

УДК 666.96

## ВПЛИВ КОМПЛЕКСНОЇ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНОЇ ДОБАВКИ НА ВЛАСТИВОСТІ ЦЕМЕНТНО-ПІЩАНОГО РОЗЧИНУ

О.В. КОВАЛЕНКО канд. тех. наук,

А.О. АГЕСВ

ІНСТИТУТ ВОДНИХ ПРОБЛЕМ І МЕЛІОРАЦІЇ

*Наведено результати досліджень фізико-механічних та фізичних властивостей цементно-піщаних розчинів, модифікованих комплексною органо-мінеральною добавкою-модифікатором мікрокремнезем Elkem Misrosilica - порошковий полікарбоксилатний суперпластифікатор Sika ViscoCrete 225 для ремонту та відновлення залізобетонних гідротехнічних споруд водогосподарсько-меліоративного комплексу.*

**Ключові слова:** органо-мінеральна добавка, цементно-піщаний розчин, фізико-механічні властивості, рухомість, ремонтно-відновлювальні роботи

**Актуальність проблеми.** Традиційні методи ремонту залізобетонних гідротехнічних споруд водогосподарсько-меліоративного комплексу базуються на застосуванні цементно-піщаних розчинів. Низькі міцнісні та адгезійні властивості таких розчинів, їх недостатня морозостійкість знижують ефективність ремонтно-відновлювальних робіт. Вирішенням проблеми може бути використання в технологіях цих робіт розчинів на основі сухих будівельних сумішей (СБС) - спеціалізованих за призначенням сумішей сухих компонентів, що містять в'язуче (цемент), наповнювач (пісок) і модифікуючі добавки [1]. Завдяки добавкам-модифікаторам традиційні цементно-піщані розчини перетворюються на високоякісні ремонтні композити.

Однією з ефективних добавок-модифікаторів бетонів та розчинів є активна мінеральна добавка мікрокремнезем (МК), який є продуктом окиснення в газовій фазі монооксиду кремнію  $\text{SiO}$ , що утворюється при плавленні кремнійвміщуючих сплавів в електродугових печах, конденсації із газової фази мікрочастинок  $\text{SiO}_2$  та їх уловлювання із пічних газів в рукавних фільтрах [2,3]. Застосування МК, який розподіляється в бетонній суміші у вигляді дрібних часточок, розміри яких менші зерен цементу і які вступають в реакцію з вільним  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , дозволяє значно підвищити щільність та міцність бетону. Разом з тим, результати досліджень, проведених в ІВПіМ НААН, показують, що при введенні в цементно-піщану розчинову суміш ультрадисперсних частинок МК в кількості до 15% від маси цементу при постійному водоцементному відношенні (В/Ц) у 3,35 рази знижується рухомість суміші, а при постійній рухомості суміші на 10...40% збільшується її В/Ц.

Це пояснюється тим, що МК – високодисперсна добавка, яка підвищує загальну питому поверхню композиційного в'язучого «цемент – мікрокремнезем», що відповідно підвищує вжиття рівнорухомих сумішей. Значне підвищення водопотреби розчинової суміші може призвести до збільшення капілярної пористості ремонтного композиту та зниження його експлуатаційних характеристик. Це обумовлює необхідність одночасного введення з мікрокремнеземом пластифікуючих добавок для компенсації загущуючого ефекту.

Ефективним методом підвищення технологічних та міцнісних характеристик ремонтних цементно-піщаних композитів на основі СБС є застосування полікарбоксилатних порошкових суперпластифікаторів (СП). Так, введення в ремонтну суміш порошкового полікарбоксилатного СП Sika ViscoPrete 225 у кількості 0,35% від маси цементу дозволяє підвищити рухомість суміші в 4,5...4,9 рази при постійному В/Ц або знизити В/Ц на 40...43% при постійній рухомості розчину. Міцнісні показники ремонтного композиту при цьому збільшуються на 10...30% в залежності від жорсткості ремонтної суміші [4].

Виходячи з цього, доцільним є застосування високоєфективних порошкових полікарбоксилатних суперпластифікаторів (органічна складова) у комплексі з мікрокремнеземом - активною мінеральною добавкою, що дозволить максимально реалізувати потенціал обох груп добавок і отримати ремонтний композит з високими фізико-механічними та експлуатаційними властивостями. Одночасне введення в суміш комплексного модифікатора мікрокремнезем - суперпластифікатор (МК-СП) дозволяє підвищити ступінь гідратації та сприяє формуванню цементного каменю із гідросилікатів кальцію пониженої лужності. При цьому за рахунок зниження кількості води зачнення при введенні суперпластифікатора та протікання пуцоланової реакції між гідроксидом кальцію цементного тіста та оксидом кремнію мікрокремнезему досягається одержання міцного каменю з низькою водонепроникністю та рівномірно розподіленим у структурі портландитом.

**Результати досліджень.** Досліджували вплив комплексної органо-мінеральної добавки на властивості цементно-піщаних розчинів. У дослідженнях застосовували матеріали: портландцемент ПЦ 1- 500 ПАТ «Волинь-цемент»; пісок річковий дніпровський з модулем крупності  $M_{кр}=1,49$ ; мікрокремнезем марки Елкем Мікросіліка (Elkem Microsilica); суперпластифікатор порошковий Sika ViscoPrete 225.

Розчинові суміші готували з використанням ручного низькооборотного електроміксера: спочатку перемішували сухі компоненти протягом 5 хв., а потім цю суміш перемішували з водою протягом 5 хв. Цементно-піщане відношення (Ц:П) для всіх зразків

складало 1:2. Для одержаних сумішей визначали рухомість (Р) за ДСТУ Б В. 2.7–239:2010, а для затверділого бетону - міцність на згин та на стиск за ДСТУ Б В. 2.7–114:2002. Зразки-балочки розміром 4x4x16 см витримували в нормально-вологих умовах протягом 28 діб.

Вплив вмісту мікрокремнезему в присутності суперпластифікатора на міцнісні характеристики цементно-піщаного розчину, одержаного із рівнорухомих розчинових сумішей, наведено на рис.1-3.

Як видно із рис.1 і 2, при застосуванні комплексного модифікатора МК - СП ефект підвищення міцнісних характеристик більш виражений, ніж при застосуванні кожного модифікатора окремо: міцність на розтяг при згині збільшується з 7,0 МПа до 12,7 МПа, тобто у 1,8 рази, а міцність на стиск збільшується з 41,4 МПа до 95,8 МПа, тобто у 2,3 рази.

Комплексний модифікатор СП–МК значно ефективніше впливає на зниження водопоглинання цементно-піщаного розчину, ніж СП і МК окремо (рис.3).

При введенні комплексного модифікатора в цементно-піщану суміш водопоглинання цементно-піщаного розчину за 24 год. знижується з 7,3% до 0,7%, за 7діб – з 7,6% до 0,8%, за 28 діб- з 7,9 до 1,0%, тобто в 7,9 - 10 раз.

**Висновок.** Одержані результати досліджень свідчать про високу ефективність застосування комплексного органо-мінерального модифікатора, який складається з порошкового полікарбоксилатного суперпластифікатора Sika ViscoCrete 225 і мікрокремнезему марки Elkem Microsilica та перспективність його застосування при створенні ремонтно-захисних сухих будівельних сумішей.

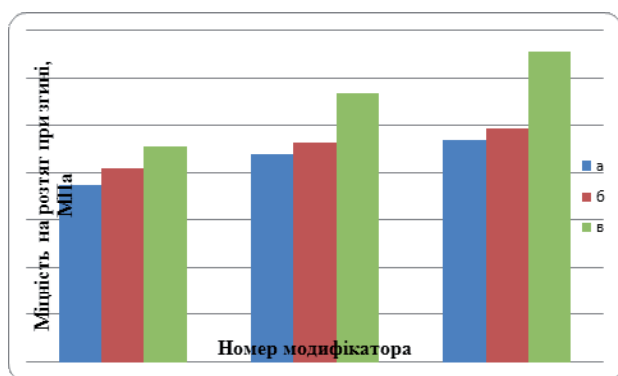


Рис. 1. Вплив модифікуючих добавок на міцність на розтяг при згині цементно-піщаного розчину:

- 1 - а: МК=5%(Ц); б: СП=0,1%(Ц)  
в: МК=5%(Ц)+СП=0,1%(Ц);  
2 - а: МК=15%(Ц); б: СП=0,3%(Ц);  
в: МК=15%(Ц)+СП=0,3%(Ц);  
3 - а: МК=25%(Ц); б: СП=0,5%(Ц);  
в: МК=25%(Ц)+СП=0,5%(Ц).

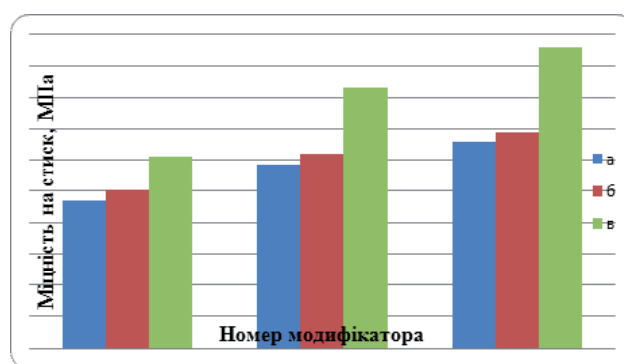


Рис. 2. Вплив модифікуючих добавок на міцність на стиск цементно-піщаного розчину:

- 1 - а: МК=5%(Ц); б: СП=0,1%(Ц)  
в: МК=5%(Ц)+СП=0,1%(Ц);  
2 - а: МК=15%(Ц); б: СП=0,3%(Ц);  
в: МК=15%(Ц)+СП=0,3%(Ц);  
3 - а: МК=25%(Ц); б: СП=0,5%(Ц);  
в: МК=25%(Ц)+СП=0,5%(Ц).

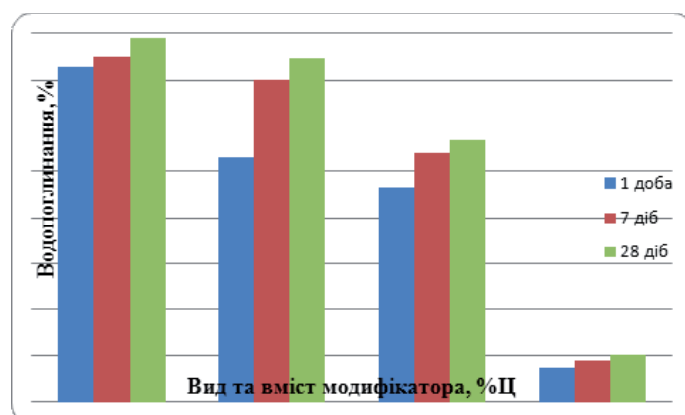


Рис. 3. Вплив модифікуючих добавок на водопоглинання цементно-піщаних розчинів

#### Бібліографія

1. О.В. Коваленко. 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. 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.

3. Бриков О.С. Ультрадисперсні кремнезему в технології бетонів: навчальний посібник / О.С. Бриков. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2009. – 27с.

4. Коваленко О.В. Вплив порошкового полікарбоксилатного суперпластифікатора Сіка ВіскоКрет 225 на властивості цементно-піщаного / О.В. Коваленко, А.О. Агеев //Меліорація і водне господарство.–2014.–Вип.101.–С.342-343.

*Приведены результаты исследований физико-механических и физических свойств цементно-песчаных растворов, модифицированных комплексной органо-минеральной добавкой-модификатором микрокремнезем Elkem Misrosilisa - порошковый поликарбоксилатный суперпластификатор Sika ViscoCrete 225 для ремонта и восстановления железобетонных гидротехнических сооружений водохозяйственно-мелиоративного комплекса.*

*Results of investigations of physical-mechanical and physical properties of cement-sand mortar, modified with complex organic-mineral supplement modifier fume Elkem Misrosilisa - powder polycarboxylate superplasticiser Sika ViscoCrete 225 for the repair and restoration of concrete hydraulic structures Water Management and reclamation complex.*