

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНИ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Кафедра промислового та цивільного будівництва

Кваліфікаційна робота/проект

другий магістерський рівень

(рівень вищої освіти)

на тему: Обґрунтування вибору технології відновлення та підсилення
експлуатаційних властивостей бетону

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1920-пцб-ди
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія

(код і назва спеціальності)

освітньої програми промислове і цивільне будівництво

(код і назва освітньої програми)

Фатсєв В.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник доц., к.т.н. Данченко Н.О.

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

Рецензент проф., д.с.н. Анін В.І.

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

Запоріжжя
2021

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНИ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

Кафедра Промислового та цивільного будівництва
Рівень вищої освіти другий магістрський рівень
(другий (магістерський) рівень)
Спеціальність 192 "Будівництво та цивільна інженерія"
(назва і номер)
Освітньо-професійна програма "Промислове і цивільне будівництво"
(назва і номер)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____ ПЦБ
проф. Арутюнян І.А.
" _____ " _____ 20__ року

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

Фатсєв Владислав Олександрович
(прізвище, ім'я по батькові)

1. Тема роботи (проєкту) Обґрунтування вибору технології відновлення та підсилення експлуатаційних властивостей бетону

керівник роботи Данкевич Н.О., доц., к.т.н.
(прізвище, ім'я по батькові, науковий ступінь, ім'я по батькові)

затверджені наказом ЗНУ від " 30 " 06 2021 року № 974 -д

2. Строк подання студентом роботи 01 грудня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи фізико-механічні властивості бетону,
технологія відновлення та підсилення бетонних конструкцій, науково-технічна, навчальна,
нормативна та періодична література

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
вступ, аналіз характеру та причини втрати експлуатаційної придатності бетонних
і залізобетонних конструкцій будівель та споруд, технологічні властивості конструктивних рішень
з огляд виконання монолітних конструкцій, оцінка технологічної ефективності виконання бетонних

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
вступ, основні питання дослідження, аналіз відомих матеріалів та технологій
технологічні та будівельно-технологічні властивості бетонної суміші.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Данкевич Н.О., к.т.н., доц.		
Розділ 2	Данкевич Н.О., к.т.н., доц.		
Розділ 3	Данкевич Н.О., к.т.н., доц.		
Розділ 4	Данкевич Н.О., к.т.н., доц.		

7. Дата видачі завдання

30 червня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналіз характеру та причин втрати експлуатаційної придатності бетонних та залізобетонних конструкцій будівель та споруд	30.09.2021	
2.	Аналіз відомих матеріалів та технологій використовуваних при відновленні експлуатаційної придатності бетонних та залізобетонних конструкцій	21.10.2021	
3.	Використання матеріалів та технологій відновлення експлуатаційної придатності бетонних та залізобетонних конструкцій	11.11.2021	
4.	Техніко-економічна характеристика сучасних технологій	21.11.2021	
5.	Оформлення та підготовка до захисту	02.12.2021	

Студент

(підпис)

Фатєєв В.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи/проєкту

(підпис)

Данкевич Н.О.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено

(підпис)

Данкевич Н.О.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Фатєєв В.О. Обґрунтування вибору технології відновлення та підсилення експлуатаційних властивостей бетону.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник Н.О. Данкевич. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебня, кафедра промислово та цивільного будівництва, 2021.

В роботі на основі аналізу та систематизації даних літературних джерел виявлені принципи втрати експлуатаційної придатності бетонами та визначені найбільш придатні технології і матеріали для відновлення та підсилення функцій бетону. Приведена класифікація відомих матеріалів, так званих модифікаторів, у відповідності з їхньою функціональною здатністю, виявлені технології використання модифікуючих добавок по призначенню.

Виявлені в процесі дослідження основні причини втрати експлуатаційної придатності бетону дозволило визначити шляхи вибору технологій і матеріалів по відновленню і підсиленню функцій бетонів.

Ключові слова: бетон, властивості, експлуатаційна придатність, підсилення, технологія укладання.

Список публікацій магістранта:

1. Фатєєв В.О. Обґрунтування вибору технології відновлення та підсилення експлуатаційних властивостей бетону. *Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України* : зб. тез доп. І всеукр. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 19-21 жовт. 2021р. Запоріжжя, 2021. С.433-435.

ABSTRAKT

Fateev O.V. Selection substantiation of technology for restoration and strengthening of concrete serviceability.

Qualifying final work for obtaining a higher education master's degree in specialty 192 Construction and civil engineering, scientific supervisor N.O. Dankevych. Zaporizhzhya National University, Y.M Potebnya Engineering Educational and Scientific Institute, Department of Industrial and Civil Engineering, 2021.

In the work on the basis of the analysis and systematization of the data of literature sources the principles of loss of serviceability by concretes are revealed and the most suitable technologies and materials for restoration and strengthening of functions of concrete are defined. The classification of known materials, the so-called modifiers, in accordance with their functional ability, the technology of using modifying additives for their intended purpose.

The main reasons for the loss of serviceability of concrete identified during the study allowed to determine the ways of choosing technologies and materials for the restoration and strengthening of the functions of concrete.

List of postgraduate publications: concrete, properties, serviceability, reinforcement, laying technology.

1. Фатєєв В.О. Обґрунтування вибору технології відновлення та підсилення експлуатаційних властивостей бетону. *Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України* : зб. тез доп. І всеукр. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 19-21 жовт. 2021р. Запоріжжя, 2021. С.433-435.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ ХАРАКТЕРУ ТА ПРИЧИН ВТРАТИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ПРИДАТНОСТІ БЕТОННИХ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД.....	12
1.1 Аналіз і класифікація факторів, що призводять до втрати бетонами експлуатаційної придатності.....	12
1.1.1 Пошкодження від дії води і морозу.....	13
1.1.2 Руйнування внаслідок попадання в бетон різних технічних продуктів.....	15
1.1.3 Корозія бетону, викликана взаємодією складових продуктів гідратації цементу з зовнішнім середовищем, що призводить до корозії арматури.....	16
1.1.4 Пошкодження залізобетонних конструкцій в результаті тріщиноутворення від впливу солей хлоридів та інших факторів.....	18
1.2 Аналіз технологій підготовки поверхні бетону при відновленні його функцій.....	22
1.2.1 Піскоструменева (суха і мокра) підготовка поверхні.....	23
1.2.2 Дробеструменева обробка поверхні.....	24
1.2.3 Обробка поверхонь водою під тиском.....	25
1.2.4 Підготовка конструкцій до виконання робіт з нанесення захисних і гідроізоляційних покриттів при будівництві та ремонті.....	27
1.3 Аналіз технологій відновлення поверхні бетонних конструкцій.....	28
1.4 Аналіз традиційних технологій підвищення несучої здатності бетонів.....	31
1.5 Основні способи підсилення конструкцій.....	32
1.5.1 Підсилення стінових конструкцій.....	33
1.5.2 Підсилення колон попередньо - напруженими розпірками.....	35
1.5.3 Підсилення колон металевим обіймами.....	37
1.6 Аналіз технологій забезпечення водонепроникності.....	39
1.7 Аналіз технологій захисту бетонних конструкцій від корозії.....	42
2 АНАЛІЗ ВІДОМИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ВИКОРИСТОВУВАНИХ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ПРИДАТНОСТІ БЕТОННИХ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ.....	45
2.1 Аналіз і класифікація матеріалів і технологій для відновлення та надання експлуатаційних функцій бетонів.....	45
2.2 Аналіз матеріалів та технологій підвищення міцності бетонної	

	7
підлоги.....	63
2.3 Аналіз матеріалів і технологій збільшення міцності «нових» бетонів.....	65
2.3.1 Армуючі добавки для зміцнення бетонів.....	69
2.4 Аналіз матеріалів і технологій групи полімерів.....	71
2.5 Аналіз використання технологій для запобігання тріщиноутворення.....	73
2.6 Аналіз матеріалів та технологій підвищення корозійної стійкості бетону.....	76
2.7 Аналіз матеріалів та технологій при захисті від корозії арматур.....	78
2.8 Аналіз матеріалів та технологій забезпечення водонепроникності.....	80
2.9 Аналіз технологій забезпечення гідроізоляції стін.....	82
3 ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ВІДНОВЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ПРИДАТНОСТІ БЕТОННИХ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ.....	84
3.1 Використання матеріалів і технологій підвищення міцності бетонних підлог.....	84
3.2 Використання матеріалів і технологій відновлення поверхні залізобетонних конструкцій.....	89
3.3 Використання матеріалів і технологій попередження тріщиноутворення бетону.....	92
3.4 Використання матеріалів і технологій підвищення корозійної стійкості бетону.....	94
3.5 Використання матеріалів і технологій захисту від корозії арматури.....	97
3.6 Використання матеріалів і технологій забезпечення водонепроникності (гідроізолюючої здатності) бетонів.....	99
3.7 Контроль якості та техніка безпеки виконання робіт.....	106
4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	110
4.1 Техніко-економічне обґрунтування ефективні використання сучасних технологій відновлення функцій бетону.....	110
ВИСНОВКИ.....	115
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	119

ВСТУП

Актуальність теми. В умовах експлуатації бетонних конструкцій можливе зниження функціональної придатності або їхня невідповідність зростаючим вимогам. Аналогічно потреби підвищення характеристик бетонів теж викликають необхідність в пошуках ефективних методів підсилення експлуатаційних функцій «старих» та «нових» бетонів.

Аналіз відомих технологій вирішення названих проблем показує, що найбільш ефективним методом являється використання сучасних матеріалів, які за рахунок навіть незначних матеріальних витрат дозволяють успішно вирішувати весь комплекс проблем.

Усі відомі експлуатаційні вимоги до функцій бетонів умовно можуть бути поділені на декілька груп:

- зниження міцності;
- втрата гідроізоляційності;
- зниження корозійної стійкості бетону та арматури;
- зниження зносостійкості;
- втрата тріщиностійкості

У відповідності до цього значна кількість відомих технологій та матеріалів на ринках України теж поділено згідно їхньої функціональної здатності. За рахунок використання матеріалів являється можливість успішно вирішувати увесь комплекс проблем.

Як правило усі технологічні процеси відновлення функцій здійснюється шляхом нанесення відповідних матеріалів на бетонну поверхню, а відновлення захисного шару – «сухим» або «мокрим» бетонуванням. При цьому підсилення може виконуватись навіть без видалення послабленого шару шляхом насичення відповідними сумішами. Підсилення функцій нового бетону проводиться включенням до розчинної води модифікуючих добавок.

У наш час, практично жодне виробництво залізобетонних виробів, бетону або цементу не обходиться без застосування будь-яких спеціальних добавок, які покращують характеристики і якість бетонної суміші і регулюють процеси схоплювання цементу і його твердіння.

Застосування добавок є найбільш ефективним способом, що підвищує якість бетонів, що не потребує великих капітальних витрат. Грамотне застосування цільових комплексних добавок дозволяє вирішити будь-які проблеми, пов'язані з отриманням бетонів з заданими властивостями. Висока міцність, низька проникність, підвищена довговічність та морозостійкість можуть бути досягнуті із застосуванням високо рухливих бетонних сумішей, що містять сучасні добавки.

Застосовувані в сучасному будівництві добавки-модифікатори дозволяють змінювати як властивості бетонних і розчинних сумішей, так і технологічний процес будівництва в цілому. Асортимент будівельних добавок на сьогоднішній день досить широкий - це різноманітні водорозчинні полімери, водні дисперсії полімерів, електроліти, поверхнево-активні речовини і тому подібне. Всі ці речовини прискорюють процес будівництва, здешевлення самого процесу і матеріалів для нього застосовуються, збільшення міцності та якості бетонних та розчинних сумішей і надання їм особливих властивостей, що дозволяють використовувати їх в екстремальних умовах. У ряді випадків особливі властивості бетонів і розчинів виявляються досить затребувані, наприклад, при будівництві аеродромів, доріг, гідротехнічних споруд і приміщень для зберігання нафтопродуктів та корозійних речовин.

Застосування спеціальних добавок-модифікаторів змінило і спростило будівельний процес. У минулому в основному використовувалися добавки природнього походження. В даний час з розвитком хімічної промисловості акценти дещо змістилися. З'явилися так звані пластифікатори. Їх почали використовувати ще з сорокових років ХХ століття. Сьогодні ми маємо справу з новою продукцією - суперпластифікаторами.

На нашому будівельному ринку сьогодні представлені як вітчизняні, так і імпорتنі виробники. Конкуренція між ними дуже гостра. Це пов'язано з тим, що різко впали обсяги виробництва, і ринок перестав бути «всеїдним». Тому попит бетону став диференційованим.

Нинішній день диктує свої правила. Висотне будівництво, нові бетоноємні конструкції, транспортне будівництво, економіка в цілому - всі ці причини змушують шукати нові добавки. Український ринок, звичайно, відрізняється від європейського. У нас обсяги споживання пластифікаторів і суперпластифікаторів складають від 70 до 80%.

Український ринок добавок для бетону розвивався поступово. Кожен рік на ринок виводяться нові види добавок. Однак варто враховувати і той факт, що апробація для того чи іншого виду добавок на вітчизняній сировині може затягуватися.

В даний час можна виявити більш-менш відомих виробників цих добавок. З імпортних - BASF, Mapei, Sika. Добавки купуються, виходячи з технічних завдань, реалій та фінансових можливостей виробників. Сучасний ринок пропонує як добавки, орієнтовані на вирішення якого-небудь конкретного завдання, так і комплексні добавки, що забезпечують зміну багатьох параметрів і технологічних властивостей бетонної суміші.

Сьогодні на українському ринку працюють як виробники, так і фірми-посередники, в основному постачальники західних матеріалів. Їх також можна класифікувати:

- посередники, що спеціалізуються тільки на добавках;
- торгові дома заводів-виробників та їх представництва;
- представництва зарубіжних виробників;
- посередницькі фірми, що пропонують кілька найбільш популярних добавок;
- посередники, що продають добавки в якості супутніх товарів.

Застосування добавок-модифікаторів в будівництві в даний час збільшується, у деяких зарубіжних країнах застосування добавок у будівельних розчинах досягає 80-90%.

В Україні застосування добавок у будівельних розчинах регламентуються ДСТУ Б В.2.7-23-95, ДСТУ Б В.2.7-65-97, та встановлює загальні вимоги до добавок для бетонів. Але в даний час ці документи застаріли, оскільки останнім часом з'явилися нові модифікатори, які не застосовувалися на момент розробки цих документів.

Зважаючи на те, що в даний час на ринках України різні фірми – виробники та постачальники пропонують засоби, кількість яких загалом сягає декілька сотень найменувань, виникає потреба в систематизації усіх пропонованих матеріалів, їхньому аналізу та вибору найбільш раціональних.

Метою магістерської роботи є аналіз, узагальнення та визначення раціональних технологій та матеріалів, придатних для відновлення та підсилення експлуатаційних функцій бетонних та залізобетонних конструкцій.

Досягнення поставленої мети здійснюється за рахунок **вирішення наступних задач:**

1) Аналіз причин втрати експлуатаційної придатності бетонами, як важливий фактор послідуєчого надання покращених властивостей «старим» та «новим» бетонам.

2) Аналіз ринку матеріалів та засобів відновлення і підсилення функцій бетону.

3) Аналіз технологічних рішень циклу відновлення та підсилення функцій бетону.

4) Систематизація, оцінка та вибір раціональних матеріалів та технологій, які можуть оцінюватись як перспективні для відновлення та підсилення функцій бетону.

Об'єктом дослідження є технології та матеріали, призначені для відновлення та підсилення функцій бетону.

Предмет дослідження: методи підсилення будівельних конструкцій, які прискорюють процес будівництва, збільшують міцність та якість бетонних та розчинних сумішей і надають їм особливих властивостей.

Методи дослідження. На основі аналізу та систематизації даних вивчення літературних джерел виявити принципи втрати експлуатаційної придатності бетонами та найбільш придатні технології і матеріали для відновлення та підсилення функцій бетону.

Наукова новизна: за результатами магістерської роботи Виявлені основні причини втрати експлуатаційної придатності бетонами, що дозволило визначити шляхи вибору технологій і матеріалів по відновленню і підсиленню функцій бетонів. До головних результатів слід віднести деталізовані методи відновлення та підсилення практично усіх найбільш важливих функцій бетонів.

Практична цінність: Отримані результати дозволяють визначити причини втрати експлуатаційної придатності. Проведена класифікація відомих матеріалів, так званих модифікаторів, у відповідності з їхньою функціональною здатністю, виявлені технології використання модифікуючих добавок по призначенню.

Апробація результатів магістерської роботи. Основні положення роботи докладалися в 2021 році на I Всеукраїнської науково-практичній конференції Інженерного навчально-наукового інституту ЗНУ «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України», (Запоріжжя, 2021р.) за результатами якої опублікована збірка тез доповідей.

Структура і об'єм магістерської роботи. Магістерська робота складається з введення, чотирьох розділів, виводів, списку використаних джерел. Повний об'єм магістерської роботи складає 122 сторінок тексту, у тому числі 24 рисунки, 6 таблиць. Список використаних джерел містить 44 найменування.

1 АНАЛІЗ ХАРАКТЕРУ ТА ПРИЧИН ВТРАТИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ПРИДАТНОСТІ БЕТОННИХ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

1.1 Аналіз і класифікація факторів, що призводять до втрати бетонами експлуатаційної придатності

У переважній більшості випадків основними причинами пошкоджень бетону є корозійні процеси, які розвиваються в результаті несприятливого впливу навколишнього середовища. Так, більшість шляхопроводів та мостів міста, дорожніх покриттів руйнуються від застосування протиозаліжних реагентів. Бетони руйнуються також в результаті виділення в атмосферу окислів азоту, сірчистого та інших газів, що викидаються двигунами автотранспорту, промисловими підприємствами, від розморожування бетону, дії атмосферних опадів. Щорічні аварійні обвалення комунальних тунелів, особливо колекторів стічних вод, відбуваються в першу чергу в результаті газової корозії металевих та залізобетонних елементів. Ремонтно-відновлювальні та будівельні роботи найчастіше виконуються фахівцями, які не володіють належними знаннями в області корозії та захисту від корозії будівельних матеріалів і конструкцій, а отже, виконуються без оцінки причин і ступеня ушкоджень, прогнозу довговічності, обґрунтування вибору матеріалів, засобів і методів ремонтно-відновлювальних робіт, що в кінцевому рахунку не забезпечує тривалість позитивного ефекту при подальшій експлуатації конструкцій. [30]

До одного з небезпечних факторів відносяться процеси тріщиноутворення, що можуть привести до корозії арматури та до аварійного стану будівлі. За даними обстежень, аналізу проектних матеріалів та експертної оцінки фахівців встановлено, що агресивному впливу піддаються

в різних галузях народного господарства від 15 до 75% будівельних конструкцій будівель і споруд. Незважаючи на відсутність нестачі в будівельній продукції, комерційні організації часом через посередників набувають вироби без гарантії їх якості та довговічності, а через 10-15 років, а то і через 1-2 роки експлуатації будівель і споруд витрати на їх ремонт перевищують первісну кошторисну вартість.

Крім того, в останні роки розпочато активне впровадження в практику будівництва нетрадиційних матеріалів для бетону та залізобетону (зол, шлаків, нових видів ефективних в'язучих, хімічних добавок), нових видів арматурних сталей, які суттєво впливають на довговічність конструкцій, та які зможуть бути використані при відновленні та виготовленні бетонів і бетонних конструкцій з більш високими експлуатаційними характеристиками.

Про причини раннього пошкодження бетонних і залізобетонних конструкцій необхідно більш детально розглянути.

1.1.1 Пошкодження від дії води і морозу

Досить часто до такого пошкодження схильні фундаментні конструкції будівель і споруд різного призначення, а також надземні конструкції в несприятливих умовах.

Іноді фундаментні блоки, встановлені в котлован у глинистому ґрунті, зверху вкривають поліетиленовою плівкою. Восени котлован може бути залитий водою. Укриття плівкою зменшує випаровування вологи з бетону, збільшує його вологість і посилює морозне пошкодження. Насичений водою бетон блоків руйнується за один холодний період року.

У незавершених будівництвом будівлях, якщо не виконана консервація, основні будівельні конструкції піддаються тривалому впливу атмосферних

опадів і морозу, що зазвичай не передбачено проектом будівлі. У результаті відбувається морозне руйнування бетону.

У деяких проектах не передбачено вплив на бетон протиозалізних реагентів, що багаторазово підсилює морозну деструкцію бетону. Наприклад, якщо в звичайних умовах достатня марка бетону за морозостійкістю F200 (випробування у водонасиченому стані), то при дії солей потрібна та ж марка F200, але отримана при випробуваннях з насиченням бетону розчином солі, що еквівалентно марці F800 згідно з першим методом ДСТУ Б В.2.7-47-96 «Бетони. Методи визначення морозостійкості. Загальні вимоги».

Після зведення конструкцій способи підвищення морозостійкості бетону вельми обмежені. Іноді його просочують гідрофобізуючими розчинами. Однак при наявності напору води і під водою збільшити морозостійкість гідрофобізацією бетону не вдається. Інший спосіб захисту полягає в зниженні морозного впливу на конструкцію за допомогою теплоізоляції. У деяких випадках достатньо нанести на поверхню конструкції шар морозостійкого бетону, що сприймає основні температурні коливання зовнішнього середовища. Скорочення числа циклів заморожування і відтаювання в захищеному бетоні зменшує морозне пошкодження. Якщо вдається усунути джерело насичення бетону водою, то поліпшуються умови служби конструкції.

Для підвищення морозостійкості бетону при виготовленні або зведенні нових конструкцій є перевірені на практиці надійні методи. У першу чергу це застосування модифікаторів бетону, що містять у своєму складі водоредукуючі, повітрявтягуючі і мікрогазоутворюючі добавки. Всі основні характеристики бетону, що впливають на довговічність конструкцій, покращуються: збільшенням водонепроникності, зменшенням капілярного перенесення вологи, підвищенням морозостійкості і однорідності вказаних властивостей.

Нормативні документи практично не розглядають питання про дозрівання бетону високих марок за морозостійкістю збірних залізобетонних

конструкціях, що випускаються заводами в зимовий період часу. Потрапляючи відразу після обробки їх на відкритий склад готової продукції, такі конструкції надалі швидко руйнуються.

Руйнуються в першу чергу вироби і конструкції, виготовлені та зведені з різними порушеннями технології (неякісні вихідні матеріали, не точне дозування компонентів бетону, дефекти ущільнення бетонної суміші, незадовільні умови твердіння, в тому числі висушування бетону в процесі твердіння, раннє заморожування бетону і тому подібне.)

Велика роль якості вихідних матеріалів. Застосування забрудненого щебеню, коли на поверхні зерен є оболонка зі зволоженого кам'яного пилу, що не видаляється при перемішуванні бетонної суміші (характерно для карбонатних заповнювачів зниженою міцності), різко знижує морозостійкість бетону. Сильно знижується ця характеристика бетону при використанні цементу з високим (більше 1%) вмістом лугів. Суворе дотримання технологічним правилами - гарантія високої довговічності бетонних і залізобетонних конструкцій.

1.1.2 Руйнування внаслідок попадання в бетон різних технічних продуктів

Попадання в бетон гідратуючих зі збільшенням обсягу матеріалів неодноразово траплялося й раніше (негашене вапно, шматочки силікат-глиби). Іноді в бетоні зустрічалися зерна кухонної солі. Мало місце обвалення конструкцій через перебування в бетоні солі, корозії і обриву сталевих арматур.

1.1.3 Корозія бетону, викликана взаємодією складових продуктів гідратації цементу з зовнішнім середовищем, що призводить до корозії арматури

Довговічність залізобетонних конструкцій в значній мірі залежить від збереження властивостей арматури. Мінімальний термін служби бетонної конструкції в більшості розвинених країн прийнятий рівним 50 років, і значить захист бетону та арматури від впливу агресивних факторів повинен бути забезпечений на цей термін.

Корозія арматури - це електрохімічний процес, який йде за умови присутності електроліту. Можна виділити три основні чинники, які призводять до корозії арматури в бетоні: хлорид-іони, карбонізація, тріщини [35].

Хлориди - головний фактор, що прискорює корозію арматури в бетоні, оскільки їх присутність знижують рівень рН електроліту нижче 8. При цьому починається процес корозії арматури. Висока концентрація хлоридів (більше 0,65 кг/м³) у контакті зі сталеву арматуру може викликати корозію навіть при наявності високолужного середовища навколишнього бетону. Хлориди можуть бути внесені в бетон добавками або мігрувати ззовні, з плином часу.

Карбонізація захисного шару бетону теж зменшує рН електроліту, що викликає корозію арматури. Чим більше пористість бетону, тим вище швидкість карбонізації (до 1 мм на рік). Карбонізація бетону викликана вуглекислою повітря, у спорудах що знаходяться при постійному гідростатичному тиску. Тріщини в бетоні, полегшують доступ зовнішнього агресивного середовища до поверхні арматури, що теж призводить до корозії арматури. У сучасному будівництві існує ряд способів захисту арматури в бетоні від корозії: гальванічні покриття, полімерні покриття, «холодне» цинкування, заходи щодо захисту бетону (первинний або вторинний захист) від впливу агресивних факторів середовища.

Ефективність захисних покриттів, застосовуваних при ремонті будівельних об'єктів, що тривалий час піддавалися дії навколишнього середовища, залежить не тільки від якості матеріалу покриття і дотримання технології, але і від стану поверхні будівельних конструкцій, який в тій чи іншій мірі змінився в період експлуатації. Крім того, існує ймовірність використання при ремонтно-відновлювальних роботах матеріалів і композицій, розрахованих на конструкції, поверхня яких лише незначно змінилася під дією середовища [34].

Відомо, що більше половини будівельних об'єктів експлуатується в "агресивних" середовищах, які перетворюють початковий речовинний склад в'язучих компонентів бетону (гідроксид, гідросилікати, гідроалюмінат, гідроферритами кальцію) у так звані "продукти корозії" (карбонат, сульфат, нітрат, хлорид, гидросульфоалюмінат кальцію). Ці з'єднання не тільки володіють значно гіршими, порівняно з первинними гідратами в'язучими властивостями міцності, але, займаючи в порівнянні з ними більший (у кілька разів) об'єм, підвищують деформативність і проникність бетону в цілому. Крім того, продукти корозії часто віддаляються зі структури бетону які рухаються рідким середовищем. При цьому глибина корозійних змін бетону часто перевищує товщину його захисного шару в залізобетонних конструкціях, створюючи сприятливі умови для корозії сталеві арматури [35].

Згідно з діючими нормативними документами такий бетон повинен бути повністю замінений новим, але, з огляду на значну глибину корозійних змін (іноді до 5-10 см), це правило при ремонті практично ніколи не реалізується. Досвід ремонту і підсилення залізобетонних конструкцій показує, що забезпечення спільної роботи застарілого і знову укладеного бетону є серйозною інженерно-технічною проблемою, яка може бути вирішена тільки завдяки якісній підготовці поверхні пошкодженого бетону і сталі за рахунок їх очищення від забруднень, маломіцних шарів і продуктів корозії. Інший шлях – насичення цієї зони спеціальними речовинами

Процес корозії полягає також в тому, що аморфні і скритокристаллічні форми кремнезему можуть хімічно взаємодіяти з лугами цементу і утворювати силікати натрію і калію, які в присутності кальцію поглинають воду, збільшуються в об'ємі і викликають його пошкодження. Процес розвивається повільно, руйнування бетону може настати через 10 років і більше.

Способи захисту бетону від розпочатого процесу корозії обмежені, в основному це висушування бетону і збереження його в цьому стані. Для попередження корозії даного виду слід виключати одночасне застосування в бетоні заповнювачів з підвищеною кількістю реакційно здатного кремнезему і цементу з високим вмістом лугів, або застосовувати спеціальні заходи [35].

1.1.4 Пошкодження залізобетонних конструкцій в результаті тріщиноутворення від впливу солей хлоридів та інших факторів

Причиною розвитку внутрішніх напружень, що сприяють появі дефектів, подібних тріщинам, може служити і кристалізація в порах бетону солей, що утворилися під впливом агресивного середовища. Ці процеси значно прискорюються при поперемінній дії на конструкцію розчину солі і висушуванні, так як до хімічних взаємодій агресивного середовища і цементного каменю в бетоні додаються фізичні процеси кристалізації продуктів корозії. Найбільш часто на практиці зустрічається утворення кристалів гіпсу, коли відбувається взаємодія агресивного сульфатвміщуючого середовища з розчином гідроксиду кальцію, що знаходиться у поровій рідині бетону. Кристали гіпсу осідають на стінках пор і капілярів, викликаючи тим самим напруги. Додатково вони здатні ініціювати формування моносульфатної форми гідросульфоалюміната

кальцію, а також утворення етрінгіту, стимулюючи ще більш значні напруження.

Вплив вологи в присутності різних солей активізує фізико-хімічні взаємодії фазових складових матеріалу. Такі умови інтенсифікують процеси внутрішнього масообміну і сприяють міграції речовин в структури бетону, що викликає зміну складу у поровій рідині і зменшення концентрації водорозчинних лугів. Це призводить до збільшення концентрації мігруючих речовин на окремих ділянках. Існування таких активних ділянок обумовлює нерівномірність розвитку напружень у тілі бетону і розвиток великих тріщин, гірлами яких є активні ділянки. Процес тріщиноутворення при цьому характеризується швидким руйнуванням елементів конструкцій [35].

У будь-якому випадку кристалізація створює внутрішні напруги, на початку призводить до утворення мікротріщин, потім усередині них відбувається зростання обсягу розширених фаз.

Таблиця 1.1 - Види тріщин і причини їх виникнення

Причини виникнення тріщин													
До початку твердіння (від 1 до 6 годин)				По закінченню твердіння (від 1 місяця)									
Укладка бетонної суміші		Деформації осаду			Об'ємні деформації			Структурні, проек тні деформації		Фізико-хімічні процеси			
Формування та укладка	Нерівна поверхня форми	Пластичний осад, викривлення	Контракційний осад	Поверхневий осад	Зволоження, висушування	Теплове розширення	Повзучість	Розрахункове навантаження	Нерівна основа	Втомні тріщини	Сполучення луг цементу з кремнеземом заповнювача	Виникнення системи етрінгіт-гаумасит	Циклічне заморожування/відтавання.

У результаті розклинюючої дії розміри цих тріщин зростають, збільшується довжина, відбувається розкриття тріщин, що приводить до об'єднання їх у макротріщини і, в кінцевому рахунку, до руйнування конструкції. У разі застосування фібри зростання мікродефектів на початковому етапі може бути попереджено або зупинено. У результаті конструкція не розпадається на шматки, зберігаючи свою цілісність.

Найбільш поширеними дефектами конструкцій різного призначення є:

- раковини і відколи на поверхні конструкцій;
- руйнування захисного шару бетону, викликане корозією арматурних стержнів;
- лущення і руйнування бетону під впливом агресивних факторів, що викликають хімічну та біологічну корозію бетону;
- лущення бетону, викликане морозним впливом;
- тріщино утворення;
- втрата гідроізолюючої здатності;
- зниження та недостатня міцність.

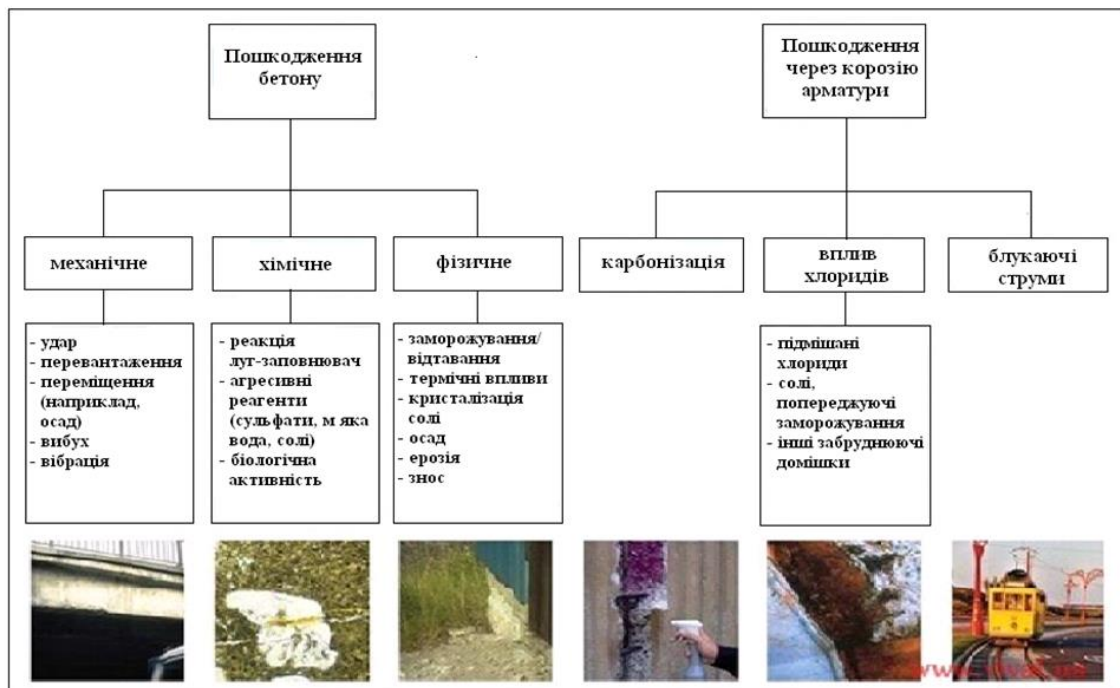


Рисунок 1.1 - Класифікація пошкоджень бетону

Таким чином виробництво і експлуатація бетонних споруд супроводжуються тріщиноутворенням, обумовленим комплексом причин (рис. 1.1). Тріщини, деформації або руйнування можуть бути викликані також ударними, вібраційними, іншими динамічними навантаженнями; упущеними в розрахунках і армуванні; використанням неякісних матеріалів; порушеннями режимів теплової обробки і технології монтажу; різномірністю міцності, пружності і жорсткості використовуваних матеріалів; втратою міцності основи. Кожен з цих факторів найбільш інтенсивно проявляється на різних етапах твердіння бетону, і тому їх вплив на довговічність бетонних елементів неоднаковий. Найбільшу роль відіграють деформації, що відбуваються в затверділому бетоні, причому основна частка припадає на ті з них, які пов'язані з розтягуючими або згинальними навантаженнями, внутрішніми напруженнями при циклічному заморожуванні і відтаюванні, впливом зовнішнього середовища, корозійними процесами. Розвиток дефектів з часом суттєво позначається на напружено-деформований стан елементів конструкцій. Попередити всі вищеназвані причини тріщиноутворення в бетоні або знизити ступінь їх впливу на властивості матеріалу можна застосуванням дисперсно-армованих бетонів, а також спеціальними добавками. Застосування такого композиту дозволяє успішно вирішити ряд спеціалізованих завдань: посилення мостових конструкцій, злітно-посадкових смуг, промислових бетонних підлог, створення сонцезахисних екранів, декоративних елементів і ін. [34].

Отже руйнування бетону викликає необхідність його відновлення, перш за все, за рахунок нанесення додаткового шару або використання металевих підсилюючих конструкцій. Для цього потрібні заходи по підготовці поверхні.

1.2 Аналіз технологій підготовки поверхні бетону при відновленні його функцій

У всіх випадках, коли матеріал повинен бути надійно з'єднаний з іншим чи оновлений, міцності основи надається велике значення, тобто від властивостей основи залежить довговічність з'єднання нанесеного на цю основу матеріалу. У зв'язку з цим зона з'єднання повинна розташовуватися в непошкодженому бетоні. Без ретельної підготовки пошкодженої основи так само в разі подальшого застосування кращих матеріалів не можна забезпечити надійний і довготривалий захист бетону. У зв'язку з цим бетон у площині його подальшого з'єднання повинен бути однорідний і мати неушкоджену зовнішню поверхню, тобто його необхідно відповідним чином підготувати [35].

Ремонт бетону починається з підготовки ремонтованої поверхні. Поверхня простукується молотком з метою виявлення порожнеч. При наявності порожнеч, послаблених ділянок, широких тріщин, поверхня очищається від всіх нетривких нашарувань, тріщини розширюються за допомогою перфоратора і продуваються стиснутим повітрям. У результаті поверхня, що ремонтується повинна стати міцною, без сторонніх речовин і пилу, і досить шершавою. Якщо оголилася арматура, її також необхідно очистити від іржі, бруду, фарби і тому подібне. Найкраще це зробити піскоструменевою обробкою, але можна скористатися і металевою щіткою.

Розрізняють два типи підготовки поверхні:

- а) поверхнева, до 1,0 мм, коли видаляється поверхнева плівка бетону;
- б) глибока, більше 1,0 мм.

1.2.1 Піскоструменева (суха і мокра) підготовка поверхні

Даний вид підготовки поверхні найбільш економічний і знаходить широке застосування при поверхневій обробці як простих по конфігурації, так і складних поверхонь (рис.1.2). Суха піскоструменева обробка шкідлива для здоров'я людей, сильно забруднює будівельний майданчик, вимагає після себе знепилювання і часте промивання поверхні водою. Рациональніше використовувати мокру піскоструменеву очистку, яка може бути забезпечена: використанням ежекції піску водяним струменем; подачею води з піском і стислого повітря; застосуванням спеціальної уловлюючої вакуумної установки, що комбінує насос високого тиску (до 200 бар) і пилосос; роботою машини «м'якого» очищення спеціальними абразивними порошками. Обсяг робочої ємності установок змінюється від 10 до 200л.



Рисунок 1.2 - Піскоструменева підготовка поверхні

Існують установки як циклічної, так і безперервної дії. Кожен із способів має свої недоліки. Спільним з них є низька продуктивність при високому ступені забруднення поверхні. Крім того, наявність води не завжди прийнятна для очищення поверхні деяких споруд і якщо необхідно видалити висоли сульфатів і нітратів. У цьому випадку, щоб уникнути їх розчинення в субстраті, потрібне сухе очищення з відсмоктуванням пилу пилососами і видаленням продуктів очищення в безпечне місце, щоб уникнути їх

потрапляння в ґрунт поруч із спорудою. Продуктивність піскоструменевого очищення може змінюватися в широких межах: від 100 до 600 м²/год.

1.2.2 Дробоструменева обробка поверхні

Даний вид обробки широко застосовується при підготовці горизонтальних поверхонь до нанесення покриттів. При виконанні робіт на вертикальних і стельових поверхнях застосовується рідше. Машини мають робочу продуктивність від 14 до 420 м²/год. при глибині обробки до 2 мм. Багато в чому продуктивність залежить від потужності машини і крупності дробу. Випускаються установки циклічної і безперервної дії.

Дробоструменева обробка поверхні крихітними сталевими кульками (дробом) перетворює звичайну пресовану бетонну плиту в майже дорогоцінний камінь. Ширина оброблюваної поверхні від 600 до 1250 мм.

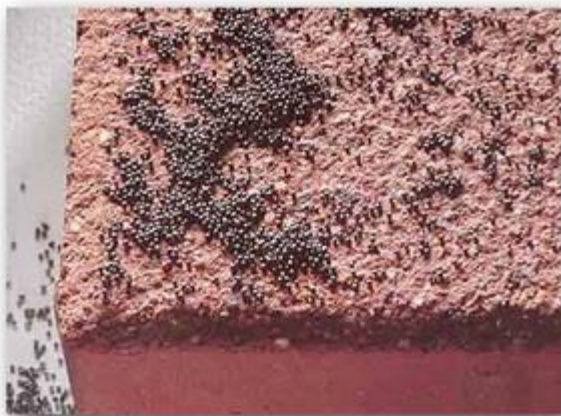


Рисунок 1.3 - Дробеструменева обробка поверхні

Основним недоліком є висока вартість устаткування і виконання робіт. При звичайній схемі виробництва робіт потрібно до 15 м²/хв. стисненого повітря.

1.2.3 Обробка поверхонь водою під тиском

При виконанні ремонтних робіт з використанням мінеральних в'язучих широко використовується очищення бетону водою під тиском. Установки такого типу можна використовувати для очищення поверхні від бруду, видалення покриттів, фарби та поверхневого шару бетону, видалення зруйнованого бетону, руйнування важкого бетону в глибину до декількох сантиметрів.

Для створення високого тиску служить насос. Гідроструменевий апарат складається так само з приводу і інших пристосувань необхідних для ефективної роботи.

Гідроструминне очищення є економічним, екологічним і ефективним методом. Під час гідроструменевого очищення не утворюється пил що є перевагою даного методу. Це означає що пил не буде заважати диханню, а так ж не буде осідати на всіх можливих поверхнях і забруднювати оточення.

Гідроструминне очищення поверхні дозволяє швидко і без зайвих відходів видалити бруд з будь-яких важкодоступних місць. Оброблювана поверхня при цьому методі не пошкоджується. Даний метод є пожежобезпечними, що дозволяє проводити очищення такого типу на об'єктах підвищеного класу небезпеки.



Рисунок 1.4 – Очищення поверхонь водою під тиском

Робочий діапазон тисків при використанні установок коливається від 200 до 2500 бар. Витрата води в цьому випадку змінюється від 10-15 л / хв до 250 л / хв. Обробка бетону водою під тиском необхідна при видаленні іржі з арматурних стержнів у результаті впливу хлоридів [35].

Як недоліки цієї технології слід відзначити необхідність в процесі очищення води і її значну витрату. При виконанні робіт у багатьох спорудах це неприпустимо. Крім того, при використанні потужних установок необхідно забезпечити відповідні обсяги робіт.

Виходячи з викладеного, можна стверджувати, що загальноприйняті методи очищення бетону забезпечують підготовку поверхні на глибину:

- відбійний молоток з лопаткою - 3,5-15 мм;
- механічна фреза - 3-5 мм; (до 30 мм);
- піскоструминна обробка - 1-2 мм;
- дробеструйна обробка - 2-3 мм;
- обробка водою під тиском 70-100 МПа -3-15 мм.

1.2.4 Підготовка конструкцій до виконання робіт з нанесення захисних і гідроізоляційних покриттів при будівництві та ремонті

Очищення і підготовка поверхні перед нанесенням захисних і гідроізоляційних покриттів є надзвичайно складною, трудомісткою і дорогою технологічною операцією. При ремонті споруд перед нанесенням покриттів очищення їх повинно виконуватися практично завжди.

У кожному конкретному випадку підготовка поверхні має індивідуальний характер, але загальні принципи, як правило, зберігаються. Зазвичай в рекомендаціях з нанесення і укладанні різних матеріалів фірми-виробники вимагають, щоб поверхня бетону була чистою, без структурних пошкоджень, сухою або вологою, в залежності від того, який тип матеріалу застосовується. Однак ці вимоги до підготовки поверхні субстрату можуть змінюватися залежно від особливостей покриття, що наноситься. За своїми функціональними особливостями покриття конструкцій можна розділити на захисні, гідроізоляційні, вологоізоляційні, зміцнюючі, антикорозійні, декоративні.

Вимоги, які пред'являються до стану поверхні перед нанесенням ремонтних матеріалів, також значною мірою визначаються типом цих матеріалів, їх індивідуальними особливостями і характеристиками.

Ремонтні суміші завжди виконують основну функцію - відновлення експлуатаційних якостей конструкцій.

Європейські норми і правила щодо відновлення функцій залізобетону передбачають такі основні вимоги до структури і якості бетонних поверхонь при виконанні ремонту і нанесенні покриттів:

- видалення пухких і шарів, що легко відшаровуються;
- відсутність тріщин, або раковин;
- видалення всіх сторонніх матеріалів, які можуть знижувати адгезію;

- видалення забруднених хлоридами шарів бетону аж до арматури або до тієї глибини, де вміст хлоридів припустимий;
- міцність бетонної поверхні на відрив повинен бути не менше $1,5 \text{ Н/мм}^2$;
- якість очищення поверхні арматури повинно відповідати вимогам SA 2,5 (шведський стандарт з очищення металу).

Вологість бетону при нанесенні органічних ремонтних складів і покриттів не повинна перевищувати 5%. Неприпустима міграція парів води під час укладання органічних матеріалів.

При нанесенні мінеральних сумішей поверхня бетону повинна бути вологою, але не мокрою. Наявність вільної води визначається різними простими способами. Можна визначити наявність води, приклавши долоню до бетонної поверхні, якщо на ній не залишається крапель, то поверхня знаходиться в задовільному стані. Іншим способом є притиснення до поверхні листка промокального паперу. Активне всмоктування води показує наявність в бетоні зайвої води [2].

Традиційні технології підготовки бетонної поверхні в частині видалення послабленого шару відзначаються підвищеною трудо- та енергоємністю і викликає потребу орієнтації та технології насичення поверхневого шару зміцнюючіми добавками.

1.3 Аналіз технологій відновлення поверхні бетонних конструкцій

При відновленні та збільшенні товщини існуючого шару бетону в суміш вводять добавки або використовують спеціальні готові композиції для надання конструкції потрібних властивостей. Так як добавки або їхні суміші мають багатофункціональний характер, то бетон набуває одну домінуючу властивість в комплексі з іншими (водонепроникність, корозійну стійкість, міцність, тріщиностійкість та інші)[26,27].

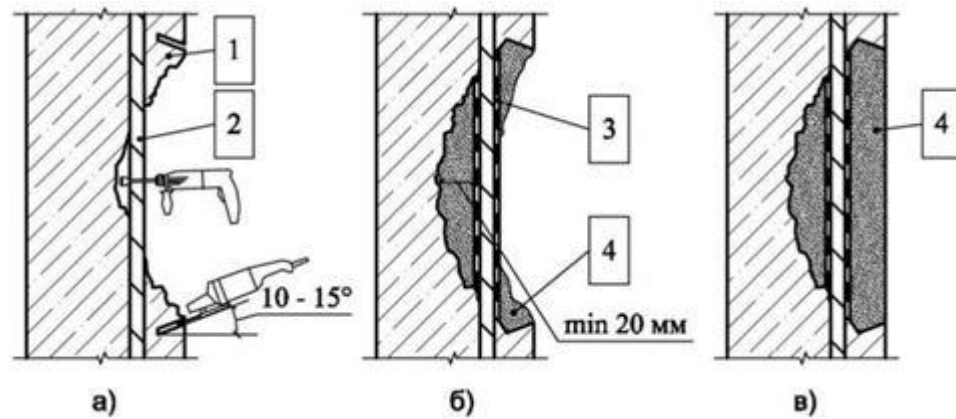


Рисунок 1.5 – Технологія ремонту бетону

Незалежно від типу обраного матеріалу, робочий процес підпорядковується єдиній технологічній послідовності. Суть полягає в наступному: попередня підготовка основи; очищення арматури, очищення залізобетонної конструкції, укладання додаткової арматури (якщо потрібно); знепилювання; при необхідності ставиться опалубка, проводиться зволоження поверхонь; приготування робочих розчинів; нанесення і догляд.

Процес виконують після завершення усіх підготовчих робіт. Вибір потрібних параметрів технологічного процесу зумовлюють, перш за все, величина поверхні та потрібна товщина шару нанесення, задані функції бетону. З таких позицій використовують дві основні технології нанесення відповідної суміші: шпателем або торкретуванням [26].

В комплекс технологічного обладнання для торкретування входить:

- торкрет – машина (цемент-пушка) типу БМ – 60 для «сухого» бетонування;
- розчинонасос або бетононасосу для «мокрого» бетонування разом з розчино – або бетонозмішувачами;
- набір сит у відповідності з потрібними фракціями заповнювачів;
- пересувна компресорна станція або стаціонарна мережа стислого повітря (в заводських умовах), з величиною тиску стислого повітря до 0,6 МПа;
- пневмо – або електромолотки для обробки поверхні «старого» бетону;

- електрозварювальний апарат при необхідності підсилення арматурних стрижнів
- тара для відповідних компонентів бетону або розчину.

Торкретування – процес механічного нанесення на підготовлену бетонну поверхню суміші, яка транспортується під дією стислого повітря. Для нанесення торкрет - розчину величина тиску дорівнює 0,15...0,20 МПа, для торкрет-бетону – 0,35...0,60 МПа [31].

Якщо товщина шару нанесення не перевищує 25 мм, то застосовують розчинні суміші, якщо більше-то бетонні. Розчинну або бетонну суміші наносять у варіанті «сухого» або «мокрого» бетонування, тобто така суміш відповідно зволожується водою на виході з сопла або попередньо в змішувачі, а потім подається в сопло.

Ефективність результатів залежить від величини адгезії на поверхні контакту «старого» та «нового» бетону, його тріщиностійкості. Для покращення таких властивостей, а також міцності, до складу вводять полімери і так звані сталеві або полімерні фібри, тобто волокна діаметром 0,2...1,0мм та довжиною 12...50мм [30].

Технологічний процес після комплектування та перевірки обладнання і підготовки компонентів, організації робочого місця, виконують в такій послідовності:

- підготовка поверхні «старого» бетону (очищення від маломіцного шару, заповнення тріщин, підсилення та захист арматури, обезпилювання);
- зволоження або сушіння очищеної поверхні в залежності від послідовного нанесення цемент полімерних (водорозчинних) або полімерних (на органічних розчинниках) ґрунтовочних покриттів;
- нанесення шару ґрунтування, який забезпечує високу адгезію між «старим» та «новим» бетонами. В залежності від розмірів поверхні для ґрунтування використовують щітку, шпатель або пневморозпилувач. Якщо ґрунтовочна цемент полімерна суміш наноситься на велику поверхню, то застосовується торкрет-установки (цемент-пушки) типу БМ-60;

– для нанесення основного відповідального або нарощуваного шару готують сухі суміші з потрібних компонентів або підбирають готові з потрібними технічними властивостями. В суміші крім портландцементу або шлакопортландцементу входять полімерні домішки, дрібні заповнювачі фракцією 3,2 мм для торкрет-розчинів при товщині загальній нанесеного шару до 10мм. При більшій загальній товщині нанесеного шару використовують крупний заповнювач фракцією 10 мм для приготування торкрет-бетонної суміші.

– Відновлення або збільшення (нарощування) поверхневого шару бетону за допомогою шпателя або шляхом торкретування. Процес торкретування здійснюють при нахилі сопла 70-80° та його відстані до поверхні – 25-40см.

1.4 Аналіз традиційних технологій підвищення несучої здатності бетонів

Бетонні, залізобетонні конструкції складають основну частину будь-якої споруди. У процесі експлуатації ці конструкції зазнають фізичного та морального зносу, ступінь яких визначається необхідністю підсилення конструкцій. Іншими словами, бетонні, залізобетонні конструкції підлягають підсиленню з двох причин:

1) Збільшення навантажень на них внаслідок заміни або підсилення верхніх конструкцій (надбудова, прибудова) або при заміні технологічного обладнання (верстати, ліфти, ескалатори, крани і тому подібне) таким, яке має більшу, ніж до реконструкції, масу.

2) Втрата несучої здатності в результаті експлуатації: динамічні навантаження, агресивні експлуатаційні атмосферні середовища, неправильна експлуатація (розлив агресивних середовищ, протікання систем

водопостачання та каналізації, атмосферні дії); випадкові пошкодження, аварії.

Підсилення бетонних, залізобетонних і кам'яних конструкцій зазвичай вимагає значно менше витрат, ніж їх заміна, але тим не менш передбачається відповідальний і висококваліфікований підхід до виконання складного комплексу будівельних робіт.

1.5 Основні способи підсилення конструкцій

Підсилення елементів виконується з метою збільшення їх несучої здатності і жорсткості після зниження їх властивостей внаслідок впливу будь-яких чинників або при необхідності додання елементам додаткової міцності. Рішення про технічну можливість та економічну доцільність підсилення бетонних, залізобетонних конструкцій повинне прийматися в кожному конкретному випадку залежно від їх стану та експлуатаційних вимог, а також з урахуванням результатів порівняння вартості підсилення з вартістю заміни або зведення нової конструкції [26].

У практиці реконструкції використовуються два основних способи підсилення будівельних конструкцій:

- 1) Зміна конструктивної схеми.
- 2) Збільшення поперечного перерізу елементів.

Перший спосіб передбачає підсилення конструкцій шляхом встановлення додаткових жорстких та пружних опор, що дозволяє збільшити первісну несучу здатність у 2-3 рази. Жорсткі опори зазвичай влаштовуються в прольотах згинальних конструкцій у вигляді окремо стоячих колон (металевих, залізобетонних, зрідка дерев'яних) або у вигляді підвісок. Улаштування підвісок особливо ефективно при їх розташуванні в площині

стін, перегородок. Значне підсилення несучої спроможності елементів (балок, ригелів і т. п.) досягається введенням різних затяжок.[26].

Підсилення бетонних, залізобетонних конструкцій другим способом (нарощуванням) широко розповсюджено в практиці. Цей спосіб передбачає збільшення перерізу елементів за рахунок улаштування металевих, бетонних, залізобетонних, полімерних обойм. При цьому обойми можуть охоплювати конструкції, що підсилюються з одного, декількох сторін або бути замкненими. Якість підсилення конструкцій залежить від ступеня зчеплення (обхвату) існуючого елемента з елементом підсилення.

1.5.1 Підсилення стінових конструкцій

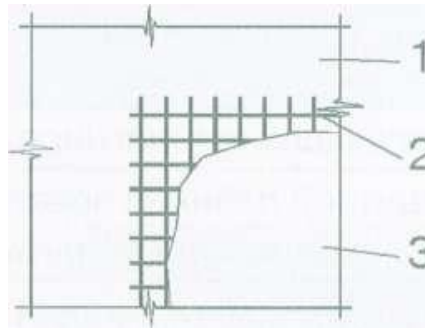
Конструкції стін і перегородок з бетону або залізобетону найчастіше підсилюються улаштуванням одно- або двосторонніх обойм. Ці обойми можуть виконуватися суцільними уздовж всієї стіни або ділянками у вигляді пілястр. Крім того, по висоті обойми можуть бути однакового перетину або рубежів знизу вгору у вигляді контрфорсів. Найчастіше обойми роблять бетонними, залізобетонними або металевими, іноді цегляними. Підсилення улаштуванням обойм здійснюється в послідовності, наведеній раніше для інших бетонних і залізобетонних конструкцій.

В останні роки все більш широко в практиці реконструкції використовують полімерні матеріали. Найбільш перспективні для підсилення конструкцій полімерні розчини на основі епоксидних смол. Підсилення залізобетонних конструкцій зводиться до ін'єктування епоксидного клею в порожнині тріщин конструкцій і улаштуванню клейових з'єднань, обойм і набетонок з полімер розчину [30].

Для підсилення стін різних ємностей, резервуарів застосовується нове покриття з полімербетону, який має високу міцність і стійкість до впливу агресивного середовища.

Роботи виконуються в такій послідовності. Після установки (приклеювання) до стіни арматури класу Вр-II проводиться нанесення епоксидної смоли з затверджувачем і пластифікатором (рис. 1.2).

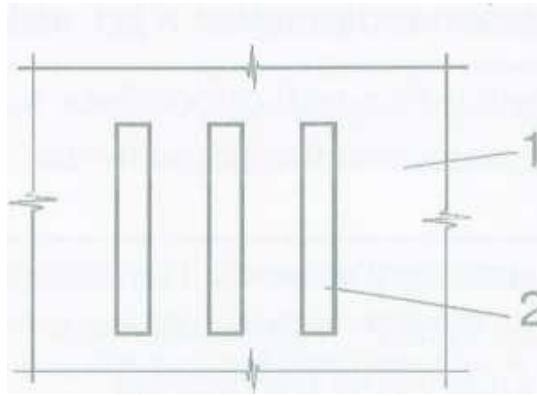
Влаштований таким чином шар підсилення не тільки зміцнює конструкцію, а й перетворює її в непроникну для вологи і практично будь-яких інших рідин [26].



1- підсилююча конструкція; 2- арматура; 3-полімербетон

Рисунок 1.6 - Схема підсилення залізобетонної стіни армованим полімер бетоном

Іншим способом підсилення є підвищення несучої здатності конструкцій шляхом приклеювання зовнішньої сталеві арматури. Як елементи підсилення використовуються сталеві смуги. Попередньо здійснюється підготовка поверхні бетону: видаляють зруйновані ділянки, напливи і нерівності, продувають стиснутим повітрям і знежирюють розчинниками. На очищену сталеву смугу наноситься епоксидна композиція шаром до 10 мм, для того, щоб заповнити всі нерівності бетонної поверхні. Смуги з клеєм притискаються до погрунтованої поверхні бетону (рис. 1.7). Цей спосіб виключає виконання складних ремонтних робіт і використання різноманітних інструментів, механізмів і матеріалів.



1-підсилююча конструкція; 2-металеві полоси.

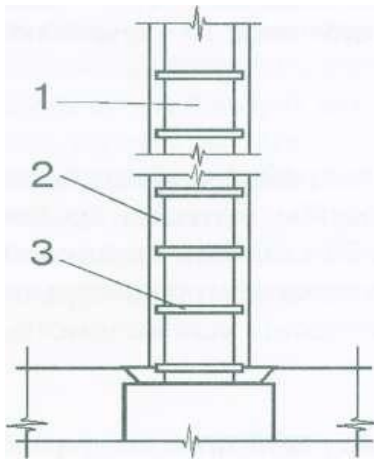
Рисунок 1.7 - Зміцнення залізобетонної плити наклеюванням зовнішньої арматури

1.5.2 Підсилення колон попередньо - напруженими розпірками

Для підсилення колони готують чотири розпірних стійки - з кутикового металопрокату та з'єднувальні планки з полосової сталі. Розпірки мають довжину, яка повинна дещо перевищувати відстань між двома опорними поверхнями - торцем стілки фундаменту або плитою перекриття в нижній частині колони та відповідною плитою або ригелем - в верхній. Довжина з'єднувальних планок дорівнює ширині колони. Конструкція також включає дві пари опорних елементів з кутикового сортаменту довжини рівній, ширині колон (рис.1.8) [26,30].

В одній з полицок кожного розпірка роблять виріз у вигляді гострого кута та згинають таким чином, щоб їхня довжина була меншою відстані між опорними поверхнями.

Після підготовки названих конструктивних елементів та комплектування технологічного обладнання, проводять підготовку робочого місця згідно технологічної карти або ПВР з урахуванням виконання робіт в умовах діючого виробництва.



1- існуюча колонна; 2- кутники; 3- накладки (планки)

Рисунок 1.8 - Схема зміцнення колон металевою обоймою з попереднім, напруженням накладок

Для цього оформляють наряд-допуск, який дає дозвіл на виконання робіт за умов повного забезпечення безпеки.

Технологічний процес виконують у такій послідовності:

- навколо колони розбирають покриття підлоги на ширину 200 ... 250 мм. Видаляють пошкоджені та послаблені шар бетону підколонника або плити перекриття;
- в місцях стикування колони з стаканом фундаменту та ригелем в бетоні з паралельних сторін готують виїмки на глибину 8...12мм
- після того, як цементний розчин досяг не більше 70% проектної міцності, на опорні підкладки монтують деформовані стійки. Між собою стійки в верхній та нижній частинах стягують стяжами і притискують до поверхні колон. Стійки скріплюють між собою в місцях стягування шляхом приварювання планок;
- перевіряють правильність положення стійок, при необхідності виконують їх рихтування;

– за допомогою монтажних шпильок (тяжів) або струбцин, загвинчуючи гайки, стягують між собою середини стійки, чим усувають їхній вигин і надають спрямлення з притисканням до поверхні колони по всій висоті.

Стягування виконують в два етапи з перервою в 10 хвилин. При першому стягуванні вибирають 50 % вигину, при другому - досягають остаточного спрямлення;

– приварюють стягувальні планки до розпірних стійок, починаючи з їхньої середини і по чергово вгору та вниз.

Як видно, така технологія дозволяє частину загального навантаження передати на металеві попередньо стиснуті розпірки (стійки) [26,30].

1.5.3 Підсилення колон металевим обіймами

В технологію закладено принцип забезпечення сумісної роботи підсилюваної залізобетонної колони та підсилюючої металевої обійми. Така технологія реалізується за рахунок використання попередньо напружених планок, які стягують між собою металеві стояки [26,30].

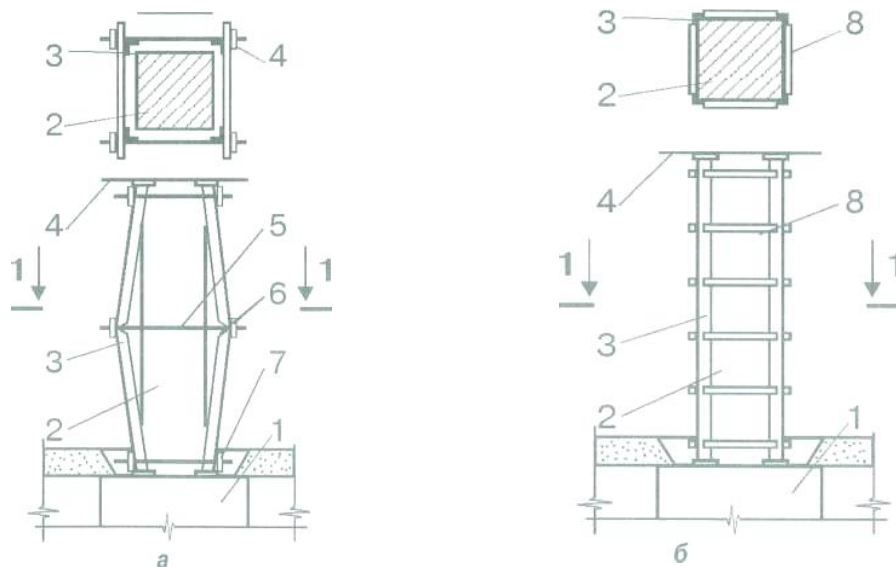
Для прямокутних колон попередньо готують по чотири стояки з кутикового сортаменту довжиною, рівною висоті колони. До однієї з площин кожної стійки приварюють пластини згідно проекту. Як правило використовують полосову сталь, товщиною 4 ... 5 мм, шириною 80 мм, довжиною рівній ширині відповідної колони. Планки приварюють через 400...600 мм.

З поверхні колон одним з методів (гідропіскоструменевими, відбійними пневматичними або електричними молотками та ін.) видаляють маломіцний бетон в місцях розміщення кутикових елементів та пластин.

Нерівності поверхні вирівнюють збиванням виступів та шпатлюванням впадин цементполімерним розчином С18/22,5. При цьому поверхню бетону

слід чистити від бруду, пилу, зволожити та нанести ґрунтового шару з рідков'язкого полімеру або цементполімерного розчину (наприклад, з домішками акрилових водорозчинних смол). Вирівнюючий шар цементполімерного розчину нанести до моменту повного твердіння або висихання ґрунтового покриття.

Вздовж кожного кута колони встановлюють металеві стійки з привареними планками та стягують їх між собою в трьох місцях по висоті за допомогою пристосувань типу хомута. Стягування виконують загвинчуванням гайок (рис. 1.9).



а) при монтажі,

б) в напруженому стані;

1-фундамент; 2-підсилююча колонна; 3-кутики (стійки); 4-вищележачі конструкції; 5-стяжні болти; 6-вирізи; 7-опорні майданчики; 8-планки

Рисунок 1.9 - Схема підсилення колони металевою обіймою з попередньо навантаженими стійками

Після перевірки щільності контакту кутикової стійки та колони, надійності кріплення і усунення дефектів виконують по чергово зварювання вільного кінця пластини до сусідньої стійки. До зварювання пластину попередньо гріють газовим полум'ям. Процес зварювання виконується від

середини до верхніх та нижніх кінців почергово. Такий технологічний процес дозволяє забезпечити надійне стиснення залізобетонної колони металевою обоймою та їхню сумісну роботу [26,30].

Безпечність робіт досягають виконанням вимог нормативних документів, конструкцій по здійсненню процесів, в тому числі в умовах діючих виробництв, організацією заходів попередження доступу в небезпечні зони, особливо при виконанні гідропіскоструменевої очистки бетону та роботі пневмо- та електрообладнання, інструменту.

Контроль якості виконують на всіх стадіях, оформляють акти на відповідні сховані роботи. Прямолінійність, та відсутність нерівностей перевіряють лінійкою. Величина виступів та впадин не повинна перевищувати 2..3мм. Зварювальний шов при катеті $h \geq 6\text{мм}$ виконують за три проходи, $h \leq 6\text{мм}$ - за два. Після кожного проходу роблять перерву для охолодження металу до температури, меншої 100°C . Отвори катету в торцях заварюють для попередження корозії металу з середини.

Крім розглянутих технологій підсилення конструкцій додатковими металевими та іншими матеріалами, мають місце так звані технології набетонування, тобто збільшення перерізу додатковим шаром залізобетону. Такі технології характеризуються підвищеною трудомісткістю і затратністю. Тому практикують останнім часом перехід на більш ефективні технології з використанням добавок, здатних значно підсилити бетон [30].

1.6 Аналіз технологій забезпечення водонепроникності

У будівництві найчастіше використовуються такі види гідроізоляції:

- жорстка гідроізоляція;
- обмазувальна;
- фарбувальна;

- обклеювальна;
- просочувальна;
- ін'єкційна

До жорсткої гідроізоляції відносяться щільні і водонепроникні бетони, а також гідроізоляційні цементно-піщані штукатурки. Роботи з таким штукатурками виконують вручну або за допомогою стиснутого повітря - торкретування.

Також існує жорстка листова гідроізоляція. Така гідроізоляція влаштовується з металевих або полімерних листів, з жорстким кріпленням до огорожувальних конструкцій за допомогою зварювання або на анкерах, шурупах, клею, дюбелях. Обмазувальна гідроізоляція - це покриття в декілька шарів, товщиною від декількох міліметрів до декількох сантиметрів. Обмазувальну гідроізоляцію зазвичай застосовують для зовнішнього захисту будинку від ґрунтових вод. А також для внутрішнього захисту - від капілярної вологи.

Негативними якостями таких матеріалів є:

- небезпека роботи з гарячим бітумом. Альтернативним варіантом нанесення такого покриття можуть бути синтетичні смоли, так звані полімери;
- термін служби таких матеріалів близько 5-6 років. Причиною тому досить сильна зносостійкість бітуму, він швидко втрачає еластичність і стає крихким при $t \ 0^{\circ}\text{C}$.

Фарбувальна ізоляція застосовується для внутрішньої і зовнішньої ізоляції. За допомогою такої ізоляції можна боротися з дрібними тріщинами, ерозією стін, і крихтінням. Плюсом такого способу є його дешевизна і доступність, і при цьому не вимагає спеціальних навичок.

Фарбувальна гідроізоляція наноситься на поверхню мастиками з бітумів різних марок і наповнювачів з тальку, або азбесту. Гідроізоляція наноситься вручну або за допомогою торкретування в 2-4 шару, в 3-6 мм.

Мастики наносять у рідкому вигляді, отримуючи гідроізоляційну плівку без швів і стиків. А бітумні матеріали виготовляють у вигляді розчину бітуму і пеку, емульсій водобітумних і водопекових, з добавками.

Обклеювальна гідроізоляція застосовується на вертикальних і горизонтальних поверхнях, так як вона являє собою шари рулонних матеріалів. Шари наносять на спеціально підготовлене покриття. Вертикальну гідроізоляцію влаштовують на тій стороні стіни, яка примикає до ґрунту, до рівня вимощення або тротуару.

Рулонне покриття являє собою суцільну поверхню, зроблену з водонепроникних плівкових матеріалів, які наклеюються на основу і один на одного за допомогою водостійких мастик. Бітум модифікується полімерами, що збільшують його еластичність і теплостійкість [26,30].

Сучасні мастичні гідроізоляційні матеріали утворюють водонепроникну, однорідну, безшовну поверхню. Такі мастики мають низьку водопроникність, і при цьому добре пропускають водяні пари, зберігаючи при цьому еластичність. Мастики мають стійкість до соляних розчинів, різних кислот і лугів (тільки розведеним).

Мастикові покриття наносять на підставу механізованим способом або вручну.

До мінусів гідроізоляційних мастик відносяться:

- так як мастики наносяться в гарячому вигляді, то виникає небезпека пожежі;
- поверхня перед покриттям повинна бути обов'язково висушена (допускається нанесення мастики на поверхні з вологістю не більше 15%), очищена від пилу, масла та інших забруднень;

Просочувальна ізоляція виготовляється з цементу з добавками хімічно активних речовин і спец. подрібненого піску. Застосовується в основному для внутрішньої гідроізоляції фундаментів і підвалів, а також при ремонті бетонних споруд.

Матеріал використовується у всіх видах будівництва (і при новому будівництві, і при реконструкції вже наявних будинків). Якщо доступ до зовнішніх поверхонь обмежений, і єдиний спосіб влаштування гідроізоляції - це роботи зсередини приміщення.

Така суміш має кристалічні утворення, які, проникаючи в пори бетону на глибину до 60 см, створюють водонепроникний шар [19].

Плюсами є те, що в процесі експлуатації, при контакті з водою, хімічна реакція триває, і процес герметизації триває - відбувається самозалічування бетону. Виходить подвійний гідроізоляційний ефект: гідроізоляція зовнішнього шару і кристалізація пір всередині бетону. До того ж, така технологія гарантує паропроникність стіни.

Серед усіх названих технологій найбільшої уваги заслуговує просочувальна і яку слід віднести до найбільш перспективних.

1.7 Аналіз технологій захисту бетонних конструкцій від корозії

Агресивне навколишнє середовище негативно впливає на стан будівельних матеріалів. Вплив солей, вуглекислого газу, води, а також перепади температур (цикли заморозків-відлиг) часто призводять до корозії. Тому захист бетону від корозії - найважливіше завдання при будівництві чи експлуатації будь-яких об'єктів.

Бетон, виготовлений на мінеральній основі, має капілярно-пористу структуру і схильний до найбільшого впливу в порівнянні з іншими матеріалами. У результаті атмосферного впливу в його пористій структурі утворюються кристали, збільшення яких приводить до появи тріщин. Карбонати, сульфати і хлориди, у великій кількості розчинені в повітрі, також надають руйнівний вплив на будівельні конструкції [35].

Корозія бетону підрозділяється на три види. Основним критерієм такої класифікації є ступінь погіршення його характеристик і властивостей.

Перший ступінь - вимивання складових частин бетону;

Друга ступінь - утворення продуктів корозії без в'язучих властивостей;

Третій ступінь - накопичення малорозчинних кристалізуючих солей, які значно збільшуються в об'ємі і викликають значні внутрішні напруження, здатні руйнувати бетон.

Для захисту бетону і підвищення його довговічності слід застосовувати первинний і вторинний захист.

До методів первинного захисту належить запровадження різних модифікуючих добавок. Вони можуть бути пластифікуючі (збільшують щільність і непроникність), стабілізуючі (попереджуючі розшарування), водоутримуючі, а також регулюючі структуроутворення бетонних сумішей, їх щільність, пористість і тому подібне.

До методів вторинного захисту відноситься нанесення різних захисних покриттів:

– біоцидні матеріали - знищують і пригнічують грибкові утворення на бетонних конструкціях. Принцип дії полягає в проникненні хімічно активних елементів в структуру бетону, і заповненні ними мікротріщин і пор.

– оклеювальні покриття - застосовуються при дії рідких середовищ (наприклад, якщо бетонна паля підтоплюється підземними водами) в ґрунтах, а також в якості непроникного підшару в облицювальних покриттях. Це можуть бути рулонні нафтобітумні матеріали, поліетиленова плівка, поліізобутиленові пластини і т. п.;

– ущільнюючі просочення - надають бетону високі гідрофобні властивості, різко підвищують водонепроникність і знижують водопоглинання матеріалу. Завдяки цим властивостям їх застосовують в умовах підвищеної вологості і в місцях, де присутня необхідність забезпечення спеціальних санітарно-гігієнічних вимог;

– лакофарбові акрилові покриття - утворюють атмосферостійкий, міцний і довговічний захист. Так, наприклад, акрил запобігає руйнуванню, створюючи полімерну плівку. Ще одним плюсом подібного методу боротьби з корозії є захист поверхні від грибків і мікроорганізмів;

– лакофарбові мастикові покриття - використовуються при дії рідких середовищ, а також при безпосередньому контакті бетону з агресивним середовищем.

Антикорозійні покриття можна застосовувати скрізь, де існує подібна необхідність для бетону. Також при виборі захисних засобів слід враховувати особливості впливу середовища, можливий фізичний і хімічний вплив [33].

2 АНАЛІЗ ВІДОМИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ВИКОРИСТОВУВАНИХ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ПРИДАТНОСТІ БЕТОННИХ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

2.1 Аналіз і класифікація матеріалів і технологій для відновлення та надання експлуатаційних функцій бетонів.

Застосування добавок є найбільш ефективним способом, що підвищує якість бетонів і не потребує великих капітальних витрат. Застосування цільових комплексних добавок дозволяє вирішити будь-які проблеми, пов'язані з відновленням і підсиленням функцій і отриманням бетонів з заданими властивостями. Висока міцність, низька проникність, підвищена довговічність та морозостійкість можуть бути досягнуті із застосуванням сучасних добавок [5].

Всі добавки можна розділити на групи за принципом дії:

а) суперпластифікатори - дозволяють підвищити рухливість бетонної суміші, що дозволяє збільшити міцність, щільність і водонепроникність бетону, або знизити витрату цементу при забезпеченні необхідної міцності бетону;

б) прискорювачі набору міцності - збільшують швидкість набору міцності в ранні терміни твердіння (1-3 доби), підвищують марочну міцність бетону;

в) добавки, які регулюють зберігання рухливості бетонної суміші, - потрібні в жарку пору року або при необхідності тривалого перевезення бетонної суміші;

г) добавки з протиморозним ефектом - забезпечують проведення бетонних робіт у зимовий час при температурах до мінус 15°C і навіть до мінус 25°C;

д) зміцнюючі; бетони з цими добавками мають клас по міцності до В80 при застосуванні цементу марки 500, відрізняються зниженою проникністю, морозостійкістю, корозійною стійкістю і довговічністю, при цьому бетонна суміш може мати високу рухливість;

е) добавки для самоущільнення бетонів - допомагають вирішити проблему бетонування тонкостінних, густоармованих конструкцій навіть без вібрування;

ж) комплексні добавки - об'єднують в собі кілька видів впливу на бетонну суміш;

з) добавки кольмотуючі, тобто закупорюючі пори – гідроізолюючі;

к) тріщинопопереджуючі;

л) просочуючі для насичення бетону і підвищення міцності та інших властивостей, в тому числі корозійну стійкість арматури в товщі бетону;

м) добавки для захисту від корозії арматури.

Досвід виробників показав, що імпортні добавки в ряді випадків погано працюють як з вітчизняними цементами, так і в поєднанні з вітчизняними добавками. Наприклад, деякі шведські суперпластифікатори несумісні з тими вітчизняними, які забезпечують морозостійкість бетону. Тобто, вибравши одну добавку іноземної фірми, виробники, як правило, змушені використовувати й інші добавки того ж виробника. А це не вигідно з економічної точки зору, тому що є аналоги вітчизняного виробництва, набагато дешевші [7].

Інший принцип поділу добавок: хімічні добавки, що вводяться в бетон у невеликій кількості (0,1 - 2% від маси цементу) і змінюють в потрібному напрямку властивості бетонної суміші та бетону, і тонкомолоті добавки (5-20% і більше), що використовуються для економії цементу, одержання щільного бетону при малих витратах цементу та підвищення стійкості бетону. Застосування хімічних добавок є одним з найбільш універсальних, доступних і гнучких способів управління технологією бетону і регулювання його властивостей. Якщо раніше найбільш широко в будівництві

використовувалися у вигляді добавок окремі хімічні продукти та модифіковані відходи промисловості, то в даний час переважають добавки, спеціально виготовлені для бетону (суперпластифікатори, органо-мінеральні та інші). Плани розвитку будівельної індустрії передбачають значне розширення виробництва бетонних сумішей з використанням ефективних добавок, застосування нових видів добавок [21].

Перелік найбільш відомих та використовуваних добавок наведено в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 - Найбільш відомі добавки які використовуються в будівництві

№ з/п	Вид пошкодження, відновлення та підсилення функцій бетону	Матеріали для виконання робіт
1	Водонепроникність бетонних та залізобетонних споруд експлуатованих та новозбудованих	<p>Пенетрон (США) об'єднує в собі 4 матеріали: Пенетрон стає складовою частиною бетону, проникаючи вглиб його структури, заповнюючи різні капіляри і мікротріщини. Він захищає бетон від проникнення води, впливу агресивних середовищ, підвищує морозостійкість і міцність бетону. Пенетрон наноситься на вологу поверхню.</p> <p>Пененкріт - використовується для усунення фільтрації води через стики, шви, тріщини. Відрізняється швидким твердненням і набором міцності (20 хв.).</p> <p>Пенеплаг - швидкотверднуча суміш, в лічені секунди зупиняє сильні напірні течії.</p> <p>Пенетрон-Плюс –гідроізоляція стяжок.</p> <p>Бісіл WA - добавка, що знижує пористість розчинів і додає підвищену водонепроникність бетонним конструкціям.</p> <p>Стрімплаг - швидко герметизуюча суміш, миттєво зупиняюча потік води (тиском до 1,2 МПа) з тріщин, свищів, швів та інших отворів в бетоні. Тужавіє під водою</p> <p>Макскріл – дає підвищення адгезії, гідроізоляційних властивостей та інших механічних характеристик. Має кращу</p>

		<p>пластичність легко укладається, характеризується більшим, ніж зазвичай часом тужавіння, а також більш високою міцністю на стиск і розтяг, відповідно, забезпечуючи високу стійкість до зношування, у тому числі показники надійності ремонту і довговічності.</p> <p>Maxseal Flex - це покриття, що володіє еластичністю і водонепроникністю. Застосовується для гідроізоляції і володіє прекрасною адгезією</p> <p>«Кальматрон» – відновлення (забезпечення) водонепроникності споруд (створення гідроізоляційних покриттів, ліквідація підтікання та намокання). Застосовується як для нових (в процесі будівництва), так і для тих що втратили водонепроникність під час експлуатації об'єктів. При цьому захисний шар може бути нанесений як зовні споруди, так і зсередини його.</p> <p>Максплаг - швидко гідравлічний цемент, який миттєво зупиняє воду, що тече з отворів в бетоні і кам'яній кладці. Він не має усадки і залежно від температури води схоплюється протягом від 1 до 3 хв.</p> <p>Макссіл Супер - гідроізоляційний розчин на цементній основі проникаючої осмотичної дії.</p> <p>Конкресіл Пластерінг - гдроізоляційна, захисна та декоративна штукатурка на цементній основі. Шар 3-5 мм.</p> <p>Максквік - гладке кольорове декоративне покриття на цементній основі.</p> <p>Максквік Ролл - гладке кольорове декоративне покриття на цементній основі, модифіковане полімером.</p> <p>Euro 3k superflex - зовнішня високо еластичний бітумна ізоляція для захисту від води</p> <p>Cerinol BDS Cerinol ST - припинення просочення води протягом кількох секунд.</p> <p>Crem-kote Плюс - збагачений сухим полімером, згущеними кремнеземними частинками, армований мікрофіброю розчин на основі портландцементу. Відмінно</p>
--	--	--

		<p>з'єднуються з чистим, з непошкодженою структурою, бетоном, володіє чудовою стійкістю до утворення тріщин, хімічному та атмосферного впливу і перепадів температури. Сухий матеріал змішується з водою і наноситься щіткою, шпателем або розпиленням.</p> <p>Gem-Kote Flex CR - високоеластичний, армований фіброю матеріал на основі гідралічного цементу. Це двокомпонентна система, що складається з сухого порошку (комп. А) і рідкої добавки (комп. В). Для додання додаткового опору при розтягуванні матеріал також може бути армований тканиною. Переваги: демонструє чудову еластичність, стійкість до хімічної дії, відмінне з'єднання з чистим, з неуразеною структурою, бетоном, відмінне стягування тріщин, стійкість до атмосферного впливу і стійкість до перепадів температури. Матеріал змішується наноситися шпателем, розпиленням і щіткою.</p> <p>Tuff-Cote - основне використання-захисне, водонепроникне і декоративне текстуроване покриття стін для бетону, бетонних блоків, цегли, систем зовнішньої ізоляції та оздоблення, цементних плит. Його склад чисто акрилова емульсія, яка містить інертні неорганічні заповнювачі і стійкі до знебарвлення швидкодіючі колірні пігменту.</p> <p>Tuff-Flex - високоеластичне, захисне, водонепроникне покриття для стін на водній основі для захисту нових та реставрації тріснути і зіпсованих бетонних блоків, відлитого або збірного типу бетону і зовнішньої штукатурки. Це високоєфективне еластичне покриття, розроблене з збагаченим акриловим сополімером, внутрішньої поперечної структури, еластомірною емульсією, в комбінації з неорганічними наповнювачами пігменту і добавками, що забезпечують чудову пліснестійкість і високу міцність.</p> <p>Кнауф Флехендихт - гідроізоляція, що</p>
--	--	--

		<p>складається з синтезованого латексу та інертних наповнювачів. Не містить розчинників і є фізіологічно безпечною. Утворює водонепроникний еластичний шар.</p> <p>Deitermann - гідроізоляційні матеріали на бітумній, мінеральній та синтетичній основі.</p> <p>Isomat Адінол DM - добавки для гідроізоляційних властивостей бетонів і розчинів.</p> <p>Рапикрет - ремонтний розчин на цементній основі.</p> <p>Tuff-Café - водонепроникнення для покриття бетонах стін і ланцюгових стін, стягує тріщини.</p> <p>Viatron - композиція проникаючої дії на 150мм в бетон, збільшує міцність, водонепроникність до 1,2 МПа, стійкість просочує іржу.</p> <p>Gem-Grete CR - для гідроізоляції, покриття поверхні і ремонту бетонних підлог, резервуарів, бункерів, стін, клон. Для захисту від хімічного впливу (слабкої кислотної адгезії розчинів солей, непроникний для органічних розчинників, масел). Стягує тріщини, з'єднує з вологою поверхнею. Склад: портландцемент, мікроармуючі добавки, полімерний концентрат, наноситься шпателем.</p> <p>Gem-Plast TC - портландцемент сухий концентрат, для басейнів, бетонних холодильних камер, резервуарів для води.</p> <p>Gem-Koyt EP - для гідроізоляції і хімзахисту поверхні фундаментів, бетонних стін, резервуарів для води. Двокомпонентна епоксидна смола.</p>
2	<p>Недостатня міцність «старого» бетону. Насичення поверхні спец. сумішами з метою забезпечення їхньої тріщиностійкості та корозійної здатності</p>	<p>Максрест - тиксотропний будівельний розчин. Має прекрасну адгезію до поверхні і повертає бетону первісний вигляд.</p> <p>Максрайт - ремонт і захист бетонних конструкцій від агресивного впливу навколишнього середовища. Швидкість схоплювання і тиксотропність розчину дозволяють використовувати його для ремонту елементів з нового і старого бетону</p>

		<p>без використання опалубки.</p> <p>Cerinol RM – готовий до використання сухий ремонтний розчин для пошкоджених місць назовні та всередині приміщень. Властивості матеріалу: надзвичайно легка обробка, дуже висока адгезія до бетону, низьке власне напруження та мала усадка, висока міцність (бл.50 МПа) та механічна стійкість, висока стійкість до дії солей, які висипаються зимою.</p> <p>Cerinol OF – вирівнюючий ремонтний розчин з заповнювачем до 0,5 мм. Наноситься товщиною від 1,5 до 5 мм. Властивості матеріалу: легка обробка, висока стійкість на відрив, низьке власне напруження. Додатково система ремонту та відновлення містить матеріали для гідрофобізації бетону, його захисту від карбонізації та агресивного середовища.</p> <p>Grem-Kote ST - захист зовнішнього та внутрішнього бетону. Склад збагачений мікрофіброю і полімером, негорючий і нетоксичний покриття на основі портландцементу.</p>
3	<p>Корозійна стійкість бетону експлуатованих та новозбудованих споруд.</p> <p>Корозійна стійкість арматури експлуатованих та новозбудованих споруд</p>	<p>Тексол - призначений для захисту від корозії бетонних, залізобетонних поверхонь. Лак утворює на поверхні міцне, стійке до атмосферних і механічних навантажень покриття.</p> <p>Максрайт 500 - містить інгібітори корозії. Ремонт бетонних колон, балок, стін та інших конструкцій з механічними ушкодженнями, а також зруйнованих внаслідок корозії бетону.</p> <p>Ceresit CD 30 - розчинна суміш для антикорозійного захисту арматури і адгезійного шару при ремонті бетонних і залізобетонних конструкцій</p> <p>Sika MonoTop 610 - використовується для захисту арматури від корозії, в якості шару, що клеїть між «старим» і «новим» бетоном, для ремонту бетону. Матеріал має гарну адгезію до бетону і сталі, високу стійкість до дії води і хлористих солей, високі параметри міцності, не токсичний</p> <p>Макрест Пасив - це однокомпонентний,</p>

		<p>рідкий матеріал, готовий до використання в якості захисту армуючих стрижнів і сталевих і чавунних поверхонь інших виробів від окислення, кислот і лугів.</p> <p>Cerinol МК – порошок який при змішуванні з водою утворює густу масу. Наноситься пензлем на очищену від іржі поверхню 1,1мм. Матеріал відрізняється високою стійкістю на відрив та створює досконале захисне покриття для арматурної сталі.</p> <p>Gem-Gard MCI - інгібітор корозії для бетону. Він мігрує крізь бетонну конструкцію і стає прикріпленим до сталеві арматури або до іншого чорного металу в бетоні. Рекомендується для захисту арматури залізобетонних, попередньо напружених, або які будуть піддаватися подальшій напрузі конструкцій, армування бетонних мостів або інших армованих конструкцій підвержених впливу карбонізації, протижеледних солей, кислотних дощів.</p> <p>Gem-Garol SX - має глибоку проникаючу здатність, вступає в хімічну реакцію з ґрунтом, зменшує проникнення води і хлоридів, основа розчин силіконів, які при дії води вступає в реакцію з цементом.</p> <p>Gem-Kote ST - портландцемент для захисту від води, для водонепроникності резервуарів.</p> <p>Gem-Kote CW - гідроізоляція, хімістійкість довгостроковий захист від тріщин, силікати проникають в бетон, взаємодіють з вапном, утворюють нерозчинні кристали, закупорюють пори капіляри.</p> <p>Gem-Kote flex ST - хімістійкість до мінер. кислот помірних концентрацій, призначений для відновлення бетону на тих ділянках де потрібно хімістійкість, водонепроникність. Висока адгезія до бетону. Наноситься щіткою, шпателем, розпиленням.</p>
4	Зруйнований та відсутній захисний шар. Відновлення бетонної поверхні, збільшення товщини	Бісіл SPF - це рідка добавка, що поліпшує пластичність, рухливість, а також і показники міцності бетону і цементних розчинів, одночасно дозволяючи знизити кількість води замішування.

<p>методом торкретування та шпаклювання</p>	<p>Бісіл Пол - це рідка добавка, що вводиться безпосередньо у воду при приготуванні розчинів і бетонів. Надає розчинам пластичні чи суперпластичні (залежно від дозування) властивості. Збільшує плинність суміші та її механічні показники, дозволяючи при цьому знизити кількість води замішування.</p> <p>Ceresit CD 22 - розчинна суміш для ремонту бетонних і залізобетонних конструкцій з глибиною ушкоджень 30-100 мм</p> <p>Максрест - тиксотропний будівельний розчин. Має прекрасну адгезію до поверхні і повертає бетону первісний вигляд.</p> <p>Sika MonoTop-612 - однокомпонентний, дрібнозернистий ремонтний розчин на цементній основі, модифікований полімерами, з додаванням мікрокремнезема і полімерної фібри. Призначений для нанесення як ручним способом, так і методом мокрого торкретування.</p> <p>Емасо - висока рання В20-В30 (у віці 24 години) і кінцева (В60) міцність;</p> <ul style="list-style-type: none"> - висока морозостійкість і водонепроникність - F 300, W 12 і більше; - підвищена адгезійна міцність зчеплення зі старим бетоном і арматурою; - стійкість до впливу агресивних середовищ; - відсутність усадки як в пластичному, так і в процесі тверднення; - висока рухливість, яка не потребує ущільнення, а також підвищене зберігання легкоукладальності і перекачування готових сумішей. - тиксотропність при ремонтних роботах на похилих, вертикальних і стельових поверхнях; - можливість проведення робіт при t до -20°C. <p>Максрайт - ремонт і захист бетонних конструкцій від агресивного впливу навколишнього середовища. Швидкість схоплювання і тиксотропність розчину дозволяють використовувати його для</p>
---	--

		<p>ремонту елементів з нового і старого бетону без використання опалубки.</p> <p>Uni RS T1 ,Uni RS T10, Uni RS L1, Uni RS L11 - безусадкові швидкотужавіючі сухі суміші тиксотропного типу, які містять полімерну фібру, призначену для конструкційного ремонту бетону та залізобетону.</p> <p>Uni RS LF3 - безусадкова швидкотужавіюча суха суміш, що містить полімерну і сталеву латунізовану фібру, призначену для конструкційного ремонту бетонних і залізобетонних конструкцій.</p> <p>Uni PS 20, Uni PS 40 – безусадкова швидкотужавіюча суха суміш наливного типу, призначена для високоточної цементації обладнання</p> <p>Конкресіл 3 - дуже гладкий ремонтний розчин для косметичної реставрації та зарівнювання бетонних поверхнях.</p> <p>Конкресіл 5 - гладкий ремонтний розчин для косметичної реставрації та зарівнювання бетонної поверхні.</p> <p>Максрайт 500 - тиксотропний, безусадковий, що швидко (20хв)схоплюється, модифікований полімером ремонтний розчин високої міцності.</p> <p>Максрайт 700 - тиксотропний, безусадочний, модифікований полімером ремонтний розчин нормальної міцності.</p> <p>Максрайт S - однокомпонентний розчин для сухого набризку.</p> <p>Ватмт – швидкий трохи розширюючийся розчин.</p> <p>Максгріп - швидко текучий безусадковий розчин.</p> <p>Максграут - безусадочний, високостійкий текучий розчин з нормальним часом схоплювання.</p> <p>Максграут HR – без усадочний розчин для заповнення пустот великих об'ємів.</p> <p>Evrolan color BL1/BL2 Evrolfn Silikat - стійке захисне покриття для бетонних поверхонь (Прозора або Кольорове).</p>
--	--	--

		<p>Spray-Con WS ST - базується на портландцементі, армований волокнами і полімерами і призначений для вертикального і накладного відновлення зруйнованого бетону.</p> <p>Sprey-Con DS - для ремонту бетонних поверхонь цемент армований волокнами.</p>
5	<p>Відновлення підлоги а також суттєве збільшення міцності при зношеності статичної та динамічної дії</p>	<p>Аквастоун - зміцнююче водне просочення для бетонної підлоги. На основі акрилової смоли з спеціальними полімерними добавками. Забезпечує захист і знепилювання поверхні. Відмінне проникнення і зчеплення з бетоном, забезпечує зміцнену поверхню із високою твердістю.</p> <p>Протексіл - рідкий зміцнювач бетону, просочення глибокого проникнення на органічній основі. Просочення бетону застосовується для зміцнення і знепилювання промислових бетонних підлог.</p> <p>Епоксол - епоксидне двокомпонентне просочення на водній основі. Наноситься на «новий» або «старий» бетон, підвищує міцність основи на стиск в 2-3 рази, збільшує твердість, запобігає утворенню тріщин. Придатне для нанесення на вологий бетон.</p> <p>Levl Coat - просочення обеспилююче, хімістійке та антистатичне</p> <p>Панбексіл - зміцнюючий і ущільнювальний акриловий лак, призначений для імпрегнації бетону. Це розчин прозорої акрилової смоли, просочує поверхню бетону. Його використання поєднує переваги обробки, зміцнення і ущільнення поверхні.</p> <p>Liqui Hard - представляє собою хімічно активну рідке просочення для бетону, призначену для захисту, знепилювання, зміцнення і герметизації бетонних підлог.</p> <p>Дуросіл є готовою імпрегнуючою рідиною, яка захищає від висихання свіжий бетон або промислового підлогу, вкритий зміцнювачем.</p> <p>Дурокурінг є готовою імпрегнуючою рідиною, яка захищає від висихання свіжий бетон або промислового підлога, вкритий зміцнювачем.</p>

		<p>Літурін - Просочення, призначене для зміцнення і знепилювання старих і нових бетонних поверхонь всередині і зовні житлових, виробничих та інших приміщень, у тому числі в харчовій промисловості.</p> <p>Мастеркуре 113/114 - є високоякісним засобом для завершальної обробки, яке сприяє утворенню ефективної, водонепроникної плівки, яка забезпечує повну гідроізоляцію бетону.</p> <p>Макспетч - двокомпонентний розчин для ремонту бетонних підлог місцями, тонким шаром.</p> <p>Максроуд - розчин на цементній основі для термінового ремонту бетонної підлоги. Пуск в експлуатацію через 2 години.</p> <p>Максфлоу - самовирівнювальний, двокомпонентний, високоміцний розчин для ремонту великих бетонних площ тонким шаром.</p> <p>Максфлоу 500 - самовирівнювальний, однокомпонентний, високоміцний розчин для ремонту великих бетонних площ тонким шаром.</p> <p>Макслевел - самовирівнювальний розчин з нормальним часом схоплювання для внутрішніх робіт.</p> <p>Макслевел L-полегшений самовирівнюючий розчин для внутрішніх робіт.</p> <p>Максепокс 3000 - самовирівнювальний, трикомпонентний розчин.</p> <p>Максепокс Мортер - епоксидна система для підготовки підлоги під вирівнювання товстим шаром.</p> <p>Максуретан - синтетична, однокомпонентна поліуретанова смола на органічному розчині для захисту бетонних підлог.</p> <p>Максуретан W - поліуретанова смола на водній основі для захисту бетонних підлог.</p> <p>Максепокс - двокомпонентний епоксидний склад для поверхневої герметизації епоксидних підлог.</p> <p>Максфлор - епоксидний склад на водній основі для протипилового покриття бетонних</p>
--	--	--

		<p>підлог.</p> <p>Максепокс 800 - високостійке до хімічної дії епоксидне покриття для резервуарів, підлог, стін, що має контакт з харчовими продуктами.</p> <p>Evrolan HL - засіб для стабілізації крихких стяжок.</p> <p>Cerinol Plus - стяжки в промислових приміщеннях, ремонт поверхонь з вібоїнами глибиною до 100мм.</p> <p>Evrolan FK 20/FK21 Evrolan FK 22/FK 23 - епоксидні покриття: безкольорові, кольорові.</p> <p>Cerinol VM1-VM3 - дуже рідкий розчин для виконання наливу на промислових підлогах.</p> <p>Cerinol 1 - ремонтний розчин з часом тужавіння до 2 годин.</p> <p>Sure-Flo ST - самовирівнюючий, не конструкційне основу підлоги на основі портландцементу, змішується на місці з використанням Sure-flo ST концентрату, портландцементу, піску і води. Накачується насосом і утворює високоміцне, легке, цементне покриття.</p>
6	<p>Попередження тріщиноутворення. Наявність та можливість тріщиноутворення «нового» бетону</p>	<p>Ceresit CD 32 - застосовується для «силового»заповнення тріщин в бетонних і залізобетонних конструкціях. Для відновлення монолітності елементів підлоги, міцних цементно-піщаних стяжок, бетонних основ.</p> <p>Ceresit CD 24 - ефективний при ремонті тріщин, раковин, каверн та інших локальних дефектів на поверхні залізобетонних та бетонних основ товщиною шару до 5 мм.</p> <p>Ceresit CD 25 - ефективний при ремонті відколів, пустот, раковин, нерівностей та інших локальних дефектів на поверхні залізобетонних та бетонних підстав товщиною шару до 30 мм</p> <p>Герметик «Спрут» - герметизація деформаційних швів і тріщин.</p> <p>Максуретан Інжекшн - двокомпонентна поліуретанова каталітична система, яка при контакті з водою утворює піну.</p> <p>Водореактивний поліуретан.</p> <p>Максепокс інжекшн - епоксидний склад</p>

		<p>низькою в'яз кістки для заливання і ін'єктування.</p> <p>Максфлекс 900 - двокомпонентний, еластичний полусільфід герметик з високою хімічною і механічною стійкістю</p> <p>Максфлес 100 НМ - однокомпонентний поліуретановий герметик з високим модулем пружності.</p> <p>Максфлекс 100 ММ - однокомпонентний поліуретановий герметик із середнім модулем пружності.</p> <p>Максфлекс 100 LM - однокомпонентний поліуретановий герметик з малим модулем пружності.</p> <p>Максфлекс 600 - нейтральний сітчастий силікон.</p> <p>Максфлекс 700 - двокомпонентний самовирівнюючий поліуретановий герметик.</p> <p>Максфлекс 800- двокомпонентний самовирівнюючий поліуретановий герметик з високим модулем пружності.</p> <p>Максел - пориста поліетиленова підкладка під герметик.</p> <p>Праймер 1 - праймер для серії герметиків Максфлекс 100</p> <p>Праймер 900 - праймер для серії герметиків Максфлекс 900, 800 і 700.</p> <p>Максфлекс XJS - еластичний герметик для температурних швів.</p> <p>Мегакрет 40 - цементний розчин з полімерами і дисперсією арматури має високу адгезію, прочність, безусадковість, 30хв схоплювання для особливо відповідального ремонту бетону.</p> <p>Рапикрет - цемент для швидкого ремонту анкерування та тріщин, 15хв схоплювання.</p> <p>Fibre-Patch ST - являє собою цемент, збагачений скловолокном, полімером, кремнеземними частинками. Трещеностійкий, стійкий до стирання, висока міцність з'єднання. Використовується для відновлення бетону, наноситься шпателем, насосом, розпиленням.</p> <p>Fibre-Patch OV - використовується для</p>
--	--	---

		<p>вертикальних поверхонь, містить портландцемент, сухі полімери, кремнеземні частинки, армоване синтетичне волокно, пуццоланові добавки.</p> <p>Fiber-Patch ES - для ремонту бетонного покриття і доріг, полімер дозволяє формувати тонке покриття високої міцності.</p> <p>Superflex - ремонтні штукатурки для вологих та засолених стін, для ремонту та відновлення поверхонь бетону.</p> <p>Мегакрет 40 - цементний розчин з полімерами і дисперсією арматури має високу міцність, адгезію, використовується для особливо відповідального ремонту бетону.</p> <p>Fibre-Patch - використовується для покриттів, тріщиностійкості, відновлення і стійкості.</p> <p>Flex-Top RDM - не розчинний полімер модифікований, склеювання тріщин, водонепроникність, відмінна лужність. На основі акрилових сополімерів з мінер. наповнювачами пігментами і добавками проти цвілі.</p> <p>Сем-Kote Plus - висока хімічна стійкість, не горючий не токсичний, довгостроковий захист від тріщин, водонепроникна цементна речовина. Гідроізоляція та відновлення бетону.</p>
7	Підвищення міцності бетону	<p>Пластифікатори ЛСТ</p> <p>Суперпластифікатори С-5, «Дофен», «Релаксол»</p> <p>Гіперпластифікатори</p> <p>Короткі волокна</p> <p>Мікрокремнезем</p> <p>Sika ViscoCrete-3, Sika ViscoCrete-5 - використовується для реконструкції елементів; бетонування в умовах знижених температур, бетон, що вимагає значного зменшення кількості води зачिनення - до 30%; бетон високої міцності; самоущільнюються бетон.</p> <p>Макскріл - рідка присадка-пластифікатор для поліпшення адгезії, водонепроникності і міцності цементних розчинів. Особливо ефективна в жарких умовах.</p>

		<p>Максбонд - акриловий адгезив на гіпсовій, цементній штукатурці і бетону. Макспраймер - епоксидний праймер під. Максепокс 3000 і Максепокс Мортер Максепокс Бонд - адгезив на епоксидній основі. Максепокс Бонд-G - адгезив на епоксидній основі для зміцнення сталі до бетону.</p>
--	--	---

Перераховані добавки не вичерпують усього різноманіття наявних сьогодні в арсеналі технологій модифікаторів бетону. Уміле користування ними забезпечує значне підвищення якості бетону та економію ресурсів при його виготовленні.

Хімічні добавки поставляються у вигляді водних розчинів, порошків та емульсій. Більшість добавок розчиняються у воді, та їх вводять в бетонозмішувач у вигляді попередньо приготованого розчину. Деякі добавки вводять у вигляді емульсії (ГКЖ-94) або у вигляді суспензій у воді (ПАК). Оптимальне дозування добавки залежить від виду цементу, складу бетонної суміші, технології виготовлення конструкції. Зазвичай застосовують (% від маси цементу): пластифікуючих добавок - 0,1-0,3; суперпластифікаторів - 0,5-1; повітровтягувальних добавок - 0,01-0,05; прискорювачів твердіння - 1-2.

На практиці оптимальне дозування добавки визначають дослідним шляхом.

Для отримання ефекту поліфункціональної дії застосовують комплексні добавки, що включають декілька компонентів, наприклад, добавки, одночасно пластифікуючі бетонну суміш і прискорюють тверднення бетону, та ін. Розроблена велика кількість різноманітних комплексних добавок, що дозволяють здійснювати дієве управління властивостями і технологією бетону [28,31,32].

Для виконання ефективного і надійного ремонту та будівництва споруд суміші з добавками мають такі якості:

- високу рухливість для швидкої і повної заливки опалубки при ремонті зруйнованих конструкцій;
- низьке водоцементне відношення, щоб забезпечити найкращі хімічні, фізичні і механічні властивості (непроникність, міцність, зчеплення зі сталлю і бетоном, довговічність і т.д.);
- хорошу тиксотропію (хороша рухливість при перемішуванні і висока в'язкість в стані спокою), щоб свіжа суміш мала хороше зчеплення і з вертикальними елементами, і з стельовими поверхнями, коли вона наноситься розпилювачем або кельмою;
- відсутність водовідділення для виключення перешкоди контакту між старою конструкцією і укладаємої сумішшю;
- компенсацією усадки в процесі твердіння, тобто виключають відшарування від старого матеріалу.

В результаті добавки здатні забезпечити ряд специфічних вимог:

- високу ранню C15/20-C25/30 (у віці 24 години) і кінцеву (C50/60) міцність;
- високу морозостійкість і водонепроникність - F 300, W 12 і більше;
- підвищену адгезійну міцність зчеплення зі старим бетоном і арматурою;
- стійкість до впливу агресивних середовищ;
- відсутність усадки як в пластичному, так і в процесі тужавіння;
- високу рухливість, яка не потребує ущільнення, а також підвищену стабільність легкоукладальності і перекачування готових сумішей.
- тиксотропність при ремонтних роботах на похилих, вертикальних і стельових поверхнях;
- можливість проведення робіт при t до -20°C .
- довготермінову тріщиностійкість;
- водонепроникність;
- механічну міцність «старому» бетону;

– антикорозійний захист арматурі в товщі бетону.

Серед відомих добавок особливе місце займає мікрокремнезем

У середині 80-х років у світовій будівельній практиці з'явилися бетони з високими експлуатаційними властивостями. Для них характерно те, що висока (55-80 МПа) і надвисока (вище 80 МПа) міцність на стиск, низька проникність, підвищена корозійна стійкість і довговічність досягаються із застосуванням високорухливих бетонних сумішей. Конструкціям і спорудам, зведеним з їх використанням, як правило, притаманні яскраві естетичні переваги. [32]

Ключовим фактором технології виробництва таких бетонів було комплексне використання високоактивної мінеральної добавки – мікрокремнезему (МК).

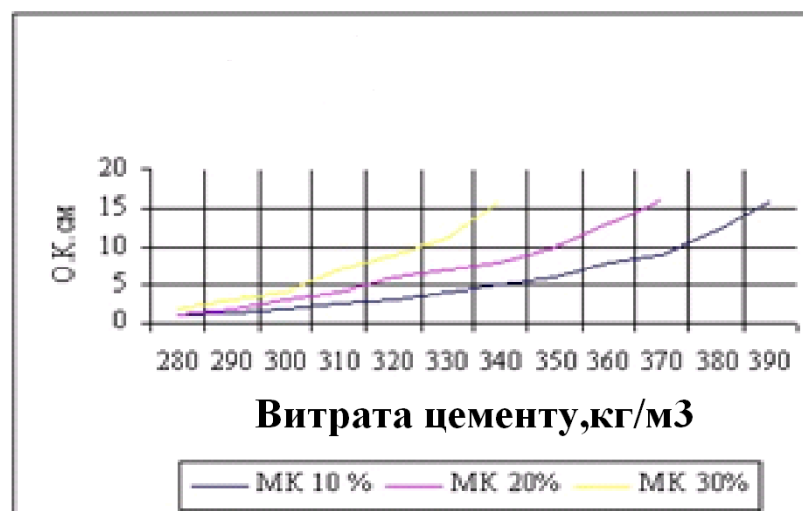


Рисунок 2.1 - Вплив мікрокремнезему на пластичність і витрату цементу

МК може забезпечити міцність на стиск, що набагато перевищує міцність звичайних бетонів, і тут обмежуючим фактором є тільки міцність заповнювача. При використанні природних заповнювачів досягається міцність понад 150 N/mm^2 , а при використанні спеціальних високоміцних заповнювачах можна досягти міцності 300 N/mm^2 [32,33].

При додаванні МК в кількості до 30% у поєднанні з суперпластифікаторами можна отримати суміші з відношенням вода / в'язуче нижче 0,3. Такі бетони можуть досягати дуже високої ранньої міцності і вони знайшли широке застосування там, де здійснюється витримування у вологому режимі.

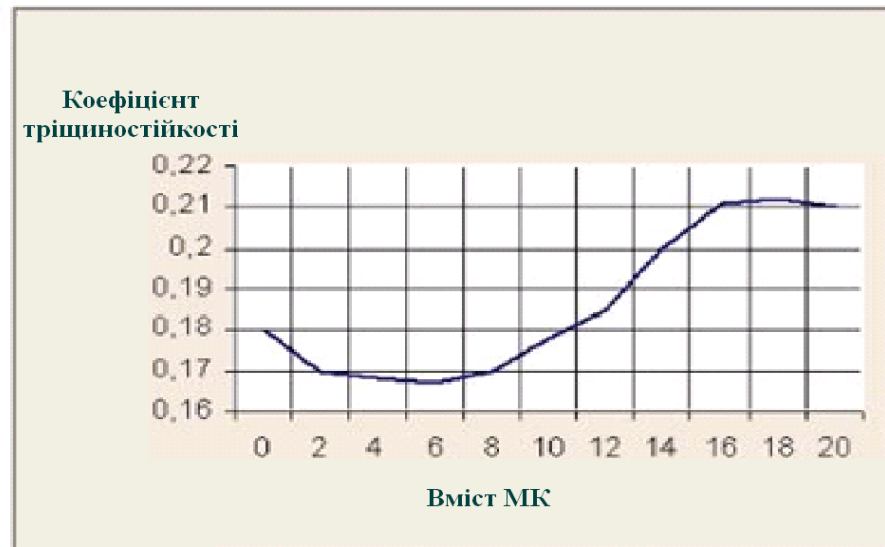


Рисунок 2.2 – Вплив кількості добавок МК на тріщиностійкість бетону

2.2 Аналіз матеріалів та технологій підвищення міцності бетонної підлоги

Найпоширеніший матеріал для облаштування підлог - це бетон. Бетонна підлога - це самий дешевий варіант міцного твердого покриття; це надійна і міцна основа для промислової підлоги. Але, у бетонної підлоги є два дуже серйозні недоліки: запилювання і руйнування під впливом несприятливого навколишнього середовища. Щоб підлога служила довго використовується просочення для бетону.

Принцип дії зміцнюючі добавок полягає в тому, що проникаючи в пори матеріалу, просочення бетону полімеризується, пов'язуючи, таким чином, частки, які складають бетонну поверхню. Таким чином, просочення бетону сприяє поліпшенню бетонних підлог, збільшуючи їх термін служби, підвищуючи зносостійкість, а також перешкоджає утворенню пилу на поверхні й поліпшує зчеплення між новим і старим бетоном. Слід зауважити, що просочення бетону також забезпечує «дихальні» властивості такого матеріалу, як бетон. Обробка просоченням бетону є одним з найважливіших процесів у підготовці поверхні перед тим, як бетон буде покритий фарбою, лаком або іншими покриттями [26,30-32].

Добавки для просочення бетону можуть бути двох видів:

1) На органічній основі - епоксидні, акрилові, поліуретанові склади. При використанні просочення бетону такого типу пори в основі підлоги заповнюються ланцюжками органічних молекул, за рахунок цього бетонна підлога стає більш міцною, водонепроникною, стійкою до хімічного і механічного впливу й забезпечує знепилювання.

2) На неорганічній основі - флюати. При такому просоченні бетону на поверхні підлоги розчинні сполуки перетворюються на нерозчинні. Верхній шар бетону стає більш міцним і стійким до хімічного і механічного впливу. Зміцнюючі просочення бетону більш популярні. До їх переваг відноситься те, що такі просочення повністю вбираються в бетон, а не утворюють захисного шару на поверхні підлоги, що в подальшому може призвести до відшарування.

Підлоги після просочення бетону отримують наступні характеристики:

- знепилювання і захист від подальшого пилоутворення;
- підвищену зносостійкість (перевищення не менше ніж у 10 разів);
- стійкість до високих механічних навантажень;
- ударна в'язкість (ударостійкість) підвищується не менш ніж у 2рази;
- повна герметизація (гідроізоляція від зовнішніх впливів) поверхні;
- малу схильність агресивним впливам навколишнього середовища;

- збільшення терміну експлуатації.
- глибина просочення - від 2мм до 6мм і більше (може регулюватися залежно від завдання);
- умовна марочна міцність не менше М600 (незалежно від початкової міцності);
- висока хімічна стійкість поверхні ;
- поверхня не слизька (навіть мокра);
- забезпечуються хороші декоративні властивості і простота прибирання.

Просочення і лаки для бетону можуть використовуватися і для відновлення зношених бетонних підлог. Унікальні властивості матеріалів, що входять до складу просочення, дозволяють привести в порядок навіть дуже старі бетонні підлоги. Важливо також і те, що просочення бетону може здійснюватися практично при будь-якій температурі і в будь-яких типах будівель [29].

Добавки для зміцнення бетону наведені в таблиці 2.1.

2.3 Аналіз матеріалів і технологій збільшення міцності «нових» бетонів

Основні переваги, якими володіє бетон, це міцність і довговічність в поєднанні з високою пластичністю. За пластичності бетон майже не поступається полімерам, по міцності він порівнянний з металом. З метою поліпшення експлуатаційних властивостей в бетон вводять спеціальні добавки – пластифікатори, а також мікрокремнезем, короткі волокна [19,22].

Пластифікатори призначені для підвищення рухливості бетонної суміші. Як правило, дані добавки застосовуються для того щоб скоротити

водоцементне співвідношення, а також для самоущільнення бетонних та розчинних сумішей.

Пластифікаторами називаються речовини, суміші та склади, здатні підвищити еластичність або пластичність матеріалу у подальшій його експлуатації.

Використовуючи загальноприйняту класифікацію, суперпластифікатори ділять на кілька груп. До однієї з них відносять хімічні речовини, які додаються в бетонну суміш у невеликих пропорціях для деформації в потрібну сторону характеристик бетонної суміші. До іншої групи належать різні тонкомолоті матеріали - різні золи, річкові та будівельні піски, відходи камінняподрібнення, мелені шлаки [22].

Слід відзначити деякі особливості зміцнюючої дії добавок.

1) Кардинальне підвищення міцності бетонів з суперпластифікаторами від марки 1000 до марки 1500-2000 при активності цементу 500-550 досягається раціонально підібраним складом і багатокомпонентністю бетону, а також за рахунок раціональної реології і додаткового синтезу гідросилікатів в капілярно-пористій структурі цементного каменю.

2) Поліпшення реології шляхом істотного розрідження цементно-водної матриці забезпечується використанням ефективних супер-і гіперпластифікаторів і значним водопониження в бетонних сумішах.

3) Використання ефективних супер-і гіперпластифікаторів для підвищення міцності бетонів раціональних складів, що містять 400-500 кг цементу, є умовою необхідною, але недостатньою внаслідок обмеженого вмісту цементно-водної матриці, що визначає реологію гравітаційного перебігу щобеневи бетонних сумішей.

4) Збільшення обсягу цементно-водної матриці, а разом з нею і міцності, можна досягти підвищенням вмісту цементу до 800-1000 кг на 1 м³ бетону. Однак такі бетони з пониженим вмістом крупного заповнювача є сильно усадковими, нетрещиностойкими і недовговічними. Вони мають підвищену повзучість.

5) Для збільшення обсягу тонкодисперсної реологічної матриці в бетонних сумішах необхідно додавати до цементу значну кількість кам'яного борошна, підвищуючи її частку до 50-70% і більше до маси цементу. Така матриця, кардинально змінює склад і топологічну структуру бетону, перетворюючи бетон у малопіщані, забезпечить вільне переміщення часток піску в мінерально-водно-цементній системі.

6) Не всяке кам'яне борошно може бути використане для збільшення обсягу реологічної матриці з дисперсних частинок мікрометричного рівня. Кам'яне борошно повинно бути реологічно активним в суспензії з суперпластифікаторами і забезпечувати більш високе гравітаційне розтікання (текучість під дією власної ваги), ніж цементна суспензія. Реологічні властивості такої суспензії повинні забезпечувати високий водоредукуючий індекс при водопониженні зі збереженням текучості.

7) Водоредукуючий індекс (ВІ) у пластифікованій суспензії кам'яного борошна, оцінюваний при рівній текучості з неластифікованим, рівний $VI = VN / VP$, де VN і VP - водовміщення борошна без СП і з СП у% до маси борошна, повинне бути не менше 2,0 -2,2. Зменшення витрати води в більше число раз є гарантією досягнення високої об'ємної концентрації твердої фази в об'ємі саморозтікання бетонної суміші.

8) Висока реологічна активність кам'яного борошна повинна забезпечувати високу (вищу) активність суміші «цемент - мука» в їх суспензії з суперпластифікаторами. При виборі кам'яного борошна перевага віддається тій, яка добре поєднується в парі з портландцементом, забезпечуючи гравітаційність протягом у бінарній водно-мінеральній дисперсії з мінімальною кількістю води (14-18%) і найменшою межею текучості (5-10 МПа).

9) Реалізація більш високої міцності за рахунок синтезу додаткової кількості гідросилікатів в структурі бетону досягається добавками активного МК, ММК або кислої золи мультициклонів (з мінімальною кількістю

незгорілих залишків), частка яких становить 10-30% і залежить від змісту портландцементу.

10) Збільшення кількості портландцементу для високоміцних бетонів на 20-30%, в порівнянні з загальноприйнятими витратами 500-600 кг для марок 400-500 неминуче. У зв'язку з цим при витратах цементу 600-700 кг, кам'яного борошна 300-500 кг і мікрокремнезема 100-200 кг на 1 м³ бетонної суміші загальна маса мінерально-портландцементного порошку складе 1000-1100 кг, а піску і щебеню - 1200-1300 кг. Таким чином, високоміцний бетон завжди повинен бути малопіщаним, тобто з «плаваючою» структурою піску в дисперсній матриці і щебеню в зернисто-дисперсній матриці.

11) Кам'яне борошно для виготовлення високоміцного бетону повинне виготовлятися з міцних і щільних гірських порід для виключення капілярного поглинання розчину і зневоднення бетонної суміші в процесі її приготування і укладання.

12) Щебінь для виготовлення бетонів повинен володіти високою міцністю. Бажаною фракція щебеню 3-10 або 3-12 мм з мінімальною кількістю голчастих частинок.

Введення в бетонну суміш супер-і гіперпластифікаторів і реакційноактивних пуцоланових добавок мікрокремнезема (МК) і мікрометакаоліна (ММК) - умова необхідна, але недостатня для створення високоміцного бетону. Використовуючи суперрозріднювачі в бетонах традиційних складів, що забезпечують заповнення каркаса бетону максимальною кількістю щебеню, можна збільшити міцність бетону в «худих» складах на 10-15%, а в «жирних» - на 25-40%. Додаючи МК або ММК, можна зв'язати до 20% гідроксиду кальцію з аліта і беліта і підвищити міцність бетону на 20-50%. У підсумку загальне збільшення міцності може бути півтора-дворазовим. Використовуючи для бетону М500 економічний склад з співвідношенням компонентів Ц: П: Щ = 1:1,5:2 при витраті цементу 500 кг з маркою його М550, можна при $V / Ц = 0,38$ отримати марку бетону М500. При введенні суперпластифікатора і зниженні витрат води до 20-25%

можна підвищити міцність до 65-75 МПа. При введенні МК в кількості 15-20% від маси портландцементу можна з самоущільнюючих бетонних сумішей досягти міцності бетону 80-100 МПа. Таке значення міцності є граничним для традиційних складів бетону. При цьому концентрація твердої фази, що обчислюється як відношення суми обсягів цементу, піску і щебеню до 1 м³ бетону, буде дуже високою і складе 85-89% при водотвердому вмісту бетонної суміші 0,072-0,090 [21,23].

Використання пластифікаторів або модифікаторів є обов'язковою умовою для задоволення технічних вимог, які в багатьох випадках, суперечливі. Основні зусилля протягом багатьох років були спрямовані на адаптацію продуктів до порошкоподібного полімерам, тобто на зниження застосування рідкого полімеру .

2.3.1 Армуючі добавки для зміцнення бетонів

Без армуючі добавок так званих фібр або коротких волокон бетон не буде достатньо міцним. Фібра ділиться на кілька груп: базальтову фібру, поліпропіленову фібру, сталеву фібру і скловолокно.

Фібра створює «в'язучий» ефект на мікро рівні і створює мікроармування. Скловолокно, так само як і інші види фібри армує суху суміш на основі гіпсу або цементу. Різновиди фібри представлені в таблиці 2.2 .

Для збільшення міцності бетону використовується сталева фібра. Сталеві волокна додаються в суміш при виготовленні бетону, і в результаті армування виробляється високоякісний сталевіфібробетон з підвищеними характеристиками міцності.

Застосування фібробетона стрімко розширюється і охоплює все нові й нові галузі промисловості і будівництва.

Таблиця 2.2 – Безармуючи фібри

Армуючі добавки в бетон		
Найменування	Розмір, мм	Ескіз
Поліпропіленова	6,12,18	
Сталева	50	
Базальтова	12	
Склонитка Рублене волокно	4,5; 12	

В даний час фібробетон і сталеві фібробетон використовуються при влаштуванні бетонних стяжок підлог та бетонів на які діють знакопереміння навантаження на підприємствах. На відміну від звичних цементно-піщаних, бетони на основі фібри мають кращу міцність і довговічність. Улаштування промислових підлог здійснюється зазвичай з урахуванням передбачуваних або реальних навантажень в конкретному приміщенні.

Кожна з армуючих добавок не тільки виконує свою безпосередню функцію (протистоїть холодам, робить суміш податливою, допомагає швидко застигати), а й забезпечує цементну або бетонну суміш рядом переваг. По-

перше, покращує її технічні характеристики. Суміш стає антикорозійною - арматура, яка використовується для зведення монолітних конструкцій, не проржавіє протягом довгих років, а значить і вся будівля або споруда, побудована з її допомогою, в якій використовувалися добавки в бетон залишиться міцною навіть через багато років.

Крім того, застосовуючи армуючі добавки при виготовленні бетонних плит, які згодом стануть стінами, можна уникнути появи на них, так званих висолів. Висоли руйнують бетонну плиту. Добавки в бетон стали популярні порівняно недавно, принаймні, в нашій країні і вже завоювали свої сфери використання. Одним з плюсів використання є значна економія цементу, яка можлива лише із застосуванням добавок в бетон.

2.4 Аналіз матеріалів і технологій групи полімерів

Останнім часом все ширше починають застосовуватися в будівництві бетони з полімерами. Використання в бетоні полімерів дозволяє змінювати його структуру і властивості в необхідному напрямку, поліпшувати техніко-економічні показники матеріалу.

Форми використання полімерів в бетоні різноманітні. Полімери і матеріали на їх основі застосовують у вигляді добавок у бетонну суміш, в якості в'язучого, для просочення готових бетонних і залізобетонних виробів, для дисперсного армування полімерними волокнами, у вигляді легких заповнювачів або модифікації властивостей мінеральних заповнювачів, як мікронаповнювач. Кожен з цих матеріалів має свої області застосування та технологічні особливості.

Цементно-полімерні бетони - це цементні бетони з добавками різних високомолекулярних органічних сполук у вигляді водних дисперсій полімерів - продуктів емульсійної полімеризації різних полімерів:

вінілацетату, вінілхлориду, стиролу, латексів і інших або водорозчинних колоїдів: полівінілового і фурілового спиртів, епоксидних смол водорозчинних, поліамідних і мочевиноформальдегідних смол. Добавки вводять в бетонну суміш при її приготуванні [38].

Цементно-полімерні бетони характеризуються наявністю двох активних складових - мінерального в'язучого та органічної речовини. В'язуче речовина з водою утворює цементний камінь, що склеює частки заповнювача в моноліт. Полімер в міру видалення води з бетону утворює на поверхні пор, капілярів, зерен цементу і заповнювача тонку плівку, яка має високу адгезію й сприяє підвищенню зчеплення між заповнювачем і цементним каменем, покращує монолітність бетону і роботу мінерального скелету під навантаженням.

У результаті цементно-полімерний бетон набуває особливі властивості:

- підвищену в порівнянні із звичайним бетоном міцність на розтяг та згин;
- вигин, більш високу морозостійкість, високу зносостійкість, непроникність.

У той же час особливості полімерної складової визначають і інші особливості цементно-полімерного бетону: у ряді випадків підвищену деформативність, зниження показників міцності при водному зберіганні.

Найбільш поширені добавки полімерів в цементні бетони - полівінілацетат (ПВА), латекси і водорозчинні смоли [38].

Введення полімерних добавок збільшує пластичність розчинних сумішей у порівнянні з чисто цементними. Міцність збільшується, якщо бетон витримується в повітряно-сухих умовах (вологість повітря 40 - 50%), при витримуванні у вологих умовах (вологість 90-100%) міцність знижується.

Цементно-полімерні бетони готують за тією ж технологією, що й звичайний цементний бетон. Найбільш доцільно застосовувати ці бетони для тих конструкцій і виробів, де можна використовувати особливості їх

властивостей, наприклад для підлог, доріг, оздоблювальних сумішей, корозійно-стійких покриттів

2.5 Аналіз використання технологій для запобігання тріщиноутворення

Одночасне використання волокон різної довжини сприяє скороченню кількості як мікро-, так і макротріщин. Короткі волокна зменшують кількість мікротріщин, дозволяючи уникнути значних дислокацій напруг. Довгі ж волокна, значно знижують легкоукладальність бетонної суміші, але необхідні для зниження числа дискретних мікротріщин при високих навантаженнях. Причому важливо, щоб обсяг довгих волокон був менше в порівнянні з обсягом коротких. Фібра, що міститься в кількості менше 1%, використовується переважно для підвищення тріщиностійкості в плитах дорожніх покриттів, що піддаються стиранню поверхні і високим темпам розвитку усадочних тріщин. Присутність волокон в обсязі від 1 до 2% підвищує межу міцності, опір розвитку тріщин, ударну міцність, що дозволяє застосовувати цей композит для торкрет-бетонування. Високий вміст фібри більше 2% призначено для деформаційного зміцнення, створення ультра міцного бетону.

Крім того, напрямок і однорідність розподілу волокон у матеріалі додатково підвищують його експлуатаційну надійність. Бетон, в якому фібра розподілена рівномірно і вирівняна у напрямку основних діючих зусиль, найкращим чином протидіє впливу навантаження. В ідеалі фіброволокна повинні знаходитися в кожній секції структурних елементів, що утворюють бетон. Більше того, вони повинні розташовуватися вздовж осей правильної решітки, на зразок трикутної (рис. 2.3). Таким чином, комбіноване застосування волокон різної довжини запобігає розвитку процесів

тріщиноутворення, викликаних розтягуючими і згинальними навантаженнями.

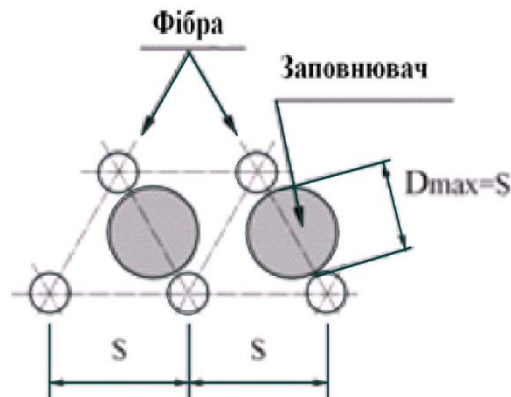


Рисунок 2.3 - Розташування частинок заповнювача між волокнами

Перспективи використання таких бетонів з надзвичайно високою міцністю на розтяг і тріщиностійкістю, яка забезпечуються у всьому обсязі конструкцій за рахунок використання тонкої і короткою арматури (геометричний фактор $L / d = 30-60$), будуть постійно розширюватися. Хоча вартість таких бетонів в 1,5-1,8 рази вище бетонів класів В30-50, однак зниження обсягу бетону в конструкціях у 4-6 разів дозволяє економити витрати всіх складових бетону в 2-3 рази [35].

Синтетичні волокна дозволяють домогтися оптимальної ефективності армування бетону і не тільки збільшують його міцність, але і знижують відсоток браку, роблять структуру готового виробу більш стійкою до руйнувань, сколів та інших пошкоджень.

У сучасній будівельній індустрії є кілька найменувань синтетичних волокон-поліпропіленові волокна, поліефірні волокна, ВБМ (Волокно Будівельне Мікроармуюче), фіброволокно, фібра, англійське волокно фібрин.

При використанні сталевібробетону з'являється можливість масштабного регулювання міцності бетонної стяжки і залежно від специфіки експлуатації зробити підлогу досить міцною. Для поліпшення експлуатаційних властивостей бетону може бути використана склофібра -

мікроарміруючий компонент, який додається безпосередньо в бетонну суміш без зміни рецептури суміші [35].

Вигідною відзнакою скловолокна є його здатність рівномірно розподілятися в суміші навіть в дуже великій консистенції. Від 3,5 до 10 кг на 1 куб. м - таке дозування може максимально поліпшити довготривалі характеристики бетонної конструкції.

Проведено дослідження особливостей механізму утворення і розвитку тріщин бетону, що містить 2% прямолінійних металевих волокон довжиною 6 мм з діаметром 0,2 мм і 1% металевих волокон з гачками на кінцях, довжина яких 30 мм, а діаметр 0,3 мм (рис. 2.4). Результати зіставлялися з фізико-механічними характеристиками бетону, що містить 2% короткої сталеві фібри, а потім - бетону, який містить 1% довгою фібри з гачками на кінцях (рис. 2.5).

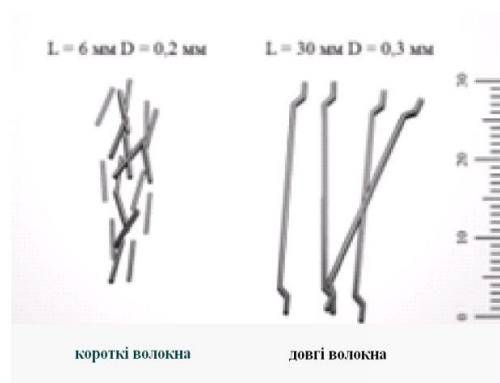


Рисунок 2.4 Довгі й короткі металеві волокна

У першій серії зразків (з короткими волокнами) міцність при вигині склала 26 МПа. Друга серія зразків (з довгими волокнами) характеризувалася зниженою міцністю при вигині близько 20 МПа, проте їх пластичність була краща. Зразки, виготовлені у комбінації з довгими і короткими сталевими волокнами, мали найвищий показник міцності при вигині, що досягає 42 МПа, із значним збільшенням пластичності. Показники міцності бетону при стиску у всіх трьох випадках були приблизно однакові і становили від 22 до 26 МПа.

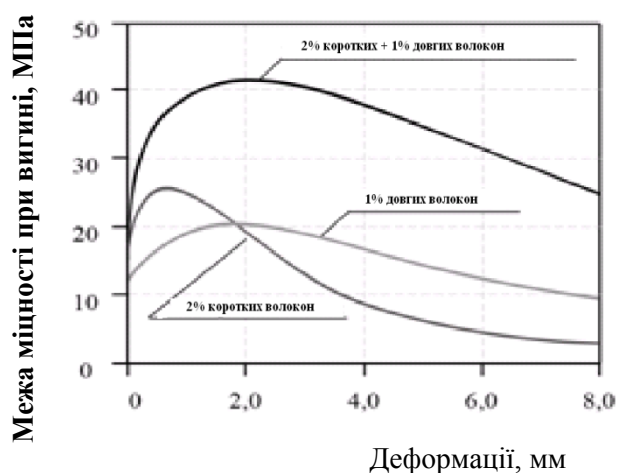


Рисунок 2.5 - Вплив довжини волокон на міцність бетону при вигині

Всі перераховані матеріали є багатофункціональними мікроармуючими компонентами і використовуються як добавки в різних типах бетонів (важких, легких, особливих і т. п.), в сухих будівельних сумішах (камінних, штукатурно-монтажних та інших) [35].

2.6 Аналіз матеріалів та технологій підвищення корозійної стійкості бетону

Для запобігання корозії бетону передбачаються відповідні заходи, враховуючи ступінь агресивності середовищ. Одним з основних заходів щодо підвищення корозійної стійкості бетону є підвищення його щільності. Велике значення має вибір виду цементу та підбір складу бетону з урахуванням агресивності середовища.

Захист від корозії слід проектувати залежно від необхідної хімічної стійкості, проникності, адгезії з поверхнею, що захищається, тріщиностійкості і міцності шляхом вибору виду матеріалів для захисної обробки або просочення бетону, способів її виконання [34].

Захист від корозії здійснюють шляхом просочення бетону з метою ущільнення поверхневого шару бетону товщиною від 3 до 30 мм.

Для захисту мінеральних поверхонь широко використовується вітчизняна розробка - високоефективний полімерний антикорозійний лак Тексол.

Лак являє собою однокомпонентний швидкосохнучий матеріал на основі ПВХ-смола з полімерними добавками в органічних розчинниках.

У результаті застосування лаку на поверхні, що захищається створюється полімерна плівка, що надійно захищає бетонну поверхню від негативного впливу води, вуглекислого газу, атмосферних факторів і впливів змінних температур.

Антикорозійний лак Тексол призначений для захисту від корозії бетонних, залізобетонних поверхонь. Лак утворює на поверхні міцне, стійке до атмосферних і механічних навантажень покриття. Полімерний лак по бетону характеризується універсальним комплексом властивостей. Серед них слід виділити такі безперечні переваги, як здатність до швидкого тужавіння і можливість нанесення при негативних температурах.

Лак Тексол характеризується прекрасною адгезією, що дозволяє застосовувати його для захисту абсолютно будь-яких мінеральних поверхонь. Полімерний лак сумісний з усіма лакофарбовими матеріалами за винятком матеріалів на бітумній основі.

Антикорозійний лак Тексол рекомендується до застосування скрізь, де існує необхідність антикорозійного захисту бетону і мінеральних матеріалів (цементного розчину, цегли, каменю). Будівельні конструкції з мінеральних матеріалів зустрічаються всюди.

Антикорозійний лак по бетону Тексол покликаний забезпечити довготривалий і якісний захист бетону та бетонних конструкцій від корозії і згубного атмосферного впливу.

Антикорозійний лак Тексол є однокомпонентним і випускається в готовому до застосування вигляді. Наноситься на суху очищену поверхню розпилювачем, допускається нанесення повстяним валиком або щіткою [34].

Універсальність і простота застосування, тривалі терміни експлуатації і абсолютна ремонтпридатність у поєднанні з низькою собівартістю роблять використання лаку Тексол економічно вигідним і екологічно безпечним.

2.7 Аналіз матеріалів та технологій при захисті від корозії арматур

Технології підвищення корозійної стійкості насамперед арматури залізобетонних конструкцій з використанням композиційних сумішей що містять мігруючі інгібітори корозії.

Добавки з інгібіторами корозії можна додавати в бетон, ремонтні суміші, або наносити на поверхню існуючих конструкцій. Розчин інгібітору проникає на глибину до 50 мм. В даний час конструкції виготовляються з добавками інгібітору корозії. Продажі цього хімікату на споруджувані об'єкти складають більше одного мільйона тонн на рік.

Для залізобетонних конструкцій, при виготовленні яких не були проведені протикорозійні заходи, одним з нових і перспективних напрямків захисту арматури є нанесення на поверхню конструкції мігруючих інгібіторів корозії, спроможність яких дозволяє досить швидко досягати поверхні сталеві арматури і пасивувати її, тобто блокувати руйнівну дію агресивних речовин.

Інгібітори цього типу, проникаючи через захисний шар, формують на поверхні арматури мономолекулярний шар, особливістю якого є, з одного боку, гідрофільність по відношенню до арматури, а з іншого боку - гідрофобність до навколишнього бетону, що і створює певні труднощі для взаємодії сталі з агресивним середовищем.

Фірма ТОВ «ІнтерАква», будучи дистриб'ютором корпорації CORTEC, пропонує серію унікальних мігруючих інгібіторів корозії для залізобетону, об'єднаних торговою назвою МСІ (Migration Inhibitor Corrosion)

Продукти МСІ дозволяють формувати надійний захист арматури безпосередньо при виробництві залізобетонних конструкцій. Швидкість і глибина міграції інгібітору корозії, рівень зниження корозійних струмів і тривалість дії залежать від ряду параметрів: стану бетонної поверхні, концентрації хлоридів, ступеня карбонізації, кількісного та якісного складу добавок (полімерних, що прискорюють тверднення, пластифікуючих, пороутворюючих та ін.), а також товщини захисного шару [31-33].

Відмінною особливістю матеріалів МСІ є їх висока мобільність, що дозволяє проникати в бетон на велику глибину. Проникнення МСІ відбувається одночасно з дифузією води через пори бетону, по-друге - завдяки летючості за рахунок високої пружності парів, і, по-третє (простіше і швидше за все), - через мікротріщини, реалізуючи свої захисні функції в першу чергу там, де вона необхідна найбільшою мірою.

Необхідно зазначити, що препарати МСІ ефективні для боротьби з корозією арматури при високому вмісті в бетоні хлоридів; при дії на бетон морських та інших солей, а також кислотних дощів. Їх застосовують для захисту каркасів промислових будівель, мостів, естакад, причалів та інших берегових споруд, підвалів та балконів, резервуарів і конструкцій гідротехнічних об'єктів енергетики та водного транспорту.

МСІ - нетоксичний матеріал, випускається в різних формах: порошкоподібних, рідких і гелеобразних, що робить його універсальним і зручним при практичному застосуванні:

- МСІ 2000 - у вигляді рідини, яка додається в бетон в процесі його приготування при виробництві нових конструкцій або при ремонтних роботах;

- МСІ 2001 - порошкоподібна форма МСІ 2000;

- МСІ 2003 - гелеобразна форма МСІ 2000; МСІ 2020 - препарат у вигляді рідини або порошку для обробки поверхні залізобетонної конструкції;
- МСІ 2010/2011 - патрони (картриджи), наповнені порошком МСІ;
- МСІ 2022 - силан-сілоксановний, водоосновний, гідрофобізуючий суміш для бетону, штукатурки і цегли; перешкоджає проникненню хлоридів і вуглекислого газу, мігруючих до арматурних пучків.

Препарати МСІ 2003, МСІ 2010/2011 застосовуються у випадках, коли експлуатовані залізобетонні конструкції стін або перекриттів покриті захисним шаром фарби, гідроізоляції, епоксидними, гідрофобними сумішами і т.п., що перешкоджають проникненню матеріалу МСІ 2020 в пори бетону.

У цьому випадку в бетоні буряться отвори, які заповнюються препаратом МСІ в гелеобразній формі або порошком у спеціальних патронах (картриджах), що запобігають втраті матеріалу (наприклад, при обробці стель). Отвори закриваються пластиковими ковпачками. При необхідності в будь-який час можна оновити захист у цих місцях. МСІ 2000 може бути доданий в суміш «вода-цемент», додаванням у воду або в бетономішалку

2.8 Аналіз матеріалів та технологій забезпечення водонепроникності

Серед найбільш важливих заходів, що підвищують термін експлуатації різних споруд, є гідроізоляція бетону. Бетон за своєю природою є вразливим для води матеріалом. А в суворому кліматі вода, яка проникає в бетон, сприяє швидкому його руйнування через дію періодичного заморожування і відтаювання.

Уразливість бетону для води обумовлена численними порами, що утворюються в його структурі при твердінні. Тому найбільш радикальна

гідроізоляція бетону може бути виконана ще на етапі приготування розчину, шляхом введення специфічних добавок, що підвищують вологостійкість і морозостійкість бетону.

Гідроізоляція бетону буває двох видів. Перший вид гідроізоляції називають первинним, він здійснюється безпосередньо при виготовленні бетону. Для первинної гідроізоляції використовують різні добавки, які надають бетону певні властивості. До таких властивостей відноситься вологостійкість, стійкість до низьких температур, до впливу вуглекислих газів і ультрафіолетових променів.

Другим видом гідроізоляції бетону є вторинна гідроізоляція, вона застосовується вже на готовому матеріалі. Саме вторинна гідроізоляція користується підвищеною популярністю, для нанесення такої гідроізоляції застосовують різні засоби захисту бетону: мастики, порошкові полімери, розчини і т.п. [38].

Якщо говорити про застосування порошкових матеріалів, то вони використовуються для утворення розчину, який наноситься товщиною близько двох сантиметрів і зміцнюють верхні шари бетону, що відповідно веде до посилення гідроізоляції.

Мастики, використовувані при гідроізоляції бетону, своїми пластинчастими властивостями дозволяють замазати всі пори, ямки і тріщинки бетону, така робота дозволяє серйозно підвищити вологостійкість бетонних конструкцій. Мастика може наноситися на будь-яку бетонну поверхню незалежно від типу конструкції і старості бетону.

Найбільш сучасним методом гідроізоляції є ін'єкційний метод. Ін'єкційна гідроізоляція бетону здійснюється з використанням акрилатних, поліуретанових, епоксидних гелів, а також мікроцементів. Для цього на поверхні бетону висвердлюються отвори діаметром до 20 міліметрів. Згодом вони заповнюються гідроізоляційним матеріалом під високим тиском. Акрилатні гелі мають низьку в'язкість, а по щільності близькі до води. Після того як вони закачуються всередину матеріалу, вони ведуть себе подібним

чином: заповнюють всі пори і капіляри бетону. Після процесу полімеризації акрилатні гелі утворюють щільну гідроізоляційну структуру. Гідроізоляція бетону даним методом, не дивлячись на недавню появу на ринку гідроізоляційних послуг, встигла заробити хорошу репутацію [38].

2.9 Аналіз технологій забезпечення гідроізоляції стін

Незважаючи на високу міцність та герметичність стін виготовлених з бетону під тривалим впливом невеликої кількості вологи всередині приміщення починає з'являтися вогкість і грибок.

Гідроізоляція стін надає неабиякий вплив на експлуатаційні характеристики будинку. Вона запобігає капілярний підсос води будівельними матеріалами, в результаті чого вони менше руйнуються, а також знижується рівень промерзання стін, що робить приміщення більш теплими і, природно, зменшує вміст вологи всередині. Тільки сухі стіни можуть підтримувати вологість в межах норми і лише сухі стіни забезпечують людині комфортні умови проживання.

У сучасному будівництві для гідроізоляції стін будівель використовується досить багато різних матеріалів, які схожі між собою за призначенням, але різняться за своїми властивостями і способом нанесення. Їх можна розділити на кілька груп

- 1) Проникаючі суміші. Їх принцип дії заснований на заповненні пір будівельних матеріалів - такий підхід до справи позбавляє стіни можливості віддавати вологу всередину приміщення, але не запобігає її проникненню всередину стіни з ґрунту.

- 2) Рулонна гідроізоляція стін будинку. До цих видів матеріалів можна віднести і відомий з давніх часів руберойд, і сучасні його аналоги на

прогумованої основі, і такі нововведення сучасних технологій, як гідроізоляційні мембрани.

3) В окрему категорію матеріалів для гідроізоляції зовнішніх стін можна винести так званий розширюється цемент - це досить новий матеріал, але він вже встиг завоювати популярність. Для того, щоб забезпечити надійну гідроізоляцію зовнішніх стін споруди слід застосовувати такі матеріали:

1) Мастики, засновані на цементному розчині. Серед них особливо виділяють цемент здатний розширюватися в процесі висихання. Найбільш часто цей гідроізоляційний матеріал застосовується при впливі на будівлю ґрунтових вод, які просочуються в тріщини і руйнують стіни зсередини.

2) Фарбувальні гідроізоляційні матеріали. Такі матеріали мають особливість заповнювати невеликі пори і мікротріщини на стінах, тим самим перешкоджаючи проникненню вологи.

3) Для санації тріщин і різних будівельних швів застосовують проникаючі матеріали на основі ін'єкцій.

4) Навісні конструкції захищаються так званими паронепроникними мембранами. Спеціальний склад розпорошується на поверхню, утворюючи захисну плівку, яка блокує проникнення вологи і пари в пори і тріщини захищеної поверхні.

Система матеріалів «Пенетрон» на сьогоднішній день являється найбільш ефективною гідроізоляцією, яка надає конструкції клас водонепроникності W -18 і високу морозостійкість (не менш 400 циклів), а також захищає бетон від дії таких агресивних рідин, як сточна і морська вода, карбонати, хлориди, сульфати, нітрати, нафтопродукти.

«Пенетрон» використовується для надання водонепроникності бетонним конструкціям. Він стає складовою частиною бетону, проникаючи всередину його структури, заповнюючи різноманітні капіляри та мікротріщини.

3 ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ВІДНОВЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ПРИДАТНОСТІ БЕТОННИХ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

3.1 Використання матеріалів і технологій підвищення міцності бетонних підлог

Технологія надання верхньому шару бетону більшої міцності можна, обробивши його сухими або рідкими зміцнюючими композиційними матеріалами.

Зміцнюючі просочуючі композиції містять ряд неорганічних водорозчинних сполук, що вступають у реакцію з вільним вапном і карбонатом кальцію в порах бетону, утворюючи нерозчинні з'єднання. Заповнюючи пори і мікрокапіляри в бетоні, ці сполуки блокують шляхи руху води, суттєво збільшуючи щільність і зносостійкість, знижуючи тим самим пиловиділення бетонної поверхні. Рідкі зміцнюючі розчини проникають на глибину 3-5 мм, захищаючи розташовані нижче шари. Дані матеріали наносяться як на «старий» бетон, так і на «новий»:

Зокрема, при нанесенні такої зміцнюючої добавки як «Літурін» поверхня повинна бути сухою і чистою, мати температуру не нижче $+5^{\circ}\text{C}$ і відповідати таким вимогам:

- для нових бетонних основ термін визрівання бетону повинен мати вік не менше 14 днів (з моменту укладання);
- бути рівною без явних дефектів і тріщин (у разі необхідності - провести шліфування, використовуючи тільки сухий метод);
- бути знепиленою за допомогою промислового пилесосу;

– бути чистою, при необхідності видалити залишки епоксидних або поліуретанових фарб, вапняного нальоту, бруду, масляних плям і тому подібне.

Процедура нанесення (перед нанесенням важливо врахувати всі вимоги для підготовки поверхні) включає наступні процеси.

Розбавити Літурін I в співвідношенні 1:1 з водою. За допомогою лійки, рясно полити оброблювану поверхню. Використовуючи щітку, рівномірно розподілити композицію по поверхні. Після закінчення 10-20 хвилин (залежно від ступеня поглинання), вдруге, рівномірно розподілити не ввібрану речовину тією ж щіткою в довжину або ширину приміщення мазками в одному напрямку. Коли поверхня просохне настільки, що не буде залишати слідів від взуття, остаточно розподілити надлишки композиції (калюжі, підтйоки, поглиблення) на ті ділянки, де Літурін вбрався не повністю.

Уникати утворення слідів від взуття на оброблюваній поверхні. В разі їх появи - розвести за допомогою щітки.

Витрата: на поверхні, не затертої машинами, один літр покриває 1,5-2 кв.м.; на поверхні затертої машинами, один літр покриває 3,5-4 кв.м.; на поверхні надміцного бетону один літр покриває 6-8 кв.м., в залежності від поглинаючої здатності основи. При вищезгаданих витратах, після обробки обома складами, повинна з'явитися чітко видима блискуча поверхня.

Слід зазначити, що дані показники витрати можуть змінюватися залежно від конкретних умов і якості основи. Для виявлення точних показників витрати матеріалу можна зробити тестове нанесення, наприклад, на площі в один квадратний метр.

Літурін II наноситься на бетонну поверхню через 24 години після обробки її Літуріном I. У разі слабо всмоктуючого бетону, після обробки Літуріном I, на поверхні може утворитися дрібний білий пил («молочко»), який обов'язково слід видалити злегка вологою ганчіркою, щіткою або шваброю.



Рис. 3.1 Нанесення композиції Літурін 1

На відміну від Літуріна I, Літурін II з водою не розбавляється. Нанесення Літуріна II проводиться тим же способом, що і Літуріна I. У випадку легкого всмоктування бетоном, Літурін II слід нанести багато разів, до одержання тонкого акрилового шару (блискуча поверхня). У разі слабо всмоктуючої бетонної основи, склад потрібно розподілити по поверхні рівномірно, з інтервалом 3-5 хвилин, з тим, щоб уникнути утворення плям і набряків.

Оберігати поверхню від впливу рідин і мастил на протязі 4-5 днів після обробки. Очищення хімічними речовинами, миття проводити не раніше 5 днів після обробки. Ходити по поверхні можна через 24 годин після обробки, обмежено експлуатувати - через 7 днів, повне навантаження - після 14 днів.

Просочення для бетону Аквастоун застосовується самостійно для підвищення зносостійкості і поверхневої міцності бетонної підлоги та цементної стяжки, а також для зміцнення і знепилювання мінеральної основи перед нанесенням полімерних покриттів.

Просочення Аквастоун застосовується для зміцнення як промислових бетонних підлог, так і для побутових бетонних стяжок. Просочення рекомендується для підготовки основи цементно-піщаних стяжок під укладання плитки, паркету, ламінату, лінолеуму, ковроліну в житлових і офісних приміщеннях. Просочення для бетону значно покращує адгезію (зчеплення) з оброблюваною поверхнею.

Завдяки відмінним гідрофобним властивостям просочення застосовують в умовах підвищеної вологості і в місцях, де присутня необхідність забезпечення спеціальних санітарно-гігієнічних вимог.

Основа повинна бути чистою і без тріщин. Поверхня, на яку буде наноситися просочення, повинна бути очищена від бруду, пилу, жирів, масел, залишків старих покриттів. Неприпустиме нанесення просочення на цементне молочко, так як воно перешкоджає проникненню матеріалу в основу. Просочення наноситься на очищену поверхню кистю, валиком, шваброю, щіткою з жорсткою щетиною, дерев'яним скребком з гумовою пластинкою або розпилувачем. При нерівномірному вбиранні рекомендується нанести ще один шар просочення.

Температура повітря і основи при нанесенні повинна бути не нижче $+5^{\circ}\text{C}$. Час висихання при температурі $+20^{\circ}\text{C}$ становить 5-10 годин. Для очищення інструментів використовується вода.

У процесі затирання зміцнюючі суміші слід втирати у верхню поверхню бетону, в результаті чого відбувається додаткове ущільнення верхнього шару бетонної стяжки. При остаточній шліфовці пори поверхні підлоги максимально закриваються. Термін служби такої підлоги становить 15-20 років. Зміцнений шар і основний бетон стають єдиним цілим, тому що обидва покриття виконуються на одному типі в'язучого цементу (зазвичай на портландцементі).

Після обробки міцність у поверхневому шарі сягає 90 і більше МПа. Підлоги, укладені за сучасною технологією, із застосуванням сухих зміцнюючих сумішей, можуть витримувати високе навантаження.

Обробляти підлогу сухими зміцнюючими сумішами рекомендується в сухих приміщеннях з помірними і високими механічними навантаженнями. Неприпустиме їхнє використання в приміщеннях з особливо жорсткими вимогами до чистоти (безпилність) і приміщеннях, де підлоги піддаються впливу агресивних середовищ. Наприклад, високо концентрованих кислот.

Епоксидне просочення рекомендується для бетонних підлог виробничих, складських, житлових і громадських приміщень, на підприємствах харчової та фармацевтичної промисловості, дитячих та медичних установах.

Просочення залізобетонних конструкцій композицією Сілор здійснюється шляхом нанесення композиції на поверхню бетону за допомогою валиків, кистей, пульверизатора. Перед нанесенням композиції, поверхня бетону повинна бути очищена від бруду, фарби, бажано видалити цементне молочко. Композиція наноситься постійно по мірі всмоктування її в обсяг бетонного каменю. У цьому випадку бетон набуває максимальну міцність, хімістійкість і герметичність. Якщо на бетон нанести композицію тільки безперервним насиченим просоченням одноразово, то бетон гідрофобізується, але його паропроникність зберігається. У разі якщо глибина просочення має бути обмежена, наступний шар композиції наноситься після тужавіння попереднього або використовують композицію з високою швидкістю тужавіння. При необхідності просочення вологого бетону, перед використанням композиції Сілор на поверхню бетону попередньо наносять спеціальний розчин, який гідрофобізує поверхню бетонних пор і відтісняє воду в обсяг бетонного каменю. Глибина проникнення композиції в товщу бетону залежить від стану бетону і швидкості тужавіння композиції. Чим більше зруйнований бетон, тим швидше і глибше Сілор проникає в його пори. Для забезпечення герметичності нового бетону, захисту його від корозії й від появи поверхневих тріщин, досить просочити бетон на глибину менше міліметра.

3.2 Використання матеріалів і технологій відновлення поверхні залізобетонних конструкцій

На практиці в залежності від об'єму пошкодженої поверхні використовують дві головні технології відновлення захисного шару бетону:

- оштукатурювання конструкції щільним цементно-піщаним розчином, до складу якого входять комплексні добавки, які забезпечують усі потрібні властивості;

- набетонуванням цементним бетоном окремих пошкоджених місць. Склад бетону містить відповідні добавки;

- торкретування щільним цементно-піщаним розчином або бетонною сумішшю. При всіх способах відновлення захисного шару бетону попередньо здійснюється підготовка основи. Перед роботами з обробки поверхні візуально і простукуванням молотком уточнюють розміри зон, з яких видаляють низькоміцний бетон. Дефектні ділянки визначають за відшаруванням захисного шару, наявності дрібної сітки тріщин на поверхні, корозії бетону, слідів іржі, глухому звуку при ударі, відшаруванням захисного шару при простукуванні та ін. Видаляти низькоміцний бетон слід оконтурюванням дефектних зон борозною, поступово її потім поглиблюючи всередині дефектної зони .

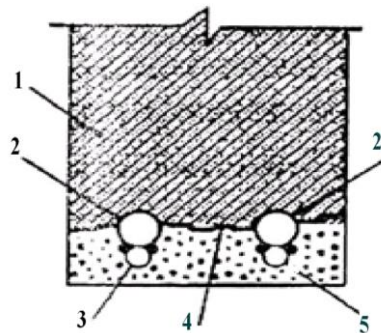
При набетонуванні конструкції цементний бетон повинен мати міцність не нижче міцності конструкції. Перед набетонуванням розчищена поверхня конструкції зволожується і може бути покрита шаром цементно-піщаного розчину складу 1:2. Відновлюваний захисний шар (наноситься набетонуванням або торкретуванням) в останньому випадку повинен бути укладений через 90 хв. після нанесення шару цементно-піщаного розчину.

При відновленні захисного шару бетону торкретуванням щільним цементно-піщаним розчином (рис. 3.2) до робочої арматури конструкції

приварюється арматурна сітка з дроту діаметром 2-3 мм і осередком 50x50 мм.

Застосовують цементно-піщаний розчин складу 1:1-1:1,5 на портландцементі марки 400-500 або аналогічному по марці глиноземистому цементі при його витраті не менше 400 кг/м³.

Нанесення сухих сумішей наступне. Наприклад суху суміш «Ceresit CD 25» розчинити чистою водою (температура води від +15 ° С до +20 ° С) з розрахунку 3,0 ÷ 3,25 л води на 25 кг сухої суміші і інтенсивно перемішати з допомогою низькооборотної дрелі до отримання однорідної маси без грудок.

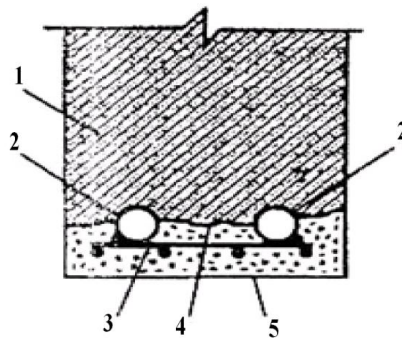


1 - відновлювана конструкція; 2 - робоча арматура відновлюваної конструкції; 3 - накладки з арматурної сталі, приварені до робочої арматури; 4 - розчищена поверхня конструкції; 5 - відновлений захисний шар бетону, що наноситься набетонуванням або торкретуванням.

Рисунок 3.2 - Набетонування цементним бетоном:

Потім необхідно почекати 3 хвилини і знову перемішати розчинну суміш. Приготовлену суміш розчину необхідно використати протягом 30 хвилин.

Розчинну суміш за допомогою металевого шпателя нанести на вологу основу і рівномірно розподілити по всій поверхні. Вирівнювання покладеної суміші розчину «Ceresit CD 25» металевим шпателем можна виконувати протягом 5-20 хв, а на великих площах - з використанням віброрейки.



1 - відновлювана конструкція; 2 - робоча арматура відновлюваної конструкції; 3 - арматурна сітка з дроту; 4 - розчищена поверхня конструкції до бетону з рН 12; 5 - відновлений захисний шар з щільного цементно-піщаного розчину.

Рисунок 3.3 - Торкретування щільним цементно-піщаним розчином:

Крім того розчинну суміш «Ceresit CD 25» можна наносити способом торкретування. При нанесенні розчину на вертикальну поверхню за один прийом можна нанести шар товщиною до 30 мм.

У разі нанесення розчину при ремонті в декілька шарів або при нанесенні розчинової суміші «Ceresit CD 22» інтервал не повинен перевищувати 3 годин між нанесенням шарів. Надлишок розчинної суміші видаляють, інструменти очищають від розчинної суміші водою. Затверділий розчин можна видалити тільки механічним шляхом.

При нормальних кліматичних умовах поверхню можна шпаклювати через два дні, а до нанесення захисних покриттів можна приступати не раніше, ніж через три дні. Приготування ремонтної суміші, наприклад «Максрест» проводять таким чином.

У залежності від температури і відносної вологості повітря 25 кг «Максрест» змішується з 3,5-4 л води вручну або за допомогою дрилі (400-600 об / хв). Життєздатність суміші в залежності від умов становить від 15 - до 20 хвилин. Замішувати потрібно тільки ту кількість матеріалу, яку

можливо нанести за 8-10 хвилин. Для оптимальної адгезії приготувати сполучний склад на 1 кг «Максрест»- 0,25 л води, і змішувати до отримання однорідної консистенції. З допомогою щітки наносять на поверхню бетону і відкриту арматуру перше ґрунтове покриття, заповнюючи всі пори і раковини. Наносять ремонтний розчин через 5 - 8 хв.

Залишковий розчин, можна довести до густоти ремонтного, додавши порошок «Максрест» і потім послідовно наносити шарами 3.0 см. Залежно від температури, між нанесенням шарів слід робити паузи в 10-15 хвилин. Кельмою роблять насічки або поглиблення на поверхні для того, щоб забезпечити хороше зчеплення з черговим шаром. Якщо нанесений шар стає теплим, його бризкають холодною водою. Після закінчення робіт для забезпечення кращого схоплювання і захисту від сонячних променів накривають ремонтвану поверхню вологим матеріалом.

3.3 Використання матеріалів і технологій попередження тріщиноутворення бетону

Для попередження тріщиноутворення зазвичай використовують такі матеріали та технології, як застосування добавок полімерів, коротких армуючих волокон та пластифікаторів для підвищення міцності і щільності.

Наприклад, може знайти широке використання Fibre-Patch OV - бетонний матеріал для ремонту на основі портландцементу, збагачений сухим полімером, і конденсованими кремнеземними частинками, армований синтетичним волокном, спеціально розроблений для вертикального ремонту та ремонту верхнього покриття. Отже Fibre-Patch OV - багатокомпонентний, тільки з додаванням води, бетонний реставраційний матеріал, що має відмінне з'єднання з чистим, непошкодженим в структурі бетоном, високий опір утворенню тріщин, стійкість до атмосферного впливу, перепадів

температури. Розроблений для легкого нанесення шпателем тонких і товстих шарів на верхні і вертикальні поверхні.

Збагачення сухим полімером забезпечує тверднення на повітрі після витримки у вологому режимі протягом 24 годин і додає міцність матеріалу при нанесенні тонкими шарами. Пуццолан (тонкодисперсний кремнезем) надає високу стійкість до проникнення хлоридів і води. Технологія використання наступна. Ретельно зволожити бетонну основу. Нанести шпателем Fibre-Patch OV на вертикальну поверхню бетонної конструкції. При нанесенні на дуже шорстку поверхню насамперед заповнюють пори. Матеріал швидко схоплюється, що дозволяє наносити наступний шар через 10-15 хвилин. Не наносити наступний шар, поки перший шар не затвердіє і міцно з'єднається з основою для того щоб витримати вагу наступного додаткового шару. Загладити останній шар для надання гладкого стану поверхні. Якщо необхідно, пройти сталевим шпателем. Не піддавати матеріал надмірній обробці. Захистити поверхню від швидкого випаровування води при теплій, сонячній або вітряну погоду, щоб уникнути утворення тріщин при висиханні. На ніч витримувати у вологому режимі, потім піддати сухому тужавінню на повітрі. Можна використовувати добавки для прискорення тужавіння. Покриття на основі цементу, такі як Cem-Kote ST і Cem-Kote Flex можна наносити майже відразу ж після тужавіння через 15-20 хвилин. Primer 300 можна застосовувати приблизно через 24 години після просушування. Акрилові покриття, водорозчинні суміші Tuft-Cote або Tuff-Flex, можна наносити після просушування Prime 300. Це може зайняти від 30 хв до декількох годин в залежності від температури і відносної вологості.

Такий матеріал, як Мегакрет-40 високоміцний, армований фіброю ремонтний розчин на основі цементу. Застосовується для відповідального ремонту бетонних елементів. Наноситься шарами товщиною до 40 мм (кожен) вручну або торкретуванням.

Основа повинна бути ретельно очищено від пилу, мастила і т.п. Перед нанесенням матеріалу рекомендується добре змочити поверхню.

Для приготування MEGACRET-40 поступово додається у воду при постійному перемішуванні до утворення щільної однорідної маси. Шар матеріалу бажаної товщини (до 4 см) наноситься кельмою (злегка вдавлюючи) або торкретуванням. Якщо є потреба нанести додатковий шар, то поверхню попередньо необхідно злегка розпушити для кращої адгезії. У сухих умовах поверхню, сформовану MEGACRET-40, необхідно захистити від швидкого зневоднення і укрити вологою ганчіркою або поліетиленовою плівкою. Рекомендується зволоження проводити протягом 48 годин.

Температура при нанесенні матеріалу повинна бути від +5°C до +30°C. При низьких температурах і у випадках, коли необхідно швидко досягти міцності розчину, рекомендується змішувати матеріал з теплою водою. Продукт містить цемент, який при контакті з водою реагує як луг. Класифікується як подразник, тому потрібно виконувати вказівки інструкції для запобігання ризику. Вказівки про заходи безпеки вказані на відповідній тарі.

3.4 Використання матеріалів і технологій підвищення корозійної стійкості бетону

Для підвищення корозійної стійкості бетону можуть бути рекомендовані наприклад такі засоби як: «Максрайт 500», «Gem-Gard MCI» як найбільш перспективні.

Нанесення розчину повинно проводитися апаратами безповітряного розпилення, що забезпечує проникнення («забиває») рідини в бетон. При цьому проникнення розчину здійснюється на глибину 3-5 мм, що забезпечує збереження водовідштовхувальних властивостей протягом п'яти років. Для збільшення терміну дії захисту поверх гідрофобного шару наноситься силіконова кремнійорганічна емаль, яка також має властивості мембрани.

При цьому термін дії покриття продовжується до 10-15 років, до нього не пристає бруд, збільшується морозостійкість бетону і тривалий час зберігається ошатний вигляд споруди в цілому.

Принципи підвищення корозійної стійкості за рахунок гідрофобного насичення для бетону (Н):

- гідрофобізація - це обробка бетону для отримання водонепроникної поверхні;
- пори і капіляри бетону покриваються зсередини, але не заповнюються;
- на поверхні бетону відсутня плівка;
- вид бетону не змінюється або є невеликі зміни;
- активними сумішами можуть бути, наприклад, силани або сілоксени.

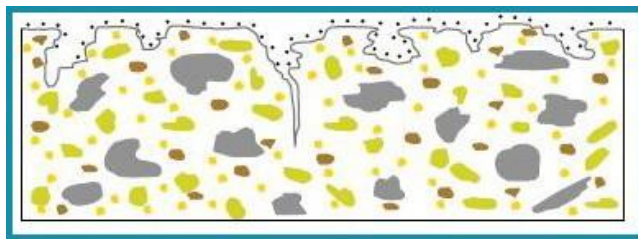


Рисунок 3.4 - Гідрофобне насичення для бетону

Насичення для бетону полягає в наступному:

- обробка бетону для зменшення пористості поверхні і зміцнення поверхні;
- пори і капіляри частково або повністю заповнюються;
- обробка зазвичай призводить до переривистої тонкої плівки на поверхні;
- •поєднальними розчинами можуть бути, наприклад, органічні полімери.

Захисне покриття для бетону (С):

- це - обробка для отримання суцільного захисного шару на поверхні бетону;
- товщина звичайно становить від 0,1 до 5,0 мм;

- в особливих додатках може знадобитися товщина більше 5 мм;
- еднальними розчинами можуть бути, наприклад, органічні полімери, органічні полімери з цементом в якості заповнювача або з гідралічним цементом, модифікованим дисперсією полімерів.

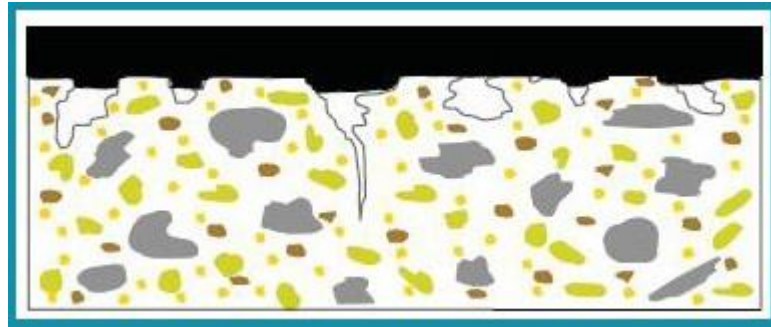


Рисунок 3.5 - Захисне покриття для бетону

Технологія нанесення «Максрайт 500» передбачає для оптимальної адгезії змішування склад з 5 частин «Максрайт 500» і 1 частини води, з перемішуванням до отримання однорідної консистенції. Сполучна суміш наноситься щіткою «Максбраш» на ремонтвану поверхню і арматуру, що забезпечує заповнення порожнеч і пор.

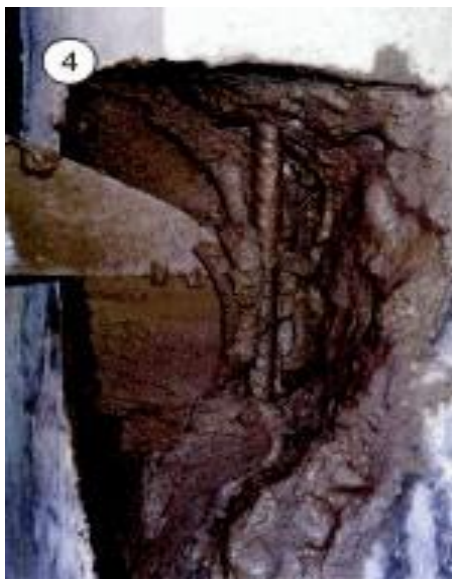


Рисунок 3.6 - Технологія нанесення «Максрайт 500»

По свіжому шару наноситься «Максрайт 500». З додаванням сухого порошку до залишку сполучного складу, щоб надати йому консистенцію ремонтного розчину. Товщина шару від 5 до 50 мм. При нанесенні кельмою ущільнюють розчин, щоб у порожнинах основи не залишалось повітря. На кожному шарі перед нанесенням наступного (приблизно через 30 хвилин) робляться насічки за допомогою кельми для забезпечення кращого зчеплення. На присінці нанесення, додається розчин для отримання необхідної форми, до того як розчин остаточно затужавіє.

Після завершення ремонтних робіт рекомендується покрити конструкцію складом «Максіл Флекс» або матеріалом на основі акрилу.

3.5 Використання матеріалів і технологій захисту від корозії арматури

Методи і матеріали захисту враховують особливості корозійних процесів металу в товщі бетону. Для захисту оголеної арматури або перед її використанням захищають матеріалами як «Ceresit», «Sika Mono Top610», «Gem-Gard MCI» та інші.

Технологія захисту оголеної тобто відкритої арматури від корозії полягає в наступному. Розчинну суміш «Ceresit CD 30» рівномірно без пропусків наносять пензлем на арматурні стрижні, попередньо очищені від іржі, за два робочих проходи. У процесі нанесення першого шару необхідно стежити за тим, щоб поверхня арматурних стержнів була вологою. Другий антикорозійний шар можна наносити приблизно через 3 години, після того, коли перший шар затвердіє. Корозійний захист арматури з застосуванням «Ceresit CD 30» повинен проводитися не пізніше, ніж через 3 години після очищення арматурних стержнів.



Рисунок 3.7 - Оголена (відкрита) арматура

Після повного затвердіння другого шару приблизно через 24 години можна наносити ремонтні суміші «Ceresit CD 25» або «Ceresit CD 22».

Для захисту «закритої» арматури використовують матеріали «Gem-Gard MCI», «Ceresit CD 25» та інші, які містять мігруючі інгібітори корозії.

Технологія нанесення суміші без оголення арматури в товщі бетону полягає в наступному. Підготовлену бетонну основу необхідно зволожити чистою водою, уникаючи утворення мокрих плям, після чого на злегка вологу поверхню слід жорстким пензлем нанести адгезійний шар, втираючи розчинну суміш «Ceresit CD 30» в оброблювану поверхню. Полімерцементну шпаклівку «Ceresit CD 24» (при шарі до 5 мм) або ремонтний розчин «Ceresit CD 25» (при шарі 5-15 мм) наносять на злегка вологий адгезійний шар, але не раніше, ніж через 30-60 хвилин. У разі перевищення зазначеного проміжку часу потрібно знову завдати адгезійний шар, попередньо переконавшись, що раніше нанесений шар повністю висох.

У разі нанесення адгезійного шару на бетонну поверхню з оголенням арматури спочатку виконують роботи по підготовці поверхні, а потім готовий розчин наносять пензлем або жорсткою щіткою на підготовлену бетонну основу і зачищену арматурну сталь. Наступні шари ремонтної суміші повинні бути нанесені протягом 30-60 хвилин. У разі перевищення

зазначеного проміжку часу контактний шар наносять знову, але тільки після того, коли попередній шар повністю затвердів.

3.6 Використання матеріалів і технологій забезпечення водонепроникності (гідроізолюючої здатності) бетонів

Для вирішення такого завдання використовують технології, які базуються на властивостях багатьох композиційних матеріалів, що надають бетону особливу функцію. До таких матеріалів належать «Пенетрон», «Стрімплаг», «Макскріл», «Максплаг», «Бісіл WA» та інші.

Надання бетону гідроізоляційної здатності у випадку тріщин або отворів, тобто при фонтануючій дії води використовують «Стрімплаг», «Максплаг» та інші.

Технологія підготовки поверхні перед нанесенням розчину «Стрімплаг» наступна. Необхідно розширити тріщини або шви на глибину мінімум 2-3 см і завширшки 1,5-2,5 см. Бажана форма розширки - «ластівчин хвіст» або квадратна. Слід уникати V-подібної форми. Промити або продути тріщину або шов для видалення сторонніх часток. Безпосередньо перед застосуванням «Рембуд ФІКС» («Стрімплаг») змочити тріщину або шов водою.

Зачиняється водопровідною водою з розрахунку 180-200 мл на 1 кг порошку і змішується до консистенції пластиліну. У спекотну погоду або для уповільнення процесу схоплювання герметик зачиняється холодною водою. У холодну погоду або для прискорення процесу схоплювання «Стрімплаг» зачиняється теплою (40-50⁰С) водою. Змішування проводиться тільки вручну в невеликих кількостях, які будуть використані за один раз.

«Стрімплаг» можна наносити лопаткою, шпателем або руками. Оскільки матеріал дратує шкіру, працювати тільки в рукавичках. Для

закладення активних водних протечек змішувати необхідну кількість «Стрімплаг» з водою і, додавши йому форму отвору, почекати, поки склад почне тверднути, але ще зберігає пластичність. Сильно втиснути розчин в отвір, і притримувати його до повного затвердіння, після чого видалити надлишки. Тріщини або великі отвори закладайте в кілька прийомів. Рекомендується застосовувати при температурі вище $+3^{\circ}\text{C}$.

«Стрімплаг» починає схоплюватися протягом приблизно 0,5 хвилин після змішування з водою, виділяючи велику кількість тепла. Середній час повного схоплювання - 1-2 хвилини.

Наведений нижче порядок використання герметика вимагає додержання технологічного процесу для забезпечення якості з урахуванням специфіки об'єкта. «Стрімплаг» дуже швидко «схоплюється», тому його неприпустимо змішувати механічним способом. У невеликій ємкості, що дозволяє провести ретельне змішування з рідиною, всипати з упаковки необхідну для роботи кількість герметика і зачинити водою.

Після цього швидко і ретельно перемішати вручну до отримання однорідної маси. На 500 гр. герметика -150-180 г. води. При використанні допускається для відновлення еластичності додатково перемішувати суміш, але ні в якому разі не додаючи води.

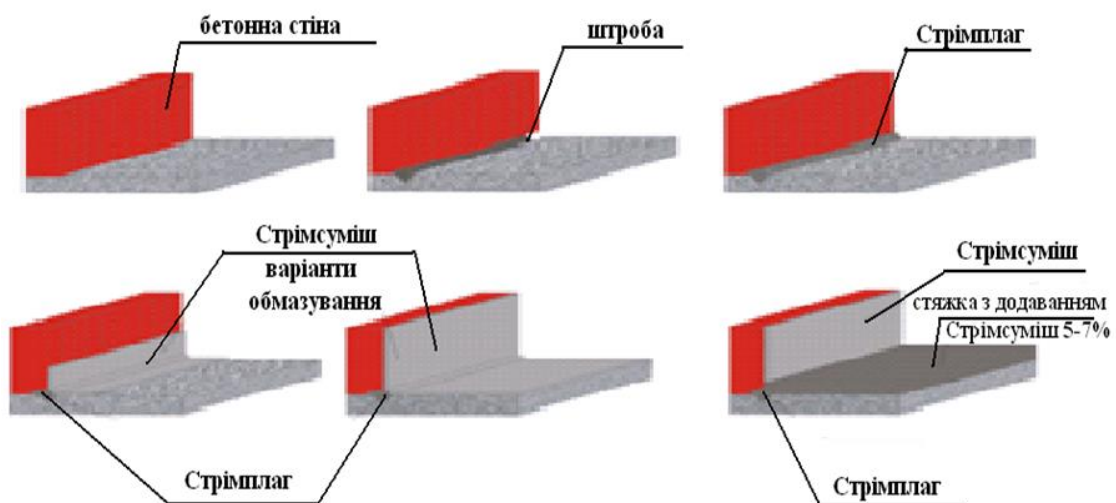


Рисунок 3.8 - Варіанти гідроізоляції з використанням цементних сумішей «Стрімплаг» та «Стрімсуміш»

При усуненні активних протікань слід приготувати необхідну кількість герметизуючого складу та надати йому руками потрібну форму у відповідності з отвором. Заповнюється приготовлений отвір із зусиллям притиснути суміш шпателем або рукою. У такому положенні витримується 0,5-1,5 хвилини.

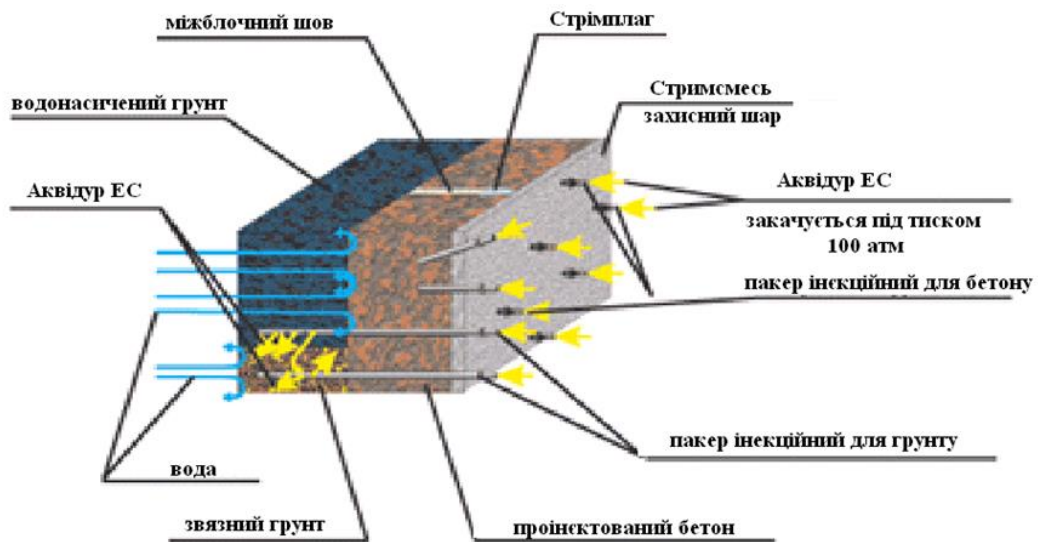


Рисунок 3.9 - Технологія ін'єктування гідроактивними поліуретанами

Технологія створення водонепроникності бетонів при фільтруючій дії води за допомогою систем «Пенетрон» передбачає наступні процеси.

Для вирішення проблеми захисту бетону, першорядної важливості питанням - є гідроізоляція бетону і захист його від агресивних зовнішніх впливів. Для цього розроблено декілька технологічних прийомів. Це і збільшення щільності бетону (зменшення його пористості) і введення різних добавок, і застосування матеріалів поверхневого захисту до яких найбільш перспективними являються системи «Пенетрон», «Пенеплаг», «Пенекріт»

«Пенекріт» - використовується для усунення фільтрації води через стики, шви, тріщини, каверни, примикання в статично навантажених бетонних конструкціях, а також для ремонту структурно пошкодженого бетону. Відрізняється швидким тужавінням і набором міцності (20 хв.). По міцності еквівалентний бетону марки 500-600.

«Пенеплаг» - швидкотверднуча суміш, в лічені секунди зупиняє сильні напірні течії.

«Пенетрон-Плюс» - застосовується для гідроізоляції бетонних і розчинних стяжок. Розсипається по свіжоукладеному бетону безпосередньо перед загладжуванням. Дозволяє не витримувати бетон 28 днів перед влаштуванням фінішного шару.

У початковому вигляді це сухі розчинні суміші, які після додавання води і перемішування до сметаноподібного стану наносяться пензлем на вологу поверхню бетону. Суміш хімічних компонентів, що входять до складу матеріалу, взаємодіє з в'язучою речовиною бетону (гідроксид кальцію), в результаті чого утворюються нерозчинні кристали, що закупорюють капіляри бетону і перешкоджають проникненню води. За рахунок виникаючого осмотичного ефекту цей процес відбувається у глибі бетону.

Безсумнівною перевагою проникаючої гідроізоляції є ще її висока екологічність. Покриття не пропускає воду, але прекрасно " дихає ", тобто паропроникні, що дуже важливо як для "здоров'я" мінеральних будівельних матеріалів будинку (бетон, цегла, камінь), так і для здоров'я людей, що знаходяться в цій будівлі.

Система матеріалів Пенетрон на сьогоднішній день є найбільш ефективною гідроізоляцією, яка надає конструкції клас водонепроникності W-18 і високу морозостійкість (не менше 400 циклів), а також захищає бетон від дії таких агресивних рідин, як стічна і морська вода, карбонати, хлориди, сульфати, нітрати, нафтопродукти та багато інших.

Система матеріалів Пенетрон дозволяє бетону дихати, це позитивно впливає на термін служби конструкції, а термін служби самого Пенетрон дорівнює терміну служби конструкції. Дуже важливою гідністю Пенетрон є простота технології, яку складно порушити, тобто максимально виключається людський фактор.

Гідроізоляцію тріщин, швів, стиків, сполучень, примикань, введень комунікацій слід виробляти матеріалом «Пенекрит».

Змішати суху суміш із водою в наступній пропорції: 200 грамів води на 1 кг матеріалу «Пенекрит», або 1 частина води на 4 частини матеріалу «Пенекрит» за обсягом. Вливати воду в суху суміш (не навпаки). Змішувати протягом 1-2 хвилин вручну або за допомогою бетономішалки. Вид приготовленої суміші - густий пластиліноподібний розчин. Готувати таку кількість розчину, яку можна використовувати протягом 30 хвилин. Під час використання суміш регулярно перемішувати. Повторне додавання води в розчин не допускається.

Підготовлену штробу зволожити і заґрунтувати розчином «Пенетрон» в один шар. Витрата «Пенетрон» у перерахунку на суху суміш становить 0,1 кг / м.п. при розмірі штробу 20 x 20 мм. Через 2 години після обробки «Пенетроном» штробу заповнити за допомогою шпателя розчином «Пенекріта». Товщина шару, що наноситься за один прийом не повинна перевищувати 30мм. При заповненні більш глибокої штробу розчин «Пенекріта» наносити в декілька прийомів, або наповнити розчин дрібним промитим щебенем (фракції 5-10мм) до 50% за обсягом. Заповнену «Пенекрітом» штробу і області, прилеглі до неї обробляти зверху розчином «Пенетрон» у два шари. Перерва між заповненням штробу «Пенекрітом» і обробкою заповненої штробу «Пенетроном» становить не менше двох годин і не більше шести годин.

Технологія гідроізоляції системи «Пенетрон» включає змішування сухої суміші із водою в наступній пропорції: 400 грамів води на 1 кг матеріалу Пенетрон, або 1 частина води на 2 частини матеріалу Пенетрон за обсягом. Вливати воду в суху суміш (не навпаки). Змішувати протягом 1-2 хвилин вручну або за допомогою низькооборотного дреля. Вид приготовленої суміші - рідкий сметаноподібний розчин. Готувати таку кількість розчину, яку можна використовувати протягом 30 хвилин. Під час використання суміш регулярно перемішувати для збереження початкової консистенції. Повторне додавання води в розчин не допускається.

Всі матеріали системи «Пенетрон» - це сухі суміші на цементній основі при розчиненні їх водою $pH = 11$. Підвищення водонепроникності (наприклад: з W2 до вище W10) забезпечує відсутність води (електроліту) у структурі бетону, більше того бетон набуває стійкість до впливу і проникненню в бетон водних розчинів, що руйнують арматуру (хлориди, сульфати). Пенетрон зменшує пористість бетону і перетин капілярів, тим самим перешкоджає карбонізації. Бетон набуває властивості самозаліковування при утворенні нових тріщин при експлуатації конструкції розмірами до 0,4 мм.

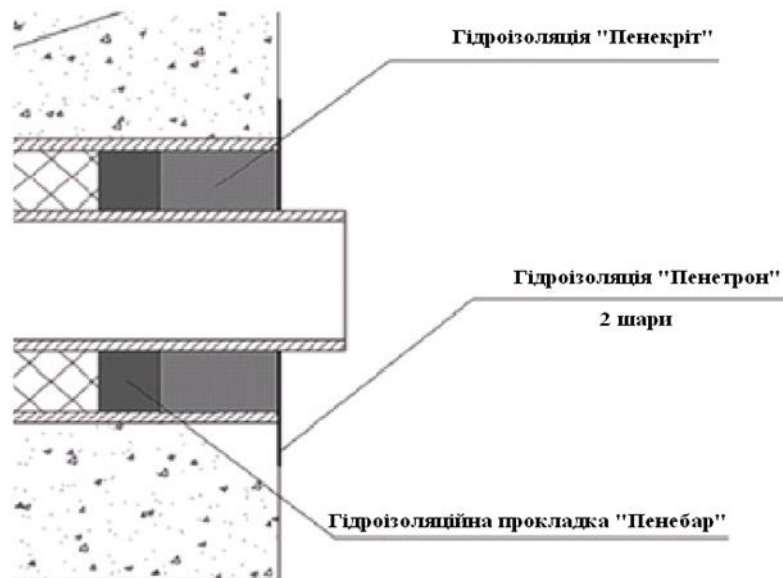


Рисунок 3.10 - Гідроізоляція системи «Пенетрон» та системи «Пенекріт»

Технологія гідроізоляції системи «Пенеплаг» («Ватерплаг») включає змішування сухої суміші з водою в наступній пропорції: 150 грамів води на 1 кг матеріалу «Пенеплаг» («Ватерплаг»), або 1 частина води на 6 частин матеріалу «Пенеплаг» (5 частин матеріалу «Ватерплаг») за обсягом. Оптимальна температура води становить $+20^{\circ}C$. В залежності від активності течі пропорції можуть варіюватися. Якщо течі сильні, кількість додаваної в

суміш води зменшити до наступної пропорції: 1 частина води на 7 частин матеріалу «Пенеплаг» (6 частин матеріалу «Ватерплаг») за обсягом. Вид приготовленого розчину - «суха земля». Готувати таку кількість розчину, яку можна використовувати протягом 30 секунд (для матеріалу «Пенеплаг») і 2-3 хвилини (для матеріалу «Ватерплаг»), оскільки розчини дуже швидко схоплюються.

Підготовка поверхні перед нанесенням гідроізоляційних сумішей таких як Макссіл (Дрізоро, Іспанія), «Максплаг», «Макскріл».

Поверхня повинна бути міцною і чистою, без фарби, вицвітів, відшаровуючи частинок, жиру, слідів мастила, пилу, гіпсової штукатурки та ін. Вимоги до міцності основи наступні - на стиск не менше 20 МПа, на розтяг при відриві (когезія поверхневого шару) 1,5 МПа. Якщо на поверхню були нанесені побілка, фарба або інші покриття, то слід видалити їх як мінімум на 80%.

Всі тріщини слід розшити і закрити мінімум 1,5 x1,5 см складами «Максрест», «Максрайт» якщо в них немає води, або складом «Максплаг» при наявності активних течей. Всю арматуру, що не несе конструкційного навантаження, слід вирізати на глибину до 2 см і закрити ці місця сумішами «Максрест» або «Максплаг». Перед нанесенням покриття поверхню промити водою.

Суміш наносять кистю, щіткою, валиком або напиленням. Використання при нанесенні кистей «Максбраш» дозволяє домогтися більш якісного заповнення поверхневих пор і раковин, що відбивається більш високими показниками адгезії.

За допомогою кисті «Максбраш» нанести товстий шар до утворення суцільного однорідного покриття; не розподіляти по поверхні, як фарбу, наносити тільки в одному напрямку, а наступний шар - у протилежному. Після закінчення роботи пензля промити водою і прибрати до наступного використання.

3.7 Контроль якості та техніка безпеки виконання робіт

У процесі нанесення ремонтних сумішей необхідно систематично здійснювати контроль правильного дозування води та отримання однорідного розчину необхідної консистенції. Оштукатурена поверхня аж до завершення тужавіння розчину повинна охоронятися від ударів і струсів, намокання, замерзання і пересушування. Щоб уникнути розтріскування і зниження міцності штукатурки не допускається нагрівання штукатурки понад $+30^{\circ}\text{C}$ та інтенсивне провітрювання приміщення [30,41].

Ремонтні штукатурні суміші повинні бути міцно з'єднані зі старою поверхнею і не відшаровуватися від неї. Властивості різних шарів «ремонтної системи» мають бути узгоджені між собою таким чином, щоб на поверхнях між оздоблювальними шарами і основою не виникли напруги внаслідок усадки і температурного розширення. Дана вимога може бути виконана, якщо міцність верхнього шару менше міцності нижнього, або обидва мають однакову міцність. Ремонтний склад повинен мати рівномірне зчеплення з основою, окремі шари між собою теж. У межах окремих верств розчин повинен володіти однаковою структурою.

Оштукатурені поверхні повинні бути рівними і гладкими з чітко обробленими гранями кутів, що перетинаються площин, без слідів інструменту для затирання, потьоків, слідів розчину, плям. Тріщини, горбики, раковини, груба шершава поверхня, пропуски не допускаються. У процесі робіт повинен постійно здійснюватись операційний контроль.

При застосуванні добавок у технології бетонів контроль за виробництвом слід здійснювати на наступних етапах робіт:

- при приготуванні (для приготування бетонної суміші з добавкою допускається застосування всіх видів бетонозмішувачів за умови забезпечення рівномірності перемішування відповідно до ДСТУ Б В.2.7-96-2000);

– при транспортуванні (транспортування високорухливих і литих бетонних сумішей до постів формування повинно здійснюватися пристроями, конструкція яких не допускає витоку цементного молока і виключає розшарування суміші, кількість перевантажень повинно бути мінімальним);

- при укладанні бетонних сумішей;
- при тужавінні бетонів.

При виготовленні бетонної суміші слід контролювати тривалість її перемішування, температуру, рухливість.

При твердінні бетонів слід контролювати вибраний температурно-вологісний режим, а в затверділому бетоні - його міцність (у контрольних кубах і при необхідності у виробках) та інші необхідні показники. Для контролю якості виробництва бетонних робіт слід додатково виготовити зразки від кожної партії у місця укладання й випробувати їх у такі строки:

- три зразки після встановленого терміну витримування до набуття заданої міцності;
- три зразки після досягнення бетоном конструкції позитивної температури і додаткового 28-добового витримування в нормальних умовах;
- три зразки - перед навантаженням конструкції нормативним навантаженням.

Зразки, що зберігалися на морозі, перед випробуваннями повинні бути витримані 2-4 години для відтаювання в нормальних температурно-вологісних умовах.

Контрольні зразки для визначення міцності бетону повинні завжди зберігатися з тіньової сторони конструкції і захищатися від безпосереднього впливу сонячних променів, так як фактичні температури на сонячній стороні конструкції можуть на 5°C – 15°C перевищувати температуру бетону в тіні.

Опираючись на ДБН А.3.2.2-2009 «Охорона праці та промислова безпека в будівництві» при роботі з добавками слід застосовувати засоби індивідуального захисту за ДСТУ 7239:2011 «Система стандартів безпеки

праці засоби індивідуального захисту» і ДСТУ EN ISO 13688:2016 «Одяг захисний. Загальні вимоги», так як вони надають дію на слизові оболонки органів зору та дихання і незахищену шкіру. Робітники, зайняті приготуванням добавок повинні бути забезпечені засобами захисту: комбінезонами з щільної тканини, гумовими чоботами (черевицями на гумовій підшві), гумовими рукавичками, рукавицями, захисними окулярами, бавовняно-паперовими шоломами, респіраторами, марлевими пов'язками для захисту шкіри обличчя.

Перед допуском до роботи робітники, повинні пройти інструктаж з техніки безпеки при роботі з добавками. До роботи з добавками допускаються робочі, що пройшли медичний огляд і навчені безпечним методам роботи з хімікатами. При виконанні робіт слід керуватися правилами техніки безпеки, викладеними ДБН А.3.2.2-2009 «Охорона праці та промислова безпека в будівництві»

При попаданні суміші на оголені ділянки шкіри необхідно промити ділянку водою протягом 5-10 хвилин з моменту попадання суміші на шкіру. При механізованому нанесенні складів за допомогою форсунок (пістолетів-розпилювачів) перед роботою необхідно перевірити справність шлангів, бачка, компресорної установки і форсунки. Повітряні шланги в місцях з'єднань повинні бути міцно закріплені хомутами.

У приміщенні, де проводяться роботи з добавками, не рекомендується користуватися відкритим вогнем, у тому числі не рекомендується проводити електрозварювальні роботи.

У місцях приготування водних розчинів добавок повинні бути вивішені інструкції з безпечної роботи і надання першої допомоги.

Водні розчини добавок нешкідливі, але продукти, що утворюються після їх висихання, можуть утворювати вибухонебезпечну суміш, тому місця їх проток в приміщенні, а також тара і лабораторний посуд повинні бути промиті водою.

У місцях зберігання і роботи з концентрованими розчинами добавок забороняється куріння і застосування відкритого вогню.

Хімічні добавки повинні відпускатися, перевозитися і зберігатися на складах в закритій тарі. Добавки, затарені в паперові мішки, дерев'яні ящики, металеві барабани, повинні складуватися на піддонах в штабелях. Висота штабеля при механізованому укладанні повинна бути менше 2,5 м, а при ручному - менше 1,5 м. Добавки в інших упаковках (скляні бутлі, металеві каністри, картонні коробки та інші) повинні зберігатися на стелажах.

Вентиляція приміщень, в яких проводяться роботи з добавками, повинна відповідати вимогам ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».

При застосуванні комплексних добавок для приготування і дозування водних розчинів кожного з компонентів мають використовуватися окремі ємності. Змішування компонентів комплексних добавок повинно проводитися в дозаторі води безпосередньо перед їх подачею в бетонозмішувач. Подача розчинів хімічних добавок у бетонній суміші повинна проводитися по трубах з дозаторів з автоматичним управлінням.

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

4.1 Техніко-економічне обґрунтування ефективні використання сучасних технологій відновлення функцій бетону

Ефективність введення добавок проявляється в економії цементу для рівномічних бетонів (порядку 5 - 20%), зменшенні розшарування бетонної суміші, підвищення щільності і непроникності бетону, зростанні міцності бетонів рівно рухливих сумішей.

При введенні добавок в бетон при постійній витраті цементу і рівнорухливої бетонної суміші можна зменшити водо-цементне відношення, це особливо ефективно при інтенсивній вібрації. Крім того, структуроутворення, уповільнюють зростання пластичної міцності бетону в часі.

Система рівномірно розподілених пір з гідрофобізованою поверхнею в затверділому бетоні знижує капілярний підсос вологи і, тим самим, зменшує проникність бетону. У процесі заморожування утворилися пори які виконують роль демпферів знижують напруження і деформації, забезпечуючи підвищену морозостійкість матеріалу. Тому основним економічним ефектом застосування добавок, крім зниження водопотреби бетонних сумішей і зменшення витрат цементу, є підвищення довговічності залізобетонних конструкцій.

Слід враховувати, що добавки гідрофобної дії (типу ГКЖ-10, ГКЖ-11), на відміну від гідрофільних, добре адсорбуються на силікатних мінералах цементу і практично не адсорбуються. Тому добавки більш ефективні при застосуванні низькоалюмінатних цементів з підвищеним вмістом силікатів кальцію добавки-пластифікатори сприяють гомогенізації бетонної суміші і,

як наслідок, підвищення її однорідності. Пластифікуючий ефект добавок підвищується зі збільшенням тонкості помелу цементу, його витрати в бетоні або розчині.

Застосування суперпластифікаторів і сильнопластифікуючих добавок дозволяє спростити технологію формування виробів, відмовитися від шкідливого та енергоємного обладнання для віброущільнення бетонних сумішей, що покращує умови праці бетонників і знижує трудовитрати. Крім того, введення пластифікаторів дає можливість замінити дефіцитні високомарочні цементы рядовими, прискорити наростання відпускнуї міцності залізобетонних конструкцій зі зменшенням потреби в металі на опалубні форми, підвищити якість виробів і їх довговічність

Важливим ефектом використання суперпластифікаторів є можливість зниження температури теплової обробки виробів (~ на 30%), що позитивно відбивається на їхній якості, тому що основні процеси, що викликають деструктивні явища у нагріваємому бетоні, значно інтенсифікуються при температурі вище 60 ° С. Таким чином, зниження температури теплової обробки бетону або її тривалості, а також поліпшення легкоукладальності бетонних сумішей дозволяють істотно скоротити енерговитрати на виробництво залізобетонних та бетонних конструкцій.

Введення середньо-і слабопластифікуючих добавок, як правило, призводить до зменшення міцності бетону, особливо після теплової обробки. Однак, втрата міцності може бути компенсована зниженням В / Ц, внаслідок пластифікуючого ефекту добавок або застосування комплексних добавок (пластифікатор + прискорювач тужавіння). Крім того, попереднє витримування бетону з пластифікуючими добавками перед обробкою їх на протязі трьох годин призводить до значного підвищення його міцності при стисненні.

Пластифікуючі добавки можуть застосовуватися для приготування сумішей бетонів будь-яких класів (марок) і будь-якого призначення - як для

виготовлення збірних або монолітних конструкцій, так і для різних умов експлуатації.

При використанні пластифікаторів в бетонах і розчинах слід мати на увазі, що при вмісті в клінкерних мінералах портландцементу менше 40% С3S і більше 10% С3А пластифікуючих добавок може бути не ефективним.

Таким чином, завдяки здатності підвищувати рухливість бетонних і розчинних сумішей, добавки-пластифікатори в оптимальних кількостях не тільки покращують фізико-механічні властивості бетонів і розчинів, а й підвищують економічні показники виробництва знижується метало-і енергоємність, скорочуються трудовитрати.

Технологічна та економічна ефективність застосування пластифікатора в бетонних сумішах при виробництві збірних залізобетонних конструкцій представлена в таблиці 4.1

Таблиця 4.1 - Техніко – економічна ефективність використання сучасних технологій відновлення функцій бетону

№ п/з	Найменування відновлюваної функції	Найменування технології	Техніко-економічний ефект
1	2	3	4
1	Забезпечення водонепроникності	Нанесення таких засобів як «Стрімплаг», «Пенетрон», «Максплаг»	Не потребує фарбування, оклеювання, обмазування та просочування для забезпечення водонепроникності
2	Зміцнення поверхнього шару бетону	Використання таких засобів як «Sika ViscoCrete-3», «Макскріл», «Максбонд», «Макспраймер» методом насичення поверхнього шару	Відпадає необхідність зняття послабленого шару, виконання набетонок, або використання металевих підсилюючих конструкцій

продовження таблиці 4.1

1	2	3	4
3	Захист бетону від корозії	Використання добавок типу «Максрайт 500», «Cerinol OF», «Gem-Kote CW» методом пневморозпилювання	Відпадає необхідність виконання антикорозійного захисту нанесенням антикорозійних покриттів у декілька шарів
4	Захист арматури від корозії	Використовують «Максрест Пасив», «Gem Gard MCI» для нанесення пневморозпилюванням	Забезпечується довготривала експлуатаційна придатність арматури в умовах послабленого захисного шару в умовах агресивного середовища
5	Відновлення захисного шару	Використовують «Бісіл», «ЕМАКО», «Максрайт» методом торкретування	Забезпечується довготривала експлуатаційна придатність

Таблиця 4.2 Техніко – економічна ефективність використання сучасних технологій підсилення функцій бетону

№ п/з	Найменування підсилувальних функцій	Найменування технології	Техніко – економічний ефект
1	Підвищення рухливості бетонних сумішей при збереженні водопотреби у виробництві густоармованих конструкцій і тонкостінних виробів для забезпечення самоущільнення (без вібрації)	Використання таких засобів як «Sika ViscoCrete-3», «Sika ViscoCrete-5», «Макскріл» шляхом включення до розчинної води	Зниження трудомісткості формування. Зменшення тривалості вібраційного ущільнення бетонної суміші. Економія електроенергії

продовження таблиці 4.2

1	2	3	4
2	Забезпечення тріщиностійкості бетону	Включення до сухих компонентів таких засобів як «Fibre-Patch», «Сем-Kote Plus», «Мегакрет 40»	Зниження вартості будівництва
3	Підвищення міцності бетону за рахунок зниження вмісту води при постійній витраті цементу	Використовують «Максрест», «Максрайт», «Grem-Kote ST», «Сerinol RM» шляхом включення до розчинної води	Отримання бетонів класу В30 - В40 при використанні цементу М-500. Економія арматурної сталі в колонах внаслідок підвищення проектної міцності бетону без зміни перетину конструкції
4	Забезпечення тріщиностійкості бетону	Включення до сухих компонентів таких засобів як «Fibre-Patch», «Сем-Kote Plus», «Мегакрет 40»	Зниження вартості будівництва
5	Забезпечення довговічності бетонних конструкцій	Використовують «Viatron» «Tuff-Flex» «Tuff-Cote» включенням до розчинної води	Не потребує відновлення та ремонту
6	Економія в'язучих при заданій міцності бетону	Використовують такі засоби як «Макскріл», «Максбонд», «Максепос Бонд», «Sika ViscoCrete-5»	Зниження вартості будівництва

Таблиця 4.3 - Техніко - економічна ефективність використання добавок

Призначення добавки	Техніко-економічний ефект
Зниження витрати цементу	Зниження вартості будівництва
Підвищення рухливості бетонних сумішей при збереженні водопотреби у виробництві густоармованих конструкцій і тонкостінних виробів	Зниження трудомісткості формування. Зменшення тривалості вібраційного ущільнення бетонної суміші. Економія електроенергії
Зниження водопотреби високорухливих бетонних сумішей при формуванні секцій об'ємних колекторів, шахт ліфтів, вертикальному формуванні труб великих розмірів та інших об'ємних елементів	Економія цементу на 8 - 12%. Скорочення тривалості тепловологістної обробки та збільшення пропускної здатності формувальних установок
Підвищення міцності бетону за рахунок зниження вмісту води при постійній витраті цементу	Отримання бетонів класу В30 - В40 при використанні цементу М-500. Економія арматурної сталі в колонах внаслідок підвищення проектною міцності бетону без зміни перетину конструкції

ВИСНОВКИ

1) До найбільш розповсюджених пошкоджень і дефектів «нових» та «старих» бетонів, які призводять до втрати експлуатаційної придатності, відносяться: корозія бетону та арматури, тріщиноутворення, втрата або відсутність водонепроникності, недостатня міцність та інші.

Традиційні технології відновлення та підсилення функцій бетону спрямовані на використання додаткового набетонування, металевих підсилюючих конструкцій, збільшення поперечного перерізу, спеціальних гідро ізолюючих та захисних покриттів.

2) До найбільш ефективних заходів по відновленню та підсиленню функцій бетонів слід віднести технології, які базуються на використанні модифікуючих добавок. Аналіз дозволив провести систематизацію добавок і розподілити в декілька груп.

Кожна група модифікуючих добавок відповідає головному призначенню, надає покращення іншим властивостям бетону, тобто усі загалом дозволяють успішно вирішувати увесь комплекс проблем.

У відповідності до головних функцій модифікуючі добавки утворюють такі групи:

- суперпластифікатори - дозволяють підвищити рухливість бетонної суміші, що дозволяє збільшити міцність, щільність і водонепроникність бетону, або знизити витрату цементу при забезпеченні необхідної міцності бетону;

- прискорювачі набору міцності - збільшують швидкість набору міцності в ранні терміни твердіння (1-3 доби), підвищують марочну міцність бетону;

- добавки, які регулюють зберігання рухливості бетонної суміші, - потрібні в жарку пору року або при необхідності тривалого перевезення бетонної суміші;

– добавки з протиморозним ефектом - забезпечують проведення бетонних робіт у зимовий час при температурах до мінус 15° С і навіть до мінус 25 ° С;

– зміцнюючи; бетони з цими добавками мають клас по міцності до В80 при застосуванні цементів марки 500, відрізняються зниженою проникністю, морозостійкістю, корозійною стійкістю і довговічністю, при цьому бетонна суміш може мати високу рухливість;

– добавки для самоущільнення бетонів - допомагають вирішити проблему бетонування тонкостінних, густоармованих конструкцій навіть без вібрування;

– комплексні добавки - об'єднують в собі кілька видів впливу на бетонну суміш;

– добавки кольмотуючі, тобто закупорюючі пори – гідроізолюючі;

– тріщинопопереджуючі;

– просочуючі для насичення бетону і підвищення міцності та інших властивостей, в тому числі корозійну стійкість арматури в товщі бетону;

– добавки для захисту від корозії арматури.

3) Увесь комплекс технологій по відновленню експлуатаційної придатності бетонних конструкцій включає підготовку сумішей у відповідності до вказівок та їхнє нанесення. В залежності від об'єму та використовуваного матеріалу. Найбільш поширеними технологіями являються «сухе» або «мокре» торкретування, шпаклювання або пневморозпилювання.

В разі нового бетонування технології передбачають введення модифікуючих добавок, як правило, до води за творення.

Для підвищення корозійної стійкості бетону та арматури можуть бути рекомендовані наприклад такі засоби як: «Максрайт 500», «Gem-Gard MCI», «Тексол», «Ceresit CD 30», «Sika MonoTop 610», «Максрест Пасив» як найбільш перспективні.

Для гідроізоляції бетонних та залізобетонних конструкцій найбільш розповсюдженими є: «Пенетрон», «Deitermann», «Isomat Адінол DM», «Бісіл WA», «Стрімплаг», «Макскріл», «Maxseal Flex», «Кальматрон», «Максплаг», «Euro 3k superflex», «Tuff-Cote», «Кнауф Флехендихт», «Gem-Grete CR» та інші.

Розчини для посилення недостатньої міцності «старого» бетону. Для насичення поверхні спеціальними сумішами з метою забезпечення їхньої тріщиностійкості та корозійної здатності використовуються: «Максрест», «Максрайт», «Cerinol RM», «Grem-Kote ST» .

Найбільш розповсюдженими розчинами та сумішами для відновлення зруйнованого та відсутнього захисного шару методом торкретування та шпаклювання являється: «Бісіл SPF», «Бісіл Пол», «Ceresit CD 22», «Максрест», «Sika MonoTop-612», «Емасо», «Максрайт», «Uni RS LF3», «Конкресіл 3/5», «Максрайт 500/700», «Ватмт», «Sprey-Con DS».

Для відновлення підлоги, а також суттєве збільшення міцності при зношуваності статичної та динамічної дії використовуються: «Аквастоун», «Протексіл», «Епоксол», «Cerinol 1», «Панбексіл», «Liqui Hard», «Дуросіл», «Дурокурінг», «Літурін», «Мастеркуре 113/114», «Макспетч», «Максроуд», «Cerinol Plus», «Levl Coat».

Для ремонту залізобетонних конструкцій при тріщиноутворенні використовуються наступна розчини та герметики: «Ceresit CD 32», герметик «Спрут», «Максуретан Інжекшн», «Максфлекс», «Мегакрет 40», «Рапикрет», «Fibre-Patch ST», «Superflex», «Мегакрет 40», «Сем-Kote Plus», «Flex-Top RDM».

Підвищення міцності бетону забезпечується наступними засобами: пластифікатори ЛСТ, суперпластифікатори «С-5», «Дофен», «Релаксол», короткі волокна, мікрокремнезем, гіперпластифікатори, «Sika ViscoCrete-3», «Макскріл», «Максбонд», «Макспраймер», «Максепокс Бонд».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Афанасєв Н.Ф., Целуйко М.К. Добавки в бетони та розчини. Київ : Будівельник, 1989. 128 с
2. Бабаєвська Т. В. Бетони на цементах, модифікованих комплексною добавкою : автореф. дис. канд. техн. наук. 05.23.05. Одеса, 2003, 17 с
3. Баженов Ю. М. Технологія бетону. Москва: АСВ, 2002. 500 с
4. Батраков В. Г. Модифіковані бетони. Теорія і практика. Москва: 1998, 768с
5. Батраков В. Г. Модификаторы бетона: новые возможности и перспективы . *Строительные материалы*. 2006. №10. С. 4-7.
6. Будівельне матеріалознавство : підручник / за ред. К.К. Пушкарьової. Київ : Ліра-К, 2020. 592 с.
7. Балицький В.С., Марченко Л.С. Бетонні роботи: технологія та організація. Київ, «Будівельник» ,1977, 240 с
8. Борисов А.А., Поляков Л.Г., Вікторов Л.Г., Горбунова В.С., Фоміна Л.В. Особливості підбору матеріалів при розробці сумішей та технологій високоміцних бетонів. *Будівельні матеріали*. 2001. №6. с.28-29
9. Вознесенський В.А. Оптимізація складу багатокomпонентних добавок в композити. Київ : Тов-во «Знание» УССР, 1981. 20 с
10. Вознесенський В.А., Вировий В.М., Керш В.Я. Сучасні методи оптимізації композиційних матеріалів. Київ:Будівельник,1983. 144 с
11. Глекель Ф.Л., Копп Р.З., Ахметов К.С. Регулювання гідратаційного структуроутворення хімічними добавками. Ташкент: ФАН, 1986. 224 с
12. Гоц В. І. Бетони і будівельні розчини: підручник. Київ: Основа, 2016. 568 с.
13. Дворкін О.Л. Проектування складів бетонів. Основи теорії і методології. Рівне: Вид-во УГУВХП, 2003. 265 с

14. Дворкін Л.Й., Лаповська С.Д. Будівельне матеріалознавство : підручник. Київ : НУВГП, 2016. 448 с.
15. ДСТУ Б В.2.7-69-98. Добавки для бетонів. Методи визначення ефективності. [Чинний від 1999–01–01]. Вид. офіц. Київ : Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України, 1998. 43 с.
16. ДСТУ Б В.2.7-65-97. Добавки для бетонів та будівельних розчинів. Класифікація. [Чинний від 2000–01–01]. Вид. офіц. Київ : Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України, 200. 43 с.
17. ДСТУ Б В.2.7-46-2010 Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення. [Чинний від 2011–09–01]. Вид. офіц. Київ : Держкоммістобудування України, 2011. 20 с
18. ДСТУ-Н Б В.2.7-175:2008. Будівельні матеріали. Настанова щодо застосування хімічних добавок у бетонах і будівельних розчинах [Чинний від 2010–01–01]. Вид. офіц. Київ : Держкоммістобудування України, 2010. 31 с
19. Захист поверхні бетону. / за ред. В.А. Соколова. Москва : Стройиздат, 1981.103 с.
20. Іссерс Ф.А., Булгакова М.Г., Вершиніна Н.І. Міцнісні та деформативні властивості високоміцних бетонів з модифікатором МБ 10-0. *Бетон та залізобетон*. Київ, 1999. №3. С. 6-9.
21. Капрієлов С.С., Батраков В.Г., Шейнфельд А.В. Модифіковані бетони нового покоління: реальність та перспектива. *Бетон та залізобетон*. Київ 1999. №6. С.6-10.
22. Каталог хімічних добавок для бетонів та розчинів. Київ : ДКУВГ, 2001.40 с
23. Кузьмін Е.Д. Бетони з протиморозними добавками. Київ : Будівельник, 1976. 108 с.
24. Кропивницька Т.П. Концепція еко-ефективних наномодифікованих лужноактивованих композиційних цементів з високою ранньою міцністю. *Вісник НУ «Львівська політехніка». Теорія і практика будівництва*. 2019. № 912. С. 18-23.

25. Мальганов А.И., Плевков В.С., Полищук А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий : атлас схем и чертежей. Томск: Томский межотраслевой ЦНТИ, 1990г., 316с.
26. Нові методи догляду за бетоном / за ред. Золотницький І. Я. Київ : Будівельник, 1981. 48 с.
27. Принципи стратегії сталого розвитку в цементній промисловості / Т.М. Круць, І.М. Гев`юк М.А. Саницький, Т.П. Кропивницька // Будівельні матеріали та вироби. 2015. № 3-4. С. 16-19.
28. Рамачандран В., Фельдман Р., Бодуен Дж. Наука про бетон. Москва :Стройиздат, 1986. 278 с.
29. Ратінов В. Б. Розенберг Т. І. Добавки в бетон. Москва :Стройиздат,1989. 188 с.
30. Савйовський В.В., Болотських О.Н. Ремонт та реконструкція цивільних споруд. Харків: Ватерпас, 1999. 288 с.
31. Саницький М.А., Позняк О.Р., Марущак У.Д., Чемерис М.М. Модифікатори нової генерації для бетонів. *Будівельні матеріали та вироби*. 2006. №1. С. 5-7.
32. Саницький М.А., Марущак У.Д., Мазурак О.Т., Чемерис М.М. Концепція застосування модифікаторів для підвищення якості та довговічності залізобетону. *Міжвідомчий науково – технічний збірник*. Вип. 59. Київ : НДІБК. 2003. С 448-455.
33. Степанова В.Ф., Капрієлов С.С., Шейнфельд А.В., Барикін П.І. Вплив добавок мікрокремнезема на корозійну стійкість арматурної сталі в бетоні. *Бетон та залізобетон*.1993. №5. С 28-30
34. Сінайко Н.П., Ліхопуд А.П. Сопов В.П., Толмачов С.Н. Довговічність будівельних конструкцій. *Теорія та практика захисту від корозії*. Москва : Центр економіки та маркетингу, 2002. С 152 – 158
35. Тріщини у залізобетоні та корозія арматури / В.М. Москвин, С.Н. Алексєєв, Г.П. Вербицький, В.І. Новгородський. Москва 1971, 144 с.

36. Ушеров - Маршак А.В. Кінетична селективність впливу хімічних добавок на процеси тужавіння цементів. *Неорганічні матеріали*. 2000. Т.35, №12. С.1531 – 1534
37. Ушеров - Маршак А.В., Ціак М., Першина Л.А. Сумістність цементів з хімічними добавками. *Цемент*. 2003. №1. С. 38-40
38. Файнер М. Ш. Нові закономірності у бетоноведенні. Київ : Наук. Думка, 2001. 448с.
39. Хімічні і мінеральні добавки в бетон / за заг. ред.. О. Ушєрова-Маршака. Харків: Колорит, 2005. 280 с.
40. Чернишов Ю. П. , Козлова Л.А. Пластичний бетон. Донецьк, 1987. 64 с
41. Якіменко О.В. Технологія будівельного виробництва : навч. посіб. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекєтова, 2016. 410 с.
42. V. M. John, E. M. Gartner, et al. // *Cement and Concrete Research*. – 2018. Vol.114. P. 2-26.
43. Aitcin, P.-C. Cements of today – concretes of tomorrow / P.-C. Aitcin, W. Wilson // *CWB*. 2014. P. 349–358.
44. Sanytsky M., Kropyvnytska T., Gorpynko O., Geviuk I. Effect of the Particle Surface Distribution on the Reactivity of Supplementary Cementitious Materials in Blended Cements. *Book of abstracts ICCS 2019*. P. 188.