

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКА ДЕРЖАВНА ІНЖЕНЕРНА АКАДЕМІЯ**

Факультет _____ БЦІ _____ кафедра _____ ПЦБ
Спеціальність _____ ПЦБ

Чуб Віктор Олександрович

УДК 693.5+666.972.53

**Технологія відновлення залізобетонних споруд
з використанням морозостійкого бетону**

Спеціальність 8.06010101 – Промислове та цивільне будівництво

Автореферат
до наукової роботи на здобуття ступеня магістра

Запоріжжя - 2017

РЕФЕРАТ

Чуб В.О. Технологія відновлення залізобетонних споруд з використанням морозостійкого бетону. – 108 сторінок, – 19 рисунків, – 0 таблиць.

Метою магістерської роботи є проведення системного дослідження та на основі системотехніки розробити напрям, який являє собою специфічну частину ремонтно-будівельних робіт, спрямованих на відновлення будинків і споруд на рівні концептуальних, теоретико-методологічних засад, функціонування і подальший їх розвиток задля практичної реалізації цих надбань з метою підвищення ефективності відновлення будинків і споруд, зростання рівня екологічної безпеки та економічної ефективності.

Робота складається з вступу, 3 розділів, висновків та списку використаних джерел з 102 найменувань.

У вступі приводиться актуальність роботи, мета і задачі досліджень, об'єкт, предмет, методологія досліджень, значення отриманих результатів, а також відомості про апробацію результатів роботи.

У першому розділі зроблено аналіз використання організаційно-технологічних рішень і способів підвищення термінів експлуатації бетонних покриттів споруд, які мають руйнівний вплив вологи та переходу температур крізь 0°C та, що дозволило розширити базу дослідження в галузі виконання робіт.

У другому розділі наведено шляхи вирішення проблеми технології і організації, яка показала, що більшу гнучкість і методи, які допускають можливість застосування при ремонті поверхневого шару з високоморозостійким бетоном.

У третьому розділі приведені дослідження ефективності технології і організації капітального відновлення залізобетонних споруд з використанням відновлювального шару з високо морозостійким торкретбетоном. Застосування полягає в розробці технології, яка адекватна напряму проблеми експлуатації залізобетонних споруд. В результаті рішення задачі

збільшується ресурс експлуатації та зменшуються витрати на відновлення, хоча збільшується розряд робіт.

Далі були викладені висновки та список використаних джерел.

БУДІВНИЦТВО І ВІДНОВЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ СПОРУД,
ВИРОБНИЦТВО БЕТОННИХ РОБІТ, ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ
РІШЕННЯ, ЛЕГКОУКЛАДУВАНІСТЬ БЕТОННОЇ СУМІШІ,
ПРОЕКТУВАННЯ СКЛАДУ БЕТОНУ, ВИСОКОМОРОЗОСТІЙКИЙ
ПОВЕРХНЕВИЙ ШАР В БЕТОНІ, СТРУКТУРНО-ЦІЛІСНИЙ МАТЕРІАЛ.

ABSTRACT

Chub V. Technologies proceeding in reinforce-concrete buildings with the use of frost-hardy concrete. – 108 pages, are 19 pictures, – 0 tables.

The purpose of master's degree work is a lead through of system research and on the basis of c to develop direction, which shows by itself specific part of repair and build works, directed on proceeding in houses and buildings at the level of conceptual, principles, functioning's and their subsequent development for the sake of practical realization of these acquisitions with the purpose of increase of efficiency of proceeding in houses and buildings, growth of ecological strength and economic efficiency security.

Work consists of entry, 3 sections, conclusions and list of the used sources from 102 names.

Actuality over of work, purpose and tasks of researches, object, object, is brought in an entry, methodology of researches, value of the got results, and also fame about approbation of job performances.

The analysis of the use of decisions and methods of increase of terms of exploitation of concrete coverages of buildings, which have a destructive influence of moisture and transition of temperatures 0°C and, is done in the first section, that allowed to extend the base of research in industry of implementation of works.

The ways of decision of problem of technology and organization, which rotined that greater flexibility and methods which assume possibility of application at repair of superficial layer with a m concrete, are resulted in the second section.

In the third section the resulted research of efficiency of technology organizations of capital renewal of reinforce-concrete buildings with the use of layer from highly frost-hardy by a concrete. Application consists in development of technology, what adequate straight problems of exploitation of reinforce-concrete buildings. As a result of decision of task the resource of exploitation is increased and charges diminish on renewal, the digit of works is although increased.

Farther there were the expounded conclusions and list of the used sources.

BUILDING AND PROCEEDING IN REINFORCE-CONCRETE BUILDINGS, PRODUCTION OF CONCRETE WORKS, ORGANIZATSIYNO-TEKHNOLOGICHNI DECISIONS, PLACEABILITY OF CONCRETE MIXTURE, PLANNING OF COMPOSITION OF BETONU, HIGH-FROST-HARDY SUPERFICIAL LAYER IS IN BETONI, STRUCTURALLY INTEGRAL MATERIAL.

РЕФЕРАТ

Чуб В.О. Технология возобновление железобетонных сооружений с использованием морозоустойчивого бетона. – 108 страниц, – 19 рисунков, – 0 таблиц.

Целью магистерской работы является проведение системного исследования и на основе системотехники разработать направление, которое являет собой специфическую часть ремонтно-строительных работ, направленных на возобновление домов и сооружений на уровне концептуальных, теоретико-методологических принципов, функционирования и последующее их развитие ради практической реализации этих приобретений с целью повышения эффективности возобновления домов и сооружений, роста уровня экологической безопасности и экономической эффективности.

Работа состоит из вступления, 3 разделов, выводов и списка использованных источников из 102 наименований.

Во вступлении приводится актуальность работы, цель и задачи исследований, объект, предмет, методология исследований, значения полученных результатов, а также известности об апробации результатов работы.

В первом разделе сделан анализ использования организационно-технологических решений и способов повышения сроков эксплуатации бетонных покрытий сооружений, которые имеют разрушительное влияние влаги и перехода температур сквозь 0°C и, что позволило расширить базу исследования в отрасли выполнения работ.

Во втором разделе приведены пути решения проблемы технологии и организации, которая показала, что большую гибкость и методы, которые допускают возможность применения при ремонте поверхностного слоя с высокоморозостойким бетоном.

В третьем разделе приведенное исследование эффективности технологии и организации капитального возобновления железобетонных сооружений с использованием обновительного слоя из высоко морозоустойчивым торкретбетоном. Применение заключается в разработке технологии, которая адекватная напрямую проблемы эксплуатации железобетонных сооружений. В результате решения задачи увеличивается ресурс эксплуатации и уменьшаются расходы на возобновление, хотя увеличивается разряд работ.

Дальше были изложенные выводы и список использованных источников.

СТРОИТЕЛЬСТВО И ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СООРУЖЕНИЙ,
ПРОИЗВОДСТВО БЕТОННЫХ РАБОТ, ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
РЕШЕНИЯ, УДОБОУКЛАДЫВАЕМОСТЬ БЕТОННОЙ СМЕСИ, ПРОЕКТИРОВАНИЯ
СОСТАВА БЕТОНУ, ВЫСОКОМОРОЗОСТОЙКИЙ ПОВЕРХНОСТНЫЙ СЛОЙ В
БЕТОНЕ, СТРУКТУРНО ЦЕЛОСТНЫЙ МАТЕРИАЛ.

ВСТУП

Актуальність теми. Значна кількість залізобетонних споруд з високими вимогами до бетону по морозостійкості, побудованих в Україні, — автомобільні і залізничні мости, переїзди, бетонні дорожні і аеродромні покриття злітно-посадочних смуг, меліоративні, морські і інші споруди, — вже через 20-30 років експлуатації руйнуються і вимагають відновлення здатності, що несе. Руйнування починаються з поверхневого шару бетону, поширюючись в глибину конструкції. Відбувається корозія арматури, що несе, і утворення раковин в бетоні. При експлуатації мостів і переїздів проблема посилюється динамічними змінними діями, при цьому процеси руйнування бетону відбуваються швидше. У багатьох випадках відмічені аварії споруд.

Дослідженнями встановлено, що головна причина руйнування поверхневого шару бетону конструкцій і споруд полягає в його недостатній морозостійкості під впливом періодичних атмосферних дій з циклічним переходом температури довкілля через 0°C . Навіть на півдні України (м. Запоріжжя) перехід температури через 0°C протягом року відбувається від 80 до 100 разів.

Встановлено, що бетон в конструкціях і спорудах, побудованих по технологічних регламентах, що існують в даний час, із застосуванням одних і тих же матеріалів, машин і механізмів, істотно неоднорідний по своїх експлуатаційних характеристиках — міцності і морозостійкості. Так коефіцієнт варіації бетону по міцності складає 12-25%, а по морозостійкості ще вище.

Враховуючи, що втрата міцності бетону навіть в невеликому числі конструкцій призводить до значного зниження експлуатаційної надійності споруд в цілому, а витрати на їх поточний і капітальний ремонт збільшують балансову вартість за експлуатаційний період більш ніж в два рази, розробку нових технологій будівництва і відновлення залізобетонних споруд, що забезпечують їх високу морозостійкість і високу однорідність бетону по міцності і морозостійкості, представляється надзвичайно актуальною.

Об'єкт досліджень — технологічні і організаційні процеси відновлення і будівництва залізобетонних споруді.

Предмет досліджень — технологія і організація відновлення і будівництва залізобетонних споруд з високоморозостійким поверхневим шаром бетону.

Методи досліджень:

- метод технічного нормування (для установки нових коефіцієнтів трудомісткості робіт (Кт), при відновленні залізобетонних споруд залежно від міри їх руйнування і вигляду відновлюваної поверхні, а також коефіцієнтів трудомісткості робіт (Кт) при бетонуванні залізобетонних споруд залежно від показників нормальної густини цементного тіста в бетонній суміші);

- методи системного аналізу, абстрагування, формалізація, аналіз і синтез (для формування передумов, обмежень, припущень і гіпотез, прийнятих при розробці методів і методик);

- методи теорії вірогідності і математичної статистики, кореляційний і регресійний аналізи (для відбору, обробки і аналізу вихідних даних, виявлення закономірностей впливу параметрів організаційно-технологічних вирішень виробництва робіт на досліджувані показники, обґрунтування достовірності отриманих результатів);

- морфологічний аналіз, математичне моделювання (для розробки методичного підходу до вибору і обґрунтування раціональних способів технології формування високоморозостійкого поверхневого шару в бетоні);

- методи організаційно-технологічного моделювання, теорія ухвалення рішень (для розробки автоматизованих методів розрахунку змінного завдання і його параметрів ланки робітників при відновленні залізобетонних споруд і ухвалення ситуативних організаційно-технологічних рішень при бетонуванні лінійно-протяжних об'єктів з високоморозостійким поверхневим шаром бетону).

Результат досліджень: є обґрунтування і визначення принципів організаційних рішень вживання підвищеної морозостійкості бетонного

прошарку при будівництві, реконструкції та експлуатації залізобетонних будівель і споруд і заміни зношених і влаштування нових, при яких замовник отримує повністю відновлену проектну документацію, що відповідає найсучаснішим технічним, економічним і екологічним вимогам.

Мета роботи: розробка організаційно-технологічних вирішень виробництва робіт, що забезпечують формування високоморозостійкого поверхневого шару в бетоні при відновленні і будівництві залізобетонних споруд.

Задачі:

- розробити і науково обґрунтувати організаційно-технологічні вирішення виробництва робіт при відновленні залізобетонних споруд, з врахуванням необхідності формування контактної і перехідної зони між шарами бетону: склад і послідовність виконання робіт; методи виконання робіт; технологічні параметри робіт;

- встановити закономірності зміни значень трудомісткості укладання бетонних сумішей, часу формування структури бетону, а також його міцності і морозостійкості від зміни кількісних значень характеристик бетонної суміші

- розробити і науково обґрунтувати організаційно-технологічні вирішення виробництва робіт при будівництві залізобетонних споруд з високоморозостійким поверхневим шаром бетону: склад і послідовність робіт, з врахуванням необхідності формування контактної і перехідної зони між шарами бетону; методи пошарового укладання бетонних сумішей, залежно від типа бетонованих споруд і технологічні параметри виробництва робіт, варіанти організації спеціалізованого потоку бетонування, залежно від об'єму робіт і типа вживаних машин і механізмів, а також багатофакторні математичні моделі, з врахуванням проектних значень S_c і K_{Hr} , для розрахунку оптимальних параметрів прискорених умов тверднення поверхневого шару бетону;

- при відновленні залізобетонних споруд удосконалити методи визначення трудомісткості робіт, залежно від типу відновлюваного об'єкту і міри його руйнування; кількісний і якісний склад робочих ланок, провідних машин і механізмів; розробити алгоритм і програму для автоматизованого розрахунку площі ділянки і змінного завдання для однієї ланки робітників;
- удосконалити метод контролю якості бетонних робіт, що забезпечує високу однорідність бетону по міцності і морозостійкості;
- визначити техніко-економічну ефективність запропонованих технологій.

Практична цінність отриманих результатів. Отримані результати кваліфікаційної роботи магістра дозволяють обґрунтувати вживання підвищеної морозостійкості бетонного прошарку при будівництві, реконструкції та експлуатації залізобетонних будівель і споруд. Обґрунтовані шляхи вирішення застосування конструкції, способу влаштування.

Апробація роботи. Основні положення кваліфікаційної роботи магістра доповіли на спеціалізованій 20 науково-технічній конференції студентів магістрантів, аспірантів Запорізької державної інженерної академії на секції «Промислове та цивільне будівництво» (16-17 квітня 2015 року, м. Запоріжжя).

Структура та обсяг роботи – робота складається із вступу, 3 розділів, висновків, переліку посилань. Основний зміст викладено на 108 сторінках комп'ютерного тексту, в тому числі 0 таблиць та 19 рисунків. Список використаної літератури складається із 102 найменувань.

РОЗДІЛ 1
АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ
ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВНИЦТВА І ВІДНОВЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ
СПОРУД З ВИСОКИМИ ВИМОГАМИ ДО БЕТОНУ ПО
МОРОЗОСТІЙКОСТІ

У сучасних умовах ефективність експлуатації, відновлення і будівництва залізобетонних споруд, що піддаються знакозмінним атмосферним діям, вимагає обліку сучасних досягнень в області проектування і вживання на практиці комплексних технологічних, матеріалознавчих, організаційних і економічних рішень.

Основи сучасного розвитку теорії вироблення оптимальних рішень в технології і організації будівельного виробництва закладені в дослідженнях М.С. Будникова, С.С. Атаєва, А.М. Лівінського, В.К. Черненко, Н.Н. Данілова, О.О. Літвінова, Е.І. Вареника, С.Е. Канторера, Р. І. Фокова, В.І. Рибальського і ін.

Фундаментальні наукові роботи в області потокового будівництва служать основою наукової організації будівельних процесів і будівельного виробництва в цілому. Сучасний етап розвитку будівельного виробництва вимагає створення адекватних моделей для управління складними проектами. Наукові основи управління складними проектами, програмами і об'єктами закладені в працях Ю.А. Авдєєва, К.А. Антанавічуса, А.А. Гусакова, А.К. Шрейбера, С.Д. Бушуєва і ін.

Істотний внесок у сучасний розвиток основ управління складними проектами внесла школа Р.Б. Тяна і його послідовників В.Т. Вечерова, В.М. Кирноса, І.Д. Павлова, В.Р. Млодецького, В.Т. Шаленого, А.І. Белокопя з багатьма десятками їх вихованців, кандидатів технічних наук.

Сучасний розвиток технології виробництва бетонних робіт базується на наукових основах, розроблених в працях Б.Р. Скрамтаєва, І.Н. Ахвердова, М.С. Болотського, Б.Е. Веденева, Ю.М. Баженова, М.О. Смирнова, Ц.Р.

Гинзбурга, С.М. Юнга, О.М. Пшинько, В.М. Пунагіна, М.А. Сторожука і багатьох інших учених.

1.1 Аналіз сучасного стану досліджень організаційно-технологічних вирішень відновлення залізобетонних споруд

Найбільш ефективним сучасним способом відновлення зруйнованого поверхневого шару бетону конструкцій і споруд є торкретування, перевага якого полягає в можливості високої механізації технологічних процесів і в об'єднанні в одній технологічній послідовності процесів транспортування, укладання і ущільнення бетонної суміші.

Торкретбетон добре закріплюється на стелях, зведеннях і стінах, не вимагає опалубки. Гнучкий транспортний трубопровід дрібнозернистої бетонної суміші легко проходить через вузькі місця, тому виробництво робіт може здійснюватися як у вільному просторі, так і в обмежених умовах.

Як терпкий для торкретбетона використовують портландцемент, шлакопортландцемент, сульфатостійкий цемент, білий портландцемент і ін. Як заповнювачі в торкретбетоне використовують пісок, дрібний щебінь або гравій, легкі заповнювачі. При техніко-економічному обґрунтуванні, для здобуття торкретфібробетонної суміші можуть використовуватися фібри: металеві, поліпропиленові, скляні і ін.

1.2 Аналіз сучасного стану досліджень організаційно-технологічних вирішень монолітного будівництва залізобетонних споруд

В процесі експлуатації залізобетонних споруд, знакозмінних атмосферних дій, що піддаються дії, руйнування бетону починається з його поверхневого шару, проникаючи в глибину конструкції. Тому поверхневий шар бетону має бути високоморозостійким і працювати в конструкції як

структурно-цілісний матеріал. Сучасна технологія виробництва бетонних робіт базується на класичних методах, основи яких закладені в працях.

Бетонні суміші готують на центральних бетоносмесительних вузлах будівництва і на приоб'єктних бетонозмішувальних установках. При цьому, приготування бетонних сумішей контролюють дотримання заданою будівельною лабораторією дозування цементу, заповнювачів, води, хімічних добавок і інших складових. Дозування матеріалів виробляють по масі або за об'ємом. Погрішність дозування не повинна перевищувати: для цементу і активних мінеральних добавок $\pm 2.0\%$; для заповнювача $\pm 2.5\%$, а для води і водних розчинів добавок $\pm 2.0\%$. Від точності дозування компонентів бетонної суміші залежать її технологічні характеристики, фізико-механічні властивості бетону, його міцність і морозостійкість.

Досліджувані в справжній дисертаційній роботі технології відновлення і будівництва споруд є безперервними комплексними технологічними процесами. Передбачається, що після закінчення всіх підготовчих робіт, процес початку і закінчення робіт по відновленню залізобетонних споруд високоморозостійким поверхневим шаром бетону на ділянці, має мінімально можливий розрив в часі, визначуваний мінімальними. Науково-обгрунтованими параметрами часу початку і закінчення робіт по виконанню окремих частих технологічних процесів, у складі комплексного процесу відновлення або бетонування залізобетонних споруд з високоморозостійким поверхневим шаром бетону.

1.3 Аналіз стану проблеми підвищення морозостійкості поверхневого шару бетону при будівництві, відновленні і експлуатації залізобетонних споруд

Накопичений досвід практики експлуатації залізобетонних споруд, що піддаються в процесі експлуатації знакозмінним атмосферним діям, показує, що вони руйнуються. На конструкції впливає: сонячна радіація, що викликає

висихання бетону, нагрівання, усадки, деформації на мікро- і макрорівні і деструкцію; поперемінне зволоження, намокання і водонасичення бетону від атмосферних опадів, що викликає напругу в мікро- і макроструктурі з подальшими процесами набрякання матеріалу, міграцією води в пористій структурі, сприяючій процесам осмотичних явищ і масопереносу, складових цементний камінь продуктів гідратації і газів, що потрапляють в порову структуру бетону, і хімічно активних з цементним каменем з'єднань у вигляді пилу — продуктів діяльності людини.

Руйнування бетону починається з поверхневого шару, збільшуючись в глибину конструкції. Відбувається корозія арматури і втрата її здатності, що несе. При експлуатації залізничних і автомобільних мостів проблема посилюється динамічними змінними діями на будівельні конструкції, при цьому процеси руйнування бетону відбуваються швидше, у багатьох випадках відмічені аварії споруд. Встановлено, що експлуатаційні витрати, що включають вартість поточних і капітальних ремонтів, збільшують у багатьох випадках балансову вартість залізобетонних споруд за експлуатаційний період в 20-30 років більш ніж в 2 рази.

РАЗДЕЛ 2

МЕТОДОЛОГІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ПРОЦЕСІВ ВІДНОВЛЕННЯ І БУДІВНИЦТВА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ СПОРУД З ВИСОКОМОРОЗОСТІЙКИМ ПОВЕРХНЕВИМ ШАРОМ БЕТОНУ

2.1 Комплексне проектування організаційно-технологічних вирішень відновлення і будівництва залізобетонних споруд з високими вимогами до бетону по морозостійкості

Існуючі методи організаційно-технологічного проектування процесів відновлення і будівництва залізобетонних споруд не охоплюють сучасних можливостей до вимоги якості вживаних матеріалів, морозостійкості бетону і технології виробництва робіт. Для кожного можливого варіанту технології і

організації виробництва робіт визначається: комплект провідних машин, з врахуванням вимог техніки безпеки в будівництві і ДБН, властивих даних технології; фізичні об'єми робіт; обслуговуючої техніки і механізованого інструменту; кількісний і якісний склад комплексної бригади або бригад.

Має бути виконана: оцінка якості дрібного і крупного заповнювача для приготування бетонних сумішей; оцінка якості і технологічних властивостей вживаного цементу; оцінка якості і ефекту дії вживаних комплексних хімічних і активних мінеральних, добавок. Необхідно правильно оцінити можливі зміни фізико-технічних властивостей використовуваних матеріалів, з врахуванням економічно правильного визначення складів бетонних сумішей, умов технології їх вживання в будівництві, а також в процесі їх тривалої експлуатації з врахуванням специфіки майбутньої роботи споруди.

2.2 Встановлення міри руйнування залізобетонних споруд і категорій трудомісткості їх відновлення

Недостатній облік чинників корозійної стійкості бетону при проектуванні, будівництві і ремонті будівельних конструкцій і споруд наводить до того, що постійні витрати на поточний і капітальний ремонт, лише для відновлення їх фізичного зносу, у багатьох випадках, збільшують балансну вартість споруди через 20-30 років експлуатації в більш ніж 2 рази, в порівнянні з первинною.

У подальшій роботі запропоновано використовувати чотири міри руйнування конструкцій і чотири категорії трудомісткості їх відновлення. Перший ступінь — руйнування бетону до арматури, що несе; друга міра — руйнування бетону до оголення арматури, що несе, на всю її товщину; третя міра — руйнування бетону в глибину масиву конструкцій з повним оголенням арматури, що несе, і утворенням раковин; четверта міра — руйнування бетону з утворенням крізних отворів.

2.3 Організаційно-технологічні вирішення формування високоморозостійкого поверхневого шару в бетоні

Існуючі методи ремонту і відновлення конструкцій і споруд засновані на методах торкретування дрібнозернистою бетонною сумішшю без якогось-небудь врахування умов роботи конструкцій. Тому ремонтні роботи як поточні, так і капітальні, при існуючих технологіях не вирішують проблему захисту конструкцій і споруд від агресивних дій довкілля і, як правило, збільшують їх балансову вартість за експлуатаційний період більш ніж в 2 рази.

Тому одному з головних завдань у вирішенні поставленої проблеми відновлення конструкцій, що руйнуються, і споруд є забезпечення високої морозостійкості і міцності поверхневого шару бетону, а експлуатаційні, прочностні і деформативні характеристики поверхневого шару бетону мають бути вище за аналогічні характеристики бетону основного шару.

2.3 Вимоги до організаційно-технологічних вирішень формування високоморозостійкого поверхневого шару в бетоні

Найбільший об'єм споруд з бетону з високоморозостійким поверхневим шаром може бути побудований в системі міністерства транспорту України. Це конструкції автомобільних і залізничних мостів і переїздів, бетонних дорожніх і аеродромних покриттів, а також гідротехнічних, меліоративних, морських і інших споруд. При цьому, гарантійний безремонтний період їх експлуатації може бути збільшений більш ніж в 2 рази.

У дослідженнях використана гіпотеза реалізації поставленої мети - від якості вживаних матеріалів залежить склад і технологічні властивості бетонних сумішей, які визначають характеристики формованої структури бетону і його фізико-механічні властивості, міцність і морозостійкість, залежно від якості технологічних процесів виробництва робіт і їх організації,

що забезпечує задані високі експлуатаційні властивості і високу морозостійкість поверхневого шару бетону.

РАЗДЕЛ 3

РОЗРОБКА ВІДНОВЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ СПОРУД З ВИСОКИМИ ВИМОГАМИ ДО БЕТОНУ ПО МОРОЗОСТІЙКОСТІ

3.1 Розробка технологічних рішень відновлення залізобетонних споруд високоморозостійким поверхневим шаром бетону

Наукові основи технологічних вирішень відновлення залізобетонних споруд високоморозостійким поверхневим шаром бетону базуються на встановлених залежностях оптимальних технологічних параметрів, представлених на технологічних вирішеннях формування компенсуючого перехідного шару в бетоні.

Основною метою виконання технологічного процесу очищення поверхні бетонних і залізобетонних конструкцій і споруд від шару бетону, що руйнується, - є підготовка поверхні до виконання технологічного процесу опескоструивання бетону і арматури, що несе, а основним принципом технологічного процесу - є досягнення якісних вимог до підготовки поверхні, шляхом використання механічних інструментів, пневмоотбойних і електровідбійних молотків, а також ручних інструментів.

Підготовлена поверхня бетону і очищена арматура, перед виконанням подальшого технологічного процесу — опескоструивання, приймається після проходження контролю якості виконаних робіт.

На бетонних конструкціях і спорудах металева сітка закріплюється на металевих анкерах завдовжки до 100мм, завтовшки до 10мм, заглиблених в бетон методом засверливання отворів в бетоні на глибину 60-70мм і їх забивання легкою кувалдою або молотком, з вживанням як ущільнювач цементного тесту. Основною метою виконання технологічного процесу

продування і прогрівання гарячим сухим повітрям бетонної поверхні, є її знепилювання і розігрівання у верхньому шарі, на глибину не менше 10мм.

Основною метою технологічного процесу просочення поверхневого шару бетону, є просочення бетону комплексним розчином хімічних добавок на можливо велику глибину для утворення перехідної зони між старим, відновлюваним бетоном і новим, високоморозостійким поверхневим шаром.

Нанесення комплексного розчину хімічних добавок на розігріту поверхню бетону здійснюється з відстані 20-30см під кутом близьким до 90°, не пізніше 15 хвилин після її прогрівання гарячим повітрям.

Основною метою технологічного процесу нанесення модифікованою комплексними хімічними добавками дрібнозернистій бетонній суміші на відновлювану поверхню, є створення високоморозостійкого поверхневого шару бетону з високими експлуатаційними властивостями і високою однорідністю по проектній міцності і морозостійкості.

3.2 Обґрунтування технологічних рішень відновлення залізобетонних конструкцій високоморозостійким поверхневим шаром бетону

Проблема відновлення, а також підвищення морозостійкості і водонепроникності залізобетонних резервуарів існує на багатьох промислових підприємствах України. Технологічні процеси відновлення тривало експлуатованих резервуарів слід здійснювати в технологічній послідовності, описаній вище, дотримуючи послідовність і якість виконання технологічних операцій.

Підвищення морозостійкості і водонепроникності залізобетонних резервуарів як відновлених, так і нових, лише побудованих, досягається шляхом пристрою додаткових шарів із спеціально підібраного складу, модифікованого комплексними хімічними добавками дрібнозернистого бетону, що має найбільший розмір заповнювача до 10мм. Захисні бетонні шари в резервуарах з високою морозостійкістю бетону і його

водонепроникністю слід владнувати загальною товщиною не менше 70мм з обох боків, із зовнішнього і внутрішнього боку.

Виробництво робіт в «зимових» умовах не бажано, оскільки вживання будь-яких хімічних добавок, що знижують температуру замерзання води в бетоні, за інших рівних умов, у всіх випадках призводить до зниження водонепроникності, міцності і морозостійкості поверхневого шару бетону.

3.3 Встановлення закономірностей і розробка технологічних параметрів формування компенсуючого перехідного шару в бетоні

Для забезпечення високої міцності зчеплення шарів бетону, автор роботи запропонував створити спеціальний компенсуючий перехідний шар.

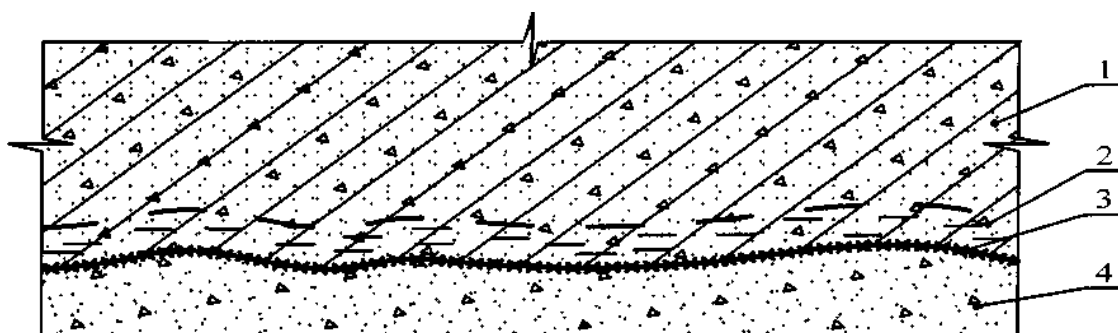


Рис. 1 Відновлений поверхневий шар бетону з компенсуючим перехідним шаром. 1 - відновлена конструкція; 2 - компенсуючий шар у відновленому бетоні, просочений комплексною хімічною добавкою; 3 - шар сростання активованого цементного каменя у відновлюваному бетоні, з цементом нового, поверхневого шару бетону; 4 - відновлений морозостійкий поверхневий шар бетону.

Як видно з рисунка 1, компенсуючий перехідний шар складається з шару відновлюваного бетону, просоченого гарячим розчином комплексної хімічної добавки і шару «зростання» активованого клінкерного фонду цементу, що ще не вступив в хімічну реакцію, відновлюваного бетону, з цементом нового поверхневого шару бетону.

3.4 Встановлення оптимальних технологічних параметрів нанесення високоморозостійкого поверхневого шару бетону

Для відновлення залізобетонних споруд необхідно було досліджувати залежності і встановити закономірності оптимальних технологічних параметрів відновлення залізобетонних споруд високоморозостійким поверхневим шаром бетону.

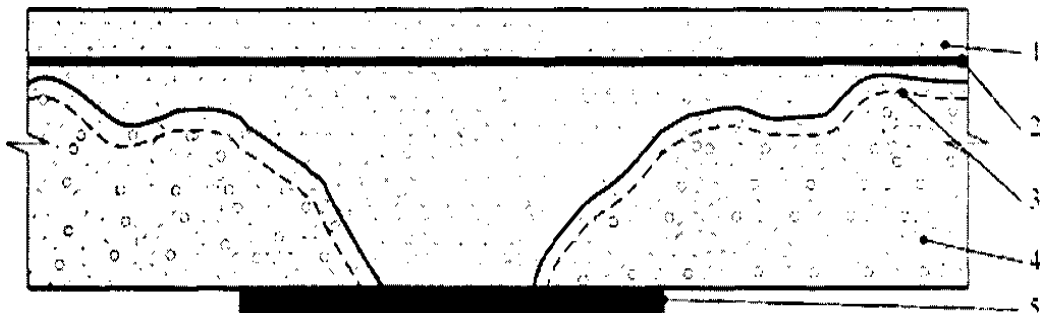


Рис. 2. Відновлення конструкцій залежно руйнування поверхневого шару бетону. де: 1 — відновлений шар бетону; 2 — арматура; 3 — перехідний шар; 4 — відновлювана конструкція; 5 — опалубка.

У всіх досліджуваних дрібнозернистих бетонних сумішах оптимум, тобто мінімальний об'єм «відскоку», досягається при $K_{ЦГ}$ цементного тесту 0.915. При зменшенні нг Д 0.876 об'єм «відскоку» помітно збільшується. При збільшенні значення $K_{ЦГ}$ до 1.0 і більш, об'єм «відскоку» істотно збільшується.

Мрз, цикли

450

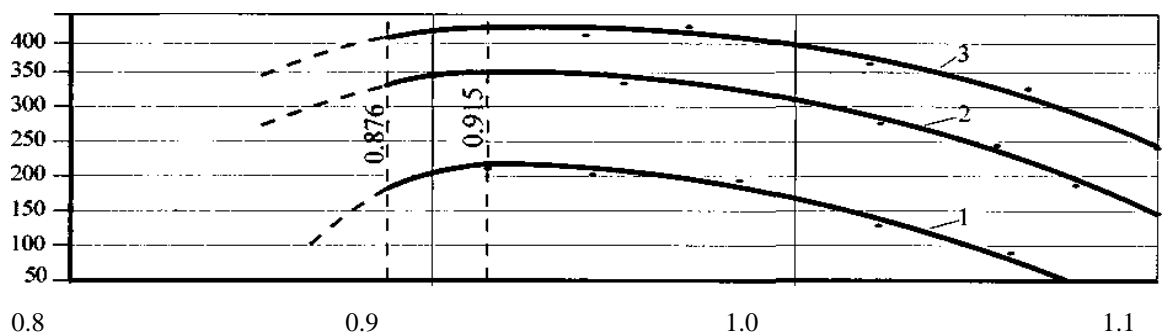


Рис. 3. Залежність морозостійкості відновленого шару бетону ($M_{рз}$) від $K_{нг}$ цементного тесту в дрібнозернистій бетонній суміші при оптимальних значеннях: швидкості виходу з сопла (y); відстані до відновлюваної поверхні і кількості «відскоку» (Y_0). 1; 2; 3, відношення $Ц/В$, відповідно: 0.25; 0.5; 0.75.

3.5 Розробка технології і організації виконання робіт при формуванні поверхневого шару бетону із застосуванням комплексних хімічних добавок

Аналіз математичних залежностей властивостей дрібнозернистих бетонних сумішей і бетонів, як без хімічних добавок так і з комплексною хімічною добавкою від $В/Ц$ відношення, модуля великої заповнювача M_k , нормальної густини цементного тесту в бетонній суміші $HГ$ і висоти шкали реології H , яка визначає жорсткість або рухливість бетонної суміші в межах зв'язності структури, $K_{нг}$ цементного тесту, що характеризується, в межах 0,876-1,65, дає повне уявлення про можливість приготування бетонних сумішей до яких пред'являються будь-які технологічні вимоги по їх приготуванню, доставці, укладанню і ущільненню, а також визначити міцність і морозостійкість бетону в марочному і в річному віці.

Розроблені залежності дають повне уявлення про технологічні властивості дрібнозернистих бетонних сумішей, міцність і морозостійкість бетону від основних технологічних характеристик бетонних сумішей: концентрації цементу (C_c) і коефіцієнта нормальної густини цементного тесту в бетонній суміші ($K_{цг}$).

ВИСНОВКИ

1. Розроблені нові технології відновлення і будівництва залізобетонних споруд з високими вимогами до бетону по морозостійкості, внаслідок чого вирішена важлива прикладна проблема розробки організаційно-технологічних вирішень виробництва робіт, що забезпечують істотне підвищення морозостійкості залізобетонних споруд при їх будівництві і

відновленні шляхом формування високоморозостійкого поверхневого шару в бетоні, що працює в умовах поперемінного заморожування і відтавання як структурно-цілісний матеріал.

2. Розроблені і науково обґрунтовані організаційно-технологічні рішення формування високоморозостійкого шару в бетоні при відновленні залізобетонних споруд з врахуванням необхідності формування контактної і перехідної зони між шарами бетону. Визначений склад і послідовність робіт; розроблені методи виконання робіт; встановлені технологічні параметри робіт. Спочатку, у відновлюваному бетоні оголюється клінкерний фонд цементу (до 30%), що не вступив в хімічну реакцію, методом зачищення при швидкості вильоту піску з сопла 180 ± 10 м/с. Потім, не пізніше чим через 2 години, тобто до гідратації оголеного клінкерного фонду, виробляють обезпилювання і розігрівши поверхні повітрям при $250 \pm 30^\circ\text{C}$ і з інтервалом в 15 хвилин її триразове просочення розігрітим до $80 \pm 10^\circ\text{C}$ розчином комплексу хімічних домішок. Перший шар торкретбетону після просочення наноситься не пізніше чим через 15 хвилин. Максимальне ущільнення відновленого поверхневого шару бетону ($A=0.98$, $p<0.05$) і мінімальний «відскік» $15 \pm 3\%$ досягаються методом мокрого торкретування дрібнозернистою бетонною сумішшю з $L_{Гг} = 0.915$, при швидкості вильоту з сопла діаметром $d=30$ мм, 130 ± 10 м/с. Другий шар торкретбетону наноситься не раніше чим через час 0.8 початок тужавіння і не пізніше чим через час 1.5 кінець тужавіння цементного тесту в бетонній суміші першого шару. При використанні фіброволокон заповнення раковин в бетоні завглибшки до 15 см можна виконувати одним шаром при $n_{г} = 0.915$.

3. Розроблені критерії для оцінки міри руйнування відновлюваних залізобетонних споруд і відповідні категорії трудомісткості їх відновлення. Перший ступінь руйнування — до оголення арматури, друга — на всю товщину арматури, що несе, третя — з утворенням раковин, четверта — з утворенням крізних отворів.

4. Вдосконалений метод визначення трудомісткості робіт при відновленні залізобетонних споруд; обґрунтований склад виконавців і комплект машин і механізмів. За базову трудомісткість береться трудомісткість робіт на вертикальній поверхні при другій мірі руйнування, визначувана методом технічного нормування (хронометражем). При визначенні трудомісткості робіт на горизонтальних поверхнях слід застосовувати коефіцієнти 0.80 і 1.24 для «підлоги» і «стелі», відповідно. Для обліку міри руйнування базову трудомісткість, з врахуванням типу об'єкту потрібно помножити на відповідні значення K_t в межах 0.8+1.8 для переходу до першого, третього і четвертого ступеня руйнування, відповідно.