

УДК 666.96

МОДИФІКУЮЧІ ДОБАВКИ – ГОЛОВНИЙ ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РЕМОНТНО-ЗАХИСНИХ СУХИХ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ

О.В. КОВАЛЕНКО

ІНСТИТУТ ВОДНИХ ПРОБЛЕМ І МЕЛІОРАЦІЇ

Проведено аналіз сучасних модифікуючих добавок для сухих будівельних сумішей та досліджена їх роль у формуванні властивостей цементно-піщаних розчинів для ремонту та захисту залізобетонних споруд водогосподарсько-меліоративного призначення.

Ключові слова: сухі будівельні суміші, модифікуючі добавки, цементно-піщані розчини, мікрокремнезем, суперпластифікатор, поліпропіленова фібра, рідисперсійний латексний порошок

Актуальність проблеми. Значна частина залізобетонних гідротехнічних споруд (ГТС) водогосподарсько-меліоративного комплексу (ВМК) в процесі експлуатації зазнає пошкоджень, знаходиться в незадовільному технічному стані і потребує невідкладного проведення ремонтно-відновлювальних та захисних робіт. Одним із ефективних напрямів відновлення проектних експлуатаційних показників, підвищення довговічності та експлуатаційної надійності залізобетонних споруд є застосування сухих будівельних сумішей (СБС), які на 70...80% складаються із цементу і піску, решта – модифікуючі добавки. Для перетворення СБС у готовий ремонтний розчин потрібна тільки вода. Такі суміші дозволяють проводити весь комплекс ремонтно-захисних робіт з урахуванням виду та ступеня пошкодження конструкцій [1].

Аналіз сучасного будівельного ринку показує, що на сьогодні розроблено значну кількість СБС, які призначені для ремонту, відновлення та захисту (гідроізоляції) бетонних та залізобетонних конструкцій.

Незважаючи на це, широке застосування СБС у практиці ремонту та відновлення ГТС ВМК на сучасному етапі є проблематичним-через їх високу вартість. Крім того, не досліджено довговічність ремонтних композицій на основі СБС провідних виробників в умовах впливу агресивних факторів, якому піддаються ГТС водогосподарсько-меліоративного призначення.

Вирішенням проблеми може бути організація виробництва ефективних ремонтно-захисних СБС в регіонах зосередження гідротехнічних споруд, які потребують ремонту та реконструкції, з використанням місцевої сировини, як базових компонентів (піску, портландцементу) та модифікуючих добавок.

Для організації такого виробництва необхідно проаналізувати ринок сучасних модифікуючих добавок України, визначити їх призначення, фазово-хімічний склад та дослідити їх роль у формуванні структури і властивостей ремонтно-захисних розчинів.

Результати досліджень. Аналіз ринку показує, що провідними світовими виробниками модифікуючих добавок є: Samsung Fine Chemicals (Корея) – Mecellose; Celanese (Німеччина)–Mowilith Pulver; Degussa Constraction Polymers (SKW Trostberg,

Німеччина) – Melment; Plast Retard PE (Італія); Akzo Nobel (Швеція) – Bermocoll; Dairen Chemical Co. (Тайвань); Perstorp (Швеція) – Peramin; Troy (США) – Troykyd, Mergal®; Peter Greven (Німеччина) – Liga; Basf (Німеччина) – Acronal®; Lamberti (Італія) – Esacol; Staley (Голландія) – Star Pol; Rhodia (Франція) – Rhoximat; Bonollo (Італія); Elkem (Норвегія). Вітчизняних аналогів модифікуючих добавок на сьогодні немає.

Як показують результати досліджень, проведених в Інституті водних проблем і меліорації (ІВПіМ) НААН, модифікуючі добавки є головним фактором формування структури і властивостей СБС, які перетворюють прості цементно-піщані розчини у високоякісні ремонтні композити. Добавки забезпечують необхідні властивості ремонтно-захисним розчиновим сумішам та розчинам на їх основі: рухомість, пластичність, клейкість, високі показники адгезії та міцності, водонепроникності та морозостійкості.

Усі добавки, що застосовують під час виробництва сухих будівельних сумішей, можна розділити на певні групи (табл.1).

Різна хімічна природа добавок-модифікаторів визначає широкий спектр механізмів їх впливу на композит, що твердіє і утворюється в результаті взаємодії СБС з водою зачинення. Серед великої різноманітності хімічних добавок-модифікаторів для СБС одне із провідних місць займають суперпластифікатори (СП). Впливаючи на процеси формування структури, особливо на початковій стадії, СП змінюють реологічні властивості цементної системи, сприяють зниженню її водопотреби, що в подальшому позначається на параметрах кристалізаційної структури затверділого композиту. Результати досліджень, проведених в ІВПіМ, показують, що найбільш ефективними є порошок полікарбоксилатні суперпластифікатори. Водоредукувальна дія таких суперпластифікаторів в кілька разів більша, ніж у інших, що дозволяє значно (на 40%) знизити водоцементне відношення (В/Ц) розчинових сумішей і, як наслідок, збільшити міцність ремонтного розчину. Так, модифікація цементно-піщаного розчину порошковим СП полікарбоксилатного типу Сіка ВіскоКрет 225 дозволяє підвищити його міцність на розтяг при згині з 7,0 МПа до 9,6 МПа, тобто в 1,37 рази; міцність на стиск з 41,4 МПа до 69,1 МПа,

1. Добавки для сухих будівельних сумішей

Призначення (група добавок)	Фазово-хімічний склад	Призначення (група добавок)	Фазово-хімічний склад
Водоредукуючі (водопонижуючі) Суперпластифікатори	Солі сульфурованих, мелаїнформальдегідних або нафталінформальдегідних полімерів, полікарбоксилати та поліакрилати	Піногасники	Рідкі вуглеводні та полігліколи на інертному носії (аморфному кремнеземі)
Водоутримуючі	Водорозчинні модифіковані ефіри целюлози: метилгідроксиетил; метилгідроксипропіл; етилгідроксиетил; карбоксиметил та ін.	Прискорювачі тужавіння	Алюмінат натрію, гідросилікат натрію, поташ
		Сповільнювачі тужавіння	Винна, лимонна кислоти та їх солі, глюконати
Загусники (реологічні)	Ефіри крохмалю, модифіковані бентоніти (гекторит)	Прискорювачі твердіння і зміцнювачі	Форміат кальцію, роданід кальцію, карбонат літію, мікрокремне-зем
Редиспергуючі полімерні порошки	Гомо- і сополімери вінілацетату, етилену, вініллаурату, вінілверсатату, стиролу, акрилату, бутадієну	Гідрофобізуючі	Стеарати кальцію, магнію, цинку, силіконові смоли на носіях
		Протиусадочні, що розширюються	Алюмінати і сульфоалюмінати кальцію, активний глинозем, органічні високомолекулярні сполуки
Армуючі волокна	Поліпропіленові, поліамідні, поліакрилові	Протиморозні	Нітрати, нітроти, форміат кальцію, сечовина
		Зменшуючі біохімічну корозію	Добавки фунгіцидної і біоцидної дії

тобто в 1,67 рази, та знизити водопоглинання ремонтного композиту в 1,6 рази [2].

Ефективним модифікатором властивостей СБС на основі цементного в'язучого є мікрокремнезем (МК), який являє собою ультрадисперсний матеріал, що складається з частинок сферичної форми, одержуваний в процесі газоочистки технологічних печей при виробництві кремнійвміщуючих сплавів.

Основним компонентом МК є діоксид кремнію аморфної модифікації. Механізм дії МК базується на його реакції з гідроксидом кальцію, який утворюється при гідратації портландцементу та створенні нових в'язучих з'єднань. Заповнення пор розчину тонкодисперсними мікрочастинками, які утворюються в результаті такої реакції, призводить до значного зменшення капілярної пористості і, як наслідок, до підвищення міцності та зниження водопроникності розчину. [3].

У складі СБС МК збільшує водоутримуючу здатність композиції, клейкість (адгезію компози-

ції до основи у в'язко-пластичному стані), міцність зчеплення з основою. Дослідженнями, проведеними в ІВПіМ, встановлено, що введення в цементно-піщану суміш МК марки Елкем Мікросіліка в кількості 15...20% від маси цементу дозволяє підвищити міцність на стиск цементно-піщаного розчину на 40%, а міцність на розтяг при згині на 30% та до зниження водопоглинання цементно-піщаного розчину на 40%.

У процесі досліджень встановлено, що використання комплексного модифікатора, який складається з МК марки Елкем Мікросіліка та СП марки Сіка ВіскоКрет 225, є більш ефективним методом підвищення фізико-механічних властивостей ремонтного композиту у порівнянні з використанням кожного модифікатора окремо [4]. Застосування комплексного модифікатора, який містить 15% від маси цементу МК та 0,3% від маси цементу СП, дозволяє збільшити міцність на розтяг при згині цементно-піщаного розчину з 7,0 МПа до 12,7 МПа, тобто у 1,8 рази, а його

міцність на стиск збільшити з 41,4 МПа до 80,5 МПа, тобто у 1,9 рази. Комплексний модифікатор також більш ефективно впливає на зниження водопоглинання цементно-піщаного розчину, ніж кожний компонент окремо. При введенні такого модифікатора в цементно-піщану суміш водопоглинання цементно-піщаного розчину за 24 год. знижується із 7,3% до 0,8%, тобто в 9 разів. Одержані результати досліджень свідчать про високу ефективність застосування комплексного порошкового модифікатора СП-МК та перспективність застосування його при створенні сухих будівельних сумішей для ремонту та захисту залізобетонних ГТС.

Серед модифікаторів СБС особливе місце займають редиспергуючі полімерні порошки (РПП), які являють собою сухі полімерні порошки, отримані методом розпилювальної сушки латексної емульсії (дисперсії полімерних частинок у воді). При замішуванні з водою РПП знову утворюють водні полімерні дисперсії. Для запобігання злипанню латексних частинок у процесі виробництва і при розведенні водою використовують полівініловий спирт. РПП (сухі латекси) зазвичай виробляють на основі полівінілацетату, сополімерів вінілацетату з етиленом, сополімерів вінілацетату з вінілверсататом, акрилових полімерів, сополімерів бутилакрилатів і стиролу. Основні виробники РПП - "Wacker Polymer Systems", «Hoechst», «BASF», «Clariant GmbH», шведська фірма «Akzo Nobel Chemicals AG», французька фірма «Rhodia», американська фірма «Dow Chemical», італійська «FAR SPA», тайванська фірма «DAIREN Chemical Corporation».

Найважливіша властивість РПП полягає в тому, що при висиханні вони утворюють плівки і виконують роль в'язучого, тобто в процесі висушування та твердіння скріплюють наповнювачі, підвищуючи зчеплення з бетонною основою. Добавки РПП в СБС надають ремонтним розчинам підвищену міцність зчеплення з основою, міцність розчинів на розтяг при згині та покращують гідрофобні властивості матеріалів. При замішуванні сухої суміші у воді РПП перетворюється на клейову полімерну дисперсію, яка при твердінні розчину створює "гумові містки" в його порах і на межі з основою та еластично армує цементний камінь [5].

Дослідженнями, проведеними в ІВПіМ НААН, встановлено, що модифікація СБС полімерними порошками марок Dairen 1400, Neolit P 4400, Elotex Flowkit в кількості 5...10% від маси цементу підвищує адгезійну міцність ремонтних композитів у 2,0...3,0 рази. При зміні концентрації РПП в суміші від 0 до 10% від маси цементу міцність на розтяг при згині розчину зростає в 1,8 рази.

Підвищення зносостійкості, кавітаційної стійкості та ударної міцності ремонтних композитів можливо досягти за рахунок дисперсного армування полімерними волокнами. Армуючі волокна (фібра) забезпечують збільшення міцності під час розтягу та згину, ударної в'язкості, зниження усадки, що виникає за умов затвердіння ремонтного розчину, підвищення тріщиностійкості; поліпшення тіксотропних властивостей і фіксує здатності,

збільшення деформаційної здатності цементного каменю та зносостійкості. Найбільш широке застосування на сьогодні знаходять поліпропіленові, поліамідні, целюлозні та поліакрилонітрильні волокна.

Дослідження вітчизняного волокна армуючого поліпропіленового (ВАП-фібри) показали, що при її введенні в цементно-піщаний розчин у кількості 0,3%...0,6% від маси цементу міцність на розтяг при згині модифікованого розчину збільшується в 1,15...1,17 рази, міцність на стиск – в 1,05...1,10 рази. Введення ВАП фібри в цементно-піщаний розчин позитивно впливає на його тріщиностійкість. З підвищенням концентрації фібри в суміші від 0 до 0,6% від маси цементу коефіцієнт тріщиностійкості розчину збільшується з 0,177 до 0,214, тобто в 1,21 рази. З подальшим збільшенням концентрації фібри в розчині коефіцієнт тріщиностійкості знижується, але залишається вищим ніж у безфібрових розчинів.

На основі проведених в ІВПіМ НААН досліджень розроблено нові ремонтно-захисні сухі полімерцементні будівельні суміші та оптимізовано їх склади з наступним комплексом технологічних та фізико-механічних властивостей: міцність на стиск – 60...80 МПа, міцність на розтяг при згині – 10...12 МПа, адгезійна міцність -1,9...2,0 МПа, коефіцієнт тріщиностійкості – 0,20..0,22, водопоглинання за 24 год. – 3,6% [6,7].

Висновок. Застосування модифікуючих добавок мікрокремнезему, порошкових суперпластифікаторів полікарбонатного типу, редиспергуючих полімерних порошоків та поліпропіленової фібри є ефективним способом підвищення технологічних та фізико-механічних властивостей цементно-піщаних розчинів на основі сухих будівельних сумішей для ремонту та захисту залізобетонних ГТС водогосподарсько-меліоративного комплексу.

Бібліографія

1. Коваленко О.В. Сухі будівельні суміші для ремонту та відновлення залізобетонних гідротехнічних споруд водогосподарсько-меліоративного комплексу / О.В. Коваленко, А.О. Агеев // Будівельні матеріали, виробництво та санітарна техніка.-2014.-№52.- С.93-97.
2. Коваленко О.В. Вплив порошкового полікарбоксилатного суперпластифікатора Сіка ВіскоКрет 225 на властивості цементно-піщаної розчину / О.В. Коваленко, А.О. Агеев // Меліорація і водне господарство.-2014.- Вип.101.- С.342-353.
3. Каприелов С.С. Общие закономерности формирования структуры цементного камня и бетона с добавкой ультрадисперсных материалов / С.С. Каприелов // Бетон и железобетон. - 1995. - № 4. - С. 16-20.
4. Коваленко А.В. Влияние модифицирующих добавок на свойства ремонтно-защитных сухих строительных смесей / А.В.Коваленко // Сборник научных трудов Sworld.- 2015.- Т6.- №1.- С.95 – 101.
5. Влияние редиспергируемых порошков на свойства цементных строительных растворов / А.Е. Захезин, Т.Н. Черных, Б.Я. Трофимов, Л.Я. Крамар // Строительные материалы.- №10.- 2004.- С.6-7.
6. Патент України № 93585. Суха будівельна суміш для ремонтних гідроізолюючих розчинів / Коваленко О.В., Агеев А.О.-2014.- Бюл. № 19.
7. Патент України № 93586. Суха будівельна суміш для ремонтних гідроізолюючих розчинів / Коваленко О.В., Крученко В.Д., Агеев А.О. - 2014. Бюл. № 19.

Проведен анализ современных модифицирующих добавок для сухих строительных смесей и исследована их роль в формировании свойств цементно-песчаных растворов для ремонта и защиты железобетонных сооружений водохозяйственно-мелиоративного назначения.

The analysis of contemporary modifying additives for dry mortars and investigated their role in shaping the properties of the cement-sand mortar for the repair and protection of concrete structures of water management and ameliorative purposes.