

УДК 691.5:699.8

СУЧАСНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ РЕМОНТУ ТА ВІДНОВЛЕННЯ БЕТОНУ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД ВОДОГОСПОДАРСЬКО- МЕЛІОРАТИВНОГО КОМПЛЕКСУ

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

Проаналізовано сучасний ринок ремонтних сухих будівельних сумішей провідних світових виробників, області їх застосування, технологічні та фізико-механічні властивості ремонтних композитів на їх основі. Наведено рецептуру нової ремонтної суміші «Ремокрет-ІВПіМ» та результати досліджень її властивостей як матеріалу для ремонту та відновлення бетону гідротехнічних споруд водогосподарсько-меліоративного комплексу.

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

Постановка проблеми. Результати натурних досліджень показують, що після довготривалої експлуатації в результаті руйнування бетону значна частина гідротехнічних споруд (ГТС) водогосподарсько-меліоративного комплексу (ВМК) України перебуває в обмежено працездатному стані, а деякі повністю вичерпали свій експлуатаційний ресурс. Ремонт та реконструкція ГТС ВМК – одна із найбільш актуальних проблем останніх років, без вирішення якої неможливе відновлення та ефективне використання наявного потенціалу водогосподарської галузі. За даними Держводагентства України щорічно потребують ремонтно-відновлювальних робіт (РВР) 12-15 тис. споруд.

Особливістю проведення ремонтних робіт на ГТС є їх сезонність та обмеження термінів ремонту. Ремонт ГТС та їх конструктивних елементів, як правило, необхідно виконувати у стислі терміни, в складних умовах з використанням матеріалів високої якості та широким діапазоном властивостей: швидкоотвердуючих, які здатні миттєво зупинити активні протікання води; високоміцних для відновлення несучої здатності конструкцій; еластомерних з високою деформативною здатністю та адгезійною міцністю.

Одним із актуальних питань у практиці РВР ВМК, є структурний ремонт залізобетонних конструкцій, направлений на відновлення захисного шару бетону, геометрії конструкції та її несучої здатності. Традиційні бетони та розчини, які застосовують для ремонту ГТС ВМК, мають ряд недоліків: низькі показники зносо- та кавітаційної стійкості, недостатню морозостійкість, невисоку тріщиностійкість, підвищену

усадку. Разом з тим, сучасні технології РВР бетонних та залізобетонних конструкцій базуються на використанні спеціальних ремонтних сухих будівельних сумішей (СБС), застосування яких має низку переваг перед традиційними матеріалами:

- склад СБС, до якого у різних співвідношеннях входять функціональні добавки, забезпечує високий рівень технологічних та експлуатаційних властивостей, недосяжний для традиційних розчинів і бетонів;

- стабільність показників СБС та розчинів на їх основі за рахунок точного дозування та якісного змішування компонентів;

- можливість задати особливі вимоги до матеріалу для специфічних умов експлуатації, наприклад швидка ліквідація течії, відновлення несучої здатності конструкції, підвищення водонепроникності та морозостійкості;

- мінімум технологічних операцій для переведення СБС в робочу ремонтну суміш (тільки змішування з водою) та зниження енергетичних витрат на приготування ремонтної суміші.

Мета досліджень – провести аналіз сучасного ринку ремонтних сухих будівельних сумішей провідних виробників, областей їх застосування, технологічних та фізико-механічних властивостей ремонтних композитів на їх основі; розробити рецептуру та дослідити властивості нової ремонтної суміші «Ремокрет-ІВПіМ» як матеріалу для ремонту та відновлення бетону ГТС ВМК.

Вивчення світового досвіду. Аналіз ринку будівельних матеріалів показує, що в останні роки з'явився достатньо широкий асортимент ремонтних СБС та розробляють-

ся технології їх застосування в РВР. Більшість таких технологій базується на застосуванні СБС, які становлять собою цементно-піщані суміші, модифіковані полімерами (полімерцементні), мінеральними та хімічними добавками. Основними виробниками ремонтних сумішей, які присутні на ринку країн СНД, є іноземні компанії - BASF, SІKA, MAREI. Ряд російських компаній, таких як СПЕЦРЕМСМЕСЬ, КОНСОЛИТ, БАРС, АЛИТ, ДОКТОР БЕТОН також розробили і освоїли промисловий випуск спеціалізованих ремонтних матеріалів.

Провідними українськими виробниками СБС для ремонту та відновлення залізобетонних конструкцій є ХЕНКЕЛЬ БАУТЕХНІК УКРАЇНА, ВІА-ТЕЛОС, ГІДРОЗІТ, ПОЛІРЕМ, ТЕПЛОВЕР, СІЛТЕК, які випускають ремонтні суміші марок «Ceresit», «Віатрон», «Гідрозіт», «Полірем СГі», «Тепловер», «Siltek». Для ремонту будь-яких типів бетонних і залізобетонних конструкцій провідні виробники ремонтних СБС, як правило, випускають серію матеріалів, які забезпечують проведення РВР на спорудах, що одержали пошкодження різних типів та ма-

сштабів. Кожен виробник СБС розробляє технологічні карти по застосуванню своїх матеріалів, які включають опис процесу підготовки поверхні до ремонту, приготування та поетапного нанесення сумішей на поверхню. Як правило, кожна система матеріалів включає матеріали для екстреної ліквідації протікань води, праймер, матеріали для першого шару, для зароблення вибоїн та каверн (відновлення геометрії конструкції), матеріали для нанесення основного гідроізоляційного шару та фінішного захисного покриття.

Аналіз літературних джерел показує, що СБС знаходять застосування при ремонті автомобільних доріг [1-4], покриттів аеродромів [5,6], мостових конструкцій [7-9], на заводах збірного домобудівництва та монолітного будівництва [10], гідротехнічних споруд [11,12]. У табл. 1 наведено деякі марки СБС для ремонту та захисту бетону. Лідером з виробництва та використання матеріалів для ремонту бетону різних споруд, у тому числі і ГТС, є концерн BASF Construction Chemicals, який випускає матеріали серії «Emaco» в РФ, Німеччині, Італії, Бельгії та Туреччині.

1. Ремонтні СБС провідних виробників

Найменування виробника	Назва СБС
MAREI (Італія)	Mapegrout T40, Mapegrout Thixotropic, Mapegrout MF, Mapegrout 430, Mapegrout Rapido, Lamprocem, Mapegrout Hi-Flow, Mapegrout Hi-Flow 10, Mapegrout SV, Mapegrout SV Fiber + Fibre R38
ПЕНЕТРОН (Росія)	Пенетрон, Пенеткрит, Пенеплаг/Ватерплаг, Пенетрон Адмікс, Пенепбар, Пенепбанд
BASF (Німеччина)	Emaco NanoCrete R4 Fluid, Emaco S150 CFR, Emaco S66, Emaco S88, Emaco SFR, MACFLOW, Emaco S88 C, Emaco NanoCrete R3, Emaco NanoCrete R4, Emaco NanoCreteS170 CFR
SІKA (Швейцарія)	Sika Icoment 520, Sika Icoment 525, Sika 101HD, Sikacem Gunit 133, Sikadur 45 EpoCem, Sikadur SM 1, SikaFerroGard 903, Sikagrd 720 EpoCem, SikaMonoTop 601,602,610,612,614,620,652, SikaMur, Sika Finish, Sika Repair 10,13,20,30, SikaTop 106 ElastoCem, SikaTop Armatec 110 EpoCem, SikaTop Seal 207
ХЕНКЕЛЬ БАУТЕХНІК (Україна)	Ceresit CD 22, Ceresit CD24, Ceresit CD25, Ceresit CD30
ISOMAT(Греція)	Durocret, Rapicret, Megacret-10, Megacret - 40
СІЛТЕК (Україна)	Siltek R-5, Siltek R-30, Siltek R-100, Siltek C-70
НПО «СТРИМ» (Росія)	Стримсесь, Инфилтрон-100, Стримплаг, Стримфлекс, Ремстрим 10,10Б,50,100,10М,50М,100М, Ремстрим-Т,ТБ
ДОКТОР БЕТОН (Росія)	Доктор бетон - D222, E131, C212, C112, C113, A111, B122, F112
АЛИТ (Росія)	Алит СДР-У, СДР-УМ, СДР-УР, Алит СБН-1, СБН-1м, СБН-1сбт
ГК «ПАРАД» (Білорусь)	РС 36, РС 541,542,543,544,545, РС 33,34,35, РС 1,2,3,4

Для ремонту покриттів автодоріг рекомендується застосовувати СБС марок РМ-26Ф, «НПО Прогресстех» та «Emaco» [4]. Фізико-механічні

характеристики ремонтних композитів на основі вказаних СБС відповідно такі: міцність на стиск – 46,1... 60,0 МПа, міцність на розтяг при згині –

6,0...8,5 МПа. Ремонт покриттів аеродромів рекомендується виконувати із застосуванням СБС марок «Emaco S66», «Emaco S88C», «Emaco SFR» [5]. Ремонтні композити на основі вказаних СБС мають такі показники: міцність на стиск через 1 добу – не менше 28-30 МПа, через 28 діб – не менше 60 МПа; міцність на розтяг при згині через 1 добу – не менше 4 МПа, через 28 діб – не менше 8 МПа; міцність зчеплення з бетоном (адгезія) через 28 діб – не менше 2,5 МПа; коефіцієнт сульфатостійкості – не менше 0,9; водонепроникність – не менше 12 атм.; морозостійкість – не менше 300 циклів.

Для ремонту мостів рекомендується застосовувати різні СБС: монтажні, конструкційні, гідроізоляційні та захисні марки «Аліт» [7]. Найбільший об'єм конструкційних СБС в мостобудуванні припадає на суміші для підводного бетонування. Ремонтні композити для застосування при будівництві та експлуатації мостів повинні мати міцність на стиск 35...50 МПа, водонепроникність не менше W8, морозостійкість F300, міцність зчеплення зі старим бетоном 1,5...2,0 МПа. В ОАО «Научно-исследовательский институт транспортного строительства» РФ (ОАО ЦНИИС «НИЦ Мосты») розроблені СБС марок МБР 300/400/500/600/700 для ремонту залізобетонних конструкцій мостів (цифра – марка міцності на стиск) [8,9]. СБС марки МБР класифікують як дрібнозернистий бетон класу R4 для конструкційного ремонту згідно Європейського стандарту EN 1504.

Для усунення дефектів і пошкоджень залізобетонних виробів і конструкцій в збірному та монолітному домобудівництві рекомендується застосовувати СБС марок «Emaco 90», «Emaco Nanocrete R2» (для неконструкційного ремонту) та «Emaco S88», «Emaco Nanocrete R3», «Emaco S66», «Emaco Fast Colabile», «Emaco T545» (для конструкційного ремонту) [10].

ООО «БАСФ Строительные системы» РФ виробляє СБС марок «Emaco». Серія матеріалів «Emaco Fast» представлена тіксотропним складом «Emaco Fast Тіхо» та наливними складами «Emaco Fast Fluid» і «Emaco Fast Fibre», які рекомендовані для ремонту гідротехнічних споруд [11]. Указані СБС можна застосовувати при температурі від -10°C до 30°C. Ремонтні композити на їх основі мають міцність на стиск 60...80,0 МПа, міцність на розтяг при згині до 19 МПа. Для ремонту бетону ГТС рекомендуються також СБС серії МБР, які утворюють ремонтні компо-

зити, що характеризуються маркою по морозостійкості F400, водонепроникності W10...W20 та адгезією до бетону 1,7 МПа. [12].

Технологічні та фізико-механічні характеристики деяких СБС наведено в табл.2. Як видно із даних цієї таблиці рухомість наведених ремонтних сумішей коливається в межах 130...180 мм, міцність на стиск – 30...60 МПа, міцність на згин – 4,5...9,0 МПа, водонепроникність – W12...W20, морозостійкість – 250...300 циклів, життєздатність – 30...60 хв.

Результати досліджень. В ІВПіМ НААН розроблено полімерцементну СБС «Ремокрет - ІВПіМ» для ремонту, відновлення та захисту бетону ГТС, яка становить собою суміш портландцементу, піску та модифікуючих добавок: редиспергуючого полімерного порошку, порошкового полікарбонатного суперпластифікатора, мікрокремнезему та поліпропіленової фібри [13,14]. Виконано комплекс досліджень для оцінки технічних властивостей матеріалу «Ремокрет - ІВПіМ» та визначено області його застосування. Результати проведених досліджень показали, що за своїми фізико-механічними показниками розроблена ремонтна суміш не поступається кращим світовим зразкам, а вартість її в 2,5 рази менша за зарубіжні аналоги.

Високе відношення міцності на розтяг при згині до міцності на стиск засвідчує тріщиностійкість ремонтних композитів «Ремокрет - ІВПіМ». Висока адгезійна міцність композиту дозволяє отримувати надійне зчеплення ремонтного шару до бетону конструкції, що ремонтується, при міцності останнього 30-50 МПа.

Технологічні характеристики робочої розчинової суміші «Ремокрет - ІВПіМ»:

- життєздатність, хв 30 – 40;
- рухомість, мм 130 – 150.

Фізико-механічні характеристики ремонтного композиту на основі СБС «Ремокрет - ІВПіМ»:

- адгезія до бетонної основи, МПа 2,0 - 2,8
- водонепроникність W16 – W18
- міцність на стиск, МПа, у віці
3 доби 25 - 30
28 діб 50 - 70
- міцність на розтяг при згині, МПа, у віці
3 доби 4,5 - 5,5
28 діб 10 - 13
- водопоглинання за 24 год.,% 0,6 - 0,8
- морозостійкість, циклів 400 - 500

2. Технологічні та фізико-механічні показники ремонтних СБС

Показник	Гідро-бетон СРГ-1	Рем-стрім-Т	Скрипа М500	Буд-Майстер ТИНК-93	Церезіт ЦД 25	Ема-соС88Ц	Сіка РЕПЕР	Сілтек Р-5
Рухомість, мм	140	180	130	130	140	200	180	160
Міцність на стиск, МПа								
1 доба	10	20	10	20	18	28	15	15
28 діб	30	50	50	45	45	60	45	35
Міцність на згин, МПа								
1 доба	1,0	4,0	4,0	4,5	4,5	5,0	7,0	4,0
28 діб	4,5	7	7,5	8,5	8,0	8,0	9,0	8,0
Міцність зчеплення з бетоном, МПа	1,0	1,5	1,4	2,0	2,0	2,5	2,0	2,0
Водонепроникність, W	12	12	20	12	12	12	18	15
Морозостійкість, циклів	250	300	300	75	300	300	-	200
Життєздатність, хв.	40	45	30	40	30	50	45	30

Морозостійкість композиту «Ремокрет - ІВПіМ», яка коливається в межах 400-500 циклів, дозволяє прогнозувати високу ефективність його застосування при проведенні ремонтно-відновлювальних робіт для конструкцій, які експлуатуються в умовах заморожування – відтавання. Водонепроникність ремонтного композиту в межах W16 – W18 дозволяє розглядати його як матеріал для підвищення водонепроникності бетону конструкцій ГТС.

Фізико-механічні властивості ремонтного композиту залежать від рецептури СБС. У результаті досліджень впливу рецептури на властивості ремонтного композиту та експериментально-статистичного моделювання визначено оптимальну рецептуру суміші «Ремокрет-ІВПіМ» як матеріалу для конструкційного ремонту ГТС, % мас.:

портландцемент М500	23,0-23,8
кварцовий пісок	69,1-71,6
мікрокремнезем	3,58-5,76
порошковий полікарбосилатний суперпластифікатор	0,06-0,1
поліпропіленова фібра	0-0,12
редиспергуючий полімерний порошок	0,95-1,84

Широкий діапазон міцнісних характеристик ремонтних композитів та необхідна життєздатність ремонтних сумішей (не менше 30 хв.) «Ремокрет - ІВПіМ» дозволяють здійс-

нювати різні види ремонту залізобетонних ГТС (конструкційний, неконструкційний) в залежності від типу та масштабу пошкоджень. Дослідно-виробнича апробація розробленої ремонтної суміші показала її високу технологічність та можливість застосування для відновлення геометричної форми та монолітності вертикальних, горизонтальних та криволінійних поверхонь залізобетонних конструкцій. Розробка готова до широкого впровадження в технологіях ремонтно-відновлювальних робіт на об'єктах Держводагентства України.

Висновок. Аналіз сучасного будівельного ринку показує наявність широкого спектру пропозицій СБС для ремонту та відновлення бетону конструкцій різного призначення, однак висока вартість стримує їх широке застосування в гідромеліоративній галузі. В ІВПіМ НААН розроблена нова суміш «Ремокрет-ІВПіМ» для ремонту та відновлення гідротехнічного бетону. Висока технологічність, підвищені фізико-механічні властивості та невисока вартість дозволяють прогнозувати ефективно використання розробленої суміші для підвищення експлуатаційної надійності та довговічності ГТС водогосподарсько-меліоративного комплексу при їх ремонті та реконструкції.

Бібліографія

1. Богданов И.Я. Сухие строительные смеси для ремонта асфальтобетонных покрытий в дорожной отрасли / И.Я. Богданов, Л.А. Иванова // Пробл. стр-ва и архитектуры. 24-я регион. науч.-техн. конф. - Красноярск: КрасГАСА, 2006. - с.135-137.
2. Иванова Л.А. Безбитумная композиция на основе сухих строительных смесей для ремонта дорожных покрытий / Л.А. Иванова, В.А. Шевченко: сб.ст. шестой всерос. конф. «Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции НАСКР – 2007». - Чебоксары: 2007. - с.172-176.
3. Козлов Г.Н. Сухие бетонные смеси «Эмако» для ремонта железобетонных конструкций транспортных сооружений / Г.Н. Козлов // Науч.-техн. информ. сб./ Информавтодор. - М: 2001, вып., с.44-57.
4. Методические рекомендации по ремонту цементобетонных покрытий автомобильных дорог. - М: Росавтодор, 2003. - 19 с.
5. Ремонт аэродромных покрытий материалами Master Builders Solutions // Электронный ресурс: <http://remont/askel/kiev/ua/articl/remont-aerodromnix-pokrytij-mat...>
6. Авсеенко А.А. Методические указания для определения стоимости ремонта аэродромных покрытий / А.А. Авсеенко, А.А. Чутков. - М: МАДИ, 2010. - 58 с.
7. Большаков Э.Л. Сухие строительные смеси для строительства и эксплуатации мостов / Э.Л. Большаков // Проблемы долговечности зданий и сооружений в современном строительстве (Материалы международной конференции 10-12 октября 2007). - СПб, РИФ «Роза мира», 2007. - с.32-34.
8. Технологические правила ремонта каменных, бетонных и железобетонных конструкций железнодорожных мостов. - М.: ОАО «Российские железные дороги», 2005. - 93 с.
9. Заключение о применении сухих ремонтных смесей марки МБР для железобетонных мостовых конструкций. - М: ОАО ЦНИС НИЦ «Мосты», 2011. - 16 с.
10. Технические рекомендации по устранению дефектов железобетонных изделий и конструкций. - М: ГУП «НИИМосстрой», 2007. - 22 с.
11. Особенности ремонта гидротехнических сооружений. Статья ООО «БАСФ Строительные системы» // Ценообразование и сметное нормирование в строительстве. - 2010. - №9. - с.12-14.
12. Ремонт гидротехнических сооружений составами МБР // электронный ресурс: <http://quartz-ekb.tiu.ru/p6081021-remont-gidrotehnicheskikh-sooruzhenij.html>.
13. Патент на корисну модель № 93585. Коваленко О.В., Агеев А.О. Суха будівельна суміш для ремонтних гідроізолюючих розчинів. - 2014. - Бюл. № 19.
14. Патент на корисну модель № 93586. Коваленко О.В., Крученко В.Д., Агеев А.О. Суха будівельна суміш для ремонтних гідроізолюючих розчинів. - 2014. - Бюл. № 19.

А.В. Коваленко

Современные материалы для ремонта и восстановления бетона гидротехнических сооружений водохозяйственно-мелиоративного комплекса

Проанализирован современный рынок ремонтных сухих строительных смесей ведущих мировых производителей, области их применения, технологические и физико-механические свойства ремонтных композитов на их основе. Приведена рецептура новой ремонтной смеси «Ремокрет-ИВПиМ» и результаты исследований ее свойств как материала для ремонта и восстановления бетона гидротехнических сооружений водохозяйственно-мелиоративного комплекса.

A.V. Kovalenko

Modern materials for repair and restoration of concrete of the hydraulic structures of water-reclamation complex

Modern market of repair dry construction mixtures of leading world manufacturers, their application areas, technological and physical-mechanical properties of repair composites on their basis are analyzed. The recipe for a new repair mixture "Remokret-IWPM" and the results of the study of its properties as a material for repair and restoration of concrete of the hydraulic structures of water-reclamation complex are given.