

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ	
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ	
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ	
Кафедра промислового та цивільного будівництва	
Кваліфікаційна робота/проект	
другий магістерський рівень	
(рівень вищої освіти)	
на тему:	Технологія торкретування для відновлення захисного шару залізобетонних конструкцій при ремонті та реконструкції
Виконав: студент спеціальності	2 курсу, групи 8.1920-пцб-3-дн 192 Будівництво та цивільна інженерія (код і назва спеціальності)
освітньої програми	промислове і цивільне будівництво (код і назва освітньої програми)
	Сливчук Р. І. (прізвище та ініціали)
Керівник	проф., д.е.н. Анін В.І. осада, вчене звання, науковий ступень, прізвище та ініціал
Рецензент	доц., к.т.н. Полтавець М.О. осада, вчене звання, науковий ступень, прізвище та ініціал
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"
(шифр і назва)
Освітньо-професійна програма "Промислове і цивільне будівництво"
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

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

Сливчук Роман Іванович
(прізвище, ім'я по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Технологія торкретування для відновлення захисного шару залізобетонних конструкцій при ремонті та реконструкції

керівник роботи Анін В.І., проф., д.е.н.
(прізвище, ім'я по батькові, науковий ступень, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від " 30 " 06 2021 року № 975 - с







2. Строк подання студентом роботи 01 грудня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи фізико-механічні властивості бетону, технологія віжновлення 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 причині втрати експлуатаційної придатності бетонних залізобетонних конструкцій будівель та споруд, технологічні властивості конструктивних рішень технологія виконання торкретування, оцінка технологічної ефективності виконання робіт з торкретування при ремонті та реконструкції

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) вступ, основні питання дослідження, аналі причин втрати експлуатаційної придатності технологічні та будівельно-технологічні властивості бетонної суміші для торкретування.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Анін В.І., д.е.н., проф.		
Розділ 2	Анін В.І., д.е.н., проф.		
Розділ 3	Анін В.І., д.е.н., проф.		

7. Дата видачі завдання

30 червня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Теоретичні та прикладні аспекти торкретування бетону в сучасному будівництві	30.09.2021	
2.	Особливості вибору складу торкретбетону для забезпечення технологічних властивостей та експлуатаційних характеристик	21.10.2021	
3.	Організаційно-технологічні рішення виготовлення та нанесення торкретбетону на оброблювальну поверхню	25.12.2021	
4.	Оформлення та підготовка до захисту	30.01.2022	

Студент


(підпис)Сливчук Р.І.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи/проекту


(підпис)Анін В.І.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено


(підпис)Данкевич Н.О.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Сливчук Р.І. Технологія торкретування для відновлення захисного шару залізобетонних конструкцій при ремонті та реконструкції.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник В.І. Анін. 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 наукових досліджень виявлені принципи втрати експлуатаційної придатності залізобетонних конструкцій. Визначена перевага використання торкретування, яка полягає у можливості повної механізації процесів, та у поєднанні в одній технологічній послідовності транспортування, укладання та ущільнення бетонної суміші. Значну увагу приділено технологічним питанням одержання та застосування у будівельній практиці торкрет-фібробетону, особливостям створення захисних покриттів з використанням цього матеріалу, сформульовані вимоги до підбору вихідних матеріалів для отримання покриттів, а також рекомендації та правила, що стосуються технології їх нанесення. Наведено приклади різних варіантів конструктивних рішень торкрет-бетонних та торкрет-фібробетонних покриттів стосовно підземних та наземних будівельних об'єктів.

Ключові слова: експлуатаційна придатність, торкретування, торкрет-бетон, методи торкретування.

Список публікацій магістранта:

1. Анін В.І., Данкевич Н.О., Сливчук Р.І. Технологія торкретування для відновлення захисного шару залізобетонних конструкцій при ремонті та реконструкції. *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.419-421.

ABSTRAKT

Slivchuk R.I. Shotcreting technology for restoration of a protective layer in reinforced concrete structures during repair and reconstruction.

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

The principles of loss of serviceability of reinforced concrete structures are revealed in the work on the basis of the analysis and systematization of the data of scientific researches. The advantage of using shotcreting is determined, which consists in the possibility of complete mechanization of processes, and in combination in one technological sequence of transportation, laying and compaction of concrete mix. Considerable attention is paid to technological issues of production and application of shotcrete-fiber concrete in construction practice, features of creating protective coatings using this material, formulated requirements for the selection of raw materials for coatings, as well as recommendations and rules for their application technology. Examples of different variants of design solutions of shotcrete-concrete and shotcrete-fiber-concrete coverings concerning underground and above-ground construction objects are given.

List of postgraduate: serviceability, shotcreting, shotcrete, shotcrete methods.

1. Анін В.І., Данкевич Н.О., Сливчук Р.І. Технологія торкретування для відновлення захисного шару залізобетонних конструкцій при ремонті та реконструкції. *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.419-421.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ТОРКРЕТУВАННЯ БЕТОНУ В СУЧАСНОМУ БУДІВНИЦТВІ.....	11
1.1 Причини втрати експлуатаційної придатності конструктивних елементів будівель і споруд.....	11
1.2 Основі особливості торкретування, переваги та галузь застосування	17
1.3 Склад і основні характеристики торкретбетону.....	23
1.4 Порівняння сухого та мокрого способу торкретування.....	28
1.4.1 Торкретування сухим способом.....	28
1.4.2 Торкретування мокрим способом.....	32
2 ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ СКЛАДУ ТОРКРЕТБЕТОНУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК.....	34
2.1 Торкретбетоні суміші, вимоги до їх складу і якості отриманого торкрет бетону.....	34
2.2 Методика визначення оптимальної кількості добавки- прискорювача схоплювання.....	39
2.3 Практичне застосування математичних моделей в технологічних розрахунках по відновленню захисного шару бетону.....	40
2.4 Визначення техніко-економічної ефективності технології відновлення захисного шару бетону методом торкретування модифікованими складами з облаштуванням компенсуючого перехідного шару.....	43
2.5 Технологічні особливості сухої гідроізоляційної ремонтної суміші «Кальватрон».....	50

3	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ	
	ВИГОТОВЛЕННЯ ТА НАНЕСЕННЯ ТОРКРЕТБЕТОНУ НА	
	ОБРОБЛЮВАЛЬНУ ПОВЕРХНЮ.....	60
3.1	Технологічні особливості приготування сухої суміші.....	60
3.2	Підготовка поверхні, що підлягає торкретуванню.....	61
3.3	Нанесення торкретбетону на підготовлену поверхню.....	63
3.4	Технологія приготування і нанесення на оброблювану	
	поверхню торкрет-фібробетон.....	67
3.5	Догляд за покриттям після торкретування.....	71
3.6	Контролю якості і приймання робіт з торкретування	
	поверхонь.....	72
3.7	Конструктивні рішення торкрет-бетонних покриттів, приклади	
	технічного виконання.....	77
3.8	Вимоги безпеки виробництва, охорони праці і довкілля.....	100
	ВИСНОВКИ.....	105
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	108

ВСТУП

Актуальність теми. Цементний бетон і залізобетон поряд з іншими будівельними матеріалами й сьогодні залишається дуже поширеним і універсальним матеріалом для будівництва. Експлуатація бетонних і залізобетонних конструкцій будівель та споруд часто відбувається за несприятливого поєднання динамічного навантаження і температурно-вологісного режиму, що своєю чергою спричиняє складний напружено-деформований стан і може зумовити критичні напруження, які перевищують міцність конструкції, особливо поверхневого шару – бетону. У результаті виникають повздовжні і поперечні тріщини, які призводять до корозії арматури і бетону, а також до скорочення терміну експлуатації [6].

Одним із ефективних методів ремонту цементно-бетонного покриття є технологія торкрет бетонування - це найбільш дієвий на даний момент спосіб відновлення монолітності, усунення та подальшого запобігання низці проблем, таких як: тріщино утворення; руйнування (відшаровування бетону); зниження стійкості арматури до корозії внаслідок зруйнованого захисного шару; розпушування внутрішньої структури бетонних конструкцій.

Торкретування - прогресивний спосіб нанесення на оброблювану поверхню одного або декількох шарів розчину або бетону з цементу, піску, щебеню або гравію і води, у тому числі з можливістю застосування традиційної арматури або з можливістю використання як армуючих компонентів металевих(переважно сталевих) або неметалічних фібр, здійснюваного під тиском стислого повітря при виробництві робіт, пов'язаних із зведенням, ремонтом або відновленням несучих і захищаючих будівельних конструкцій будівель і споруд[6,23].

В результаті нанесення розчину або бетону на поверхню під тиском утворюється ущільнений шар торкрету, властивості якого відрізняються від властивостей звичайного бетону або розчину. В порівнянні із звичайним

бетоном торкрет має підвищену механічну міцність, морозостійкість, водонепроникність, краще зчеплення з поверхнею оброблюваної конструкції.

Перевага торкретування перед іншими методами полягає в повній механізації процесів, що зазвичай вимагають великих витрат праці, і в з'єднанні в одній технологічній операції транспортування, укладання і ущільнення розчину або бетону.

Торкретбетон добре тримається на стелях і стінах, не вимагає опалубки, його транспорт до робочої ділянки не зустрічає утруднень, гнучкий транспортний трубопровід легко проходить через вузькі місця, тому виробництво робіт по торкретуванню може здійснюватися не лише у вільному просторі, але і в обмежених умовах.

Значна увага приділена технологічним питанням отримання і застосування у будівельній практиці торкрет-фібробетона, особливостям створення захисних покриттів з використанням цього матеріалу. Успіх застосування торкрет-фібробетона пов'язаний з оптимізацією параметрів дисперсного армування і залежить від характеристик використовуваних фібр: їх міцності і об'ємного змісту в торкретбетоні, діаметру і довжини фібр, співвідношення між діаметром і завдовжки, профілю і якості їх поверхні, що обумовлюють анкеровку у бетонній матриці, а також від технологічних прийомів створення захисних покриттів. Застосування фібр в якості армуючих компонентів в торкретбетоні підвищує його здатність до пластичної деформації, тріщиностійкості, міцність при розтягуванні і вигині, опір до динамічних і вогневих дій, при цьому часткове або повне виключення з перерізу торкрет-бетонного покриття традиційної стержневої арматури створює передумови для зниження трудовитрат при виробництві робіт, скорочення термінів будівництва.

Таким чином одним із ефективних методів ремонту цементно-бетонного покриття є технологія торкрет бетонування, яка дає можливість механізувати практично всі процеси і отримати шар бетону підвищеної щільності і міцності. Використання торкретування є надійним засобом

нанесення захисних покриттів на бетонні поверхні, що піддані впливу агресивних середовищ і низьких температур, виправлення дефектів у бетоні, підсилення бетонних та залізобетонних конструкцій тощо.

Метою магістерської роботи є аналіз, узагальнення та обґрунтування сучасних методів, технологій відновлення залізобетонних конструкцій і підвищеної щільності і міцності та збільшення їх терміну служби.

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

1) Визначення факторів які впливають на погіршення експлуатаційної придатності конструктивних елементів будівель і споруд при будівниці та експлуатації.

2) Аналіз основних особливостей методів торкретування, їх переваги та галузь застосування.

3) Порівняння організаційно-технологічних та економічних особливостей сухого та мокрого способу торкретування.

4) Обґрунтування вибору складу торкретбетону для забезпечення технологічних властивостей та експлуатаційних характеристик. Визначення оптимальної кількості добавки-прискорювача схоплювання.

5) Розробка організаційно-технологічних рішень виготовлення та нанесення торкретбетону на оброблювальну поверхню.

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

Об'єктом дослідження є технологія торкретування, яка є надійним засобом нанесення захисних покриттів на бетонні поверхні для виправлення дефектів у бетоні, підсилення бетонних та залізобетонних конструкцій.

Предмет дослідження: способи торкрет бетонування, 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 бетонних конструкцій та найбільш придатні технології і матеріали для виправлення дефектів у бетоні, підсилення бетонних та залізобетонних конструкцій.

Наукова новизна: за результатами магістерської роботи Виявлені основні причини втрати експлуатаційної придатності залізобетонних конструкцій, що дозволило визначити шляхи вибору ефективних методів ремонту цементно-бетонного покриття є технологія торкрет бетонування, яка дає можливість механізувати практично всі процеси і отримати шар бетону підвищеної щільності і міцності.

Практична цінність: Сформульовані вимоги до підбору початкових матеріалів для отримання даних покриттів (до бетону, сталевих фібр), а також рекомендації і правила, що стосуються технології їх нанесення. Представлені приклади різних варіантів конструктивних рішень торкрет-бетонних і торкрет-фібробетонних покриттів стосовно підземних і наземних будівельних об'єктів.

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 110 сторінок тексту, у тому числі 18 рисунки, 19 таблиць. Список використаних джерел містить 35 найменування.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ТОРКРЕТУВАННЯ БЕТОНУ В СУЧАСНОМУ БУДІВНИЦТВІ

1.1 Причини втрати експлуатаційної придатності конструктивних елементів будівель і споруд

Споруду або її окремі елементи (конструкції) можна вважати придатними до експлуатації, якщо вони відповідають вимогам чинних нормативних документів. Тут мова йде як про нормативні документи, які встановлюють вимоги до міцності, надійності та довговічності конструкцій, так і про спеціалізовані нормативні документи, які встановлюють вимоги до функціональної придатності споруд для певних галузей. Придатність та технічний стан споруд, що перебувають в експлуатації, можуть оцінюватись їх фізичним та моральним зношенням[23,26].

Будь-яку будівлю чи споруду можна розглядати як технічну систему елементів, які взаємодіють між собою та контактують з навколишнім середовищем, зазнаючи його впливів. Агресивні впливи середовища експлуатації викликають появу пошкоджень різного характеру, що призводить до поступового погіршення технічного стану та зниження експлуатаційної придатності як окремих елементів (конструкцій), так і всієї системи в цілому (будівлі, споруди). Життєвий цикл споруди (конструкції), технічний стан якої погіршується внаслідок фізичного зношення, можна описати такою схемою (рис. 1.1).

Загальні підходи відображено в низці нормативних та регламентуючих документів, таких як «Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд» [23]. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 «Настанова щодо обстеження будівель

і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану» та інші загальні та галузеві документи [20].

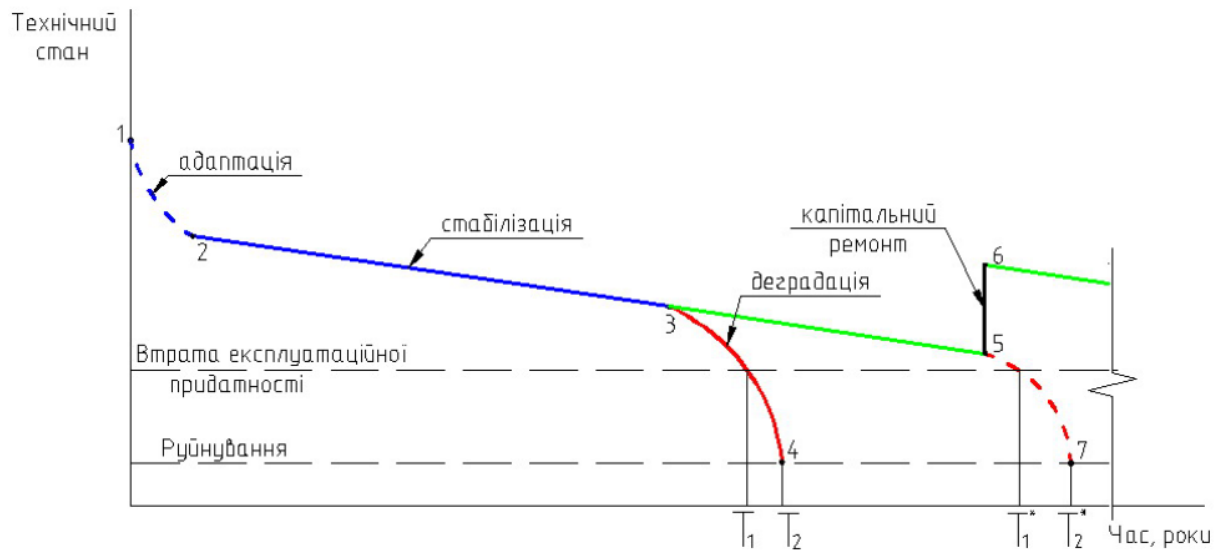


Рисунок 1.1 - Життєвий цикл будівлі/споруди (конструкції)

В Україні розроблено ДСТУ-Н Б В.1.2-18-2016 «Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану». У ЄС з 2009 р. набув чинності EN 1504. Products and systems for the protection and repair of concrete structures – Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity (Матеріали і системи для захисту та ремонту бетонних конструкцій – Визначення, вимоги, контроль якості та встановлення відповідності).

Тільки деякі руйнування конструкцій можуть бути викликані непередбачуваними обставинами. Великій же кількості дефектів, деформацій і навіть руйнувань можна своєчасно запобігти або усунути їх повністю, якщо бути обізнаними з аналогічними випадками. Вивчення відомих дефектів будівельних конструкцій дозволяє встановити причину та не допустити їх появу, а отже, підвищити якість усіх видів будівельно-монтажних робіт.

Дефекти в конструкціях споруд поділяються на три категорії[23,26].

I категорія. Видимі та приховані недоліки, які знижують міцність матеріалів та несучу здатність конструкцій (можуть викликати руйнування окремих частин або ділянок споруд і стати причиною аварій).

II категорія. Дефекти, що стосуються часткового послаблення конструкцій і не пов'язані з порушенням їх загальної міцності, стійкості й не загрожують цілісності споруди, але з часом можуть призвести до зниження несучої здатності.

III категорія. Дефекти, які знижують довговічність конструкцій, порушують нормальні умови експлуатації, викликають необхідність дочасного ремонту та підвищення витрат на нього (недоліки захисних покриттів, тепло-, паро-, гідроізоляції, водозахисних елементів і тому подібне.)

Характерні дефекти в бетонних, залізобетонних та кам'яних конструкціях, виходячи з причини та періоду їх допущення, можна об'єднати в такі групи.

Недоліки проекту[23]:

– невідповідність прийнятої під час розробки проекту розрахункової схеми дійсним умовам роботи. Невраховані в ході розробки проекту фактори призводять до того, що зведена споруда іншим чином взаємодіє з ґрунтовим масивом (основою), по-іншому розподіляються на конструкції силові впливи. Це може призвести до значної зміни характеру зусиль у конструкціях. Наприклад, виникнення непередбачених розтягнутих зон у залізобетонних елементах є причиною утворення тріщин;

– неправильне призначення відстані між деформаційними (температурними, усадковими) швами або їх відсутність. Наслідком є виникнення температурних (усадкових) тріщин, що пошкоджують масив конструкцій;

– вибір матеріалів конструкцій, які не відповідають умовам експлуатації. Під час розробки проекту не враховані певні фактори (впливи агресивних експлуатаційних середовищ, вплив агресивних ґрунтових вод), у

зв'язку з якими потрібно було б використати спеціальні види цементу (сульфатостійкий, пуцолановий) або призначити відповідну товщину захисного шару бетону. Невідповідність застосованого матеріалу або параметрів конструкції експлуатаційним умовам призводить до відносно швидкої появи пошкоджень.

Дефекти виготовлення[23]:

- відхилення від проектних геометричних розмірів. При виготовленні конструкцій (особливо монолітних залізобетонних) може бути отриманий зменшений переріз (колони, балки) або товщина (плити), що призводить до зростання напружень;

- зниження міцності та зростання проникності бетону порівняно з проектними значеннями внаслідок порушення рецептури (вміст цементу, вміст води), розшарування суміші при укладанні, неякісного ущільнення;

- наявність каверн та пустот у бетоні (за рахунок порушення технології вкладання бетонної суміші неякісного ущільнення, або низької якості заповнювачів із сторонніми включеннями (грудки глини, деревина та ін.);

- порушення вказівок з армування (надмірне насичення елементів арматурою, що перешкоджає ущільненню);

- порушення вказівок з догляду за бетоном в період твердіння;

- недостатня товщина захисного шару бетону.

Дефекти монтажу та зведення конструкцій:

- дефекти, викликані порушеннями під час транспортування, складування;

- зміщення від проектного положення, недостатня площа опирання (рис1.2);

- відсутність чи неякісне виконання антикорозійного захисту, гідроізоляції (рис.1.3). Передбачений проектом антикорозійний захист повинен забезпечити відсутність контакту матеріалу конструкції з

агресивним середовищем, а значить, можливість виконання конструкції зі звичайних матеріалів. Проте неякісне виконання захисних покриттів призводить до досить швидкого пошкодження конструкцій, матеріал яких не придатний для сприйняття таких впливів. Також певних пошкоджень конструкції можуть зазнати внаслідок неякісного виконання гідроізоляції, покрівель.



Рисунок 1.2 - Руйнування конструкцій внаслідок недостатньої площі обпирання



Рисунок 1.3 - Пошкодження конструкцій внаслідок неякісного виконання гідроізоляції

Технологія торкретування в будівельній практиці використовується понад 100 років, наслідуючи загальний прогрес науки і техніки, постійно змінюючись і вдосконалюючись [6].

Розвиток технології торкретування був можливим завдяки впровадженню в організаціях Мінмонтажспецбуду УРСР і Мінсільбуду УРСР під час спорудження об'єктів водоканалізаційних очисних споруд (прямокутні і радіальні відстійники, резервуари для води тощо). Прикладом високоякісного виконання торкрет робіт можуть слугувати такі будівлі: трисекційний аеротенк і радіальні відстійники на очисних спорудах цукрового заводу в м. Теофіполі, Хмельницької області (ССМУ Житомирспецфундаментбуд комбінату Укрпромспецбуд), резервуари чистої води ємністю від 3000 до 10000 м³ в м. Конотопі і м. Глухові, Сумської області, збірно-монолітні опускні колодязі насосних станцій в м. Городянці, Ірпіні і Боярці, Київської області і на Льодовому стадіоні в м. Києві, побудовані організаціями комбінату Київпромбуд і Київміськбуду в 1974 – 1977 рр. та інші об'єкти.

Процес торкретування в минулому використовувався вузькоспеціалізовано і обмежувався рівнем знань самого процесу виконання і малоефективним обладнанням.

Сьогодні на будівельному ринку широко представлене ефективне обладнання різних виробників для використання в технології торкретування АС-1 (Україна), ALIVA, MEYCO, Putzmeister (Швейцарія), REED (США), Werner Mador (Німеччина) тощо. Тому процес торкретування став одним з ефективних і надійних способів нанесення захисних покриттів на бетонні поверхні, що піддані впливу агресивних середовищ і низьких температур, виправлення дефектів у бетоні, підсилення бетонних та залізобетонних конструкцій тощо.

1.2 Основі особливості торкретування, переваги та галузь застосування

Однією з переваг бетону і залізобетону є довговічність. Проте несприятливе поєднання постійних і змінних навантажень з дією різних фізико-хімічних процесів спричиняє корозію бетону і сталеві арматури, що може призвести до руйнування конструкцій. Шкідливими реагентами для бетону є вода (чиста або така, що містить розчини солей і кислот), пари кислот, мінеральні олії тощо. Зовнішні навантаження, що спричиняють утворення тріщин у бетонних та залізобетонних конструкціях, прискорюють процес корозії бетону та арматури. Заморожування і відтавання конструкцій з тріщинами, заповненими водою, веде до руйнування захисного шару бетону[6,15,17,21].

Руйнування бетону відбувається насамперед на поверхні, по кутах і ребрах конструкцій. Корозія бетону (рис.1.4) зазвичай розвивається під впливом кількох чинників, що діють одночасно. Попри розмаїття агресивних чинників, які впливають на бетонні та залізобетонні будівельні конструкції, головні причини корозії можна розділити на три види:

- перший вид об'єднує ті процеси корозії, які виникають під впливом води, коли складові затверділого в'язучого розчиняються і вимиваються водою;

- другий вид об'єднує процеси корозії, що розвиваються при дії води, яка містить хімічні речовини, що вступають в обмінні реакції зі складовими бетону. До цього виду корозії можна віднести процеси, що виникають під впливом кислот та магнезійних солей;

- третій вид об'єднує процеси, що розвиваються у порах і капілярах матеріалу, де відбувається кристалізація малорозчинних солей. Це призводить до значних напружень у стінках капілярів і пор. Унаслідок цих напружень руйнується структура бетону.



Рисунок 1.4 – Корозія бетону

Швидкість корозії зростає за одночасної дії хімічних і фізичних чинників.

Торкретбетон призначається для улаштування конструкційних несучих і захисних покриттів, які наносяться на оброблену поверхню (підкладку) різного функціонально-будівельного призначення: поверхня скельної (гірською) породи, опалубки, цегляної кладки, бетону, земельного ґрунту або поверхня заздалегідь нанесеного шару торкретбетону і інше.

Покриття з торкретбетону можуть виконуватися у вигляді неармованого або армованого металеву сіткою, фібрами, або у вигляді комбінованого конструктивного рішення, у тому числі у поєднанні з кріпильними анкерними елементами [6,15,17,21].

Сфери застосування торкретбетону передбачають створення покриттів з використанням цього матеріалу:

- 1) . В процесі виробництва робіт при зведенні нових будівель і споруд :
 - будівництво резервуарів, місткостей, веж, у тому числі питного водопостачання;
 - гідроізоляція гідротехнічних споруд, тунелів і колекторів;
 - будівництво елементів гідротехнічних споруд;
 - реконструкція залізничних і автомобільних тунелів;
 - остаточна обробка штолень, тунелів, печер, шахт.

2) Нанесення поверхневих покриттів в штольнях і безнапірних водоводах з метою поліпшення протікання рідини:

- кріплення будівельних котлованів.
- кріплення скельних стін і укосів;
- підведення контропір і фундаментів під споруди;
- обробка і поверхневі покриття при надземному будівництві;
- посилення конструкцій з кладки і бетону;
- посилення сталевих конструкцій.

3) . При виробництві робіт, пов'язаних з попереджувальним ремонтом, з відновленням конструкцій будівель і споруд:

- захисні роботи в підземних спорудах;
- вогнетривке облицювання;
- антикорозійний захист сталевих конструкцій;
- відновлення захисного шару бетону;
- нанесення зносостійких покриттів;
- відновлення профілів;

4) Ремонт ушкоджень, викликаних зносом, кислотами, газами, вогнем, вибухами, морозами і надмірним навантаженням:

- реконструкція армованих покриттів;
- усунення дефектів будівництва бетонних споруд;
- ремонт тунельних покриттів і оздоблення;
- ремонт мостів і підпірних стін;
- ремонт гідротехнічних споруд.

За останнє століття технологія торкретування (набризгу) бетону з інноваційної перетворилася на класичну технологію, вживану у багатьох галузях економіки для вирішення різних виробничих завдань.

Попри те, що торкретування бетону для вищезгаданих операцій стало традиційною технологією, воно зберігає великий інноваційний потенціал і безперервно розвивається. Наявність великої кількості різних рецептур

торкретбетону забезпечує оптимальне рішення кожної конкретної технологічної задачі. Шляхом підбору оптимального гранулометричного складу, змісту єднальних, застосування тих або інших спеціальних добавок є можливість цілеспрямовано регулювати властивості торкретбетону.

Технологія торкретування бетону має наступні переваги:

- можливість нанесення торкретбетону на будь-які поверхні, розташовані у будь-яких площинах завдяки високим адгезійним властивостям торкретбетону і його самонесучої здатності;
- можливість торкретування бетону на будь-які нерівні поверхні;
- хороша адгезія(зчеплення) торкретбетону з поверхнею завдяки набризгу з високою швидкістю і під високим тиском (самоущільнюючого шару, що наноситься);
- можливість нанесення шарів різної товщини залежно від наявних конкретних умов і завдань;
- можливість армування торкретбетону(традиційна арматура/армування фіброю);
- можливість швидкого зведення несучої конструкції без застосування форм(опалубки) і тривалих термінів очікування.

Наприклад один з численних способів застосування торкретування в цивільному будівництві - це кріплення укосів, тобто елементів рельєфу зі значним відхиленням від горизонталі.

Укоси, які часто створюються при прокладенні автомобільних і залізниць, будівництві гребель, як правило, проектуються таким чином, що порода, з якої вони складаються, має самонесучу властивість. Проте іноді, щоб виключити виникнення зсувів і каменепадів, укоси вимагається зміцнювати додатково. Перед початком будь-яких робіт по зміцненню укосів необхідно визначити основні характеристики рельєфу - висоту, кут ухилу, склад і стійкість укосу, а також особливості клімату в цій місцевості. Ключовим параметром, який необхідно брати до уваги, є кут стану спокою

укося. Це такий кут, при якому матеріал укоса знаходиться в стійкому стані, тобто укіс сам себе утримує. Значною мірою цей кут залежить від форми, розміру і складу твердих часток ґрунту.

З поєднання усіх цих чинників складається незліченна кількість різних варіантів. Наприклад, в'язкі глинисті ґрунти мають більшу пластичність при вбиранні води, проте у край малим внутрішнім тертям. Насипу з щебеню, гравію і піску, навпаки, вбираючи воду, значною мірою міняють свою форму і структуру, але внутрішнє тертя в них більш високе.

Набризг торкрет - бетону став популярним способом кріплення укосів завдяки універсальності, довговічності і швидкому твердненню цього матеріалу, а також його високої адгезії (рис.1.5).



Рисунок 1.5 – Укріплення укосів з використанням торкретбетону

Завдяки застосуванню стислого повітря при набризгу торкретбетону буквально удруковується в поверхню укоса, заповнює в ній тріщини і порожнечі, запобігає оповзанню рихлого ґрунту. В зв'язку з цим торкретбетон може одночасно виступати як захисне покриття поверхні укоса, а також як основа для установки анкерів і інших елементів зміцнення [6,32].

Важливо відмітити, що для крутопадаючих укосів з високою рихлістю ґрунту ризик виникнення зсувів істотно зростає і, тому нанесення одного тільки шару торкретбетону може виявитися недостатньо. Такі укоси

потребують додаткових коштів зміцнення, таких як: укладання сталюї сітки, застосування фібри і інше.

Як правило, торкретбетон укладають знизу від основи укосу вгору - так само, як в тунелях і шахтах - щоб запобігти освіті у бетоні порожнеч і понизити відсоток відскоку при нанесенні.

До складу механізованого устаткування для торкретування входять торкрет стріли (торкрет-маніпулятори) з великою дальністю дії, які роблять нанесення бетону більш ефективним і безпечним. Устаткування для торкретування встановлюється на шасі, що значно підвищує його мобільність.

При зміцненні укосів, що обсипаються, такий тип устаткування дозволяє операторові наносити торкретбетон з безпечної відстані і гарантує швидке реагування для запобігання подальшому обваленню укосу. В деяких випадках торкретбетон з фіброю може замінити собою сталеву сітку. У такого бетону вище показники зчеплення з нерівними поверхнями, і для його нанесення треба задіяти меншу кількість співробітників.

В загальному понятті технологія торкретування бетону припускає нанесення бетонної суміші на будь-яку поверхню під великим тиском з гнучких спеціальних магістралей. Метод дає можливість підвищити адгезію часток розчину, значно ущільнює його, сприяє заповненню усіх порожнеч, тріщин і вибоїн.

Бетонний склад може наноситися шаром завтовшки 3-6 сантиметрів, що безпосередньо залежить від вживаної технології. Метод використовує набризг, бетон при такій технології виходить з поліпшеною структурою - більше вологостійкий, значно міцніший і стійкіший до морозу. Технічні характеристики можуть коригуватися введенням в розчин спеціальних присадок, об'ємом цементу і наповнювачів[31].

Цю технологію застосовують для реалізації самих різних робіт, найчастіше при створенні конструкцій або монолітних елементів. Спочатку створюють із сталевуї арматури каркас, монтують опалубку лише з одного

боку, а з іншою під постійним тиском через спеціальний рукав подають бетон.

Актуально таке нанесення бетонної суміші і в процесі ремонту споруд - міцний і щільний розчин добре заповнює сколи, раковини, тріщини. Покриття захищає конструкцію від дії будь-яких негативних чинників, помітно зміцнює і істотно подовжує термін експлуатації.

1.3 Склад і основні характеристики торкретбетону

Склад компонентів для виробництва бетонних сумішей, використовуваних при торкретуванні, необхідно вибирати відповідно до проектної документації, і в кожній конкретній ситуації індивідуально - відповідно до умов експлуатації і технічного стану конструкцій[23,26,28].

Таблиця 1.1 – Приблизний склад торкрет бетону

Марка бетону (необхідна межа міцності на стискання, МПа)	Витрати цементу на 1м ³ сухої сміши, кг	Відносний зміст крупного заповнюючи в сухої суміші	Відскік матеріалу від вертикальної поверхні,%	Склад цементу в 1м ³ набризг бетону, кг
M300	250	0,2-0,3	10-12	300-500
M400	300	0,3-0,4	12-14	350-400
M500	350	0,4-0,5	16-20	450-520

Для отримання торкретбетону повинні використовуватися наступні основні компоненти: терпкі, заповнювачі, добавки, затворювач - вода. При обґрунтуванні до складу торкрет бетонної суміші можуть бути введені також

армуючі компоненти - фібри і для створення декоративної поверхні - пігменти.

Терпки.

В якості терпкого для торкретбетону можуть бути використані:

- портландцемент і шлакопортландцемент;
- сульфатостійкий цемент;
- білий портландцемент.

Заповнювачі.

В якості заповнювачів в торкретбетоні можуть бути використані:

- пісок;
- щебінь або гравій;
- легкі заповнювачі.

Гранулометричний склад заповнювачів повинен відповідати графіку розсівання(дивися рис.1).

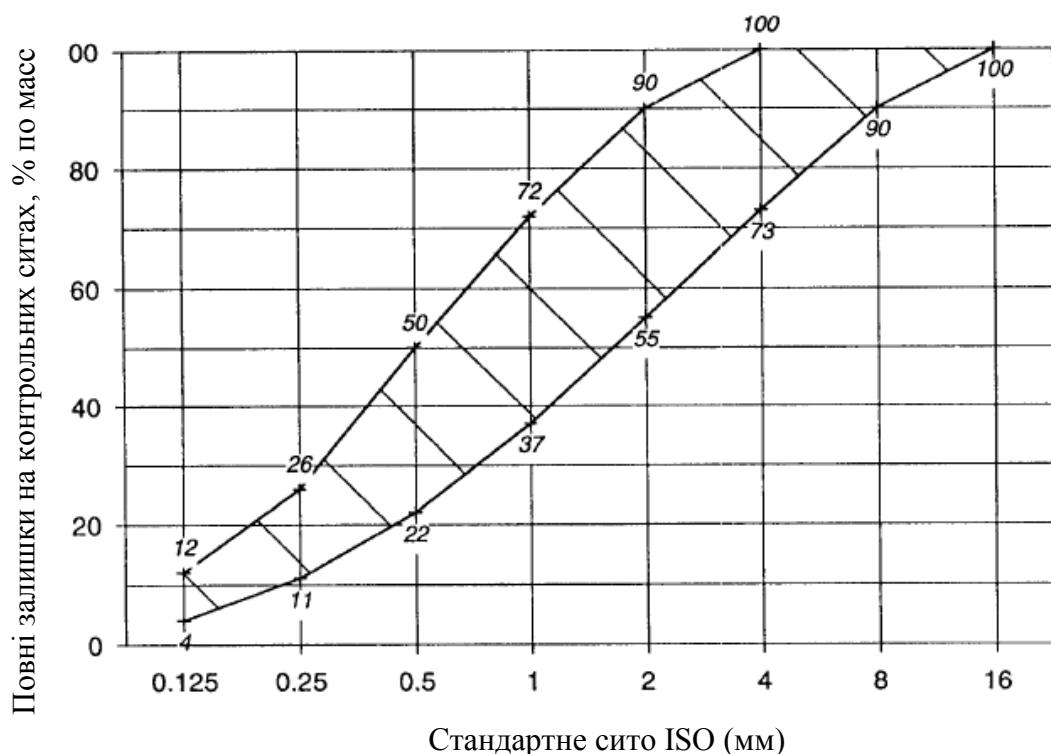


Рисунок 1.6 - Гранульований склад заповнювачів

Пісок, використовуваний для отримання торкрет бетонної суміші повинен мати наступні характеристики :

- модуль великості - не менше 2(використання піску з модулем великості менше 2 допускається при спеціальному обґрунтуванні);
- відносна вологість - не менше 2% і не більше 7%.

Примітка. При відносній вологості менше 2% процес виробництва робіт супроводжується великим виділенням пилу, виникненням несприятливих умов для здійснення цих робіт оператором - сопловщиком. При відносній вологості більше 7% виникають технологічні труднощі транспортування сухої суміші в трубопроводі.

- граничний зміст глинистих часток - до 0,5%;
- зміст зерен фракцій менше 0,14 мм - до 10%;
- граничний зміст фракцій більше 5 мм - не більше 5%.

Максимальний розмір великих часток заповнювачів слід призначати з урахуванням технічних характеристик використовуваного устаткування і товщини торкрет-бетонного покриття, що наноситься. В покриттях завтовшки до 5см максимальний розмір зерен великого заповнювача не повинен перевищувати 10мм.

Для отримання торкретбетону слід використати фракції заповнювача з гладкою закругленою поверхнею. Застосування фракцій заповнювача на основі роздрібнених матеріалів не рекомендується, оскільки форма їх поверхні призводить до ускладнення технологічного процесу і транспортування свіжо приготованої суміші в трубопроводі(у шлангах) торкрет установки, обумовлює прискорений знос гумових ущільнювачів і самих трубопроводів, скорочуючи термін їх служби, збільшує небезпеку наслідків при рикошеті в процесі того, що розпиляло торкрет-бетонної суміші [2,4,23,28]..

Заповнювачі перед отриманням торкрет-бетонної суміші мають бути фракціонованими і митими.

Добавки для торкретбетону.

У торкретбетон для досягнення необхідних характеристик можуть вводитися хімічні і мінеральні добавки що відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-65-97, у тому числі:

- зола;
- мікрокремнезем;
- кальмафлекс.

Усі добавки (пластифікатори, прискорювачі тверднення, що стабілізують і так далі) повинні відповідати вимогам Технічних умов, за якими вони випускаються.

Пігменти для фарбування торкретбетону повинні відповідати вимогам Технічних умов, по яких вони випускаються.

Металева і неметалічна фібра, використовувана в торкрет-фібробетоні повинна відповідати вимогам нормативних документів (ДСТУ або ТУ), по яких вона випускається.

Усі матеріали вживані у виготовленні торкретбетону повинні мати Сертифікати відповідності системи ДСТУ і санітарно-епідеміологічні висновки.

Вода для приготування торкретбетону повинна відповідати вимогам ДСТУ Б В. 2.7-273:2011.

Визначення кількості води зачинення при мокрому методі торкретування слід робити з урахуванням природної вологості використовуваного заповнювача.

В якості армуючих компонентів торкрет-фібробетонної суміші слід застосовувати, як правило, сталеві фібри, що виготовляються з дроту, листа, сляба, розплаву. Сталеві фібри можуть мати круглу форму або іншу конфігурацію поперечного перерізу з приведеним діаметром d_f в межах не більше 0,4 - 0,6 мм і профілем(періодичним, хвилястим, деформованим по кінцях або іншим по довжині, які покращують анкерування в торкретбетоні).

Приведений діаметр фібри $d_f = 1,13 \sqrt{S_f}$, де S_f - площа поперечного перерізу фібри.

При техніко-економічному обґрунтуванні для отримання торкрет-фібробетонної суміші можуть використовуватися неметалічні фібри переважно поліпропіленові, скляні.

Співвідношення між геометричними параметрами використовуваних компонентів торкрет-фібробетонної суміші повинні задовольняти умовам:

– максимальний розмір C_{\max} зерен великого заповнювача в торкрет-фібробетоні визначається з вираження

$$C_{\max} = 0,925 \sqrt[3]{\frac{d_f^2 l_f}{\mu_{fv}}} \quad (1.1)$$

але не більше 10 мм, де d_f і l_f - діаметр і довжина, відповідно, використовуваних фібр; μ_{fv} - коефіцієнт фібрового армування за об'ємом;

довжина l_f використовуваних фібр повинна відповідати наступним межам $2C_{\max} \leq l_f \leq 0,5 D_{\text{ш}}$

де $D_{\text{ш}}$ - діаметр трубопроводу(шланга) для пневмотранспортування торкрет-фібро-бетонної суміші до сопла.

При цьому повинна дотримуватися також умова $100 d_f \geq l_f \geq 50 d_f$, де d_f - приведений діаметр фібр.

На поверхні фібри не повинно бути мастила, окрім слідів технологічного мастила. Поверхневі дефекти фібри(риски, подряпини), а також наліт іржі не є ознаками бракувань. Упаковка для фібр повинна забезпечувати оберігання їх від дії вологи при транспортуванні і зберіганні. Маса фібр в одній упаковці має бути 15-50 кг.

Вибір складу бетонного розчину - кількість води, заповнювачів, терпких, необхідних модифікуючи добавок, виконується відповідно до проектної документації, в якій вказується якими необхідними технологічними якостями повинне володіти свіжоукладене і отверділе покриття[6,10-14,23,28].

1.4 Порівняння сухого та мокрого способу торкретування

У сучасному будівництві спосіб бетонування за допомогою торкретування стає поширеним і затребуваним, метод полягає у подачі спеціально приготовленої бетонної суміші (торкретбетону) трубопроводами до місця виконання робіт та подальшому нанесенні складу на робочу поверхню під тиском шляхом розбризкування. В основному торкретбетон застосовується при зведенні несучих конструкцій, для влаштування водозахисних та пожежостійких оболонок, у підземному будівництві, проте, завдяки зручності технології нанесення, стає все більш актуальним при реконструкції будівель та споруд. В даний час застосовуються два способи нанесення торкретбетону: сухий та мокрий [6,18,23,31]..

Важлива різниця сухого і мокрого способів полягає особливо транспортування та змішування компонентів торкретбетону. Сухий метод передбачає подачу сухої суміші та води з різних шлангів. Обидва компоненти подаються під тиском у розпилювач, в якому перед безпосереднім викидом відбувається їхнє змішування. При мокрому способі змішування цементу, заповнювача, добавок та води замішування проводиться заздалегідь. Потім розчин у готовому вигляді транспортується за загальним шлангом до розпилювача.

1.4.1 Торкретування сухим способом

Визначення «сухий» у найменуванні технології має умовний характер. Технологія має на увазі подачу сухої суміші в сопло змішувача, куди подається вода. Відбувається перемішування та розчин вилітає із сопла під тиск 0,4...0,5 МПа. Швидкість струменя сягає 170 м/с. Такі значення можна

досягти завдяки сухій суміші, яка легша без води і легко переноситься стисненим повітрям з камери високого тиску з пристроєм перемішування та дозування. Дозатор виконаний у формі барабана револьверного типу з електроприводом, який захоплює частину суміші та переносить її в зону подачі стисненого повітря (високого тиску) та по шлангу до сопла.

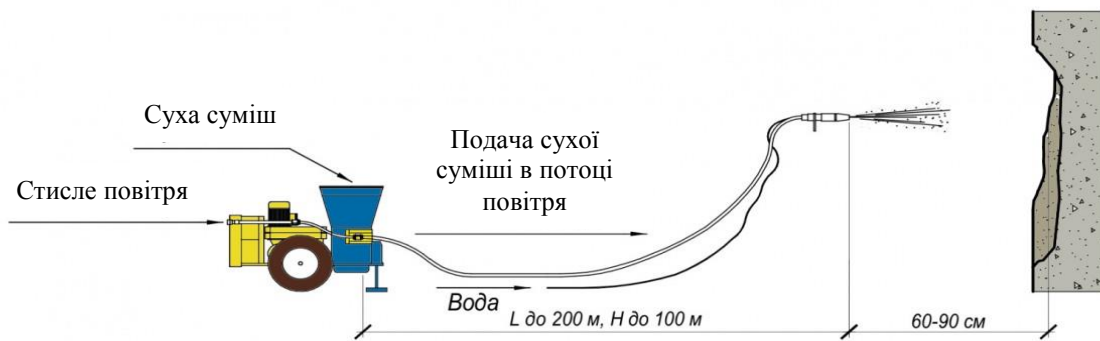


Рисунок 1.7 – Схема нанесення розчину на поверхню

Основна проблема – баланс між кількістю води та суміші (приблизно 1:4). Це досягається стабільним тиском води, відомої щільності суміші в сухому вигляді та регульованим тиском стисненого повітря від компресора. При нестачі води процес гідратації цементу може уповільнюватися, а при надлишку води розчин стає рідким і стікає по стіні або зі стелі. Оператор установки для «сухого» наплення бетонної суміші повинен пройти навчання та стажування з більш досвідченим фахівцем [6,18,23,31]..

Поверхня під «сухе» торкретування не потребує особливої підготовки у вигляді ґрунтування. Достатньо очистити від забруднень піскоструминкою і закріпити арматуру з кроком 100 мм. Арматура має мати антикорозійне покриття, т.к. товщина наплення один раз становить до 6 мм. Якщо не використовуються прискорювальні схоплювання цементу, то наступний шар наплюють через 2...4 години в залежності від вологості і температури повітря. Зі сумішами з добавками роботу можна продовжити через 20...40 хвилин.

Підготовка поверхні та напилення. Поверхню слід повністю покривати з напуском на сусідній шар 15...20 см. Шар слід наносити круговими рухами з відстані до 1 м під кутом 90° до поверхні. Високий тиск стисненого повітря призводить до удару та відскакування частинок суміші від бетонної поверхні. Відстань до стіни або стелі вибирається з найменшого відскоку. Розчин, що відскочив, слід видалити до його затвердіння. Після напилення останнього шару поверхню слід випрасувати металевими полутерками, так як поверхня після напилення має шорсткий вигляд. Стіну або стелю із напиленням слід змочувати водою протягом тижня.

Роботи виконуються бригадою чисельністю щонайменше 2-х людина. Робітники повинні мати повний комплект індивідуального захисту, передбачений правилами техніки безпеки для роботи в запилених внутрішніх приміщеннях.

Переваги сухого способу[23]:

а) мінімальне водоцементне відношення (В/Ц). Більша захисна ефективність покриттів, нанесених сухим способом;

б) не потрібне попереднє затворення водою. Виключається технологічна операція попереднього приготування (перемішування) ремонтної суміші;

в) можливість подачі матеріалу на великі відстані. По трубопроводу подається суха суміш у повітряному потоці, що дозволяє транспортувати її на великі відстані при відносно невеликому тиску повітря (швидкості потоку) в трубопроводі. У мокрому способі в трубопроводі перебуває в'язка бетонна суміш з високим гідравлічним опором її переміщення, що потребує достатньо високого тиску. Ця перевага особливо важлива при відновленні таких споруд, як градирні або димові труби на великій висоті. Це дає можливість розташувати всі допоміжні операції на землі або покритті сусідніх будівель. Порівняння відстані подачі суміші сухим та мокрим способом (технічних характеристик апаратів);

г) можливість нанесення «товщого» шару за один прохід;

- д) не потрібне ґрунтування основи «клейкою» сумішшю;
- е) просте очищення устаткування (продувка повітрям);
- ж) менша ймовірність засмічення шлангів та устаткування;
- з) можливість роботи в режимі «старт-стоп».

У бункері установки міститься суха суміш, що дозволяє робити технологічні перерви будь-якої тривалості.



Рисунок 1.8 - Зовнішній вигляд поверхні конструкцій після їх відновлення сухим способом торкретування

За сухого способу торкретування втрати за рахунок відскоку більші, але в цьому випадку можна не застосовувати «клейкий» шар ґрунтовки. Відсоткове співвідношення відскоку у разі сухого торкретування залежить від багатьох факторів. Зокрема, від кваліфікації оператора, використаного тиску, типу сопла, відстані й кута між соплом і основою. Відскок при роботах

на стельових поверхнях більший, ніж при роботі з вертикальними поверхнями. Кількість відходу матеріалу буде також включати обрізаний при фінальній обробці матеріал.

1.4.2 Торкретування мокрим способом

Мокре торкретування являє собою такий метод, при якому за допомогою стисненого повітря або пневмобетононасоса на поверхню, що бетонується, наноситься попередньо підготовлені рідкий бетон.

Основні переваги цього методу є:

- а) понижене пилоутворення;
- б) однорідний склад бетону;
- в) можливість остаточного затирання поверхні. Поверхня нанесеного шару при мокрому торкретуванні може бути вирівняна (загладження, обрізання надлишків) як при звичайному оштукатурюванні.
- г) можливість роботи в стиснутих умовах;
- д) мінімальний відскок;
- е) мінімальні витрати на захист робочого майданчика;
- ж) можливість використання торкрет-машини як бетононасоса;
- з) приготовлена для торкретування суміш може застосовуватися для нанесення вручну.

Суть методу ось у чому. Бетонна суміш вже в готовому вигляді подається в бетононасос, а далі по рукаву до сопла вона рухається суцільним потоком. Зі сопла суміш вже наноситься на поверхню [6,18,23,31].

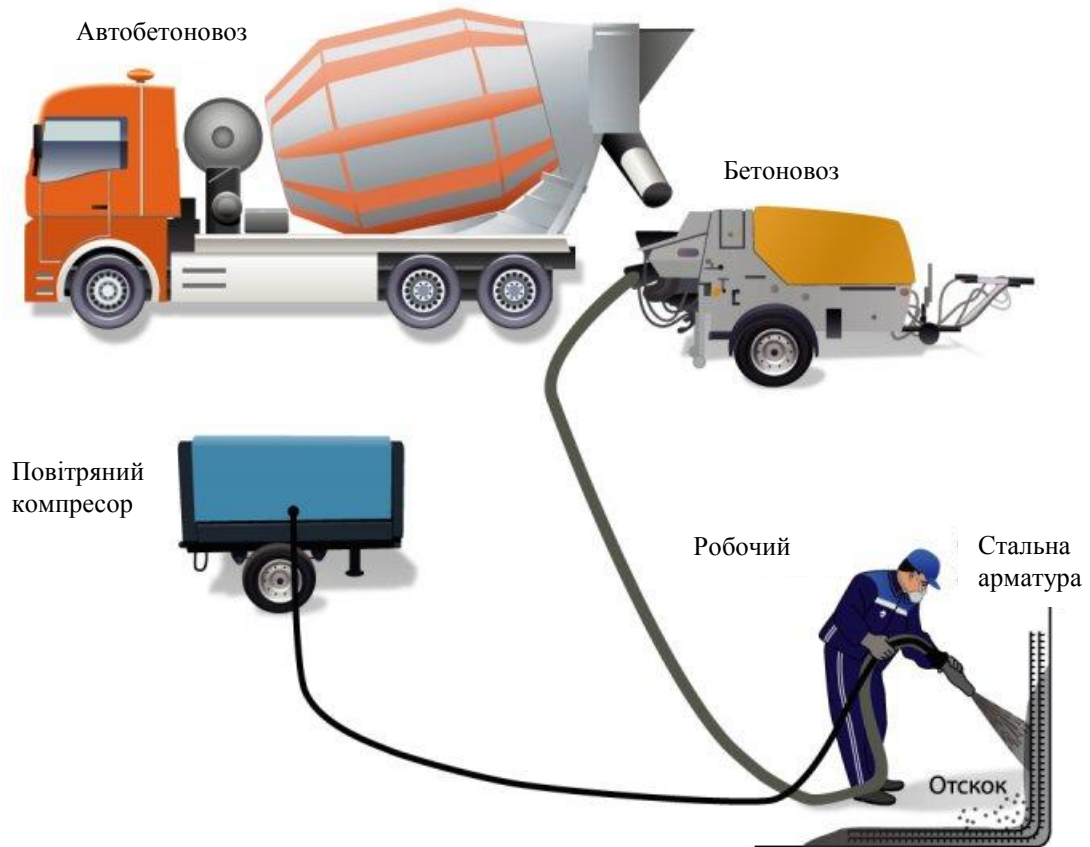


Рисунок 1.9 – Схема виконання торкретування мокрим способом

У порівнянні з «сухим» торкретуванням, швидкість руху торкретбетону набагато нижча. Також при такому способі виключається зупинка подачі суміші рукавами, так як суміш швидко застигає.

Основний порядок робіт під час виконання робіт наступний:

Підготовка поверхні

Нанесення торкретбетону

Контролює якість торкретбетонного покриття.

Даний метод підходить для більшості типів ремонту бетону, зокрема, ремонту в обмежених просторах і там, де важливий зовнішній вигляд.

2 ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ СКЛАДУ ТОРКРЕТБЕТОНУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

2.1 Торкретбетоні суміші, вимоги до їх складу і якості отриманого торкрет бетону

Торкретбетон повинен відповідати вимогам нормативної бази України та Європейського Союзу відносно дрібнозернистих бетонів, виготовлятися відповідно до технологічного регламенту. Відповідальність за використання і підбір складу торкрет-бетонної суміші, що відповідає нормованим вимогам, проектній і технологічній документації лежить на виробнику торкрет-бетонних робіт[6,10-14,23,31].

Вибір складу торкрет-бетонної суміші, у тому числі в частині заповнювачів, води і будь-яких добавок або армуючого волокна, повинен забезпечувати досягнення усіх технологічних якостей і експлуатаційних характеристик, заданих для свіжо укладеного і затверділого торкретбетону.

Мінімальний зміст цементу в укладеному торкретбетоні має бути 300 кг/м³. Максимальний зміст мінеральних добавок по таблиці 2.1

Таблиця 2.1 - Зміст мінеральних добавок в торкретбетоні

Вид матеріалу	Максимальний зміст
Мікрокремнезем	15% від ваги портландцементу
Зола	30% від ваги портландцементу 15% від ваги портландцементу / цементу з добавкою зольного пилу 20% від ваги шлакопортландцементу
Мелений гранульований доменний шлак	30% від ваги портландцементу

Таблиця 2.2 – Добавки які вводять у склад розчину для торкретування

Найменування добавки, прискорювач зчеплення	Хімічний склад добавки	Фізичний стан	Кількість добавок, % від маси цементу	Строк тужавлення, хв.
Сухі добавки				
Алюміната і феррита натрію добавка ОЕС	$2\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ $\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{Na}_2\text{O}$	Порошок коричнево-бурого кольору, гігроскопічне, злежується	3-4	1-5
Технічний фтористий натрій	NaF	Порошок білого кольору, мало гігроскопічне, злежується	3-4	1-3
Комбінована добавка (суміш натрію та ОЕС)	2 % ОЭС + +0,5 % NaF	порошок	2,5-3	2-5
Рідкі та пасто утворюючі добавки				
Хлористий кальцій	CaCl_2	рідина	3-5	10-15
Силікат натрію (рідке скло)	$\text{Na}_2\text{O}_4\text{-SiO}_2$	рідина	3-10	1-15
Алюмінат натрію	$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O}$	Водний розчин	2-5	7-15
Хлорне залізо	FeCl_2	Водний розчин	2-6	3-5
НКА-1	KaAlO_2 + K_2CO_3		2-6	3-5

Сухі добавки вводять в суху суміш перед початком торкретування.

Рідкі і пастоподібні добавки вносять у воду зачинення.

Для торкретбетону встановлені наступні класи по міцності на стискування: С20/25, С25/30, С30/35, С35/40, С40/45, С45/50, С50/55, С55/60.

Залежно від необхідного класу торкретбетону по міцності на стискування марку цементу слід призначати по таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Підбір марки цементу

Клас торкретбетону	Марка цементу	
	рекомендована	що допускається
C20/25	400	500
C25/30	400	500
C30/35	500	600
C35/40	500	600
C40/45	550	600
C45/50	550	600
C50/55	600	550
C55/60	600	550

Міцність зчеплення торкретбетону з основою(надалі адгезія), на яку він наноситься, повинна відповідати вимогам таблиці 2.4, в якій вказані мінімальні значення міцності зчеплення з бетонною поверхнею і скельним ґрунтом відповідно до пп.1 А і 1 Б.

Таблиця 2.4 - Значення міцності зчеплення

Вид адгезійного з'єднання відповідно до області застосування	Вид оброблюваної поверхні; мінімальна міцність, МПа	
	Бетон	Скельний ґрунт
п.1 А	2,0	0,5
п.1 Б	1,0	0,1

Водонепроникність торкретбетону характеризується маркою по водонепроникності W, коефіцієнтом фільтрації і водопоглиненням (побічно) і повинна відповідати вимогам таблиці 2.5

Таблиця 2.5 - Водонепроникність торкретбетону

Марка по водонепроникності W	4	6	8	10	12
Коефіцієнт фільтрації, см/с Кф	7×10^{-9}	2×10^{-9}	6×10^{-10}	1×10^{-10}	6×10^{-11}
Водопоглинання, %	до 5,7	до 4,7	до 4,2	до 4,0	до 3,8

Морозостійкість торкретбетону характеризується марками F50, F75, F100, F150, F200, F300, F400, F500, F600, F800, F1000.

Залежно від умов експлуатації торкретбетону, марки по морозостійкості призначаються при випробуваннях в прісній або солоній воді.

Залежно від конкретних умов виготовлення і експлуатації торкретбетону в проекті можуть бути передбачені і інші нормовані показники якості (стиранність, стійкість кавітації, модуль пружності, щільність і так далі), які мають бути забезпечені при виробництві торкретбетону.

Залежно від проектних рішень якість поверхні торкретбетону після набризгу і додаткових робіт по обробці повинна відповідати вимогам ДСТУ Б В. 2.6-2:2009 або залишатися не обробленою.

Водоцементне відношення торкретбетону слід приймати в межах від 0,4 до 0,5(з урахуванням вологості заповнювачів).

При визначенні необхідної кількості води слід враховувати, що оптимальна жорсткість торкрет-бетонної суміші складає від 20 до 60.

Розрахунковий (теоретичний) склад торкретбетону необхідно коригувати за величиною відскоку шляхом проведення контрольних нанесень матеріалу згідно з затвердженою методикою [6,9,23,26].

Рекомендується величину відскоку приймати не більше 20% від маси сухої суміші при нанесенні на вертикальні стіни і 30% - при нанесенні на зведення. У разі отримання відскоку більше приведених величин склад торкретбетону слід змінювати у бік зменшення розміру великого заповнювача.

Найбільш економічним складом торкрет бетону буде такий, коли при найменших значеннях витрати цементу і величини відскоку досягається проектна міцність покриття.

Вказані матеріали є бетонними або розчини сумішами(композиції), приготованими за інтенсивною технологією перемішування в швидкісних турбулентних бетонозмішувачах.

Характеристики властивостей деяких складів бетонних сумішей представлені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Характеристики властивостей бетонних сумішей

Властивості бетонних сумішей	Одиниця виміру	Склад суміші	
		№1	№2
Об'ємна маса	кг/м ³	2578	2584
Рухливість	см	7,5-8,5	9,0-10,5
Строки схоплювання початок	год.-хв.	2-40	2-30
	год.-хв.	3-20	3-10
Водовиділення	%	не менш 1,2	менш 1,3
Розшарування	%	відсутня	відсутня
Водоцементне відношення	п/кг	0,302	0,296

Усі компоненти, вказані в таблиці 2.7, задовольняють вимогам відповідних ДБН та ДСТУ на матеріали, а спеціальні добавки готують і використовують відповідно до описів до патентів України на винаходи (авторські розробки).

Таблиця 2.7 – Витрати матеріалу на 1м³ бетонної суміші

Найменування матеріалу	Одиниця виміру	Склад суміші	
		№ 1	№ 2
Портлацемент М500	кг	708,0	715,
Пісок кварцовий 0,14-5,0мм $M_{кр}=1,55-2,0$	кг	1570,0	1555,0
Мікрокремнезем ущільнюючий	кг	50,0	48,0
Пісок кварцовий дроблений	кг	20,0	30,5
Суперпластифікатор С-3 (суха речовина)	кг	6,5	6,3
Рідке натрієве скло	кг	14,5	12,0
Спеціальна модифікуючи добавка	кг	50	5,0
Вода зачинення	п	214,0	212,0

Суміші для торкретування – це сучасні будівельні матеріали, до складу яких входять цемент, пісок, заповнювач і добавки різного типу. На даний час існує багато виробників як в Україні та і закордоном які представляють свої вироби для виконання бетонних робіт.

2.2 Методика визначення оптимальної кількості добавки-прискорювача схоплювання

Терміни схоплювання розчинів з добавкою визначають на приладі Віка. Навішування цементу приймають рівною 100 г. Цемент ретельно перемішують з порошкоподібною добавкою, кількість якої приймають на початку досвіду мінімальним. У суміш заливають воду в кількості, відповідно нормальній густині цього цементу. Нормальну густину цементу визначають за стандартною методикою[4,7,10-14,18,27].

При застосуванні рідкої добавки-прискорювача схоплювання її вводять в суміш разом з водою. Кількість розчиненої добавки приймають на початку досвіду мінімальним.

Мінімальну кількість добавки-прискорювача схоплювання на початку досвіду приймають рівним 2 % маса цементу. Після затворення суміш швидко перемішують і укладають в кільце приладу Віка. Голку доводять до зіткнення з поверхнею тесту, після чого стержень голки масою 100 г звільняють, і голка вільно занурюється. За початок схоплювання приймають час від початку затворення до того моменту, коли голка не доходить до дна на 1мм, за кінець схоплювання - час, що пройшов від початку зачинення до моменту, коли голка проникає в розчин на глибину не більше 1 мм.

Визначають оптимальну кількість добавки. Оптимальною вважають таку кількість добавки, при якій час закінчення схоплювання не перевищує 3 хв. Міцність цементного розчину визначають на зразках-кубиках розмірами 3х3х3 см, приготованих з розчину складу 1: 3(цемент, пісок) по масі. Оскільки цементно-піщаний розчин з добавкою схоплюється швидко, зразки слід приготувати з великих порцій суміші. Навішування(50 г цементу, 150 г піску і добавка) перемішують в металевій або фарфоровій чашці. Потім в суміш вводять воду у кількості 20-25 см³, що відповідає водо

цементному відношенню 0,4-0,5. Якщо застосовують рідку добавку, то її вводять разом з водою для зачинення сухої суміші.

Після перемішування розчин швидко(до початку схоплювання) укладають у форми. За годину після укладання розчину у форму зразки розпалублюють.

Число зразків приймають з розрахунку п'яти серій випробувань у віці 3 год, 1; 3; 7 і 28 діб. Одночасно виготовляють і випробовують конт-рольные зразки з цементно-піщаного розчину аналогічного складу без добавки. Міцність зразків з добавкою у віці 1; 3; 7 і 28 діб не має бути нижчий міцності контрольних зразків того ж складу.

Добавки для торкретбетону повинні позначатися[14]:

- назва добавки на мові держави-члена СЕН;
- номер цього стандарту ДСТУ EN 934-5:2019 кодове позначення для ідентифікації добавки, що складається з номера стандарту і номера таблиці цього стандарту, в якій вказані показники відповідного типу добавки.

2.3 Практичне застосування математичних моделей в технологічних розрахунках по відновленню захисного шару бетону

Постановка завдання. Вимагається відновити захисний шар залізобетонної конструкції методом мокрого торкретування. Товщина відновлюваного шару 6 см Марка захисного шару бетону по морозостійкості має бути F 300.

Рішення задачі. В якості в'язучого визначуваний бездобавочний ПЦ М400. Використовуємо водний розчин комплексних хімічних добавок системи: вода; С-3; ГКЖ-11К; латекс СКС-65ГП. Набуваємо значення

нормальної густини цементного тіста, регульованої кількістю хімічних добавок, що вводяться, рівної 26 %.

В якості дрібного заповнювача визначуваний кварцовий пісок з модулем великості $M_k = 2,25$. Використовуємо жорстку дрібнозернисту бетонну суміш з висотою $H = 5$ см за шкалою реології.

Використовуємо розроблену математичну модель для визначення морозостійкості дрібнозернистого бетону з комплексною хімічною добавкою.

$$M_{pз} = 1424 + 1201 \times \frac{Ц}{П} + 7,716 \times H - 111,32 \times НГ - 310,89 \times \left(\frac{Ц}{П}\right)^2 - 8,4444 \times \frac{Ц}{П} \times H - 14,25 \times \frac{Ц}{П} \times НГ - 0,6879 \times H^2 + 0,0833 \times H \times НГ + 2,0694 \times (НГ)^2 - 310,89 \times \left(\frac{Ц}{П}\right)^2 - 816,78 \times \frac{Ц}{П} + 324,32 = 0; \frac{Ц}{П} = 0,49$$

Підставляючи проектні значення: $M_{pз}$, H и $НГ$ визначаємо відношення $Ц/П$, яке складає 0,49.

Міцність бетону в марочному віці (R_{28} , $кг/см^2$) визначається :

$$R_6^{28} = 1667,525 + 1079,67 \times \frac{Ц}{П} - 4,2762 \times H - 113,76 \times НГ - 299,78 \times \left(\frac{Ц}{П}\right)^2 - 7,1667 \times \frac{Ц}{П} \times H - 11,25 \times \frac{Ц}{П} \times НГ - 0,4684 \times H^2 + 0,2917 \times H \times НГ + 2,0139 \times (НГ)^2 - 299,78 \times \left(\frac{Ц}{П}\right)^2 - 773,84 \times \frac{Ц}{П} + 200,79 = 0; \frac{Ц}{П} = 0,3$$

Міцність бетону в марочному віці складає 300 $кг/см^2$.

Витрати цементу ($Ц$, $кг$) на $1 м^3$ бетону визначається з рівняння:

$$Ц = 487,4842 + 1620,5147 \times \frac{Ц}{П} + 7,3186 \times H - 28,2422 \times НГ - 446,6644 \times \left(\frac{Ц}{П}\right)^2 - 7,41 \times \frac{Ц}{П} \times H - 10,0875 \times \frac{Ц}{П} \times НГ - 0,3624 \times H^2 - 0,0935 \times H \times НГ + 0,526 \times (НГ)^2 =$$

$$487,4842 + 1620,5147 \times 0,49 + 7,3186 \times 5 - 28,2422 \times 24 - 446,6644 \times 0,49^2 - 7,41 \times 0,49 \times 5 - 10,0875 \times 0,49 \times 24 - 0,3624 \times 5^2 - 0,0935 \times 5 \times 24 + 0,526 \times (24)^2$$

Витрати цементу складають 679 $кг$.

Витрати піску складають: $\Pi = \frac{Ц}{Ц/\Pi} = \frac{679}{0,49} = 1385,7$ кг.

Витрати рідкої фази затворення бетонної суміші визначаємо з рівняння :

$$\begin{aligned} \mathcal{J}_\phi = & -652,32 + 50,706 \times \frac{Ц}{\Pi} - 2,23 \times \text{H} + 58,46 \times \text{HГ} + 1,2158 \times \frac{Ц}{\Pi} \times \text{H} + 1,1487 \times \frac{Ц}{\Pi} \\ & \times \text{HГ} + 0,3338 \times \text{H}^2 + 0,1276 \times \text{H} \times \text{HГ} - 1,0146 \times (\text{HГ})^2 = -652,32 + 50,706 \times 0,49 - \\ & 2,23 \times 5 + 58,46 \times 24 + 1,2158 \times 0,49 \times 5 + 1,1487 \times 0,49 \times 24 + 0,3338 \times 5^2 + 0,1276 \times 5 \times 24 - \\ & 1,0146 \times (24)^2 \end{aligned}$$

Витрати рідкої фази складає 212,7 л на 1м^3 бетонної суміші.

Остаточний об'єм повітря ($V_{\text{воз}}$, %) в ущільненої дрібнозернистої бетонної суміші визначається з рівняння:

$$\begin{aligned} V_{\text{воз}} = & 4,2185 + 2,6104 \times \frac{Ц}{\Pi} + 0,0841 \times \text{H} - 0,2308 \times \text{HГ} - 1,01 \times \left(\frac{Ц}{\Pi}\right)^2 - 0,0683 \times \frac{Ц}{\Pi} \\ & \times \text{H} + 0,0163 \times \frac{Ц}{\Pi} \times \text{HГ} - 0,0063 \times \text{H}^2 - 0,0032 \times \text{H} \times \text{HГ} + 0,0056 \times (\text{HГ})^2 = \\ & 4,2185 + 2,6104 \times 0,49 + 0,0841 \times 5 - 0,2308 \times 24 - 1,01 \times 0,49^2 - 0,0683 \times 0,49 \times 5 + \\ & 0,0163 \times 0,49 \times 24 - 0,0063 \times 5^2 - 0,0032 \times 5 \times 24 + 0,0056 \times (24)^2 \end{aligned}$$

Об'єм повітря складає 2,84 %, або 28,4 літрів в 1м^3 бетонної суміші.

Достовірність визначення складу дрібнозернистої бетонної суміші перевіряють за допомогою рівняння абсолютних об'ємів:

$$\begin{aligned} 1000 &= \frac{Ц}{S_{\text{ц}}^u} + \frac{\Pi}{S_{\text{п}}^u} + \frac{\mathcal{J}_\phi}{S_{\text{ж}}^u} + V_{\text{воз}} \\ \frac{Ц}{3,15} + \frac{\Pi}{2,65} + \frac{\mathcal{J}}{1,02} + V_{\text{воз}} &= \frac{679}{3,15} + \frac{1385,7}{2,65} + \frac{212,7}{1,02} + 28,4 = 97,54 \% \end{aligned}$$

Склад бетону визначено вірно похибка складає в межах 2,46 %.

2.4 Визначення техніко-економічної ефективності технології відновлення захисного шару бетону методом торкретування модифікованими складами з облаштуванням компенсуючого перехідного шару

Техніко-економічну ефективність визначаємо на підставі розроблених кошторисів за допомогою ПК АВК -5.

Розрахунок економічної ефективності застосування технології відновлення бетону методом торкретування морозостійким модифікованим захисним шаром з облаштуванням компенсуючого захисного шару, робиться шляхом зіставлення приведених витрат з базовим і новим варіантами. В якості базового варіанту приймаємо технологію відновлення захисного шару бетону методом торкретування тим же складом дрібнозернистого бетону, але без введення комплексних хімічних добавок і без облаштування компенсуючого перехідного шару.

Економічний ефект досягається в результаті збільшення терміну служби покриття до капітального ремонту і за рахунок зниження річних витрат у сфері експлуатації покриття.

$$M_{pz} = -15,16 + 597,9417 \times \frac{C}{P} + 10,11 \times H - 84,74 \times M_k - 217,111 \times \left(\frac{C}{P} \right)^2 - 5,6111 \times \frac{C}{P} \times H - 10,833 \times \frac{C}{P} \times M_k - 0,5219 \times H^2 - 1,1574 \times H \times M_k + 31,2 \times (M_k)^2$$

Підставляючи проектні значення: $\frac{C}{P}$, H та M_k визначуваний морозостійкість, яке складе $M_{pz} = 300$.

Таблиця 2.8 - Початкові дані для розрахунку

Показники	Позначення	Од. вим.	Варіанти		Обґрунтування
			базовий	новий	
Об'єм впровадження	A2	100м ²		10	
Показники на 100м ²					
- витрата бетону		м ³	6	6	
- витрата металу		кг	338,8	338,8	
- суперпластифікатор 3-3		т		0,006	
- латекс СКС-65-ГП		т		0,006	
- гідрофобізуєючи добавки ГКЖ-11 До		т		0,006	
Вартість СМР	С	тис.грн.	26,291	26,509	Дивися кошторис
Річні витрати у сфері експлуатації:	И	тис.грн.	0,92	0,73	
- для базового: И1=С1(0,015+0,02)= 26,291(0,015+0,02)=0,92					
- для нового: И2= С2(0,015:2+0,02)= 26,509×0,0275=0,73					
Терміни служби до капремонту	Тс	роки	30	45	
Частки відрахувань від балансової вартості покриття	Р		0,0175	0,0102	
Нормативний коефіцієнт економічної ефективності	Ен		0,15	0,15	

Економічний ефект від впровадження розробки складе:

Розрахунок преміювання учасників впровадження(використання) розробки :

$$E = \left(C_1 \frac{P_1 + E_1}{P_2 + E_2} + \frac{I_1 + I_2}{P_2 + E_2} - C_2 \right) \times A_2 \quad (2.2)$$

Кошторис в сумі
Затверджено
Замовник

26,509 тис.грн.

[посада, підпис(ініціали, прізвище)]

Локальний кошторис № 2-1-1
на відновлення залізобетонних конструкцій методом торкретування на 100м2

Основа:
креслення(специфікації) №

Кошторисна вартість 19,816 тис. грн
Кошторисна трудомісткість 0,576 тис. чел.-ч
Кошторисна заробітна плата 7,903 тис. грн
Середній розряд робіт 3,3 розряд

Складена в поточних цінах за станом на "9 листопада" 2021 р.

№ з/п	Шифр і номер позиції нормативу	Найменування робіт і витрат, одиниця виміру	Колі-чество	Вартість одиниці грн		Загальна вартість, грн			Витрати праці робітників, чел.-ч	
				всього	експлуата-ції машин	всього	заробот-ний плати	експлуата-ції машин	не зайнятих обслу-жуваним машин	
									у тому чис-ле зароб-отной плати	у тому чис-ле зароб-отной плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	P11-51-1	Очищення гладкої поверхні фасадів піскоструминними апаратами із землі і лісів 100м2	1	<u>977,66</u> 342,30	<u>626,57</u> 227,81	978	342	<u>627</u> 228	<u>26,07</u> 16,56	<u>26</u> 17
2	ПР13-10016-1	Промивання зовнішніх поверхонь з допомогою гідроструминного апарату, промивання суцільних поверхонь фасаду 100 м2	1	<u>499,18</u> 199,24	<u>299,94</u> -	499	199	<u>300</u> -	<u>13,76</u> 0,60	<u>14</u> 1
3	E29-144-2	Торкретування армованої поверхні при товщині шару покриття 30 мм 100м2	1	<u>9288,79</u> 5471,52	<u>947,93</u> 620,72	9289	5472	<u>948</u> 621	<u>421,86</u> 46,70	<u>422</u> 47
4	C111-870	Сітка арматурна м2	100	<u>26,14</u> --	<u>-</u> -	2614	-	<u>-</u> -	<u>-</u> -	<u>-</u> -
5	& C111-328 - 1	Суперпластифікатор 3-3 кг	6	<u>3,33</u> --	<u>-</u> -	20	-	<u>-</u> -	<u>-</u> -	<u>-</u> -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	& C111-328 - 1	Латекс СКС-65-ГП кг	6	14,70	-	88	-	-	-	-
7	& C111-328 - 1	Гидрофобизирующая добавка ГЖ-11К кг	6	12,30	-	74	-	-	-	-
		Разом прямі витрати по кошторису, грн				13562	6013	1875		462
		у тому числі:						849		65
		вартість матеріалів, виробів і конструкцій, грн				5674				
		всього заробітна плата, грн				6862				
		Загальновиробничі витрати, грн				6254				
		трудоємність в загальновиробничих витратах, чел.-ч				49				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн				1041				

		Прямі витрати будівельних робіт, грн				13562				
		у тому числі:								
		вартість матеріалів, виробів і конструкцій, грн				5674				
		заробітна плата робітників, не зайнятих обслуговуванням машин, грн				6013				
		заробітна плата в експлуатації машин, грн				849				
		Загальновиробничі витрати, грн				6254				
		трудоємність в загальновиробничих витратах, чел.-ч				49				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн				1041				
		Всього кошторисна вартість будівельних робіт, грн				19816				
		кошторисна трудоємність, чел.-ч				576				
		кошторисна заробітна плата, грн				7903				

		Всього по кошторису, грн				19816				
		Кошторисна трудоємність, чел.-ч				576				
		Кошторисна заробітна плата, грн				7903				
		Кошторисний прибуток				1561				
	ДБН Д. 1.1-1 - 2000 п.3.1.18	Засоби на покриття адміністративних витрат будівельно-монтажних організацій				708				
	ДБН Д. 1.1-1 - 2000 п.3.1.18.4	Податки, збори, обов'язкові платежі, встановлені таким, що діє законодавством і не враховані такими, що становлять вартості будівництва (без ПДВ)				6				
	ДБН Д. 1.1-1 - 2000 п.3.1.22	у тому числі: - Кошторисний податок				6				
		Разом по кошторису:				22091				
		Податок на додану вартість(20 %)				4418				
		Всього по кошторису				26509				

Кошторис в сумі
Затверджено
Замовник

26,291 тис.грн.

Шифр проекту -

Локальний кошторис № 2-1-1
на відновлення залізобетонних конструкцій методом торкретуванням на 100м2

Основа:
креслення(специфікації) №

Кошторисна вартість 19,634 тис. грн
Кошторисна трудомісткість 0,576 тис. чел.-ч
Кошторисна заробітна плата 7,903 тис. грн
Середній розряд робіт 3,3 розряд

Складена в поточних цінах за станом на "9 листопада" 2021 р.

№ з/п	Шифр і номер позиції нормативу	Найменування робіт і витрат, одиниця виміру	Колі-чество	Вартість одиниці грн		Загальна вартість, грн			Витрати праці робітників, чел.-ч	
				всього	експлуата- ции машин	всього	заробот- ний плати	експлуата- ции машин	не зайнятих обслужи- ваним машин	
									заробот- ний плати	у тому чис- ле зароб- отной плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	P11-51-1	Очищення гладкої поверхні фасадів піскоструминними апаратами із землі і лісів 100м2	1	<u>977,66</u> 342,30	<u>626,57</u> 227,81	978	342	<u>627</u> 228	<u>26,07</u> 16,56	<u>26</u> 17
2	ПР13- 10016-1	Промивання зовнішніх поверхонь з допомогою гідроструминного апарату, промивання суцільних поверхонь фасаду 100 м2	1	<u>499,18</u> 199,24	<u>299,94</u> -	499	199	<u>300</u> -	<u>13,76</u> 0,60	<u>14</u> 1
3	E29-144-2	Торкретування армованої поверхні при товщині шару покриття 30 мм 100м2	1	<u>9288,79</u> 5471,52	<u>947,93</u> 620,72	9289	5472	<u>948</u> 621	<u>421,86</u> 46,70	<u>422</u> 47
4	C111-870	Сітка арматурна м2	100	<u>26,14</u> --	<u>-</u> -	2614	-	<u>-</u> -	<u>-</u> -	<u>-</u> -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Разом прями витрати по кошторису, грн				13380	6013	<u>1875</u> 849		<u>462</u> 65
		у тому числі:								
		вартість матеріалів, виробів і конструкцій, грн				5492				
		всього заробітна плата, грн				6862				
		Загальновиробничі витрати, грн				6254				
		трудоємність в загальновиробничих витратах, чел.-ч				49				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн				1041				

		Прямі витрати будівельних робіт, грн				13380				
		у тому числі:								
		вартість матеріалів, виробів і конструкцій, грн				5492				
		заробітна плата робітників, не зайнятих обслуговуванням машин, грн				6013				
		заробітна плата в експлуатації машин, грн				849				
		Загальновиробничі витрати, грн				6254				
		трудоємність в загальновиробничих витратах, чел.-ч				49				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн				1041				
		Всього кошторисна вартість будівельних робіт, грн				19634				
		кошторисна трудоємність, чел.-ч				576				
		кошторисна заробітна плата, грн				7903				
		Всього по кошторису, грн				19634				
		Кошторисна трудоємність, чел.-ч				576				
		Кошторисна заробітна плата, грн				7903				
		Кошторисний прибуток				1561				
ДБН Д. 1.1-1 - 2000 п.3.1.18		Засоби на покриття адміністративних витрат будівельно-монтажних організацій				708				
ДБН Д. 1.1-1 - 2000 п.3.1.18.4		Податки, збори, обов'язкові платежі, встановлені таким, що діє законодавством і не враховані такими, що становлять вартості будівництва (без ПДВ)				6				
		у тому числі:								
ДБН Д. 1.1-1 - 2000 п.3.1.22		- Комунальний податок				6				
		Разом по кошторису:				21909				
		Податок на додану вартість(20 %)				4382				
		Всього по кошторису				26291				

$$E = \left(26,291 \frac{0,1675}{0,1602} + \frac{0,92 - 0,73}{0,1602} - 26,509 \right) \times 10 = 21,67 \text{ тис. грн}$$

Загальна сума преміювання складає 7,0 % від отриманого економічного ефекту $21,67 \times 0,07 = 1,52$ тис. грн..

Премії працівникам розробника складають 20 % від загальної суми преміювання $1,52 \times 0,2 = 0,3$ тис. грн.

Премії працівникам одержувача складають 50 % від загальної суми преміювання $1,52 \times 0,5 = 0,76$ тис. грн.

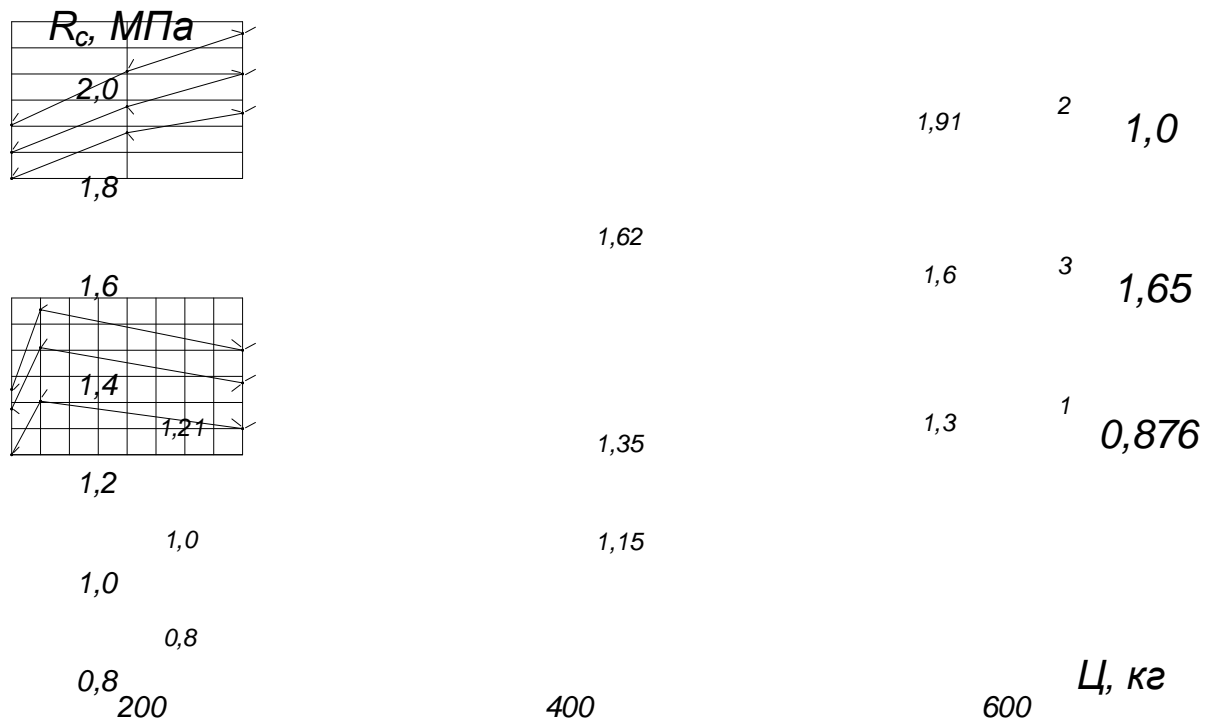


Рисунок 2.1. – Залежність глибини просочування(h) водного розчину комплексної хімічної добавки при температурі 60⁰С, від витрат цементу (Ц) на м³ в відновленому бетоні. 1,2,3,- K_{нв} – відновленого бетону відповідно: 0,878,1,0, 1,65



Рисунок 2.2. – Залежність глибини просочування(h) водного розчину комплексної хімічної добавки при температурі 60°C , від $K_{не}$ – відновленого бетону

2.5 Технологічні особливості сухої гідроізоляційної ремонтної суміші Кальватрон

Гідроізоляція «Кальматрон» є ефективним складом для захисту різних об'єктів від негативної дії доквілля. Технічні характеристики складу дозволяють назвати його універсальним засобом, який володіє безліччю переваг перед аналогічними матеріалами, у тому числі і зарубіжними. Одне з головних достоїнств продукції бренду - це гармонійне поєднання двох базових категорій : якість і вартість[16,23,26].

Фірмові склади «Кальматрон» застосовуються для гідроізоляції залізобетонних конструкцій і інших будівельних матеріалів. До складу виробів входять цемент, сіяний кварцовий пісок, різні мінеральні присадки.

У асортимент торгової марки включена наступна продукція (рис.2.3):

- проникаючі склади «Кальматрон», «Кальматрон-економ»;
- склади для ремонтних робіт «Кальматрон-шовний», «Кальмастоп», «Гідробетон-СРГ-Ф1», «Гідробетон-СРГ-Ф2»;
- пластикна гідроізоляція «Кальматрон-еластик»;
- гідроізоляційна присадка у бетон «Кальматрон-Д».
-



Рисунок 2.3 - Асортимент торгової марки «Кальватрон»

Переваги гідроізоляційного складу «Кальматрон»:

– технологічність - застосовуючи наші гідроізоляційні суміші не потрібно попередній висушувати поверхню(склад «Кальматрон» наноситься на мокру, заздалегідь зволожену поверхню), що захищається, не вимагає спеціального оснащення і високої кваліфікації персоналу.

– застосування складу «Кальматрон» однаково ефективно, як із зовнішньою, так і з внутрішньої сторони конструкції.

- застосування складу «Кальматрон» призводить до значного підвищення міцності, морозостійкості і водонепроникності бетону.
- здатність самолікувати мікротріщин в процесі експлуатації.
- термін служби дорівнює терміну служби обробленої конструкції.
- у разі механічного ушкодження обробленої поверхні, придбані гідроізоляційні і захисні властивості бетонної конструкції зберігаються.
- дозволений для застосування на об'єктах господарсько-питного водопостачання.
- гідроізоляційні суміші «Кальматрон» не токсичні, не горючі, радіаційне безпечні.

Завдяки оптимальному співвідношенню вартості і якості гідроізоляційного складу «Кальматрон», його використання доступно і вигідно при проведенні будь-якому по складності ремонтних і будівельних робіт. Виробник і офіційні постачальники гарантують споживачам постійну консультаційну підтримку, що дозволяє застосовувати гідроізоляційні суміші найефективніше.

Найважливішою якістю, яку мають гідроізоляційні суміші «Кальматрон» являється їх стійкість до агресивної природної або техногенної дії. Нанесений на бетон гідроізоляційний шар «Кальматрона» завтовшки 1,5-2,0 мм захищає поверхню бетону від вилуговування м'якими водами упродовж 50 років.

Використання цього гідроізоляційного складу робить бетон непроникним для машинних олій і солярки. Швидкість кислотної корозії бетону із захисним покриттям зменшується не менше ніж в 1,5 разу.

Гідроізоляційний склад «Кальматрон» істотно уповільнює ту, що карбонізує бетону і уповільнює процес проникнення у бетон хлористих солей. Застосування складу «Кальматрон» не викликає процес корозії металевої арматури і не знижує пасивуючу дію бетону на арматуру.

Таблиця 2.9 - Фізико-механічні властивості складу «Кальматрон»

Найменування показника	Нормативне значення
колір	порошок сірого кольору з білими включеннями
затворювач для приготування	вода
міцність на стискування, клас, не менше	C20/25
марка по водонепроникності, не менше	W10
марка по морозостійкості, не менше	F300
підвищення міцності, не менше	20%
підвищення марки бетону по водонепроникності, не менше	2 східців
підвищення марки бетону по морозостійкості, не менше	1,5 разу
глибина проникнення в пори, не менше	15 см
терміни схоплювання : початок, не раніше кінець, не пізніше	30 мін 180 мін
пожежовибухобезпечен	
нешкідливий для довкілля	

Склад: портландцемент - 50%, пісок для будівельних робіт - 45%, комплекс хімічно активних реагентів - 5%.

Таблиця 2.10 - Фізико-механічні властивості складу «Кальматрон-економ»

Найменування показника	Нормативне значення
колір	сірий з білими включеннями
затворювач для приготування	вода
міцність на стискування, не менше	15 МПа
марка по водонепроникності, не менше	W8
марка по морозостійкості, не менше	F300
терміни схоплювання : початок, не раніше кінець, не пізніше	30 мін 180 мін
пожежовибухобезпечен	
нешкідливий для довкілля	

Склад: портландцемент М400 - 25%, склад «Кальматрон» - 25%, пісок для будівельних робіт - 50%.

Вироби «Кальматрон» мають дифузно-проникаючу дію, вони здатні успішно функціонувати в усіх типах гідроізоляції. Водопроникність обробленої складами поверхні залежить від пористості матеріалу. Максимальний ефект ущільнення після обробки складом виникає на пористих поверхнях[16,23,26].

Лабораторні експерименти показали, що водопроникність бетону зростає з марки W4 до W12, тобто з часом кольматируючий ефект збільшується. Склад проникає на значну глибину бетонного виробу(до 10-15 см), якщо нанести добавку на поверхню бетону, то вона буде надійно захищена впродовж тривалої кількості часу (фахівці стверджують, що подібний термін може доходити до п'ятдесяти років.

Для виконання технологічного процесу необхідний наступний склад ланки:

- Ізолювальник на гідроізоляції 4 розряди - 2 людини
- Ізолювальник на гідроізоляції 3 розряди - 1 людина
- Ізолювальник на гідроізоляції 2 розряди - 2 людини
- Піскоструминник 4 розряди - 1 людина
- Піскоструминник 3 розряди - 1 людина
- Підсобний робітник - 1 людина

Відновлення бетонних поверхонь методом торкретування за допомогою складу «Кальматрон». Для усунення незначних дефектів поверхні бетону(луцнення, сколи, раковини, технологічні і усадкові тріщини) глибиною до 5-10 мм рекомендується метод торкретування поверхні по металевій сітці складом цементним захисним проникаючої дії «Кальматрон-економ».

Підготовчі роботи:

- очистити поверхню бетону від пилу, бруду, продуктів корозії металевими щітками або піскоструминним апаратом. Слабкий бетон видалити;

- у разі глибоких ушкоджень і оголення арматури встановити додаткові арматурні сітки, які прикріпити до існуючої арматури за допомогою зварювання або дротяним скручуванням;

– перед нанесенням складу проникаючої дії методом торкретування поверхня, що захищається, за допомогою кисті або розпилювача ретельно зволожується водою;

– після змочування за 15-20 хвилин до бетонування ремонтвані поверхні ґрунтуються розчином складу «Кальматрон» (1 частина «Кальматрона» на 3-5 частин води) за допомогою кисті або пістолета-розпилювача. При цьому витрата складу «Кальматрон» - 0,6-0,8 кг/м².

Приготувати в розчинімішалці склад в співвідношенні «Кальматрон - Економ»: вода - 2:1-1,5:1(вага. ч.) відповідно. Кількість води контролюється візуально і підбирається пробним нанесенням приготованої суміші на спеціальний щит. Правильно підібрана маса, що наноситься, має «факел» з суміші однакового кольору, а оброблена поверхня - жирний блиск. При нестачі води в суміші на поверхні з'являються сухі плями і смуги, утворюється значна кількість пилу. Надлишок води призводить до опливання суміші, утворення мішків на поверхні[16,23,26]..

При торкретуванні відстань між соплом і оброблюваною поверхнею встановлюється виходячи з технічних характеристик устаткування при контрольному напиленні. Ствол сопла слід переміщати по спіралі і тримати його перпендикулярно ремонтваній поверхні. Для ремонту і відновлення бетонних поверхонь застосовується захисний склад «Кальматрон-економ» або спеціальний склад, включаючи «Кальматрон» і спеціальну високо марочну суху цементно-піщану ремонтну суміш в співвідношенні 1:3 відповідно, приготований безпосередньо на місці виробництва робіт.

Відновлення зруйнованого шару бетону методом торкретування(напилення) слід робити пошарово. Товщина шару, що наноситься, за один прохід - не більше 2-3 мм.

Технологічний проміжок часу між шарами визначається залежно від температури і вологості доквілля і по мірі затвердіння складу, що наноситься, але не менше 30 і не більше 120 хв. При виробництві робіт не можна допускати висихання шарів, що наносяться. У разі непередбачених обставин необхідно передбачити можливість накриття проміжного шару мішковиною або нетканим матеріалом з подальшим щедрим зволоженням їх.

При виробництві робіт по нанесенню захисного покриття методом торкретування не можна допускати сповзання або патьоків розчину з вертикальних поверхонь. У разі виявлення цього ефекту слід зробити коригування складу розчину шляхом підвищення його в'язкості - додаванням в нього сухій суміші у кількості 5-10% від маси «Кальматрона».

Приготований склад необхідно витримати впродовж 5-10 хвилин.

Після нанесення завершального шару допускається розгладження поверхні металевим шпателем з метою створення гладкої фактури бетону.

Підготовка захисних складів до застосування. Матеріали на основі складу «Кальматрон» застосовуються у вигляді розчинів.

Кількість приготованого до нанесення розчину повинна відповідати об'єму вироблення в течію не більше 30-40 хвилин.

«Кальматрон» вводиться до ремонтних складів в процесі їх приготування на етапі сухого перемішування компонентів, до зачинення водою.

Для приготування розчинів необхідно використати технічну або питну воду. Зачинення водою слід вести після ретельного сухого перемішування матеріалів. Кількість води, використовуваної для приготування розчинів, уточнюється залежно від вживаної технології нанесення ремонтних складів.

Розчини готуються як вручну, так і механізовано, ретельним перемішуванням не менше 5 хвилин до отримання однорідної маси. Роботу по приготуванню складу необхідно виконувати в захисних гумових рукавичках.

Приготований для нанесення склад «Кальматрон» має бути витриманий до початку застосування впродовж 5-10 хвилин.

Таблиця 2.11 - Кількість води при приготуванні розчинів

№ з/п	Найменування матеріалу	Спосіб приготування	Кількість води, %	Вживане устаткування
1	«Кальматрон» (для ґрунтовки при нанесенні складу вручну)	Ручний, механічний	50	Низкообертанні дріль(250 о./мін)
2	«Кальматрон»	Ручний, механічний	30	Низкообертанна дріль(250 о./мін)
3	Цементно-піщаний розчин «Кальматрон-економ»	Ручний	30	Низкообертанна дріль(250 о./мін)
4	Цементно-піщаний розчин «Кальматрон-економ»	Механічний	30	Розчино і бетонозмішувач місткістю до 100 л
5	Бетонний розчин з добавкою «Кальматрон»	Механічний	25	Бетонозмішувач місткістю до 100 л

При втраті розчином пластичності в процесі роботи слід відновити перемішування. Додаткове додавання води в розчин не допускається.

Склад розчинів :

- «Кальматрон-економ» - цементно-піщаний розчин з добавкою складу «Кальматрон» (1 частина портландцементу М500:1 частина складу «Кальматрон»: 2 частини піску);

- бетонний розчин з добавкою складу «Кальматрон» готується шляхом внесення 16,6кг «Кальматрона» (при виготовленні розчину в заводських умовах) і 25кг(у будівельних умовах) на 1 м³ стандартної суміші для приготування бетону класу С20/25 (М300) з використанням щебеню великістю до 8мм. Незалежно від марки бетону добавка «Кальматрон» підвищує міцність до 18% в ранньому і проектному віці, збільшує морозостійкість до 50%, підвищує водонепроникність на 2-3 ступені і забезпечує отримання особливо щільного бетону, що витримує тиск 1,2 МПа або W=12, з маркою по легкоукладаємість П2.

Таблиця 2.12 - Операційна карта на ремонт, антикорозійний захист, гідроізоляцію будівельних конструкцій і виготовлення бетону підвищеної довговічності із застосуванням складу цементної захисної проникаючої дії «Кальматрон»

Найменування операцій	Склад технологічного забезпечення(технічне оснащення, інструмент, інвентар, пристосування), машини, механізми, устаткування	Виконавці	Опис операції
1	2	3	4
Підготовка поверхні	Водоструминний апарат високого тиску; компресор(відбійний молоток); перфоратор; низкооборотна дріль; штраборіз; кутшлифувальна машина; промисловий пиросос; насос дренажний; кисть, щітка металева, шпатель, молоток, зубило, кельма	Ізолювальник на гідроізоляції: 2 розр. - 1 чол.; 3 розр. - 1 чол.; піскоструминник: 3 розр. - 1 чол.; 4 розр. - 1 чол.	Очищення від забруднень, цементного молока, штукатурки, фарби і знепилювання поверхонь. Пробивка штрафів Змочування поверхонь водою.
Підготовка захисних складів до застосування	Відро(таз), міксер, низько-спритний дріль, розчино змішувач	Ізолювальник на гідроізоляції: 2 розр. - 1 чол.; підсобний робітник: 1 розр. - 1 чол.	Подання матеріалів на робоче місце. Зачинення сухих сумішей водою до необхідної консистенції і перемішування розчину.
Закладення швів і тріщин	Шпатель, ін'єктор	Ізолювальник на гідроізоляції: 3 розр. - 1 чол.	Заповнення швів і тріщин захисними розчинами.

Продовження таблиці 2.12

1	2	3	4
<p>Нанесення захисних складів</p> <p>- вручну</p> <p>- механізовано</p>	<p>Кисть, шпатель</p> <p>Пістолет-розпилювач, компресор</p>	<p>Ізолювальник на гідроізоляції</p> <p>3 розр. - 1 чол.</p> <p>4 розр. - 2 чол.;</p> <p>3 розр. - 2 чол.;</p> <p>2 розр. - 1 чол.</p>	<p>Нанесення ґрунтовочного складу.</p> <p>Заповнення захисним складом штрабів і виїмок.</p> <p>Нанесення складу проникаючої дії на поверхню, що ізолюється.</p>
<p>Догляд за поверхнею</p>	<p>Кисть, відро, розпилювач</p>	<p>Ізолювальник на гідроізоляції</p> <p>- 1 чол.</p>	<p>Зволоження свіже обробленої поверхні 2-3 рази в день впродовж 3-ої доби. При необхідності - приховування.</p>
<p>Випробування на водонепроникність</p>		<p>Ізолювальник на гідроізоляції</p> <p>- 1 чол.</p>	<p>Наповнення басейнів, резервуарів водою</p>

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ТА НАНЕСЕННЯ ТОРКРЕТБЕТОНУ НА ОБРОБЛЮВАЛЬНУ ПОВЕРХНЮ

3.1 Технологічні особливості приготування сухої суміші

Суху цементно-піщану суміш готують на стаціонарних вузлах розчинів або безпосередньо на місці виробництва робіт. Централізоване приготування доцільне при обслуговуванні декількох торкрет-машин, при роботі без добавок або з рідкими добавками, а також в обмежених умовах. У разі централізованого приготування суміші схема технологічної установки спрощується(відпадає необхідність в змішувачі), а її розміри зменшуються.

Термін доставки і зберігання приготованої суміші не повинен перевищувати 3години. Тривалий проміжок часу між приготуванням і витрачанням сухої суміші призводить до того, що вона перетворюється на грудки що сприяє зниженню активності цементу[10-14,20]..

При великих відстанях від вузла розчину до місця виробництва робіт, невеликих об'ємах робіт, а також при роботі з порошкоподібними добавками і із застосуванням цементу, що швидко схоплюються і швидко твердіють, суміш слід готувати на місці виробництва робіт.

Склад сухої суміші для торкретування необхідно вибирати у кожному конкретному випадку залежно від умов експлуатації і стану оброблюваної поверхні. Зазвичай застосовують склад 1:3 - 1:4(цемент - пісок). Для покриття поверхонь, що піддаються ударній або стираючої дії, застосовують склад 1: 3, а якщо поверхня схильна тільки атмосферному впливу - склад 1: 4. Склад сухої суміші, вказаний в проекті, повинен строго дотримуватися. Застосовувати «відскік» для приготування сухої суміші забороняється.

Приготована суха суміш перед застосуванням має просіювати через сито з отворами не більше 8 мм.

Дозувати компоненти сухої суміші(цемент і пісок) слід по масі. Готують суху суміш на місці виробництва робіт в розчиномішалках. При малих об'ємах робіт(при площі торкретування до 50м²) суху суміш допускається готувати вручну за умови ретельного перемішування цементу і піску до отримання однорідної суміші.

На місці робіт суху суміш для оберігання від дощу слід зберігати в емності з кришкою, що щільно закривається.

3.2 Підготовка поверхні, що підлягає торкретуванню

Поверхня перед нанесенням торкретного шару має бути очищена від бруду, пилу, фарби, сажі, плям мазуту і інших масляних плям.

Виявлені шляхом простукування частини основного масиву оброблюваної поверхні, що відшаровуються, мають бути видалені. Напливи розчину і цементного молока, а також ділянки слабого бетону слід видаляти[23,26,28].

Поверхні бетону з цементною плівкою, що утворилася, а також гладко затерті поверхні ретельно обробляють для надання ним шорсткості з метою збільшення міцності зчеплення торкрету з основою. Обробку поверхні ведуть таким, що хімічним, що труїть, шкрябаннями, металевими щітками, зубилами, при піскоструминному способі використовують цемент-гармату. Очищати струменем піску мокрі або фільтруючі поверхні забороняється.

Поверхню, що має раковини глибиною 5 см, її частини, що вивітрилися і дефектні, слід розчистити з облаштуванням насічок на «здоровій» поверхні. Для запобігання скупчуванню «відскоку» краю раковин мають бути розчищені з нахилом назовні під кутом 45°. Кути і ребра слід закругляти.

Раковини глибиною більше 5 см з розміром на поверхні більше 10-12см слід заздалегідь розчистити і після продування і промивання закласти жорстким розчином складу 1: 3(по масі).

При торкретуванні по металевій сітці, а також при торкретуванні залізобетонних поверхонь, сколи захисного шару, що мають, арматура має бути очищена від бруду і іржі.

Оброблена поверхня перед нанесенням торкретної суміші має бути продута стислим повітрям і промита напірним струменем води. Продування і промивання виконують безпосередньо перед торкретуванням за допомогою сопла цемент-пушки при тиску 0,2-0,3 МПа. Підготовлена поверхня має бути захищена від повторного забруднення.

Наносити торкрет на не зволожену поверхню не можна, оскільки при цьому відбувається відсмоктування води зі свіжо укладеного матеріалу, що різко знижує адгезію і міцність торкрету[23,26,28].

За наявності фільтрації або зосередженої течії на поверхні воду відводять за допомогою зовнішнього дренажу(метод «шланга»). При цьому в місцях течії пробурюють шпури глибиною 10-20 см, в які встановлюють водовідвідні трубки діаметром 12-19 мм, сполучені з гумовими шлангами. Розташовують шланги в спеціальних каналах, що влаштовуються по поверхні, і закладають за допомогою цементного тіста, що швидко схоплюється.

При нанесенні торкрету на поверхню з негативною температурою слід заздалегідь очистити її від шматків льоду, продуту стислим повітрям і при необхідності обробити струменем піску. Промивати поверхню водою щоб уникнути утворення крижаної кірки не слід.

Для отримання торкрет-бетонних покриттів з підвищеними показниками морозостійкості не слід застосовувати заповнювачі з низьким опором до негативних температур, при цьому у складі торкрет-бетонної суміші необхідно зменшувати зміст великого заповнювача і обмежувати максимальну величину його зерен до 10 або 5 мм.

Армування торкрету традиційною арматурою робиться таким чином. На усій поверхні, що підлягає торкретуванню, пробиваються отвори діаметром 16-20 мм і глибиною 150-250 мм на відстані 400-500 мм одне від іншого, в які на цементному розчині закладають штирі(анкери) діаметром 8-10 мм із загнутими кінцями. Замість штирів можуть бути використані також болти і путні милиці. До анкерів в'язальним дротом прикріплюють арматуру діаметром 3-6 мм у вигляді сітки із стороною квадрата від 25 до 100 мм. Замість окремих прутків арматури до анкерів може бути прикріплена готова сітка, вживана при штукатурці стін. Сітку із стороною квадрата 100 мм встановлюють до початку торкретування, з частішим розташуванням арматурних стержнів - після нанесення першого шару торкрету. Сітку слід встановлювати не ближче 10 мм від поверхні основи[23,26,28,31].

3.3 Нанесення торкретбетону на підготовлену поверхню

Улаштування робіт з торкретування виконуються при температурі масиву конструкції і повітря не нижче 5°C. У разі нижчих температур до складу сухої суміші або у воду зачинення слід вводити протиморозні добавки.

Перед нанесенням торкрету необхідно перевірити стан підготовленої до торкретування поверхні конструкції. Якщо промивання робилося завчасно і поверхня висохла, то до нанесення першого торкретного шару промивання слід повторити. [23,23,26,28]..

Основною умовою отримання торкрету хорошої якості є дотримання правильної технології його нанесення. Параметри режиму торкретування (тиск в шлангу, швидкість вильоту торкрету з сопла, водоцементне відношення, відстань між соплом і поверхнею) роблять великий вплив на кінцеві фізико-механічні і експлуатаційні характеристики нанесеного

шару(зчеплення нанесеного шару з основою, міцність шару на стискування, його водонепроникність, щільність і кількість «відскоку»).

Робочий тиск в цемент-пушка (принципова схема комплекту устаткування для методу сухого торкретування) залежно від конструкції машини, відстані від цемент-пушки до поверхні яка підлягає торкретуванню і довжини матеріальних шлангів повинно бути в межах від 0,2 до 0,6 МПа. Тиск у водяному баку має бути на 0,05-0,1 МПа більше робочого тиску в цемент-пушка. Під час торкретування тиск повітря в цемент-пушка і тиск води у водяному баку має бути постійним.

Швидкість вильоту струменя матеріалу вибирають залежно від діаметру сопла і його відстані до поверхні яка підлягає торкретуванню і. Оптимальна швидкість виходу, що дозволяє отримати найбільшу міцність покриття, знаходиться в межах 140-170 м/с.

На початку робіт, а також після кожної перерви в роботі подання води в сопло слід регулювати за допомогою крану, розташованого на трубопроводі, що проводить воду. Необхідну кількість води, що подається, визначають візуально шляхом пробного нанесення торкретної суміші на спеціальний щит, встановлений недалеко від поверхні. Правильно зволожена торкретна маса має при виході з сопла форму «факела» з суміші однакового кольору, а поверхня торкрету - жирний блиск. При нестачі води в суміші на поверхні торкрету з'являються сухі плями і смуги і біля місця торкретування скупчується багато пилу. Надлишок води призводить до опливання суміші і утворення «мішків» на поверхні.

При правильному поданні води до сопла «відскік» матеріалу від поверхні основи при нанесенні першого шару розчину складає 30-35 %, потім у міру збільшення товщини покриття кількість «відскоку» знижується.

Торкретують поверхню пошарово. При нанесенні першого шару сопло повинне знаходитися на відстані 80-100 см від поверхні. Подальші шари наносять при меншій відстані між соплом і поверхнею, але воно не має бути менше 50 см.

Число шарів при нанесенні торкретного покриття і товщина кожного шару залежать від товщини покриття і визначаються проектом. Мінімальна товщина шару торкретного покриття складає 5-7 мм. Зазвичай товщина шару торкрету, що наноситься, складає 20-40 мм, при цьому торкретне покриття загальною товщиною більше 20-25 мм необхідно укласти не менше чим в два шари, оскільки один шар такої товщини при нормальній кількості води починає опливати. Збільшення числа шарів торкрету, що наносяться послідовно, покращує водонепроникність покриття, але викликає дорожчання робіт.

Сопло при роботі слід безперервно переміщати рівномірно по спіралі, тримаючи його строго перпендикулярно поверхні яка підлягає торкретуванню. При торкретуванні по арматурі сопло необхідно дещо нахилити, для того, щоб заповнити порожнечі за арматурою.

Щоб уникнути попадання води з сопла в матеріальний шланг при перервах в роботі сопло слід тримати насадкою вниз.

В цілях підвищення стабільності процесу нанесення торкрету і зменшення утворення пробок в шлангу торкрет-машину слід розташовувати по можливості ближче до місця робіт.

Торкретування ведуть горизонтальними смугами заввишки 1-1,5 м по усій ширині поверхні.

Торкретування вертикальних поверхонь слід робити від низу до верху, щоб «відскік» падав на вже укладену поверхню, дещо отверділу поверхню. Для дотримання цієї умови необхідно мати залишковий фронт робіт по довжині вертикальної поверхні з тим, щоб торкретування вести окремими горизонтальними смугами з поступовим переходом від нижніх смуг до вище розміщених[21,23,32].

При торкретуванні по металевій сітці шар торкрету повинен покрити металеву сітку на 12-15 мм, причому кінці штирів, що виступають, мають бути покриті шаром завтовшки близько 8-10 мм. Необхідно стежити за тим,

щоб торкрет не опливав, оскільки це може привести до утворення порожнин між лозинами арматури, виявити і усунути які украй важко.

Товщину шару нанесеного торкрету слід перевіряти тонким шилом або дротом, промацуючи свіжий шар в декількох місцях. Надмірно нанесений товстий шар торкрету в окремих місцях при необхідності має бути зрізаний кельмою до схоплювання розчину. У місцях, де товщина шару торкрету недостатня, необхідно шилом робити позначки для додаткового нанесення торкрету. Поверхня торкрету має бути рівною і не мати горбів або западин більше 5-7 мм.

При виробництві робіт не можна допускати скупчення «відскоку» в окремих місцях. «Відскік» у міру його накопичення слід прибирати. Особливо ретельно необхідно стежити за скупченням і своєчасним прибиранням «відскоку» при торкретуванні по сітці.

Затерла торкретного шару робити не рекомендується, оскільки якість торкрету при цьому погіршується. У разі особливої необхідності(з урахуванням архітектурних вимог) для отримання гладкої поверхні слід нанести під ту, що затерла додатковий шар завтовшки 5-7 мм на дрібному піску з тим, щоб основні торкретні шари не були б ослаблені. Затерла слід робити відразу ж після нанесення додаткового шару(до початку схоплювання цементу).

Кожен подальший шар торкрету з прискорювачем схоплювання слід наносити не раніше чим через 20 мін(на стіни) і через 40 мін(на зведення) після укладання попереднього шару щоб уникнути деформації і порушення структури у свіжо укладеному торкрету під впливом струменя. Якщо подальший шар наносять з перервою більше 2 години (при плюсовій температурі довкілля), то попередній шар слід зволожувати розпорошеним струменем води. За відсутності в суміші прискорювачів схоплювання і тверднення інтервали часу між нанесенням окремих шарів повинні складати не менше 4 год. Якщо перерва перевищить 4 ч, поверхню слід продути і

промити. У разі забруднення поверхні її необхідно очистити від бруду, а також продути і промити[21]

Поверхні, що фільтрують воду, слід торкретувати після усунення течії, оскільки внаслідок фільтрації торкрет може відшаруватися від ремонтваної поверхні.

Наносити торкрет на поверхню з наявністю щілин, тріщин і раковин великих розмірів, що знижують міцність споруд, забороняється.

Не рекомендується закладати торкретом вузькі щілини, оскільки в таких місцях важко добитися хорошої якості ущільнення торкрету. У цих випадках перед торкретуванням необхідно або розкрити(розширити) тріщини, або їх закласти.

Після закінчення робіт, а також при тривалій перерві(більше 40 мін) торкрет-машина і матеріальний шланг мають бути ретельно продуті повітрям, а сопло і камера змішувача розібрані, промиті і просушені.

В процесі виконання торкретних робіт слід вести журнал, що є основним документом при прийманні робіт. Журнал заповнюють після закінчення кожної зміни.

3.4 Технологія приготування і нанесення на оброблювану поверхню торкрет-фібробетон

Для отримання покриттів з торкрет-фібробетону в якості армуючих компонентів слід використати, як правило, сталеві фібри, що поставляються споживачам в розсіпі або в пакетах на основі водорозчинного клею (фібри типу «Драмікс»).

Якщо використання торкрет-фібробетону призначається для конструкцій, при експлуатації яких можуть мати місце дії підвищених температур, у тому числі вибуху, пожежі, в цьому випадку в суху суміш,

разом із сталевими фібрами доцільно вводити поліпропіленові волокна завтовшки (30 мкм у кількості 1,8-2,5 кг/м³).

Рекомендується робити дозування фібр(якщо вони поставляються в розсипі) в одному технологічному циклі при приготуванні сухої суміші за регламентом, що передбачає поєднання(змішування) цих фібр з сухими компонентами(дрібним і великим заповнювачем) бетонної суміші[18,23].

Сухі суміші для торкрет-фібробетону повинні готуватися в стаціонарних умовах виробництва: на діючих БСУ або спеціально обладнаних постах, або на пересувних установках(бетонозмішувачах).

При отриманні сухих сумішей і торкрет-бетонних складів з використанням сталевих фібр слід попереджати утворення фібр, що зчепилися один з одним грудок(клубків), в об'ємі даних сумішей і складів. Для запобігання можливості утворення грудочок фібр необхідно за інших рівних умов зменшувати відносну довжину(l_f/df) фібр, розміри і зміст зерен великого заповнювача, підвищувати рухливість отримуваної суміші, дотримуватися правил технологічного регламенту.

При отриманні сухих сумішей і торкрет-фібробетонних складів процес введення в них сталевих фібр має бути поступовим і безперервним. Цей процес може бути реалізований різними технологічними варіантами, у тому числі:

- з використанням бетонозмішувача примусової дії. Спочатку в нього додають пісок, а фібру в процесі перемішування піску подають через сито(вібросито), встановлене над бетонозмішувачем. Після отримання суміші піску і фібр здійснюють занурення її в мішки, або отримувану суміш завантажують в пересувний бетонозмішувач в який, після його транспортування на робочий майданчик, додають цемент.

- з використанням агрегату змішувача і транспортера. Процес здійснюють в два етапи:

- 1) Приготування сухої суміші дрібного і великого заповнювача в агрегаті змішувача.

2) Поступове і безперервне укладання на транспортер шару заповнювачів суміші, що рухається, з введенням в цей шар рівномірним потоком сталевих фібр з подальшим транспортом їх у бункер, з якого здійснюють завантаження суміші в тару(ящики, мішки).

Дозування забезпечують швидкістю руху стрічки транспортера з урахуванням заданої товщини шару компонентів, що дозуються. Фібру подають на стрічку транспортера змішувача через розпушувач-дозатор або через вібросито.

– з використанням шнекового конвеєра у поєднанні з дозатором фібр.

Фібри, об'єднані в пакети за допомогою водорозчинного клею, слід поступово і безперервно поставляти безпосередньо у бетонозмішувач в процесі перемішування в нім компонентів бетону без застосування додаткових пристроїв і агрегатів.

Для завантаження фібр в пересувний бетонозмішувач слід використати жолоб з тонколистової сталі, пропущений всередину барабана змішувача. Потік фібр необхідно направляти в перемішувач суміш, але не на лопаті бетонозмішувача.

З метою отримання однорідної суміші компонентного бетону і сталевих фібр слід обмежувати в межах технологічного регламенту час перемішування суміші. Інтервал часу перемішування не повинен перевищувати як правило 3 хвилини. Встановлення робочих інтервалів часу перемішування роблять досвідченим шляхом при освоєнні технологічного процесу.

Нанесення покриттів з торкрет-фібробетону здійснюють традиційним способом: сухим або мокрим методами з використанням існуючого устаткування, до якого додають технологічні вузли, призначені для дозування маси сталевих фібр.

При створенні покриттів з торкрет-фібробетону слід враховувати, що значна частина сталевих фібр опиняється в зовнішній частині повітряного потоку, багато хто з них здувається поблизу зони удару незадовго до і після

нього. При цьому в процесі проведення оцінних розрахунків необхідно брати до уваги, що величина відскоку сумішей, армованих сталевими фібрами нижче значення, встановленого для неармованого торкретбетону.

Для зменшення відскоку компонентів торкрет-фіробетону слід керуватися наступними правилами:

- збільшувати зміст дрібних часток в суміші;
- зменшувати відношення $\ell_{f,red}/df$;
- збільшувати рухливість суміші при мокрому методі торкретування до рівня, при якому отримуване покриття зберігає свою структурну міцність.

Величину відскоку компонентів торкрет-фіробетону слід регулювати на стадії виявлення критичної товщини першого шару(фаза 1) і подальшого нанесення шару на свіжий торкретбетон (фаза 2).

На фазі 1 необхідно: більш високий вміст цементу, більша кількість дрібних часток(зола, пісок) в суміші, зменшена кількість заповнювача із зернами великого розміру, підібрана вологість заповнювачів, що у результаті сприяє підвищенню зчеплення матеріалу шару, що наноситься, з основою(із стіною) і зменшенню відскоку[18,23].

Після нанесення першого критичного шару(фаза 1) величина відскоку при нанесенні подальшого шару(фаза 2) знижується за умови забезпечення достатньої пластичності торкрет-фіробетонної суміші.

Для отримання торкрет-фіробетонних покриттів слід використати існуючі торкрет-установки з внесенням в них, з метою запобігання можливому закупорюванню фібрами окремих вузлів устаткування, необхідних корективів, у тому числі:

- усунути з робочих органів установки колінчасті патрубки з вигином під кутом 90 градусів;
- забезпечити підбір шлангів одного діаметру. Створити щільні ущільнення в місці з'єднання шлангів(труб), що забезпечують вільне транспортування по шлангах суміші з фібрами;

– використати шланги з внутрішнім діаметром не менше 50 мм. Діаметр шланга повинен перевищувати як мінімум в 2 рази довжину фібри.

3.5 Догляд за покриттям після торкретування

Торкрет в період схоплювання і тверднення має бути захищені від заморожування, висихання, механічних ушкоджень і хімічних дій : впродовж бгод - при застосуванні спеціальних швидкотвердіючих цементів, що розширюються, а також добавок-прискорювачів схоплювання і впродовж 3 діб - при використанні звичайних цементів без добавок-прискорювачів.

Торкретне покриття після досягнення 70%-ної проектної міцності(через 8-10 ч після нанесення) необхідно зволожувати розпорошеним струменем води. Режим зволоження призначають залежно від температури повітря(таблиця.3.1).

Таблиця 3.1 - Зволоження торкретбетону

Показники режиму	Температура повітря в тіні, °C			
	20	30	40	50
Найменше число зволожень торкрету протягом доби	2	4	6	8
Те ж при дії сонця на ремонтвану поверхню	3	6	9	12

При температурі повітря нижче +5 °C зволожувати торкрет не слід. При відносній вологості повітря більше 90 % можна змочувати торкрет один раз в добу.

Вода, використовувана для поливання торкрету, повинна задовольняти вимогам, що пред'являються до води, вживаної для зачинення торкретної суміші[21,32].

Оберігати поверхню торкрету від висихання можна також, покриваючи її плівка утворюючими складами (наприклад: етінолевим лаком методом який розпиляють).

В умовах безпосередньої дії сонячних променів і сильного вітру на поверхню яка підлягала торкретуванню, окрім регулярного поливання в процесі тверднення торкрету, його поверхню слід укривати поліетиленовою плівкою або вологою мішковиною.

При раптовому падінні температури повітря нижче 0°C свіжий торкрет має бути закриті солом'яними матами, мішками з тирсою і тому подібне. Торкретні роботи мають бути припинені, а укриті місця вказані в журналі торкретних робіт для подальшого проведення ретельної перевірки якості торкрета на цих ділянках[21,23,32].

Під час сильного дощу роботи по нанесенню торкретного покриття мають бути припинені. Свіжий шар торкрету, що ще не схопився, слід оберігати від дощу, оскільки він може бути змитий або пошкоджений.

У разі потреби виправлення дефектних ділянок з поверхні яка підлягала торкретуванню (опливи, відшаровування, дрібні окремі тріщини) зруб торкрету слід починати не раніше, ніж він досягне 50%- ної проектної міцності. Зрубувати слід лише той шар торкрета, який відшаровується від попереднього або безпосередньо від початкової поверхні. Зрубання необхідно вести обережно, щоб не пошкодити сусідніх ділянок добре торкрету, що пристав. Дефектні місця після вирубування очищають, промивають струменем розпорошеної води і знову торкретують.

3.6 Контролю якості і приймання робіт з торкретування поверхонь

Торкретбетон має бути прийнятий службою контролю якості підприємства-виробника бетонних робіт.

Контролю і прийманню підлягають усі нормовані показники якості торкрет-бетонної суміші і торкретбетону[21,23].

Торкретбетон приймається партіями. За партію торкретбетону береться об'єм бетону укладеного за одну робочу зміну або об'єм бетону однієї забетонованої конструкції.

Для робіт з використанням торкретбетону передбачені різні методи контролю якості. Контроль якості можна визначити як поєднання дій, рішень, що приймаються, і перевірок на відповідність заданим технічним умовам.

Застосовують три рівні контролю якості :

I - Контроль низького рівня.

II - Контроль стандартного рівня.

III - Контроль високого рівня.

Вибір рівня контролю якості входить в коло повноважень проектувальника з урахуванням вимог проекту, можливих наслідків відмови і можливостей виробника робіт.

Особливих вимог по організації контролю якості I- го і II- го рівня не існує. Що стосується контролю якості III- го класу, то для його виконання для кожного проекту потрібно розробку блок-схема організації програми і призначення інженера по контролю якості (інженера ОТК), що займається питаннями контролю якості [21,23].

Частота(інтервал) проведення випробувань повинна визначатися проектувальником, з урахуванням призначення бетоноукладочних робіт з використанням торкретбетону (з урахуванням цілісності конструкції), проектного терміну експлуатації, класу складності монтажу (укладання), категорії умов експлуатації, міри агресивної дії середовища і вірогідних наслідків відмови.

В якості початкових величин можна використати значення, приведені в таблиці 3.2, в якій вказані контрольовані параметри і інтервал виготовлення

контрольної плити або узяття кернів залежно від площі поверхні укладеного торкретбетону.

Норми відбору проб і періодичність контролю кожного нормованого показника якості мають бути встановлені проектувальником в регламенті виробництва робіт або в проектному рішенні по конкретному об'єкту.

Таблиця 3.2 - Контрольовані параметри і інтервал виготовлення контрольної плити

Клас контролю	Контроль низького рівня через $n \text{ м}^2$	Стандартний контроль через $n \text{ м}^2$	Контроль високого рівня через $n \text{ м}^2$
межа міцності при стискуванні	500	250	100
межа міцності на вигин		500	250
залишкова міцність		1000	500
адгезійна міцність		500	250
залишковий зміст армуючого волокна		250	100
товщина	50	25	10

Усі випробування повинні проводитися з використанням випробовуваних зразків, що відбираються або з монолітного торкретбетону за місцем його укладання, або з контрольної торкрет-бетонної плити.

Склад торкрет-бетонної суміші підлягає визначенню в ході здійснення програми попередніх випробувань, в ході яких торкрет-бетонні суміші для мокрого і сухого методу торкретування підбираються і перевіряються на відповідність заданим нормативним показникам. Результати попередніх випробувань відбиваються в карті підбору складу. Нижче приведений перелік технологічних показників якостей і проектних характеристик торкретбетону, що підлягають перевірці :

Свіжоприготована торкрет-бетонна суміш для мокрого методу торкретування:

- а) легкоукладаємість;
- б) щільність;
- с) втрати в результаті відскоку.

Для сухого методу торкретування визначається відсоток втрат в результаті відскоку.

Експлуатаційні характеристики монолітного торкретбетону укладеного мокрим і сухим методом торкретування визначаються в ході попередніх випробувань:

а) межа міцності при стискуванні на 7-й і 28-й день після укладання за місцем;

в) межа міцності на вигин;

д) адгезійна міцність.

е) щільність;

ж) водопоглинання.

Виробничий(операційний) контроль для мокрого і сухого методу торкретування.

Виробничий контроль здійснюється на відповідність суміші карті підбору складу, розробленій в ході попередніх випробувань. Виробничим контролем передбачається перевірка за супровідними документами відповідності компонентів торкрет-бетонної суміші нормативним вимогам і визначаються наступні характеристики:

Для мокрого методу торкретування :

- гранулометричний склад заповнювача;
- легкоукладаємість;
- температура торкрет-бетонної суміші;
- відсоток втрат в результаті відскоку(рикошету)

Для сухого методу торкретування :

- гранулометричний склад заповнювача;
- вологість заповнювача;
- температура заповнювача;
- відсоток втрат в результаті відскоку(рикошету)

Контроль прямолінійності призначений для визначення лінійності поверхні і однорідності по товщині торкрет-бетонних покриттів і для забезпечення однорідного розподілу монолітного торкретбетону по товщині.

В проектній документації мають бути задані допуски:

- максимальний допуск по товщині;
- максимальне відхилення по прямолінійності прямій 2-метрової кромки.

На кожен партію торкретбетону має бути оформлений документ про якість, в якій мають бути вказані :

- найменування підприємства виробника; його адреса і телефон;
- найменування виду бетону;
- дата виготовлення;
- позначення справжніх Технічних умов;
- номер партії;
- результати проведених випробувань при приймально-здавальному контролі якості.

Після відмивання проб водою, витягання з них фібр, їх висушування і зважування слід визначити значення коефіцієнта однорідності K_0 для цього покриття:

$$K_0 = \frac{m_{f.p}}{m_f} = \frac{V_{пр} \mu_f \rho_{st}}{100m_f} \quad (3.1)$$

де $V_{пр}$ - об'єм торкрет-фібробетону в кожній пробі; μ_f - задане (проектне) значення коефіцієнта фібрового армування за об'ємом в %; ρ_{st} - щільність стали; $m_{f.p}$, m_f - маса фібр, що регламентується і виявлена, в об'ємі кожної проби.

3.7 Конструктивні рішення торкрет-бетонних покриттів, приклади технічного виконання

В якості основи для нанесення торкретбетону може служити будь-яка поверхня із структурою, що має достатню здатність, що несе, і опір переносити ударні дії розпиляного струменя, при цьому сама поверхня при нанесенні на неї торкретбетону повинна знаходитися в нерухомому стані.

Для забезпечення високої якості торкрет-бетонного покриття поверхня, що піддається обробці, повинна мати шорстку структуру, міцне сполучення з масивом конструкції, мати чистоту, що відповідає нормативним вимогам.

У зону поверхні, що піддається торкретуванню в підземних спорудах, не повинна просочуватися вода. Якщо на поверхню можливе попадання води, мають бути передбачені заходи по її відведенню за межі запланованого торкрет-бетонного шару, наприклад, шляхом створення дренажного каналу (рис.3.1). В якості дрени доцільне використання еластичних жолобів з синтетичного матеріалу. Для цих цілей може також використовуватися комбінація жолоба і «дренажної» фольги (рис.3.2) [23,26,32].

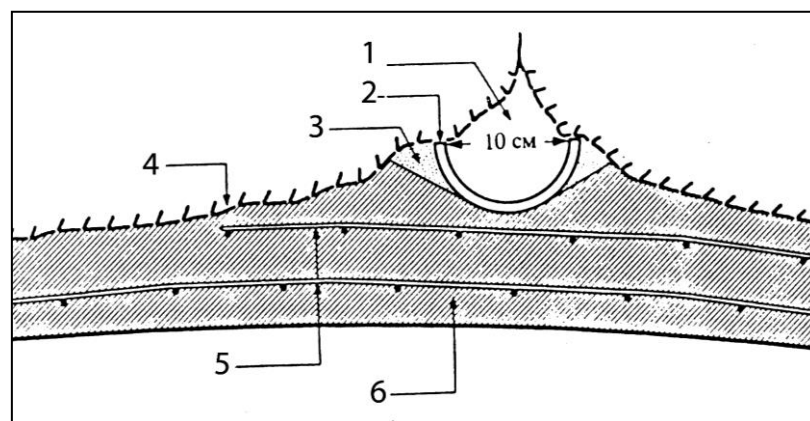


Рисунок 3.1 – Приклад улаштування водовідводу (дренаж) за межі покриття з торкретбетону. 1 – дрена; 2 – жолоб; 3 – швидко твердіючий розчин; 4 – скальна порода; 5 – арматурна сітка; 6 – торкрет-бетон.

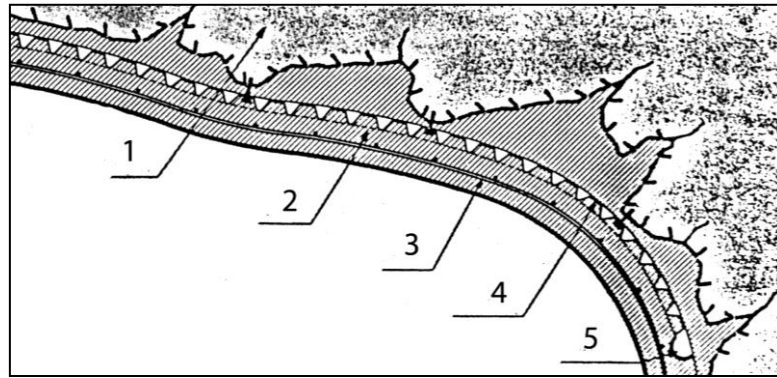


Рисунок 3.2 - Поперечний переріз торкрет бетонного покриття з використанням в якості водовідводу «дренажної» фольги і жолобів. 1 – скала; 2- торкретбетон; 3 – арматурна сітка; 4 – «дренажна» фольга; 5 – жолоб

В процесі створення багатошарового торкрет-бетонного покриття, кожен попередній шар цього покриття слід залишати непокритим впродовж часу, необхідного для реалізації процесу усадки. При цьому новий торкрет-бетонний шар повинен перекривати усадкові тріщини попереднього, створюючи у результаті структуру поперечного перерізу, аналогічну чергуванню стиків цегляної кладки(рис.3.3).

Введення в торкрет-бетонне покриття і закріплення в нім армуючих сіток може здійснюватися різними способами, наприклад, при зміцненні поверхні скелі неправильної форми в шар нанесеного торкретбетону, що не схопився, занурюються гнуті відрізки в'язального дроту (рис.3.4), потім, у разі потреби, наноситься додатковий шар торкретбетону, після схоплення якого здійснюється укладання і закріплення відрізками в'язального дроту, передбаченого проектом арматурної сітки, після чого остання перекривається остаточним шаром торкретбетону[23,26,32].

Для підвищення ефективності з'єднання торкрет-бетонного покриття з основою, наприклад, з гірською породою в підземних спорудах, слід використати анкерні кріплення, у тому числі у поєднанні з армуючими сітками (рис.3.5).

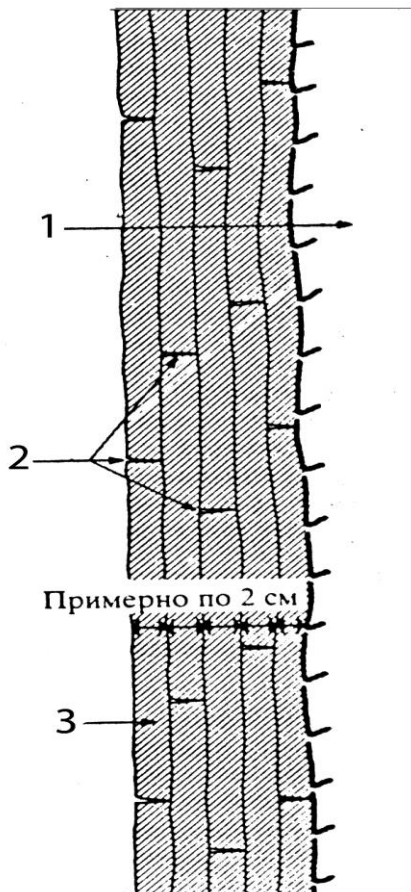


Рисунок 3.3 - Схематичне зображення усадочних тріщин в торкретбетоні при його правильному нанесенні.
1 – скальна порода; 2 – усадочна тріщина; 3 – торкретбетон.

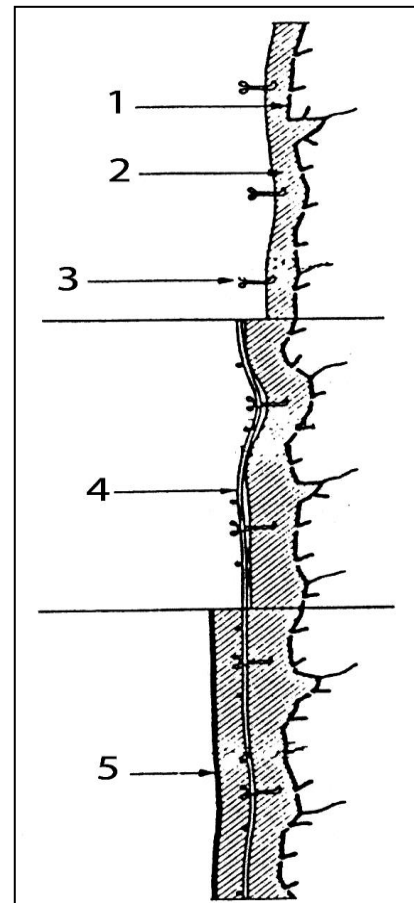


Рисунок 3.4 – Кріплення арматурної сітки в'язальною проволокою
1 – очищена скала; 2 – торкретбетон;
3 – введення в шар торкретбетону в'язальної проволочки;
4 – арматурна сітка, закріплена в'язальною проволокою;
5 – готове торкретбетонне оздоблення

Анкери слід встановлювати рядами, бажано в шаховому порядку. Відстані між анкерами, визначувані розрахунком, повинні вказуватися в проекті кріплення. Анкери розраховують по міцності по аналогії з вимогами будівельних норм і правил на проектування тунелів, бетонних і залізобетонних конструкцій.

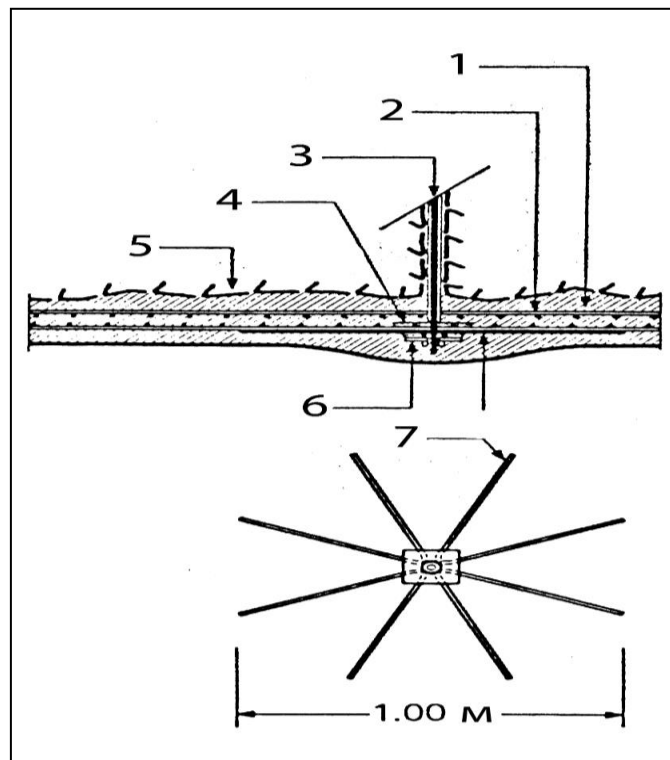


Рисунок 3.5 – Армування в зоні анкерної головки. 1 – торкретбетон; 2 – арматурна сітка; 3 – анкер; 4 – шар розчину; 5 – скала; 6 – анкерна плита; 7 – подвійна хрестовина $\text{Ø}10$ мм

Отвори під анкери слід бурити перед нанесенням торкретбетону. Залежно від принципів установки і за характером сприйняття і передачі навантажень анкери підрозділяють на дві групи: закріплювані в породі кінцями і омоноличувальні по усій довжині[21,23,32].

Анкери першої групи клиновидної конструкції, зусилля яких зростають у міру витягання їх з шпурів. Такі анкери слід розглядати у вигляді кріпильних елементів наростаючого опору. Анкери другої групи(омоноличувальні) мають високу жорсткість: при зростанні навантаження до граничної у них практично не спостерігається переміщень. Корозійна стійкість анкерної голівки може бути забезпечена шляхом її покриття шаром торкретбетону.

При створенні конструктивних рішень торкрет-бетонних покриттів слід передбачати спеціальні технологічні заходи, що враховують особливості і якість поверхні основи, на яку наноситися покриття, у тому числі:

- при нанесенні торкретбетону на бетонну поверхню слід забезпечити її шорсткість, наприклад, шляхом насічки, перед цим видалити при необхідності ділянки поверхні зі зниженою міцністю, конструкції, що у тому числі відшаровуються від масиву, усунути наявні

- поверхні забруднення, що знижують якість зчеплення торкрет-бетонного покриття з бетонною основою(рис.3.6).

- при нанесенні торкрет-бетонного покриття на земляний ґрунт слід брати до уваги, що подібне покриття здатне зв'язати тільки поверхневий шар ґрунту; перед створенням подібного покриття з метою запобігання осіданню ґрунту рекомендується спочатку зробити його ущільнення.

- при нанесенні торкретбетону на поверхню з природного будівельного каменю слід ретельно усунути залишки будівельного розчину із стиків між каменями з подальшим їх очищенням шляхом піскоструминної обробки(рис.3.7).

- при необхідності створення покриття з торкретбетону на металевих або дерев'яних поверхнях очищення їх з метою підвищення адгезійного зчеплення рекомендується здійснювати шляхом піскоструминної обробки. Доцільно також поєднання торкрет-бетонного покриття і арматурної сітки в комбінації, наприклад, із сталевим профілем(рис.3.8)

- при створенні торкрет-бетонного покриття, спрямованого на об'єднання, кріплення і запобігання переміщенню гірських порід, спочатку слід забезпечити поверхневе їх зміцнення шляхом заповнення торкретом нерівностей, щілин, раковин і потім облицювання усієї поверхні торкрет-бетонних шаром, поєднаним з арматурною сіткою(рис.3.9).

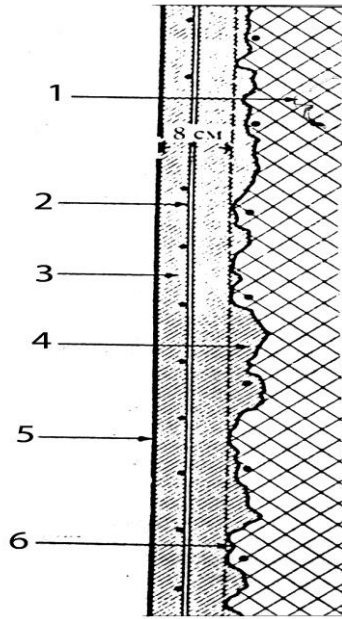


Рисунок 3.6 - Відновлення бетонних поверхонь. 1 – старий бетон; 2 – арматурна сітка; 3 – торкретбетон; 4 - відновлений профіль; 5 – поверхня після затірки; 6 – очищена та піскоструйно оброблена поверхня старого бетону

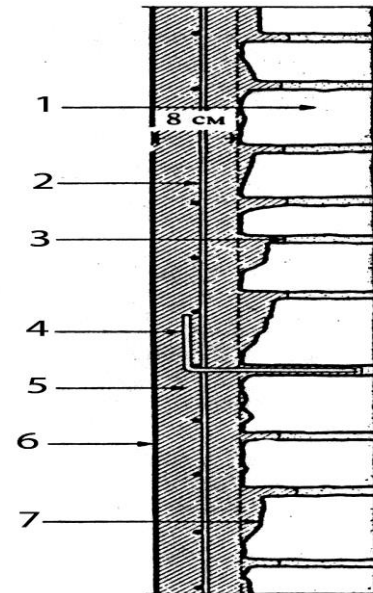


Рисунок 3.7 - Відновлення кладці з будівельного каменю
1 – кладка; 2 – арматурна сітка; 3 – старий розчин для розшивки швів; 4 – анкерна скоба; 5 – торкретбетон; 6 – поверхня після затірки; 7 – піскоструйно оброблена поверхня

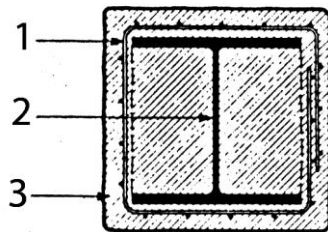


Рисунок. 3.8 - Створення колони із сталевий профілю, зміцненого арматурною сіткою і торкретбетоном 1 – арматурна сітка; 2 - сталевий профіль; 3 - торкретбетон

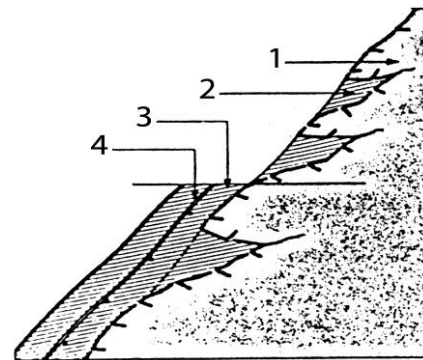


Рисунок 3.9 - Конструктивне рішення з'єднання скали торкрет-бетонним покриттям. 1 – скала; 2 – заповнення щілини; 3 – торкрет-бетонне покриття; 4 – арматурна сітка.

Принципи зміцнення укосів і схилів гірських порід в умовах відкритого простору, наприклад, на залізничних насипах і автомобільних дорогах, уздовж каналів, в житлових районах, аналогічні тим, що приймаються для підземних споруд. Відмінність конструктивних рішень подібних покриттів при експлуатації в умовах відкритого простору полягає в необхідності забезпечення їх опору до атмосферних дій, у тому числі до коливань температури, сонячного опромінення, атмосферних осідань.

Для підвищення експлуатаційних властивостей таких покриттів в цих умовах, разом із забезпеченням необхідного рівня їх щільності, міцності і морозостійкості, особливу увагу слід приділяти пошуку оптимальних рішень водовідведення з їх поверхні атмосферних опадів, з використанням, наприклад, варіантів представлених на рис.3.10.

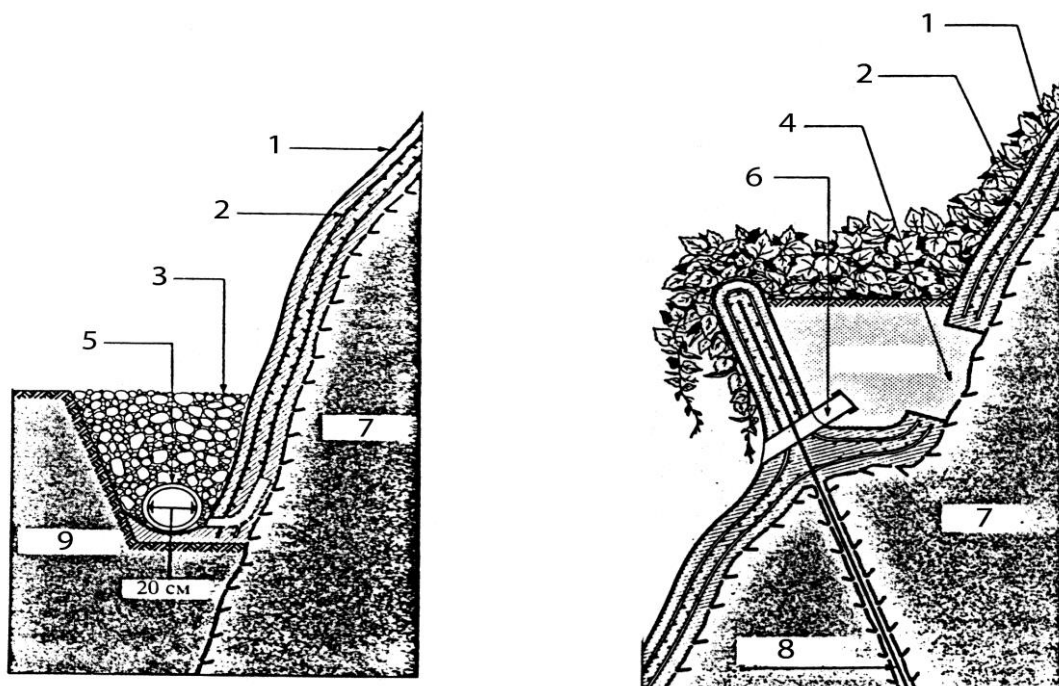


Рисунок 3.10 - Зміцнення схилу гірської породи (скелі) торкрет-бетонним покриттям з різними варіантами водовідведення атмосферних опадів : з використанням дренажної системи(а) і труби(б), 1 – торкретбетон; 2 - арматурна сітка; 3 - гравієвий заповнювач; 4 - ґрунт; 5 – дренажна труба; 6 – водовідведена труба,; 7 - скеля; 8 - анкер; 9 - земля

Роботи по відновленню залізобетонних стержневих елементів(балок, колон) і плиткових конструкцій слід здійснювати з урахуванням усунення існуючих ушкоджень і запобігання їх повторному виникненню. Конструктивні особливості виробництва цих робіт пов'язані з нанесенням торкретних покриттів досить тонким шаром на великих поверхнях, при цьому слід забезпечити надійне зчеплення отриманого з торкрет-бетону захисного шару(нового торкрет-бетонного покриття) з «старим» бетоном, заздалегідь очистивши від іржі «стару» арматуру і надійно захистити знову встановлені арматурні сітки(рис.3.11).

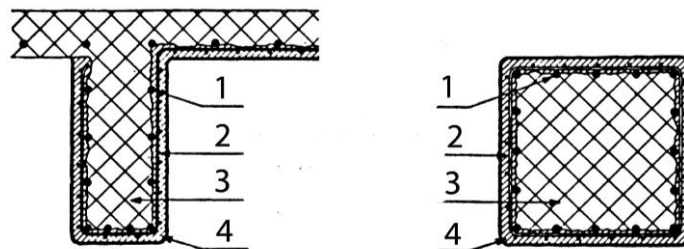


Рисунок 3.11 - Відновлення залізобетонних конструкцій

1 – «стара» арматура; 2 – арматурна сітка; 3 – «здоровий» бетон;
4 – торкретбетон

Для оцінних розрахунків матеріального балансу конструктивних рішень торкрет-бетонних покриттів із стандартної сухої суміші можна керуватися емпіричним правилом, що полягає в наступному :

– у основу розрахунку приймають одиницю об'єму сухої суміші, наприклад $1\text{ м}^3(1000\text{ л})$, що включає заповнювачі з вологістю 3-6% і терпке(цемент), відповідно до проектного складу цієї суміші;

– вихід сухої суміші тим більше, чим більше кількості цементу(коефіцієнт виходу - відношення об'єму сухої суміші до об'єму заповнювачів є функцією гранулометричного складу з урахуванням

природної вологості заповнювача і кількості цементу в суміші), що вводиться;

- нормовані виробничі втрати, пов'язані з відскоком матеріалу складають 25% об'єму початкової суміші при сухому методі торкретування і 15% при мокрому методі торкретування. Зміст цементного клею обволікаючого зерна заповнювача, при відскоку менше, ніж в початковій суміші. Загальні втрати при сухому методі торкретування включає 25% заповнювача, приблизно 10% первинної кількості цементу і 20% води зачиннення;

- торкретування супроводжується ущільненням суміші. Коефіцієнт ущільнення при сухому методі торкретування складає приблизно 1,35. Відповідно, з первинного 1м³ сухої суміші отримують 0,555 м³ готового торкрет-бетону зі змістом цементу 454 кг/ м³.

Наприклад, якщо з 1м³ заповнювача і 350 кг цементу отримані 1,25 м³ сухої суміші, то в цьому випадку 1м³ сухої суміші містить 280 кг цементу(350:1,25 = 280) .

Таким чином, що залишилися після відскоку 75% об'єму сухої суміші зменшуються приблизно в 1,35 разу за рахунок ущільнення цього об'єму при нанесенні його на оброблювану поверхню, в результаті отримання торкрет-бетонного покриття h зажадає в 1,8 разу більше кількість сухої суміші t , тобто $t \approx 1,8h$.

У покриттях з торкрет-фібробетону об'ємний зміст фібр μ_{fv} повинен відповідати передбаченому проектною документацією. Виходячи зі значення μ_{fv} слід встановлювати необхідний зміст фібр в початковій сухій суміші з урахуванням особливостей технологічного процесу торкретування. При цьому для визначення величини відскоку фібр в оцінних розрахунках слід орієнтуватися на 25% від загальної кількості фібр, що містяться в сухій суміші, а її ущільнення при торкретуванні приймати таким, що відповідає величині 1,35.

При отриманні конструктивних рішень покриттів з торкрет-фібробетона слід дотримуватися положень, прийнятих раніше безпосередньо для торкретбетону, з урахуванням технологічних вимог.

Торкрет-фібробетон слід застосовувати в тих випадках, коли виникає необхідність підвищення фізико-механічних характеристик рядового торкретбетону, у тому числі його міцнісних показників, опору до атмосферних дій, дій підвищених температур, ударо- і тріщиностійкості, стираності, водонепроникності при частковому або повному виключенні, з торкрет-фібробетонного покриття традиційної стержневої арматури (рис. 3.12 і 3.13).

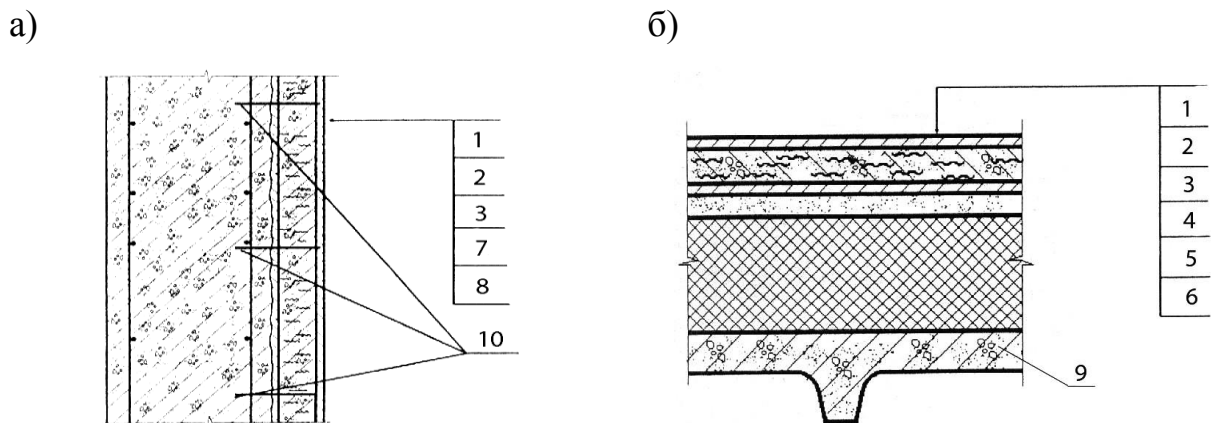


Рисунок 3.12 – Приклади використання торкрет-фібробетонних покриттів в вертикальному (стіна – а) и горизонтальному (покрівля – б) положенні 1 – оздоблювальний шар; 2 – шар торкрет-фібробетону; 3 – адгезионний шар; 4 – цементно - пісчана підготовка; 5 – утеплювач; 6 – пароізоляція; 7 – очищення поверхня залізобетонної стіни; 8 – залізобетонна стіна; 9 – залізобетонна плита перекриття; 10 – анкери

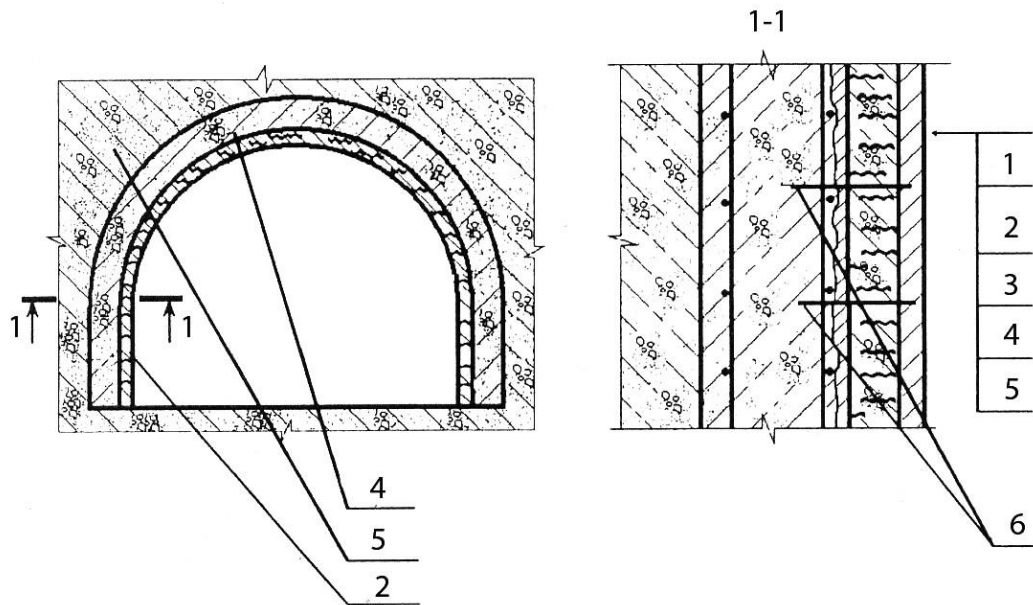


Рисунок 3.13 – Приклади використання торкрет-фібробетонних захисних покриттів при ремонті будівельних конструкцій і агрегатів які піддаються високим температурам 1 – оздоблювальний швр; 2 – шар торкрет-фібробетону; 3 – адгезійний шар; 4 – збірний залізобетон; 5 – монолітний залізобетон; 6 - анкера

Таблиця 3.3 - Відомість потреби в матеріалах, виробах

№ з/п	Найменування матеріалу, вироби	Найменування і позначення нормативно-технічного документу	Одиниця виміру	Кількість
1	«Кальматрон» (на 1 м ² покриття)	Інструкція по застосуванню	кг	1,6 (на 1 м ² покриття при товщини шару 1 мм)
2	«Кальматрон-економ»	Інструкція по застосуванню	кг	0,8 (на 1 пог. м шва 2x2 см V=400 см ³)

Примітка. Вживаних розмірах швів, тріщин, раковин витрата матеріалу перераховується на існуючі геометричні об'єми.

Таблиця 3.4 - Калькуляція витрат праці (об'єм робіт : 100 м² поверхні)

№ з/п	Обґрунтування	Найменування робіт	Один. виміру	Об'єм	Норма часу на одиницю, <u>чол.-ч.</u> (маш.-ч.)	Склад ланки			Витрати праці на об'єм, <u>чол.-ч.</u> (маш.-ч.)
						Професія	Розр	Кіль-ть	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Е8-1-15 Т. 4 п.6б, 6г	Очищення поверхні зі знепилюванням:							
		- стіни	100 м ²	1,0	<u>0,31</u> 0,15	Ізолювальник на гідроізоляції	2	1	<u>0,31</u> 0,15
- стелі	100 м ²	1,0	<u>0,38</u> 0,19	<u>0,38</u> 0,19					
2.	Е8-1-15 Т. 4 п.1б, 1г прим.	Змочування поверхні водою водострумним апаратом високого тиску :							
		- стіни	100 м ²	1,0	<u>0,11</u> 0,11	Ізолювальник на гідроізоляції	3	1	<u>0,11</u> 0,11
- стелі	100 м ²	1,0	<u>0,13</u> 0,13	<u>0,13</u> 0,13					

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.	Е8-1-15 Т. 6 п. 8б, 8г прим.	Ґрунтовка кистю складом «Кальматрон» : - стін - стель	100 м ² 100 м ²	1,0 1,0	4,3 5,3	Ізолювальник на гідроізоляції	3	1	4,3 5,3
4.	Е8-1-12 п.4б, 5б	Нанесення захисного складу проникаючої дії методом торкретування в два шари: - стіни - стелі	100 м ² 100 м ²	1,0 1,0	<u>17</u> 4,1 <u>20,5</u> 5,1	Ізолювальник на гідроізоляції Машиніст	4 3 2 4	2 1 1 1	<u>17</u> 4,1 <u>20,5</u> 5,1 (5)
5.	Е8-1-15 Т. 4 п.3а, 3в	Змочування кистю поверхні перед нанесенням другого шару : - стіни - стелі	100 м ² 100 м ²	1	0,42 0,51	Ізолювальник на гідроізоляції	2	1	0,42 0,51
6.	Е8-1-14 п.7 прим.	Відхід за поверхнею	100 м ²	1	1,8	Ізолювальник на гідроізоляції	2	1	1,8

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7.	Е3-23 п.1 ПР-1	Ручне приготування розчинів(на 1 мм шару)	1 м ³	0,16	1,47	Ізолувальник на гідроізоляції	2	1	0,24 0,18 (4)
		Разом: - для поверхонь стін(п.п. 1-7) - для поверхонь стель (п.п. 1-7)							24,18 28,86
При перенесенні вантажів на відстань понад 30 м									
8.	Е1-19 п.1б	На кожні наступні 10 м додавати	1 т	0,16	0,36	Підсобний робітник	1	1	0,06
При необхідності додавати									
9.	Е8-1-1 Т. 2 п.2	Зрубка напливів бетону вручну	100 м ²	1,0	124	Ізолувальник на гідроізоляції	2	1	124
10.	Е8-1-1 Т. 3 п.5г	Обгортання балок сіткою	1 м ² сітки	1,0	0,28	Ізолувальник на гідроізоляції	3	1	0,28
11.	Е8-1-1 Т. 3 п.4а	Кріплення смуг сітки по борознах, цегляних або бетонних поверхнях(при відновленні конструкцій при товщині шару більше 1 см)	1 м полоси	1,0	0,13	Ізолувальник на гідроізоляції	2	1	0,13

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
За наявності тріщин додавати									
12.	Е8-1-18 Т. 2 п.2г прим.	Розшивання тріщин з підмазуванням	100 м ²	1	$\frac{1,6}{0,8}$	Ізолювальник на гідроізоляції	2	1	$\frac{1,6}{0,8}$ (4)
13.	Е8-1-15 Т. 6 п.1б, 1г. прим.	Шпатлювання складом «Кальматрон» :				Ізолювальник на гідроізоляції	3	1	11,5
		- стіни	100 м ²	1,0	11,5				
		- стелі	100 м ²	1,0	17,5				17,5

Примітка: На кожний наступний 1 мм шару додавати $\frac{0,24}{0,18}$ чол.-г.

- Експлуатація:
- (2) пиросос промисловий: - 0,15 маш.-г. (для поверхні стін)
- 0,19 маш.-г. (для поверхні стель)
 - (3) водоструйний апарат: - 0,11 маш.-г. (для поверхні стін)
- 0,13 маш.-г. (для поверхні стель)
 - (4) засоби малої механізації (міксер/електродриль) – 0,18 маш.-г.
 - (5) цемент-пушка: - 4,1 маш.-г. (для поверхні стін)
- 5,1 маш.-г. (для поверхні стель)

Таблиця 3.5 - Перелік машин, механізмів, устаткування, технологічного оснащення інструменту, інвентарю і пристосувань, вживаних при торкретуванні

№ з/п	Найменування	Тип, марка, завод-виробник	Призначення	Основні технічні характеристики	Кількість на ланку(бригаду), шт.
1	2	3	4	5	6
1	Установка водо-піскоструминна	Типу ВСМ А2а215	Очищення поверхні. Зволоження поверхні до повного водонасичення	Напруга - 380 В Потужність - 5,5 кВт Витрата води - 15 л/хв Тиск - 30-200 бар	1
2	Водоструминний апарат високого тиску	Типу Falch650 g150	Очищення поверхні. Зволоження поверхні до повного водонасичення	Напруга - 380 В Витрата води - 13 л/мін Тиск - 200 бар	1
3	Компресор(відбійний молоток)	С-248 (СО-7Б)	Підготовка поверхні при ремонті старих споруд	Напруга 220 В Потужність - 1050 Вт Частота - 900-2000 уд./хв	1
4	Перфоратор	GSH 5E	Підготовка поверхні при ремонті старих споруд	Напруга - 220 В Потужність - 1000 Вт Частота - 900-2000 уд./хв	1
5	Міксер або розчиномішалка		Приготування сумішей при великих об'ємах	Об'єм - 50-100 л	1
6	Низкооборотна електродріль з насадкою		Підготовка поверхні при ремонті старих споруд. Приготування суміші	Напруга - 220 В Потужність - 1000 Вт Частота - 250-500 о./хв	1
7	Штраборіз	GWS24 - 300	Підготовка поверхні при ремонті старих споруд. Нарізка штраб по довжині тріщин, швів, стиків, сполучень	Напруга 220 В Потужність - 2200 Вт Частота - 6000-10000 о./хв	1

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6
8	Кутошлифовальная машина	GWS6 - 100	Підготовка поверхні при облаштуванні гідроізоляції	Напруга - 220 В Потужність - 1200 Вт Частота - 11000 о./хв	1
9	Промисловий пиросос	ПП - 1	Знепилювання поверхні	Напруга - 220 В Потужність - 1100 Вт	1
10	Насос дренажний		Видалення води з оброблюваної поверхні	Напруга - 220 В Потужність - 2100 Вт	1
11	Ін'єктор	Насос типу СО16А	Ін'єктування тріщин	Тиск - 6 кг/см ²	1
12	Відро бляшане	ГОСТ 29558-82	Піднесення води, приготування складів		2
13	Кисть-макловица, основа-дерево, ручка - ПВХ		Змочування, ґрунтовка поверхонь		2
14	Щітка сталевая Щітка мідна	ГОСТ 10597-87*	Очищення поверхні		1
15	Скребок металевий	СК-1 АП «Строймаш»	Очищення поверхні		1
16	Рейка-правило(2 м)	ГОСТ 2582-90	Вирівнювання поверхонь		1
17	Кельма штукатурний, нержавіючий(160 мм, 180 мм)	ГОСТ 9533-81	Вирівнювання поверхонь		1
18	Кельма для зовн. кутів, нержавеча, (80х60х60, 10х75х75)	ГОСТ 9533-81	Оброблення зовнішніх кутів		1

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6
19	Кельма для внутр. кутів, нержавіюча, (80x60x60, 110x75x75)	ГОСТ 9533-81	Оброблення внутрішніх кутів		1
20	Терка пластмасова (130x280 мм, товщ. 3 мм)		Загладжування поверхні		1
21	Шпатель сталевий		Нанесення шпаклювання, захисних складів		2
22	Щітка-кмітливість	Покупна	Знепилювання поверхні		1
23	Відро бляшане	ГОСТ 29558-82	Піднесення води		2
24	Пістолет-розпилювач	Типу С-72(71) та ін.	Змочування поверхні		2
25	Лопата підбиральна	ГОСТ 19596-87	Прибирання сміття		1
26	Ящик для інструментів	Покупний	Складування інструментів		1
27	Ящик для складів пластмасовий	ГОСТ 27324-87	Приготування і тимчасове зберігання складів		1
28	Ліси будівельні	«Форкон» «Строймаш» «Стройтех-прогрес»	Обробка поверхні заввишки більше 4-х метрів		Комплект
29	Столик-драбина	3-1 та ін. ГОСТ 24258-88	Обробка малогабаритних приміщень		1
30	Двосекційний столик-вишка	ГОСТ 24258-88	Обробка місць вища за зростання людини		-

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6
31	Універсальні збірно-розбірні пересувні підмости	ГОСТ 28012-89	Обробка поверхні до 4-х м		-
32	Респіратор	ГОСТ 12.4.004-74	Захист органів дихання		5*
33	Рукавиці будівельні, рукавички	ГОСТ 20010-93	Захист рук		5*
34	Окуляри будівельні	ГОСТ 12.4.013-85	Захист очей від бризок штукатурного розчину		5*
35	Каска будівельна	ГОСТ 12.4.087-84	Захист голови		5*
36	Костюм	ГОСТ 12.4.016-83	Захист тіла		5*
37	Чоботи гумові		Захист ніг		5*

Роботи з торкретування кладки інженерних споруд ведуть з використанням комплекту обладнання (рис. 3.14), що включає компресор 1, цемент-гармату 2 з соплом 3, водяний бак 4. Устаткування змонтоване в стаціонарні або пересувні технологічні установки (на залізничній платформі, автомобілі спеціальних візках).

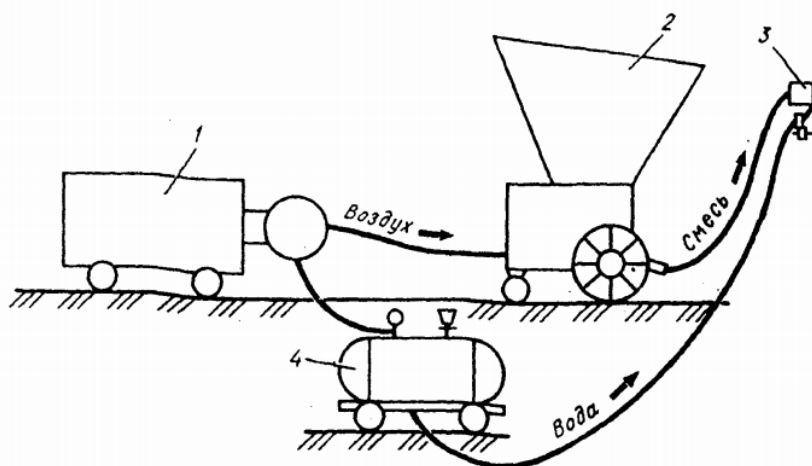


Рисунок 3.14 - Схема розташування стаціонарного обладнання для виконання торкретних робіт

Для торкретування кладки інженерних споруд застосовують цемент-гармату СБ-117, що випускаються в даний час, також АС1 - АС 5, Тітан 706.



Рисунок 3.15 - Пушка для торкретування бетону сухим способом

Цемент-гармата СБ-117 Призначена для нанесення на поверхню шару ущільненого бетонної суміші за допомогою стисненого повітря. Цемент-гармата відноситься до класу штукатурно-оздоблювальних машин і застосовується в умовах помірного клімату для гідроізоляції резервуарів, тунелів, а також при будівництві та ремонті бетонних споруд.

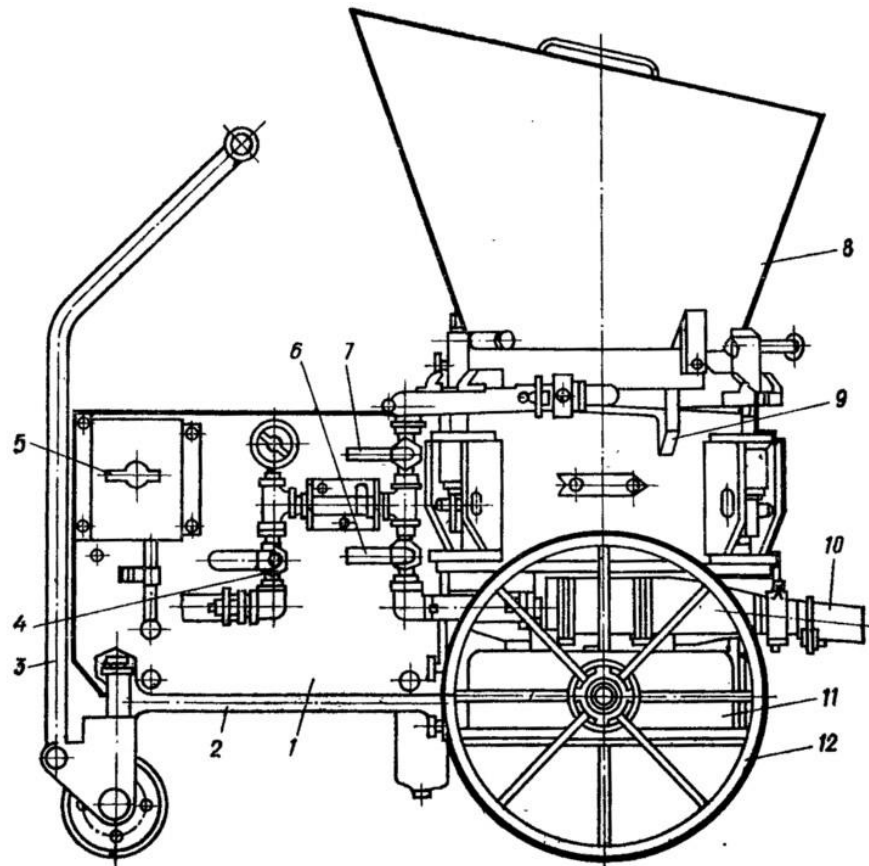


Рисунок 3.16 – Цемент-гармата С 117

На рамі 5 цемент-гармати (рис. 3.16) встановлений завантажувальний бункер 1, що являє собою вирву, виконану з листової сталі. У верхній частині вирви на трьох упорах встановлена знімна сітка, а всередині неї, на вхідному валу приводного механізму 4 - спонукач, притискний римболтом. Завантажувальний бункер прикріплений до основи гвинтами[21,23,32].

Під бункером на вихідному залі приводного механізму встановлено барабан. Зверху та знизу барабана укріплені ущільнювальні диски, що фіксуються циліндричними виступами. Барабан закритий кожухом, що прикріплений до плити приводного механізму болтами. До кожуха

приварений упор 2 служить для фіксації від повороту основи бункера. На зовнішній поверхні кожуха є три відкидні притискні пристрої, які забезпечують підтиск гумових ущільнювальних дисків до барабана через гумові амортизатори. Знизу до плити прикріпленій вихідний патрубок, до якого приєднаний матеріальний шланг 3. Залежно від умов експлуатації цемент-гармати вихідний патрубок може бути направлений у бік електродвигуна або повернутий на 180°.

Привідний механізм 4 є зубчасто-черв'ячним редуктором. Обертання від електродвигуна передається через зубчасту пару на вихідний вертикальний вал, що обертається у двох радіальних підшипниках. Матеріальний шланг складається з трьох секцій довжиною по 10 м, з'єднаних із соплом через камеру, всередині якої розташована перфорована втулка. До втулки підводиться вода джерела водопостачання[21,23,32]..

На щитку управління 6 розташовані пакетний вимикач 8 і система регулювальних кранів 7 з манометром, що забезпечують подачу повітря від компресора до вихідного патрубка і основи бункера. Один із кранів служить для подачі повітря в систему від компресора.

Цемент-гармата працює в такий спосіб. Суху суміш подають на сітку бункера та просіюють. Через отвори на підставі бункера і верхнього, ущільнювального диска суміш потрапляє в комірки барабана. барабан, що безперервно обертається, переносить осередки з сумішшю до розвантажувального отвору нижнього ущільнювального диска і далі, через отвори в плиті, - у вихідний патрубок. Повне спорожнення осередків барабана забезпечується струменем стисненого повітря, що підводиться до верхньої частини осередку через основу бункера. З вихідного патрубка суміш надходить у матеріальний шланг, яким вона транспортується стисненим повітрям, підведеним до вихідного патрубка. У камері, розташованій в кінці матеріального шланга, суха суміш змочується водою і у вигляді розпорошеної маси наноситься на поверхню, що торкретується.

Компресорні установки. Постачання повітрям цемент-гармат проводиться від пересувних компресорів, що забезпечують необхідний витрата і тиск повітря, або від стаціонарної мережі.

Максимальна витрата повітря для цемент-гармат СБ-117, СБ-13 та С-165 становить $5 \text{ м}^3/\text{хв}$, тому можуть бути застосовані компресорні установки ЗІФ-55, ДК-9М з поршневыми компресорами та двигунами внутрішнього згоряння, а також більш досконалі компресорні станції ПР-6М та ПР-10М з ротаційними компресорами та ЗІФ-55В, ПВ-10 з гвинтовими компресорами.

Для регулювання витрати повітря в процесі торкретування та зниження ймовірності утворення пробок підключати цемент-гармату до стаціонарної мережі з постійним тиском доцільно через повітрозбірник невеликої місткості (до $0,52 \text{ м}^3$).

Система водоводу. Вода в камеру змішування сопла може подаватися трьома способами: безпосередньо з водопроводу; із напірних ємностей, приєднаних до мережі стисненого повітря; за допомогою насосів, що забезпечують подачу в межах $1-2 \text{ м}^3/\text{год}$. Будь-яка система водоводу повинна забезпечувати тиск води на $0,05-0,1 \text{ МПа}$ більше тиску повітря, що транспортує торкретну суміш до сопла.

Воду подають, як правило, по прогумованих напірних шлангів з внутрішнім діаметром $19-25 \text{ мм}$. Застосування шлангів менших діаметрів обмежується дальністю подачі води внаслідок значних втрат напору по довжині, а при діаметрі більше 25 мм шланг має велику масу, що ускладнює роботу нагнітальника.

Для приготування сухої суміші для торкретування можна використовувати розчинозмішувачі будь-яких типів. Продуктивність вибраного розчинозмішувача повинна бути не нижчою за продуктивність цемент-гармати, прийнятої для даного комплекту машин [21,23,32].

3.8 Вимоги безпеки виробництва, охорони праці і довкілля

Заходи по техніці безпеки при виробництві робіт по торкретуванню кладки інженерних споруджень потрібно відповідати вимогам нормативних документів та державних стандартів, до яких відносяться ДБН А.3.2.-2009.

До робіт, пов'язаних з торкретуванням, допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли навчання правилам техніки безпеки і технічному, іспити кваліфікаційної комісії, що здали, і що отримали спеціальне посвідчення. Крім того, робітники мають бути проінструктовані по правилам техніки безпеки на робочому місці, про що робиться запис, що відповідає, в Журналі інструктажу[20].

До робіт, пов'язаних з торкретуванням, допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли навчання правилам техніки безпеки і технічному, іспити кваліфікаційної комісії, що здали, і що отримали спеціальне посвідчення. Крім того, робітники мають бути проінструктовані за правилами техніки безпеки на робочому місці, про що робиться із запис, що відповідає, в Журналі інструктажу.

Робітники допускаються до робіт після проходження медичного огляду, навчання їх способам надання першої допомоги потерпілим при нещасних випадках. Навчання по наданню першої допомоги проводять медичні працівники медичних установ. Робітники повинні проходити періодичні медичні огляди.

Машиністи цемент-пушки, компресорної установки, розчинозмішувач, а також нагнетательна повинні мати при собі посвідчення про проходження технічному і складання іспитів.

Роботи, пов'язані з обслуговуванням стандартних машин, механізмів і пристосувань, повинні виконуватися відповідно до вимог типових інструкцій і вказівок по техніці безпеки для цього устаткування.

Напірні місткості (бак для води, і т. п.) мають бути забезпечені

паспортами, інструкцією по обслуговуванню і зареєстровані в Держміськтехнагляді.

Установки і трубопроводи, працюючі під тиском, не рідше за один раз в 3 мес повинні піддаватися гідравлічним випробуванням під тиском, що перевищує робоче в 1,5 разу.

Забороняється користуватися установками і апаратами, працюючими під тиском, за відсутності або несправності манометрів і запобіжних клапанів.

Наносити торкрет на ремонтвану поверхню кладки інженерних споруд дозволяється тільки після обгороджування місця роботи. На робочих місцях мають бути вивішені плакати і інструкції по техніці безпеки.

Цемент-гармату при стаціонарній її установці потрібно розташовувати на вирівняному майданчику. Навколо машини, за винятком сторони, з якою робиться її завантаження, необхідно мати прохід шириною не менше 1 м.

Усі будівельні механізми і електричний інструмент мають бути заземлені.

Без сигналу нагнетальщика машиніст цемент-пушки не має права подавати повітря в машину і включати її в роботу. За відсутності між машиністом і нагнетальщиком прямого зорового зв'язку має бути організована звукова і світлова сигналізація.

Усувати несправності, чистити і змащувати устаткування або окремі його вузли, підтягувати з'єднання в трубопроводах дозволяється тільки після зняття тиску повітря і відключення мережі електроживлення.

Перед початком роботи матеріальні трубопроводи і шланги продувають стислим повітрям. Забороняється перегинати матеріальні шланги, а також усувати пробки шляхом подання повітря під тиском, що перевищує робоче.

Під час продування матеріального шланга на початку і у кінці роботи або після усунення пробки забороняється тримати в руках сопло або вільний кінець матеріального шланга; вони мають бути відведені убік від місця знаходження людей або їх постійного руху і закріплені.

Роботи по нанесенню торкрету на висоті більше 2 м слід вести із спеціальних підмостей або технологічного візка.

Пересування технологічного візка або переміщення підмостей на чергову ділянку торкретування можна робити тільки з дозволу особи, відповідальної за ведення робіт, після огляду ділянки торкретування і відповідного запису в журналі.

Усі майданчики на візку на висоті більше 1,5м мають бути обладнані перилами, що захищають, заввишки не менше 1 м і суцільним настилом з бортовою дошкою заввишки не менш 15 см.

В процесі торкретування склепінчастої поверхні робітники не повинні знаходитися під поверхнею свіжо укладеного торкрету. Забороняється вести роботи в двох ярусах по одній вертикалі за відсутності між ярусами суцільного настилу.

Запилена повітря в межах робочого місця в тунелях не повинна перевищувати 2 мг/м^3 . При більшій запыленій повітря на місці виробництва робіт необхідно влаштувати примусову вентиляцію відповідно до проекту виробництва робіт.

Усі місця роботи, а також сходи і проходи повинні мати освітлення, що відповідає діючим нормам. У місцях нанесення покриття джерела світла мають бути розташовані так, щоб на робочі поверхні не падали тіні від працюючого, його інструменту або елементів устаткування. Усі освітлювальні прилади, розташовані в зоні роботи нагнетальщика, повинні мати захисні ковпаки з небиткого скла.

Робітники, зайняті нанесенням торкретної суміші і її виготовлення, мають бути забезпечені спецодягом і індивідуальними захисними пристосуваннями(окулярами, шоломами, респіраторами, навушниками та ін.) залежно від роду виконуваної роботи і шкідливості для здоров'я вживаних добавок прискорювачів схоплювання.

Нагнетальщик і його помічник повинні працювати в спецодязу, передбаченому діючими нормами на спецодяз для бетонників. Роботи по

нанесенню торкрету робітники повинні виконувати обов'язково в головних уборах з твердим покриттям(наприклад, каска).

Однією з основних гігієнічних вимог, пред'являється до спецодягу, є її повітря- і паропроникненість, завдяки яким не порушується терморегуляція організму. Для спецодягу використовують м'які і легко очищаючі від забруднення речовин тканини. Взуття не повинне мати ковзної підошви.

Для захисту від різкого шуму, що виникає в процесі підготовки поверхні і нанесення торкрету, застосовуються навушники-глушители, протишумовий шолом, малогабаритні протишумові навушники. Для одноразового використання зручні фільтри.

При піскоструминному очищенні поверхні застосовують наголовний щиток з прозорим екраном з оргскла або захисні окуляри з шкіряною напівмаскою.

У місцях виробництва робіт встановлюють бачки для питної кип'яченої води, щільно закриті кришками, з кранами-фонтанчиками або іншого типу. Бачки необхідно регулярно очищати і промивати.

На місці робіт, на видному місці, має бути аптечка із запасом необхідних медикаментів і перев'язувальних засобів. З числа працюючих виділяється відповідальний за організацію в необхідних випадках першої медичної допомоги.

При роботі з добавками(прискорювачами термінів схоплення для торкрету) слід дотримуватися правил роботи з їдкими речовинами. Частина тіла, на які потрапили добавки, необхідно ретельно промити водою, а потім нейтралізуючим 2 %-ним розчином борної кислоти або 1 %-ним розчином оцтової кислоти.

Після підготовки поверхні до торкретування, а також після нанесення торкретної суміші робітники повинні ретельно очистити спецодяг і захисні пристосування від пилу. Обдувати стислим повітрям одяг, направляючи шланг на себе або інших робітників, забороняється; можна очищати одяг стислим повітрям, розвісивши її на спеціальних вішалках.

Спецодяг і спецвзуттю слід зберігати розсортованими по видах, розмірах і ростам в окремому сухому приміщенні, окремо від інших видів спецодягу.

Після закінчення торкретування робочі повинні обов'язково прийняти гарячий душ.

При виробництві торкретбетону використовуються наступні матеріали: цемент, пісок, щебінь, добавки, пігменти. Клас небезпеки цих складових компонентів вказаний в таблиці 3.6. Клас небезпеки інших складових торкретбетон компонентів має бути вказаний в супровідних нормативних документах(ТУ і Сертифікатах) на ці компоненти.

Таблиця 3.6 - Клас небезпеки складових компонентів торкретбетону

Найменування речовини	ГДК Мг/м ³	Клас небезпеки	Агрегатний стан	Токсиколога гігієнічна характеристика
Цемент	6,0	IV	П	Викликає при вдиханні помірно виражений пневмокенез і коросту, кон'юктевит
Пісок	1,0	III	П	Чинить фіброгенне дію
Добавка суперпластифікатора С-3				Чинить подразливу дію на слизові оболонки і незахищену шкіру, при тривалому надходженні в організм при концентрації в повітрі робочої зони вище 2,0 мг/м ³ діє на центральну нервову систему, печінку і кров.
Пігмент	1,0	III	П	Чинить фіброгенну дію

ВИСНОВКИ

Сьогодні в Україні експлуатується велика кількість будівель і споруд, виконаних з бетону та залізобетону, а також кам'яних конструкцій, і значна їх частина потребує відновлення. Однією з переваг бетону і залізобетону є довговічність. Проте несприятливе поєднання постійних і змінних навантажень з дією різних фізико-хімічних процесів спричиняє корозію бетону і сталеві арматури, що може призвести до руйнування конструкцій

Більшість агресивних впливів на конструктивні елементи протягом терміну експлуатації взаємодіють з поверхневим шаром конструкцій. Тому найчастіше саме поверхня конструкції потребує відновлення. Усунення дефектів та пошкоджень поверхонь бетонних або залізобетонних конструкцій (влаштування відновних шарів) за технологією виконання ремонтних робіт можна розділити на такі способи торкретування конструкцій; обетонування конструкцій; місцеве нанесення захисних матеріалів; покриття поверхонь захисними сумішами.

У сучасному будівництві спосіб бетонування за допомогою торкретування стає поширеним і затребуваним, метод полягає у подачі спеціально приготовленої бетонної суміші (торкретбетону) трубопроводами до місця виконання робіт та подальшому нанесенні складу на робочу поверхню під тиском шляхом розбризкування. В основному торкретбетон застосовується при зведенні несучих конструкцій, для влаштування водозахисних та пожежостійких оболонок, у підземному будівництві, проте, завдяки зручності технології нанесення, стає все більш актуальним при реконструкції будівель та споруд. В даний час застосовуються два способи нанесення торкретбетону: сухий та мокрий. Важлива різниця між ними полягає в особливості транспортування та змішування компонентів торкретбетону.

На основі проведено дослідження визначено що, технологія торкретування має ряд важливих переваг перед традиційним способом укладання бетону. Однією з найважливіших характеристик є щільність готового бетону, яка при торкретуванні стає вищою внаслідок нанесення складу з високою швидкістю до 80 – 100 м/с. Така швидкість нанесення частинок бетонної суміші дозволяє досягти високої адгезії з існуючою поверхнею, а також підвищити когезію, величина якої достатня щоб наносити торкрет – бетон у кілька шарів. У свою чергу підвищена щільність матеріалу тягне за собою збільшення міцності бетону на стиснення та вигин, а також призводить до зменшення пористості, що позитивно позначається на водонепроникності та морозостійкості.

Крім вибору ефективної технології ремонту конструкції, значний вплив на результат ремонту має вибір ремонтного матеріалу.

У світовій практиці будівництва все більше місця займають конструкції та споруди, зведені з бетонів нового покоління з високими експлуатаційними властивостями. Як правило, ці бетони відрізняються високою (50-80 МПа) та надвисокою міцністю, морозостійкістю, корозійною стійкістю, низькою проникністю, що забезпечують підвищену довговічність конструкцій. Такі бетони відрізняються багатокomпонентністю складу, у яких використовуються комплекси хімічних добавок, наповнювачів, додаткових компонентів. Ці бетони отримують за допомогою керованого структуроутворення та активного впливу на структуроутворення на всіх етапах технології.

Високоякісні бетони повинні виготовлятися з сумішей, що зручно укладаються, з В/Ц не більше 0,4, що практично не реалізується без використання високоефективних, спеціально синтезованих хімічних модифікаторів.

Розвиток теорії та технології в'язких речовин, бетону, створило реальну передумову створення нових модифікаторів його структури для отримання високоякісного бетону підвищеної довговічності. Введення добавок у

бетонну та розчинну суміш не змінює токсико-гігієнічних характеристик готового продукту, а затверділий бетон та розчин з ними не виділяють шкідливих речовин, що сприяє підвищенню екологічної безпеки природного середовища.

Нові високоефективні модифікатори бетону виготовляються з вітчизняних сировинних матеріалів, що обумовлює їхню низьку вартість, а також конкурентоспроможність на внутрішньому та зовнішньому ринках та дозволяє відмовитися від застосування зарубіжних аналогів.

Економічний ефект розробки вчених визначається зниженням матеріаломісткості, зменшенням енерго- та трудовитрат та застосуванням техногенних відходів, значним збільшенням довговічності, і, як наслідок, збільшенням терміну міжремонтної експлуатації та зниженням експлуатаційних витрат, пов'язаних з функціонуванням будівель та споруд та з проведенням ремонтних робіт, що стало можливим завдяки забезпеченню високих раніше недосяжних показників експлуатаційної надійності бетону.

Як показали результати досліджень, торкретування дає можливість забезпечити приріст міцності вже під час виконання робіт. Торкретбетон дозволяє розширити сферу використання технології бетонування, оскільки покращуються фізико-механічні властивості бетону: міцність на згин – на 40% і більше; міцність на стиск – на 15% і більше.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Афанасєв Н.Ф., Целуйко М.К. Добавки в бетони та розчини. Київ : Будівельник, 1989. 128 с
2. Баженов Ю. М. Технологія бетону. Москва: АСВ, 2002. 500 с
3. Батраков В. Г. Модификаторы бетона: новые возможности и перспективы . *Строительные материалы*. 2006. №10. С. 4-7.
4. Будівельне матеріалознавство : підручник / за ред. К.К. Пушкарьової. Київ : Ліра-К, 2020. 592 с.
5. Балицький В.С., Марченко Л.С. Бетонні роботи: технологія та організація. Київ, «Будівельник» ,1977, 240 с
6. Використання торкрет бетону. URL: <http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/13058/1/14.pdf>. (дата звернення 10.01.2021).
7. Гоц В. І. Бетони і будівельні розчини: підручник. Київ: Основа, 2016. 568 с.
8. Дворкін О.Л. Проектування складів бетонів. Основи теорії і методології. Рівне: Вид-во УГУВХП, 2003. 265 с
9. Дворкін Л.Й., Лаповська С.Д. Будівельне матеріалознавство : підручник. Київ : НУВГП, 2016. 448 с.
10. 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.
11. 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.
12. 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

13. 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
14. ДСТУ EN.2 934-5:2019. Добавки для бетонів і будівельних розчинів. Частина 5. Добавки для торкрет-бетону. Визначення, вимоги, відповідність, маркування та етикетування. [Чинний від 2020–07–01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. 38 с
15. Захист поверхні бетону. / за ред. В.А. Соколова. Москва : Стройиздат, 1981. 103 с.
16. Кальматрон - проникающая гидроизоляция, восстановление бетона. URL: <http://bitumplus.stroika.dp.ua/products/item/id/6001/>. (дата звернення 15.10.2021).
17. 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.
18. Материалы и подбор состава смеси торкретбетона, наносимого методом «сухого» торкретирования (ВСН 126-90). URL: http://torkret.ru/article_02.html (дата звернення 03.09.2021).
19. Нові методи догляду за бетоном / за ред. Золотницький І. Я. Київ : Будівельник, 1981. 48 с.
20. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд. Київ : Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України, Держнаглядохоронпраці України, 2003. 144 с
21. Организация работ по торкретированию URL: http://www.torkret.ru/article_03.html (дата звернення 10.09.2021)
22. 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.

23. Пшінько, О.М., Савицький М.В., Зінкевич А.М. Відновлення експлуатаційної придатності бетонних, залізобетонних та кам'яних конструкцій : навч. посіб. Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. Дніпро, 2018. 220 с.
24. Рамачандран В., Фельдман Р., Бодуен Дж. Наука про бетон. Москва :Стройиздат, 1986. 278 с.
25. Ратінов В. Б. Розенберг Т. І. Добавки в бетон. Москва :Стройиздат,1989. 188 с.
26. Савйовський В.В., Болотських О.Н. Ремонт та реконструкція цивільних споруд. Харків: Ватерпас, 1999. 288 с.
27. 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.
28. Суміші до торктерування. URL: <https://ceramaх.in.ua/sumishi-dlya-torkretuvannya/>. (дата звернення 10.09.2021).
29. Тріщини у залізобетоні та корозія арматури / В.М. Москвин, С.Н. Алексеев, Г.П. Вербицький, В.І. Новгородський. Москва 1971, 144 с.
30. Файнер М. Ш. Нові закономірності у бетоноведенні. Київ : Наук. Думка, 2001. 448с.
31. Що таке торкретування та торкрет бетон. URL: <http://robudova.in.ua/>. (дата звернення 25.12.2021)
32. Якіменко О.В. Технологія будівельного виробництва : навч. посіб. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. 410 с.
33. V. M. John, E. M. Gartner, et al. // Cement and Concrete Research. – 2018. Vol.114. P. 2-26.
34. Aitcin, P.-C. Cements of today – concretes of tomorrow / P.-C. Aitcin, W. Wilson // CWB. 2014. P. 349–358.
35. 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.