою або злегка зволоженою, міцною, без видимих руйнувань.

Перед застосуванням ґрунтовки основу очищають від пилу, напливів, масляних плям та інших продуктів, що зменшують адгезію до нього (мал. 4.2). Всі нерівні і неміцні ділянки основи необхідно видалити, а потім поверхню підстави, за 24 години до початку робіт, вирівняти полімерцементною сумішшю з міцністю до 10 МПа на вертикальних поверхнях або полімерцементною сумішшю міцністю 20-30 МПа - на горизонтальних. У разі виконання робіт при негативних температурах у ці суміші додають протиморозні добавки.

Основи, уражені біологічною корозією, необхідно обробити спеціальною біоцидною композицією або видалити їх механічним шляхом. Мінеральні основи слід обробляти спеціальною ґрунтовкою з підвищеними характеристиками міцності і закріплюють властивостями.

Перед укладанням плівку попередньо розрізають на дощці гострим ножем на смуги необхідних розмірів. При розкрої плівка повинна бути повернута паперовим шаром вниз. Спочатку плівку необхідно наклеїти в кутах шириною 30 см як підсилює шар.

На стінах гідроізоляційну плівку наклеюють вертикально зверху вниз. Для цього необхідно на шматку відрізаної плівки відклеїти захисний папір на 1 м і скрутити її в рулон. Липкою стороною докласти плівку до підготовленої основи і відклеювати далі захисний папір, одночасно щіткою або сухою ганчіркою притискати плівку до основи, рухатися від її середини до країв, не допускати складок і повітряних бульбашок. Наліплени плівку притиснути до основи гумовим валиком, ретельно притискаючи вигини та краї плівки. При гідроізоляції терас плівка наклеюється в 2 шари. На вертикальних поверхнях верхній край плівки механічно закріплюється за допомогою металевих цокольних елементів.

Роботи слід виконувати при температурі основи від +5°C до +30°C і відносній вологості повітря не більше 80%. При виконанні зовнішніх робіт слід уникати нанесення плівки на поверхні, що сильно обігріваються, які знаходяться безпосередньо під впливом прямих сонячних променів. Не допускати попадання вологи під ізолюючий шар.

Для запобігання від пошкоджень плівки її необхідно захистити дренажними або волокнистими плитами так, щоб вони не осідали під час ущільнення ґрунту.

Котлован необхідно засипати протягом 72 годин після завершення робіт з гідроізоляції.

4.7. Технологія виконання робіт із застосуванням поліуретанових покриттів

Підготовка основи під гідроізоляцію здійснюється згідно ДБН В.2.6-22-2001. Основа повинна бути сухою (вологість не більше 3%) та міцною (міцність на стиск не менше 15 МПа).

На підготовлену основу наносять шар ґрунтовки, яку отримують змішуванням двох компонентів поліуретанової гідроізоляційної мастики в співвідношенні, зазначеному на упаковці. Для бетонних поверхонь з високою міцністю і щільністю поверхні ґрунтовка не потрібна. Металеві основи і основи з ПВХ необхідно обробляти спеціальної поліуретанової ґрунтовкою Polyprime PU для цих поверхонь.

Дрібні тріщини в основі обробляють додатковим шаром ґрунтовки таким чином, щоб шар перекривав тріщину не менше ніж на 50 мм з кожного боку.

Композиції поліуретанові перед застосуванням необхідно ретельно перемішати протягом 2-3 хвилин за допомогою низькооборотної дрилі з насадкою.

Мастику наносять за допомогою щітки, валика, шпателя або напиленням. У разі використання напилення, необхідно застосовувати спеціальний тип мастик, призначених для цього методу.

Для отримання суцільного і рівномірного гідроізоляційного шару мастику за допомогою щітки, валика, шпателя наносять в два етапи: спочатку в одному напрямку, потім - в перпендикулярному до першого шару. Товщина шару повинна бути не менше 1,0 мм.

Поліуретанові покриття, які отримали механічні пошкодження, легко відновлюються за допомогою додаткового шару мастики, нанесеної на пошкоджену ділянку.

Свіжоукладене покриття необхідно оберігати від механічних ушкоджень протягом 48 годин до досягнення міцності, здатної сприймати технологічні навантаження - 48-72 години і вплив рідин - це, як правило, 7 діб.

При застосуванні однокомпонентного поліуретанового гідроізоляційного покриття технологія підготовки поверхні і нанесення покриття аналогічна наведеної вище. В даному випадку товщина шару повинна бути не менше 1,5 мм, що досягається за рахунок нанесення декількох шарів композиції.

4.8. Технологія виконання робіт із застосуванням гідроізоляційних покриттів на основі акрилової ґрунтовки

На підготовлену суху міцну поверхню наноситься суцільний шар акрилової ґрунтовки (акрилова основа) концентрації 7-9%. У разі гідроізоляції цегляної кладки, шви повинні бути заповнені в рівень з площиною цегли.

Полімерні акрилові гідроізоляційні склади однокомпонентні та наносяться нерозбавленими на поверхню конструкції за допомогою валика, щітки або розпиленням. Для забезпечення суцільного шару склад наносять двічі. Перший шар наносять в одному напрямку, а через 2 години по ньому завдають другий шар в перпендикулярному напрямку.

Через 2-4 години по гідроізоляційному шару можна виробляти облицювальні роботи. Зазначені параметри твердіння забезпечуються при температурі +23°C і вологості 50%. В інших умовах період твердіння може змінитися.

4.9. Технологія виконання робіт із застосуванням композиції на основі епоксидних смол

Перед застосуванням епоксидної гідроізоляції необхідно переконатися у відповідності поверхні наступним вимогам:

- міцність основи на стиск повинна бути не менше 20 МПа;
- когезійна міцність поверхневого шару основи повинна бути не менше 0,8 МПа;
- вологість основи не повинна бути більше 4%.



Рисунок 4.5. – Нанесення першого шару гідроізоляції



Рисунок 4.6 – Нанесення третього шару зольції

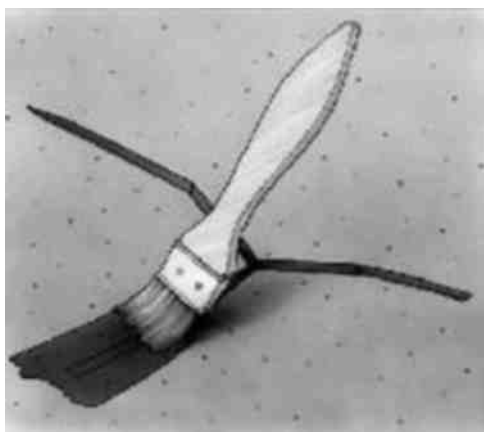


Рисунок 4.7 – Обробка тріщин акриловою цементною ґрунтовкою емульсією

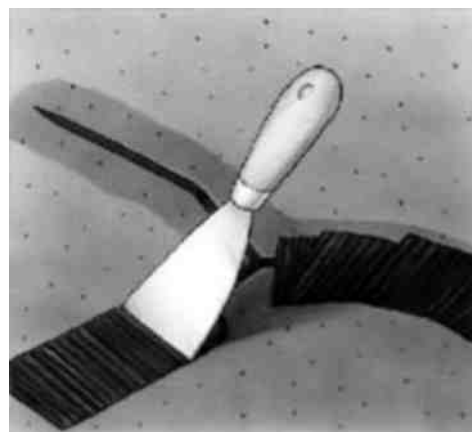


Рисунок 4.8 – Заповнення тріщин полімер сумішшю +6% еластичною акриловою

Тріщини, раковини в основах очищають від пилу, бруду і т.п. і закладають за допомогою швидкотвердіючої полімерцементної суміші з додаванням 6% еластичних акрилових емульсій, попередньо обробивши поверхню ґрунтовкою Ceresit СТ 17 (мал. 4.5-4.8).

Якщо верхній шар основи слабкий або просочений маслами, його необхідно видалити за допомогою фрезерної машини (мал. 4.9, 4.10). Окремі невеликі ділянки підлягають видаленню за допомогою зубила і молотка і закладають полімерцементною сумішшю з додаванням 6% еластичною акриловою емульсією.

«Активні» тріщини в стяжках (основах), які порушують їх цілісність і жорсткість, спочатку розширюють на глибину 20 мм, а потім в перпендикулярному напрямку до них роблять надрізи довжиною 150 мм через кожні 250 мм (мал. 4.11), які ретельно очищаються від пилу.

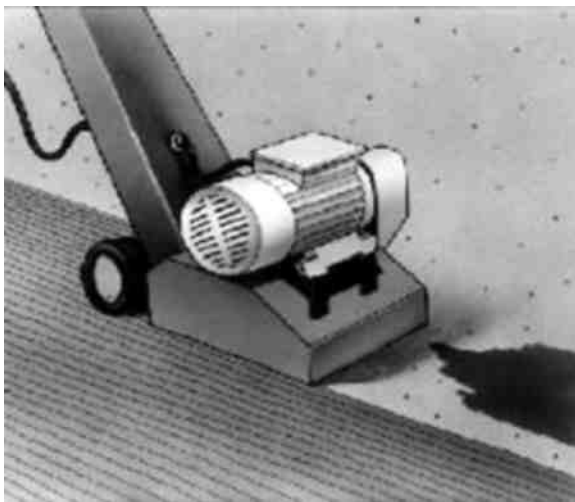


Рисунок 4.9 – Видалення верхнього слоя основи за допомогою фрезерної

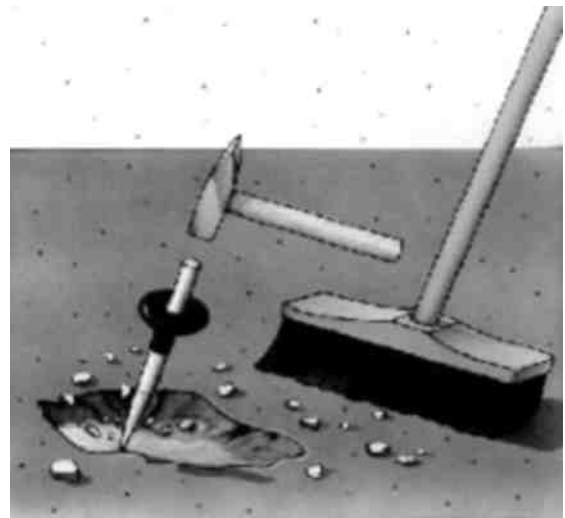


Рисунок 4.10 – Видалення неміцних ділянок поверхні основи вручну

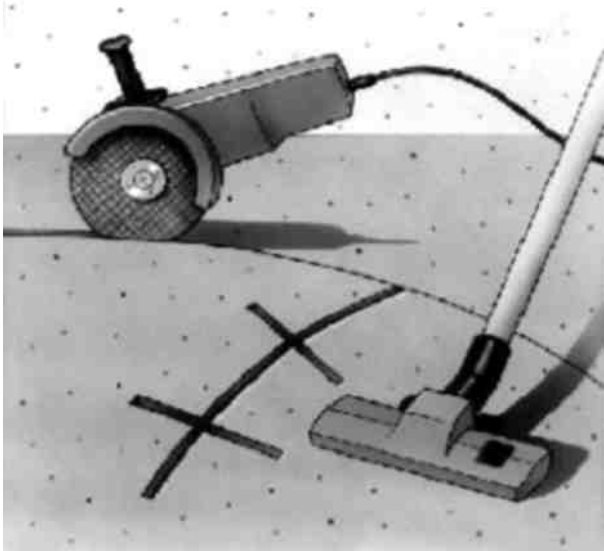


Рисунок 4.11 – Розширення тріщин

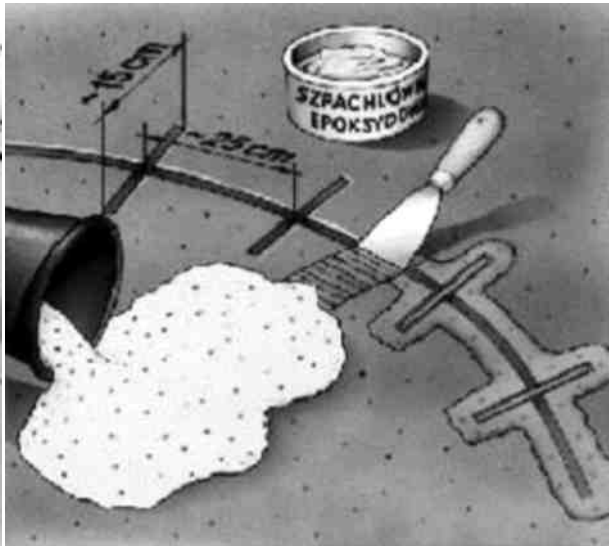


Рисунок 4.12 – Заповнення тріщин

Сухі очищені тріщини і надрізи заповнюються двокомпонентною епоксидною композицією, в перпендикулярні надрізи додатково укладається сталевий дріт діаметром 3 мм, мал.4.12.

До затвердіння композиції на її поверхню наносять шар піску, який згодом сприяє зчепленню з епоксидною гідроізоляцією.

На підготовлену таким чином поверхню основи наносять суцільним шаром ґрунтовку.

Гідроізоляційна епоксидна композиція складається з двох компонентів А і В, які при приготуванні робочого складу необхідно перемішати в співвідношенні 1: 1 до однорідної маси без грудок за допомогою низькообертового дреля з насадкою. Робочу суміш слід використовувати протягом 45 хвилин.

Приготовану суміш за допомогою жорсткої щітки або валика наносять на гідроізолюєму поверхню в два шари. Товщина кожного шару - не менше 1 мм. Другий шар наносять після затвердіння першого, але не раніше ніж через 16 годин і не пізніше ніж через 48 годин.

Роботи слід виконувати при температурі основи від + 10°C до +30°C і вологості повітря не більше 80%.

Всі наведені вище параметри ефективні при температурі $+23^{\circ}\text{C}$ і вологості 50%. В інших умовах час полімеризації гідроізоляційного шару може змінитися.

Висновки по розділу 4:

1. Технології улаштування систем гідроізоляції - найважливіший етап у забезпеченні надійного і довговічного захисту будівельних конструкцій і споруд від впливу рідин.

2. Застосування розроблених систем гідроізоляції базується на технологічних засадах використання різних видів гідроізоляційних покриттів, а також з урахуванням умов виробництва робіт.

3. Для всіх видів гідроізоляційних покриттів найважливішим фактором забезпечення ефективності його роботи є підготовка основи.

4. На поверхні основи не повинно бути включень, що знижують адгезію гідроізоляційного покриття, вологість основи, когезій на міцність поверхні повинна відповідати вимогам, представленим в розділі 6.

5. Технологічні перерви між нанесенням шарів не повинні порушувати цілісність гідроізоляційного покриття.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

1. Аналіз досліджень показав, що тільки чітко сформульовані технологічні основи і їх дотримання у процесі виробництва робіт при застосуванні різних видів гідроізоляційних покриттів дозволяє вирішити проблему надійності і довговічності з мінімальними матеріальними та трудовими затратами.

2. Ряд експериментів, спрямованих на визначення оптимальних технологічних параметрів застосування систем гідроізоляції з різними видами покриття, дозволив сформулювати технологічні вимоги.

3. Технології улаштування систем гідроізоляції - найважливіший етап у забезпеченні надійного і довговічного захисту будівельних конструкцій і споруд від впливу рідин.

4. Застосування розроблених технологічних систем гідроізоляції базується на технологічних засадах використання різних видів гідроізоляційних покриттів, а також з урахуванням умов виробництва робіт.

5. Для всіх видів гідроізоляційних покриттів найважливішим фактором забезпечення ефективності його роботи є підготовка основи.

6. На поверхні основи не повинно бути включень, що знижують адгезію гідроізоляційного покриття, вологість основи, когезій на міцність поверхні повинна відповідати вимогам.

7. Технологічні перерви між нанесенням шарів не повинні порушувати цілісність гідроізоляційного покриття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авакян Р.А. Современные высококачественные сухие смеси для гидроизоляции и герметизации швов: Строительные материалы. 2005. № 3. С.40-42.
2. Авдієнко О.П. Покрівельні та гідроізоляційні матеріали у будівництві: Матеріали міжнародно-практичної конференції «Покрівельні та гідроізоляційні матеріали на ринку України. Технології виробництва і застосування у сучасному будівництві». Київ: «НДІБМВ», 15-16 грудня 2005 г. С.7-9.
3. Улаштування захисних покриттів у будівництві: навч. Посіб. / Кизима В.П., Куковський А.Г., Яковчук В.В., Люльчик В.О. Рівне: НУВГП, 2018. 241.
4. Аханов В.С. Справочник строителя: Ростов на Дону: Феникс, 2002. 480 с.
5. Бабушкин В. И. Анализ свойств гидроизоляции проникающего действия с использованием портландцемента с добавками шлака: Вестник национального технического университета «ХПИ». Харьков: НТУ «ХПИ», 2007. Вып. 9. С. 3–7.
6. Вуйцик Р.В. Механические методы устройства горизонтальной гидроизоляции в исторических зданиях. Строительные материалы. 2006. №9. С.58-59.
7. Гетун Г.В., Румянцев Б.М., Жуков А.Д. Системи ізоляції будівельних конструкцій. Дніпро: Журфонд, 2016. 676с.
8. Безбабичева О.И. Свойства битумно-полимерных мастик с базальтовыми наполнителями: Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. 2004. № 70. С. 41-46.
10. Безбабичева О.И. Усовершенствование гидроизоляции проезжей части железобетонных мостов на автомобильных дорогах: дис... канд. техн. наук: 05.22.11. Харків, 2005. 150 с.
11. Белевич В.Б. Характеристики и физико-механические свойства

рулонных битумных и битумно-полимерных материалов, наплавливаемых и приклеиваемых на мастиках: Кровля и изоляция. 2000. №2. С. 41-49.

12. Гармаш А.І., Галінський А.М., Баглай А.П. Гідроізоляція будівель і споруд. Сучасні вимоги. К. НДІБВ, 2012. 120с.

13. Беляков Г.Г. Применение прогрессивных материалов. Рига: Гос. изд-во, 1963. 100 с.

14. Бийтц Р. Химические добавки для улучшения качества строительных растворов. Строительные материалы. 1999. №3. С.13-15.

15. Боднарчук М.С. Товарознавство сировини, матеріалів та засобів виробництва: навчальний посібник. Київ: ЦНЛ, 2006. 560 с.

20. Бойко В.В. Гидроизоляция подземных сооружений полимерными материалами. Київ: Будівельник, 1989. 144 с.

21. Бойко Н. От обмазочной до литой. Строительство и реконструкция. 2010.№10 С.28-29.

22. Большаков Э.Л. Сухие смеси для гидроизоляционных работ: Строительные материалы. 1999. №3. С.25-27.

32. Веселовский Р.А. Новые полимерные материалы – новые возможности для строительства и ремонтных работ: Мир техники и технологий. 2002. №2 С.15-16.

33. Викторович А.М. Продукция Dow Chemical для индустрии строительных материалов: Строительные материалы, 2000. №5. С.10-12.

34. Вознесенский В.А. Использование COMPEX-99 при моделировании параметров кривых пластической прочности цементно-полимерных композиций с фиброй Куралон: Наук. вісник буд-ва: ХДТУБА, ХОТВ АБУ. Вип.8. Харків, 1999. С.21-28.

35. Вознесенский В.А. Методические рекомендации по применению экспериментально-статистических моделей для анализа и оптимизации состава, технологии и свойств композиционных материалов на основе щелочных вяжущих систем: ОГАСА, НИИВМ Киев, 1996. 105 с.

36. Вознесенский В.А. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ. Киев: Вища школа, 1989. 327 с.
41. Волынчик О. Гидроизоляция битумная мастичная и ее технологические особенности : БудМайстер. 2011. №3 С.87-89.
42. Волюков А.А. Современные кровельногидроизоляционные материалы: Строительные материалы, оборудование технологии XXI века. 2001. №9. С. 20-21.
43. Галинский А.М. Применение способа “стена в грунте” для локализации пунктов захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО): Строительное производство: Межведомственный научно-технический сборник. Киев, 1997. Вып. 7.С.32-41.
44. Галушко В.А. Технологический способ увеличения срока службы жилых и общественных зданий: Сборник научных трудов «Строительство, материаловедение, машиностроение». под общей редакцией д.т.н., проф. В.И. Большакова.-Днепропетровск: ПГАСА, 2009. Выпуск № 50. С.130 – 135.
45. Гармаш А.И. Классификация современных гидроизоляций: Нові технології в будівництві: Науково-технічний журнал. 2005 №2 С.16-17. 20
46. Герчин Д.Г. Гидроизоляция бетонных конструкций защитным составом проникающего действия: Технология бетонов. Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2007. №4 С. 26-27.
47. Гидроизоляция по бетону и кирпичу: Строительная газета. 2000. 17 февраля. №39. С. 6-7.
48. Гидроизоляция подвальных сооружений: Строительство и реконструкция 2011. №10 С.12-13.
49. Гідроізоляція будівель: Аспекти будівництва. 2009. С.20-25.
51. Гідроізоляція демонструє якісне зростання: Будівельний журнал. 2008. №7 С. 34-36.
52. Гончар В.П., Тесля С.В. Особенности гидратации композиционных вяжущих для производства гидроизоляционных покрытий: Строительные

материалы. 2007. №3-4. С.6-10.

53. Гончаренко Д.Ф. К вопросу обеспечения нормативной документацией строительства высотных зданий в Украине / Гончаренко Д.Ф., Криворучко В.Г., Карпенко Ю.В. // Науковий вісник будівництва ХДТУБА, ХОТВ АБУ №45, 2008. С. 19-26.

54. Гончаренко Д.Ф. Методы формирования инженерной подготовки реконструкции промышленных предприятий: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.23.08 . Киев, 1991. 495 с.

55. Гончаренко Д.Ф. Эксплуатация, ремонт и восстановление сетей водоотведения: монография. Харьков: Из-во „Консум”. 2007. 520 с.

56. Гуца Е.В. Современные кровельные гидроизоляционные материалы: Строительные материалы. 2000. №3. С. 17-19.