

УДК 666.96

ОСОБЛИВОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗАХИСТУ БЕТОНУ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД ВОДОГОСПОДАРСЬКО-МЕЛІОРАТИВНОГО КОМПЛЕКСУ

О.В. КОВАЛЕНКО, канд. тех. наук
Інститут водних проблем і меліорації НААН

Висвітлено основні способи відновлення та захисту бетону із застосуванням сучасних композиційних матеріалів при ремонті та реконструкції гідротехнічних споруд водогосподарсько-меліоративного комплексу. Розглянуті фактори, які впливають на процес руйнування бетону, типові види дефектів і пошкоджень бетонних та залізобетонних конструкцій. Розкрито основні принципи підбору ремонтних композицій в залежності від характеру та ступеня пошкоджень, вплив кількісного та якісного складу на їх технологічні та експлуатаційні властивості

Ключові слова: відновлення, ремонт, бетон, гідротехнічні споруди, водогосподарсько-меліоративний комплекс

Актуальність проблеми. Більшість гідротехнічних споруд (ГТС) водогосподарсько-меліоративного комплексу (ВМК) виконані із бетонних та залізобетонних конструктивних елементів. Бетон, який є основою конструкцій ГТС, у процесі експлуатації піддається агресивним діям зовнішнього середовища, фізичним факторам та механічним діям. При фільтрації води через дефектні зони бетону розвиваються процеси корозії I виду (вилуговування), що призводить до збільшення пористості бетону і подальшого його руйнування; при цьому розвивається корозія арматури, яка підсилюється процесом карбонізації. Продукти корозії збільшують об'єм закладних деталей та арматури, що викликає додаткові напруги та руйнування бетону.

Різноманітність та різний ступінь пошкоджень бетону ГТС ВМК обумовлює необхідність застосування комплексу технологічних процесів ведення ремонтно-відновлювальних робіт (РВР) за різними технологічними напрямками. Підхід до створення такої системи повинен базуватися на вимогах до технологій та матеріалів для забезпечення оперативного та ефективного усунення тих чи інших пошкоджень.

Метою даної роботи було проаналізувати основні типи пошкоджень бетону ГТС, сформулювати основні підходи до вибору ефективних ремонтно-відновлювальних матеріалів та технологій ведення РВР.

Результати досліджень. Основні види пошкоджень бетону ГТС в залежності від дії факторів зовнішнього середовища можна класифікувати так:

- руйнування бетону водопропускних споруд унаслідок кавітації або гідроабразивного зносу;
- корозійні ураження, обумовлені контактом з агресивною водою або фільтрацією води;
- руйнування бетону надводних частин унаслідок попереминого заморожування / відтавання, включаючи дію сонячної радіації;
- руйнування бетону в зоні переминого рівня води унаслідок попереминого заморожування / відтавання;
- механічні пошкодження (відколи кутів елементів, роздроблення в окремих зонах, вибоїни і т.п.);
- розкриття швів унаслідок температурних дій, просідання основ, землетрусу та інші;
- тріщини, які обумовлені силовими навантаженнями або температурними діями та орієнтовані вздовж та поперек осі споруди;
- тріщини, які обумовлені усадкою або реакцією лугів цементу із заповнювачами, які містять активний кремнезем;
- деструктивні зміни унаслідок корозії арматури (тріщини в захисному шарі вздовж стержнів арматури, відшарування захисного шару);
- втрата захисних властивостей по відношенню до арматури (карбонізація на всю товщину захисного шару, вилуговування). Важливою характеристикою бетону є водонепроникність, яка великою мірою визначає його довговічність. Для гідротехнічних бетонів, які працюють в умовах однобічного тиску води, це один з основних показників (поряд з міцністю). З водонепроникністю пов'язана здатність бетону протистояти всім

видам корозії, а також його морозостійкість. Неущільненості бетону, які доступні для фільтрації води, можуть стати осередками корозії та структурних пошкоджень. Тому в практиці організації і технологічного забезпечення виконання РВР слід враховувати цю обставину і намагатися не тільки повністю ліквідувати структурні пошкодження в конструкції, а по можливості попередити її руйнування, наприклад шляхом кольматації внутрішніх дефектів структури бетону відновлювальними композиціями.

Однією з технологій, яка направлена на підвищення водонепроникності бетону, є **проникаюча гідроізоляція**, механізм дії якої базується на хімічній реакції активних хімічних компонентів гідроізоляційного матеріалу, які розчиняючись у воді, взаємодіють з іонними комплексами кальцію і алюмінію, оксидами і солями металів, що містяться в бетоні. При проходженні цих реакцій формуються більш складні солі, здатні реагувати з водою і утворювати нерозчинні кристалогідрати. Сітка цих кристалогідратів заповнює пори, капіляри і мікротріщини шириною до 0,4 мм. При цьому кристали стають складовою частиною бетонної структури. Унаслідок цього структура бетону ущільнюється в усіх напрямках, попереджуючи проникання води. Заповнені нерозчинними кристалами пори, капіляри і мікротріщини не пропускають воду, оскільки в дію приходять сили поверхневого натягу рідин. Сітка кристалів, яка заповнює капіляри, перешкоджає фільтрації води навіть при наявності високого гідростатичного тиску. Ріст кристалів зупиняється при відсутності води і поновлюється при її з'явленні, ущільнюючи структуру бетону в глибину конструкції.

Гідроізоляційні матеріали, які називаються проникаючими або пенетруючими (від англ. penetrate – проникати) – це сухі суміші на основі портландцементу, кварцевого піску і активних мінеральних добавок. В якості компонентів, які обумовлюють проникаючий ефект, використовують активний кремнезем, активний оксид алюмінію, карбонати та оксалати лужних металів, сульфалюмінати кальцію та інші сполуки, здатні під дією води зв'язувати вільне вапно у важкорозчинні гідросилікати, гідроалюмінати та гідросульфалюмінати кальцію, що кольматують капілярнопористу структуру бетону. Гідроізоляційні матеріали проникаючої дії застосовують тільки по вологій поверхні. Наявність вологи є обов'язковою умовою роботи проникаючої гідроізоляції для формування кристаліч-

них утворень. Якщо ж бетон сухий, то перед нанесенням гідроізоляції він повинен бути зволожений і ретельно очищений до відкриття капілярів і пор. Швидкість і глибина проникання активних хімічних компонентів залежить від хімічного складу, вологості, щільності і пористості бетону, температури оточуючого середовища. Як правило, глибина проникнення пенетруючих матеріалів в бетон при нормальних умовах досягає 10 - 12 см.

Проникаюча гідроізоляція підвищує щільність та морозостійкість бетону, а також його водонепроникність. Оскільки до складу пенетруючих матеріалів не входять полімерні добавки (за винятком матеріалів фірми Drizoro), дана гідроізоляція відноситься до жорстких, що накладає певні обмеження на умови її застосування. Проникаючу гідроізоляцію не слід застосовувати, якщо розмір тріщин перевищує 0,3 – 0,4 мм, а також у випадку впливу на поверхню, яка захищається, динамічних навантажень. При ремонті «старих» споруд така гідроізоляція може бути малоефективна, так як «старий» бетон має значну величину розкриття тріщин, у нього важко відкрити пори та бракує вільного гідроксиду кальцію.

Руйнування конструкцій ГТС починається з руйнування захисного шару бетону; його водонепроникність, товщина, пористість, тріщиностійкість у значній мірі визначають стійкість бетону до агресивного впливу зовнішнього середовища. Технологія **поверхневого просочування** композиціями, що полімеризуються, може слугувати додатковим або вторинним захистом бетону ГТС. Поверхнєве просочування бетону на глибину від 15 до 35 мм композиціями, які здатні полімеризуватися під дією різних ініціаторів полімеризації та каталітичних систем, застосовують для підвищення стійкості до стирання бетону, зміцнення його верхнього шару та підвищення морозостійкості, а також для захисту конструкцій від впливів агресивних середовищ, біологічних факторів і атмосферних втручань. Просочувальні матеріали це рідкі композиції, які частково або повністю заповнюють мікротріщини, капіляри і пори в бетоні з наступним їх перетворенням в тілі бетону (полімеризацією) у твердий високомолекулярний продукт (полімер) [1,2]. Таке просочування дозволяє значно зменшити пористість бетону та підвищити його фізико-механічні показники.

Просочувальні композиції дозволяють ліквідувати локальні структурні пошкодження розміром 100-500 мм. За своєю хімічною природою вони становлять собою суміші мономерів вінілового ряду (стирол, дивінілбензол, метилметакрилат) з пероксидними ініціаторами полімеризації, а також склади на основі епоксидних, поліуретанових та акрилових смол з відповідними каталізаторами полімеризації (затверджувачами). У результаті просочування міцність вихідного бетону при стиску і розтягу підвищується від 3 до 4 раз, водонепроникність від 1,5 до 6 разів, морозостійкість від 3 до 6 разів, міцність при ударі від 1,5 до 3 раз, модуль пружності - у 1,5 рази, адгезія бетону до арматури - у 9-10 разів, кавітаційна стійкість - у 5-10 разів, ударна міцність - у 1,5-3 рази. Водопоглинання бетону знижується в 4 - 5 разів.

У процесі проведення РВР на гідротехнічних спорудах часто виникає потреба швидко та надійно зупинити надходження води. Для ліквідації активних протікань застосовують **швидкотвердіючі тампонажні суміші**, що складаються із цементів та добавок, які забезпечують високу швидкість формування твердих кристалічних структур на початковій стадії взаємодії з водою (гідратації) та швидкий набір міцності. Час тужавіння таких матеріалів знаходиться в діапазоні від 15 – 60 секунд до 5-10 хвилин. Терміни тужавіння сумішей регулюються вмістом солей, які є добавками-модифікаторами, що прискорюють набір міцності, а також вмістом алюмінату кальцію та мікрокремнезему. Ці матеріали застосовують тоді, коли необхідно запобігти прямому проникненню води, яке перешкоджає проведенню ремонтно-відновлювальних та гідроізоляційних робіт. Їх застосовують для герметизації точкових протікань, поверхні з крапельною фільтрацією, протікань через «холодні шви» та пасивні тріщини, ліквідації протікань в зоні проходження металевої труби через конструкцію та протікань в стикових сполученнях конструкцій [3-5]. Суміші здатні зупинити протікання води під тиском до 5 атм. Такі суміші можна застосовувати при улаштуванні суцільного гідроізоляційного шару в умовах постійного притоку води в споруді.

Швидкотвердіючі суміші мають недостатню тріщиностійкість, тому їх рекомендується застосовувати в комплексі з іншими гідроізоляційними матеріалами. Після твердіння

їх накривають шаром звичайної полімерцементної або поліуретанової гідроізоляції. Це пояснюється тим, що в наступні періоди експлуатації швидкотужавіючі матеріали можуть втрачати свої фізико-механічні властивості і можуть стати проникними для води.

При активних фільтраціях великих об'ємів води слід застосовувати технологію **напірного ін'єктування** з використанням спеціальних матеріалів на основі гідроактивних ізоціанатів [6-8]. В залежності від геометричних розмірів, структури пошкоджень, інтенсивності фільтрації призначають вид ін'єкційного матеріалу. Матеріали для ін'єкційного відновлення та захисту бетону за своїм хімічним складом поділяють на силікат-ізоціанатні (на основі рідкого скла), епокси-ізоціанатні, поліуретанові, епоксидні, акрилатні (гелі), кремнійорганічні матеріали (силоксани), мікроцементи. Силікат-ізоціанатні, епокси-ізоціанатні та поліуретанові композиції містять сполуки з кінцевими ізоціанатними (NCO) групами, які визначають їх водореакційну здатність. У процесі ін'єктування NCO-групи активно зв'язують воду, яка знаходиться в тріщинах, порах, порожнинах та дефектах бетону з утворенням міцних і водостійких структур. При цьому в умовах контакту з водою пор бетону зв'язування призводить до пониження тиску в порожнинах, що у свою чергу сприяє заповненню цих порожнин ін'єкційно-відновлювальною композицією. На реакції ізоціанатних груп з водою базується застосування поліуретанових композицій для ліквідації активних протікань води через конструкції гідротехнічних споруд.

Напірне ін'єктування здійснюють за допомогою спеціального обладнання, основними елементами якого є ін'єкційний насос та пакери (анкер-пристрої). Пакери встановлюють в ін'єкційних отворах-шурфах. Насос та пакери з'єднують системою трубопроводів. Насос повинен забезпечувати безперервне нагнітання ін'єкційного складу, змінюючи величину тиску від 2 до 140 бар в залежності від ширини розкриття тріщини та пористості бетону, а також необхідну продуктивність ін'єктування при певній величині тиску (наприклад, не менше 0,4 л/хв. при тиску 140 бар).

Для відновлення конструкцій, які під впливом агресивного навколишнього середовища в процесі експлуатації втратили свої

проектні показники і несучу здатність, застосовують технологію **конструкційного ремонту** [9-11]. **Конструкційний ремонт** ще називають структурним ремонтом. До структурного відновлення бетонних та залізобетонних конструкцій відносять ремонтні заходи, які виконують на глибину більшу товщини захисного шару бетону і робочої арматури. Конструкційне відновлення елементів споруд виконують у процесі капітального ремонту.

Усунення дефектів поверхні бетону конструкцій, які не впливають на несучу здатність елементів споруди, але є можливою причиною утворення серйозних руйнувань, у майбутньому називають **неконструкційним** ремонтом. Це такі дефекти поверхні бетону: неякісно влаштовані робочі шви при бетонуванні, відколи бетону на глибину менше захисного шару, висока пористість поверхні залізобетонної конструкції, усадочні тріщини, недостатня товщина захисного шару внаслідок зсуву арматурного каркаса щодо проектного положення при укладанні бетонної суміші і т.д. Руйнування бетонних і залізобетонних конструкцій часто починається з захисного шару бетону, тому ремонт і відновлення захисного шару і ремонт дефектів по-

верхні залізобетонних конструкцій є запорукою довговічної експлуатації будівлі або споруди.

Для конструкційного та неконструкційного ремонтів застосовують суміші, які в залежності від типу в'язучого можна розділити на три групи: на основі полімерних смол, на основі цементів, модифікованих активними мінеральними добавками, на основі цементів, модифікованих полімерами (полімерцементні).

Найбільш широке застосування набули полімерцементні ремонтні склади, які становлять собою суміші сухих компонентів, що складаються з портландцементу, піску і модифікуючих мінеральних та полімерних добавок. Для ефективного відновлення бетону та залізобетону ремонтний склад повинен мати високу адгезію до бетону, що відновлюється, мати схожі з бетоном фізико-хімічні параметри, мінімальну усадку, низьке водоцементне відношення та бути легкоукладальним.

Згідно DIN EN1504-3:2006 «Матеріали і системи для ремонту та захисту бетонних конструкцій» в залежності від призначення визначають 4 класи ремонтних сумішей: R4, R3, R2, R1 (табл.1).

1. Вимоги до ремонтних матеріалів на цементній основі, які призначені для конструкційного та неконструкційного ремонту (згідно DIN EN1504-3:2006)

Найменування характеристик	Метод випробувань	Значення			
		конструкційний		неконструкційний	
		Клас R4	Клас R3	Клас R2	Клас R1
Міцність на стиск, МПа	EN 12190	≥45	≥25	≥15	≥10
Міцність зчеплення з бетоном, МПа	EN 1542	≥2	≥1,5	≥0,8	≥0,8
Модуль пружності, ГПа	EN 13412	≥20	≥15	не має вимог	не має вимог
Сумісність при циклах заморожування/відтаювання. Адгезія після 50 циклів	EN 12617-4	≥2	≥1,5	≥0,8	візуальний контроль
Стійкість до карбонізації, глибина (d_k)	EN 13295	$d_k <$ контрольного бетону			
Стійкість до термічного удару в сухому стані. Адгезія після 30 циклів	EN 12617-4	≥2	≥1,5	≥0,8	візуальний контроль
Стійкість до термічного удару (грозвий дощ). Адгезія після 30 циклів	EN 12617-4	≥2	≥1,5	≥0,8	візуальний контроль
Капілярна сорбція (коефіцієнт капілярного переносу), $\text{кг/м}^2 \cdot \text{ч}^{-0,5}$	EN 13057	≤ 0,5		≤ 0,5	не має вимог
Вміст хлоридів, % за масою	EN 1015-17	≤ 0,05			

Класи ремонтних сумішей розподіляються між конструкційним та неконструкційним ремонтом, тобто для області застосування, де згідно проекту ремонтних робіт передбачається передача навантаження через зону ремонту або потрібні тільки косметичні роботи.

- R4 – конструкційні матеріали, призначені для ремонту основних несучих конструкцій;

- R3 – конструкційні матеріали, призначені для ремонту огорожувальних конструкцій, а також слабо навантажених елементів споруд та поверхневих пошкоджень, що не впливають на несучу здатність основних несучих конструкцій;

- R2 – неконструкційні матеріали – захисні покриття, до яких пред'являються вимоги по міцності, яка достатня для сприйняття зовнішніх стираючих або інших механічних дій на поверхні конструкцій;

- R1 – неконструкційні матеріали – захисні покриття, призначені до застосування на поверхнях, які не піддаються зовнішнім механічним пошкодженням.

Основна вимога до ремонтних сумішей – вони повинні утворювати міцні адгезійні зв'язки та створювати з бетонною поверхнею стійку систему. Відновлення бетону в даному випадку слід розглядати як створення композиційної системи матеріалів. Цю задачу вирішують модифікуючі добавки, присутні в ремонтних сумішах. Ці добавки (мікрокремнезем, редиспергуючий латексний порошок, порошок суперпластифікатор, полімерна фібра та ін.) є важливим фактором формування структури і властивостей ремонтних сумішей, що перетворюють прості цементно-піщані розчини у високоякісні ремонтні композити [9]. Добавки забезпечують необхідні властивості ремонтним сумішам: рухомість, пластичність, клейкість, високі показники адгезії та міцності, водонепроникності та морозостійкості.

Для підвищення гідроізоляційної здатності та корозійної стійкості бетону ГТС ВМК застосовують технологію **полімерцементної гідроізоляції** [12]. Полімерцементні гідроізоляційні матеріали – це суміші, які складаються з певного виду, або декількох видів цементу, фракціонованого кварцового піску в різній пропорції та модифікуючих добавок (сухих полімерних або мінеральних порош-

ків). За кількістю вихідних компонентів ці матеріали бувають однокомпонентні і двокомпонентні. У першому випадку це суха суміш, яка включає сополімер вінілацетату і змішується з водою при підготовці до нанесення. У другому випадку це суха суміш, яка містить редиспергуючий полімерний порошок (компонент 1) та полімерну дисперсію, як правило, акрилову (компонент 2). Однокомпонентні склади утворюють жорстку гідроізоляцію, яку застосовують для захисту бетонних та залізобетонних конструкцій з низьким ступенем фільтрації, а двокомпонентні – еластичну гідроізоляцію, яку застосовують для конструкцій, що піддаються деформаціям, а також для поверхонь з високим ступенем фільтрації води та на яких утворюються тріщини до 1 мм.

За пружно-пластичним станом полімерцементні покриття поділяють на жорсткі, напівжорсткі, еластичні (відносно подовження від 10% до 50%) та наделастичні (відносно подовження більше 50%). За способами нанесення полімерцементну гідроізоляцію поділяють на фарбувальну, обмазувальну і штукатурну. Склади, які містять полімер в кількості 5 – 10%, найбільш придатні для штукатурної гідроізоляції, а ті, в яких кількість полімеру більше 10% – для обмазувальної та фарбувальної, оскільки вони легко наносяться пензлем або щіткою. Фарбувальну гідроізоляцію застосовують в основному для захисту від капілярної вологи, а інколи і від води, яка просочується. Ця ізоляція становить собою водонепроникне покриття, що утворюється в результаті багатошарового фарбування поверхні плівкоутворюючими рідкими або пастоподібними матеріалами. Штукатурна гідроізоляція – це покриття товщиною 5 – 20 мм, яке наносять пошарово, застосовуючи технологію штукатурних робіт.

Покриття, які виконані із жорстких сумішей, мають високі гідроізоляційні та захисні властивості, забезпечують гідроізоляцію споруд, які знаходяться під напором води (так звана «негативна гідроізоляція»): вода працює на відрив гідроізоляції від основи. Жорстка гідроізоляційна суміш формує міцні адгезійні зв'язки з основою, оскільки заповнює і герметизує всі пори. Таке покриття має високий опір корозійному впливу агресивної води та атмосферним факторам. Жорсткі полімерцементні гідроізоляційні матеріали за-

безпечують водонепроникність при «позитивному» тиску води до 9 атм. та при негативному – до 7 атм.

Двокомпонентні еластичні суміші призначені для улаштування ізоляції конструкцій споруд 3-ї категорії тріщиностійкості, а також конструкцій, які піддаються дії вібрації та динамічних навантажень. Еластичні полімерцементні гідроізоляційні матеріали забезпечують водонепроникність при «позитивному» тиску води до 7 атм. та при негативному – до 5 атм. Вони перекривають тріщини шириною до 1 мм. Еластичні гідроізоляційні суміші застосовують на конструкціях, де допускається недовготривале розкриття тріщин шириною 0,3 мм і довготривале розкриття тріщин шириною 0,2 мм.

Полімерцементні гідроізоляційні суміші слід наносити не менше як у два шари. Щоб уникнути тріщин товщина шарів не повинна перевищувати 1,5 мм. Кожний новий шар наносять тільки після висихання попереднього. При цьому товщина покриття залежить від навантаження, яке буде діяти на гідроізоляцію в процесі експлуатації. Якщо на покриття діє ґрунтова волога або вода без тиску, його товщина повинна бути не менше 2 мм.

У випадку тиску води товщина покриття повинна бути не менше 2,5 мм.

Висновок. Безвідмовна експлуатація гідротехнічних споруд при довготривалій дії на бетон агресивних факторів оточуючого середовища можлива лише за умови забезпечення його відновлення та захисту ефективними ізоляційними, антикорозійними, морозостійкими, високоміцними, зносо- та кавітаційно-стійкими композиційними матеріалами. Технології проникаючої гідроізоляції, поверхневого полімерного просочування, напірного ін'єктування гідроактивними поліуретанами, полімерцементного конструкційного ремонту та полімерцементної гідроізоляції дозволяють ефективно проводити ремонтно-відновлювальні та захисні роботи на спорудах водогосподарсько-меліоративного комплексу. Високі фізико-механічні властивості, підвищена адгезійна міцність до водонасиченого бетону та екологічна безпечність полімерцементних композиційних матеріалів обумовлюють перспективність їх застосування для відновлення та захисту бетону гідротехнічних споруд.

Бібліографія

1. Патент на корисну модель №56749. Просочувальна полімерна композиція / Коваленко О.В., Литвиненко П.Є.- 2011, Бюл.№2
2. Патент на корисну модель №56750. Просочувальна полімерна композиція / Коваленко О.В., Литвиненко П.Є.- 2011, Бюл.№2.
3. Патент на корисну модель №93578. Спосіб захисту та ремонту будівельних конструкцій / Коваленко О.В., Агеев А.О., Сакара О.Ю.- 2014.- Бюл. № 19.
4. Патент на корисну модель №93935. Спосіб захисту та ремонту будівельних конструкцій / Коваленко О.В., Агеев А.О., Сакара О.Ю.- 2014.- Бюл. № 20.
5. Патент на корисну модель № 94245. Спосіб захисту та ремонту будівельних конструкцій. / Коваленко О.В., Агеев А.О., Сакара О.Ю.- 2014.- Бюл. № 21.
6. Патент на корисну модель № 76451. Спосіб захисту та ремонту залізобетонних конструкцій / Коваленко О.В., Крученко В.Д.- 2013.- Бюл. № 1.
7. Патент на корисну модель № 76452. Спосіб укріплення і захисту будівельних конструкцій / Коваленко О.В., Крученко В.Д.- 2013. Бюл. № 1.
8. Коваленко О.В. Рекомендації з технології ін'єкційної гідроізоляції бетонних та залізобетонних гідротехнічних споруд водогосподарсько-меліоративного комплексу із застосуванням полімерних композицій / О.В. Коваленко, В.Д. Крученко // ІВПіМ.- К.: видавництво «ДІА».- 2015.- 56 с.
9. Патент на корисну модель № 93585. Суха будівельна суміш для ремонтних гідроізолюючих розчинів / Коваленко О.В., Агеев А.О.- 2014.- Бюл. № 19.
10. Патент на корисну модель № 93586. Суха будівельна суміш для ремонтних гідроізолюючих розчинів / Коваленко О.В., Крученко В.Д., Агеев А.О.- 2014. Бюл.- № 19.
11. Коваленко О.В. Рекомендації з технології конструкційного ремонту бетонних та залізобетонних гідротехнічних споруд водогосподарсько-меліоративного комплексу із застосу-

ванням полімерцементних сухих будівельних сумішей / О.В. Коваленко, В.Д. Крученко, А.О. Агєєв // ІВПіМ.- К.: видавництво «ДІА».- 2015.- 96 с.

12. Коваленко О.В. Рекомендації з технології полімерцементної гідроізоляції бетонних та залізобетонних гідротехнічних споруд водогосподарсько-меліоративного комплексу / О.В. Коваленко, В.Д. Крученко // ІВПіМ.- К.: видавництво «ДІА».- 2015.- 63 с.

А.В. Коваленко

Особенности восстановления и защиты бетона гидротехнических сооружений водохозяйственно-мелиоративного комплекса

Освещены основные способы восстановления бетона с применением современных композиционных материалов при ремонте и реконструкции гидротехнических сооружений водохозяйственно-мелиоративного комплекса. Рассмотрены факторы, влияющие на процесс разрушения бетона, типичные виды дефектов и повреждений бетонных и железобетонных конструкций. Раскрыты основные принципы подбора ремонтных композиций в зависимости от характера и степени повреждений, влияние количественного и качественного состава на их технологические и эксплуатационные свойства.

A.V. Kovalenko

Features of the restoration and protection of concrete of the hydrotechnical structures of water-reclamation complex

The main methods of restoration of concrete with the use of modern composite materials for repair and reconstruction of hydraulic structures of water-reclamation complex are covered. Factors affecting the process of destruction of concrete, typical types of defects and damages of concrete and reinforced concrete structures are considered. The main principles of selection of repair compositions are revealed depending on the nature and extent of damage, the influence of quantitative and qualitative composition on their technological and operational properties.