

УДК 691.175:666.96+541.1

*Суханевич М.В., доцент, Зоріна А.Д., студентка,
Протаковський В., студент
Київський національний університет будівництва і
архітектури, КНУБіА, м. Київ, Україна*

ЕЛАСТИЧНІ ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНІ ПОКРИТТЯ НА ОСНОВІ КОМПОЗИЦІЙНИХ ЦЕМЕНТІВ

ВСТУП

Традиційно прийнято для гідроізоляції бетонних та залізобетонних споруд використовувати комплекс матеріалів, не обмежуючись одним типом, оскільки процес надання конструкції водонепроникності вимагає вирішення багатоступеневої задачі з поетапним виконанням робіт по її герметизації різними типами матеріалів. Ось чому відомі виробники гідроізоляційних матеріалів на цементній основі мають в своєму асортименті від двох і більше типів гідроізоляційних сумішей.

Один з нових видів гідроізоляційних покриттів був розроблений спеціально для конструкцій, що зазнають динамічних навантажень з утворенням тріщин, які знижують цілісність та водонепроникність споруди. Це еластичні покриття, що складаються з двох компонентів – сухої частини (цементно-піщаної складової) та рідкої (розчину полімеру). У якості полімерного розчину здебільшого застосовують водні дисперсії полімерів - латекси синтетичних каучуків та поліакрилатні дисперсії.

Полімерні в'язучі речовини істотно відрізняються від мінеральних завдяки високій еластичності, гнучкості, адгезії до різних матеріалів, в тому числі, штучних заповнювачів. Перевагою полімерних речовин при створенні ефективних гідроізоляційних матеріалів є їхня висока водостійкість і хімічна стійкість в неорганічних та органічних середовищах. При цьому існує можливість варіювати в широких межах швидкістю і умовами тверднення полімерних в'язучих за рахунок введення полімерних модифікаторів та неорганічних наповнювачів.

МЕТА РОБОТИ

Метою даної роботи є розробка рецептури та дослідження експлуатаційних властивостей двокомпонентних гідроізоляційних покриттів підвищеної еластичності на основі композиційних цементів та стирол-акрилових дисперсій різного складу.

Використання у якості в'язучої речовини гідроізоляційних покриттів композиційних цементів, що містять відходи виробництва – золи та шлаки, дозволить покращити експлуатаційні властивості матеріалів за рахунок направленої формування у складі продуктів гідратації низькоосновних гідросилікатів кальцію, що зумовлюють підвищену довговічність матеріалів.

Застосування стирол-акрилових водних дисперсій у якості рідкого компонента підвищить еластичність покриттів, що є актуальним для захисту бетонних конструкцій, які експлуатуються в умовах вібраційних навантажень, утворення тріщин та інших динамічних впливів, та адгезію до бетонної основи в різних умовах експлуатації.

Враховуючи зазначене необхідно дослідити ефективність сумісної роботи полімерних розчинів та композиційних (шлако-золемістких) цементів і визначити оптимальне співвідношення компонентів цементної матриці (цемент-шлак-зола) та вид і кількість стирольного полімеру, що традиційно використовуються в технології будівельних сумішей для еластичних гідроізоляційних покриттів.

МЕТОДИ І ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У якості сировинних матеріалів в дослідженнях використовували портландцемент марки ПЦ-І М 500, золу-винесення Бурштинської ТЕС, доменний гранульований шлак Криворізького металургійного комбінату, стирол-акрилові дисперсії різного складу та кварцовий пісок (фракція <0,63 мм).

Склад композиційного цементу змінювали шляхом введення до портландцементу різної кількості меленого доменного гранульованого шлаку та золи-винесення (від 10 до 30 % за масою).

З метою створення еластичних гідроізоляційних матеріалів до композиційних цементів додавали стирол-акрилові дисперсії виробництва концерну DOW (США), характеристики яких наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Властивості стирол-акрилових дисперсій UCAR

Найменування властивостей	UCAR R 161E	UCAR Latex XZ 91930
Вміст твердих речовин, %	56,0	49,0
Вміст стиролу, %	30,0	35,0
Вміст акрилового полімеру, %	70,0	65,0
pH	8,0	8,0
В'язкість, мПа*с	200-1200	150
Мінімальна температура плівкоутворення, °C	< 1	<5
Розмір частинок, нм	160	120

Сушу сировинну суміш для одержання гідроізоляційних покриттів готували змішуванням компонентів в'язучої речовини і піску у співвідношенні 1:1,1. Кількість латексу підбирали виходячи з необхідності одержання рухомих сумішей, що легко наносяться на поверхню бетону і мають достатню розтічність. З урахуванням цих вимог полімерцементне відношення встановлювали на рівні П/Ц=0,30...0,35.

Міцність при згині цементно-піщаних розчинів визначали на зразках 1x1x6 см у віці 28 та 90 діб після твердіння в нормальних умовах з використанням приладу Міхаеліса.

Покриття, нанесене на цементно-піщану основу товщиною 2-3 мм, витримували 3 доби у воді, потім 3 доби на повітрі, а далі випробовували на капілярне водопоглинання, що є показником гідроізоляційних властивостей, з використанням трубки Карстенса.

Еластичність покриттів товщиною 1-2 мм у віці 7 діб визначали згинанням на брусах різного діаметру і оцінювали за відсутності видимих тріщин і ушкоджень на зразках за ДСТУ Б.В.2.7-126:2011.

Дослідження мікроструктури штучного каменя виконували з використанням електронного мікроскопу.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В попередніх роботах розроблено та досліджено властивості ефективних гідроізоляційних покриттів по бетону на основі композиційних в'язучих речовин: гідроізоляційних покриттів проникної дії [1,2] та штукатурних гідроізоляційних покриттів [3]. З метою розширення номенклатури гідроізоляційних матеріалів проведено експерименти по створенню двокомпонентних еластичних покриттів на основі композиційних цементів, результати яких представлені в даній статті.

В результати дослідів було підібрано та оптимізовано склад цементної матриці, яка замішувалась водними дисперсіями різних полімерів (латексу R161E та латексу XZ91930), у двокомпонентній полімерцементній системі з використанням двофакторного трирівневого методу планування експерименту. У якості змінних факторів було обрано кількість золи-винесення

($X_1 = 10, 20, 30\%$) та кількість шлаку ($X_2 = 10, 20, 30\%$), решту складав портландцемент ПЦ-I 500. Функціями відгуку (Y) виступали міцність при згині зразків у віці 28 діб, капілярне водопоглинання покриттів, нанесених на бетонну основу, та еластичність зразків.

Графічна інтерпретація результатів впливу сировинного складу цементної матриці на фізико-механічні властивості матеріалу у вигляді ізопараметричних діаграм зміни міцності при згині, капілярного водопоглинання та еластичності зразків наведено на рисунках 1,2 та 3.

Оскільки для гнучких матеріалів показник міцності при стиску не є визначальним та характерним, у якості функції відгуку було обрано міцність зразків при згині для визначення ефективного співвідношення компонентів у складі композиційного цементу. Досліджували зразки у віці 28 діб, графічну інтерпретацію результатів випробувань яких наведено на рисунку 1.

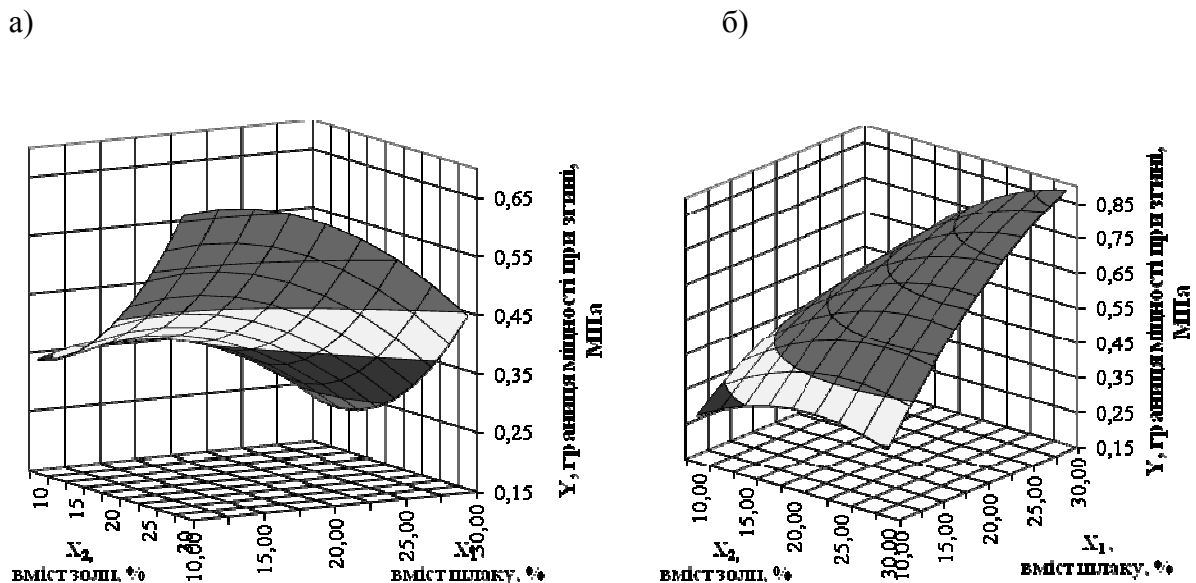


Рисунок 1. Ізопараметричні діаграми зміни міцності при згині на 28 добу твердіння зразків на основі латексу R161E (а) та латексу XZ91930 (б)

Аналіз діаграм зміни міцності при згині цементно-полімерних зразків свідчить про істотний вплив співвідношення компонентів у складі в'язучої речовини, причому збільшення вмісту золи-винесення стає більш чутливим в поєднанні з латексом R 161 (рис.1, а), а вміст шлаку- в системі з латексом XZ91930 (рис.1,б). Однак абсолютні показники міцності при згині залишаються в межах 0,5-0,8 МПа та не перевищують 1 МПа. Відмічено, що більшою міцністю характеризуються цементно-полімерні зразки на основі латексу XZ91930 (рис.1,б).

Дослідження зразків на міцність при стиску не дозволили отримати позитивні результати, оскільки вони були досить пластичні, не крихкі і не руйнувалися з фіксацією граничного руйнівного навантаження. Отримані дані свідчать про достатню пластичність двокомпонентних систем, що містять стирол-акрилові водні дисперсії.

Визначення водонепроникності покриттів, нанесених на бетонні зразки, проводили з використанням трубки Карстенса: капілярне водопоглинання поверхні визначали через 28 годин після початку випробування.

Результати дослідів, наведених на рис.2, свідчать про повну водонепроникність покриттів на основі латексу R161E та вмісту золи 17-22% і шлаку 17,5-25% в складі композиційного цементу. Для складу на основі латексу XZ91930 спостерігається понижене водопоглинання при наступному співвідношенні компонентів в цементній матриці: зола 20-22%, шлак -13-16%, решта – портландцемент.

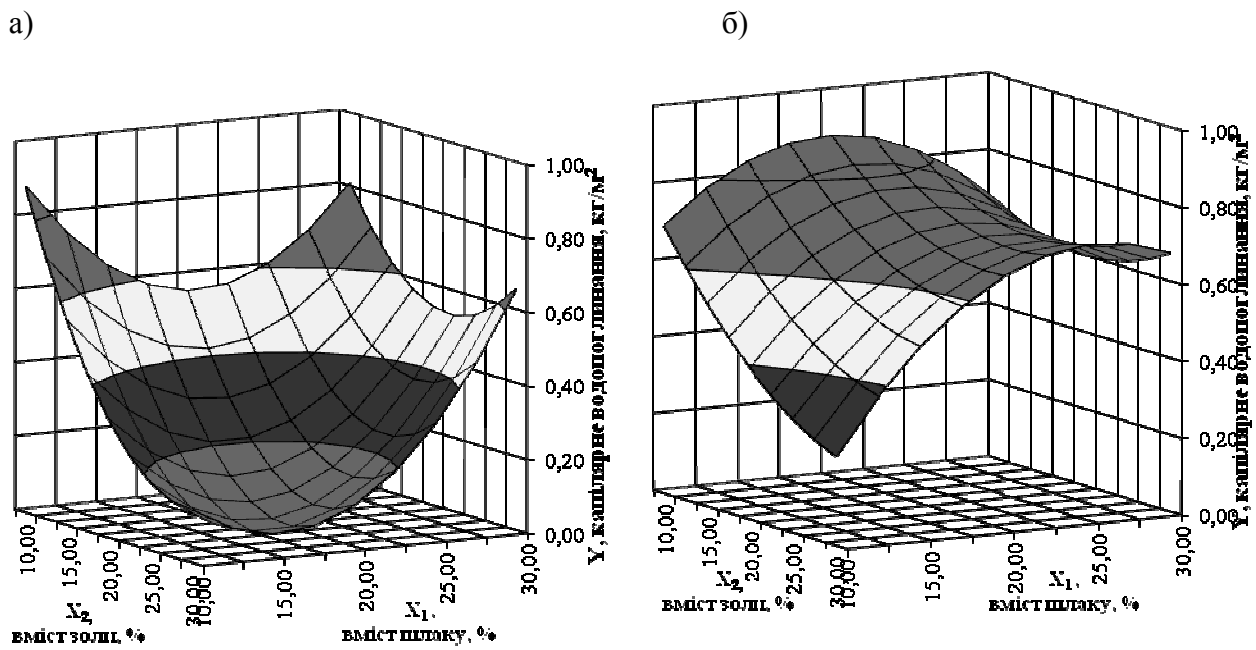


Рисунок 2. Ізопараметричні діаграми зміни капілярного водопоглинання зразків на основі латексу R161E (а) та латексу XZ91930 (б)

Оскільки водні речовини полімерів утворюють пружні прошарки між зернами кристалічних новоутворень мінерального в'язучого матеріалу, адсорбуючись на поверхні частинок заповнювача, то наявність кулькоподібних дисперсних частинок золи в складі в'язучого підсилює дію полімеру у напрямку кольматації пор, зниження водопоглинання і водонепроникності матеріалу. Цим обумовлено достатньо високий вміст золи у складі цементної системи [4]. Вміст шлаку в системі суттєво не впливає на водопоглинання покриттів при використанні різних видів латексів і становить біля 20%

Визначення еластичності тонкошарових покриттів проводили шляхом механічного вигину на брусах різного діаметра та візуальної фіксації тріщин та розривів на поверхні. За результатами дослідів (рис.3) зроблено висновок про можливість отримання еластичних покриттів з достатньо високою міцністю при згині та низькому капілярному водопоглинанні для двокомпонентних гідроізоляційних покриттів на основі стирол-акрилової латексної дисперсії R161E. Оптимальне співвідношення компонентів в цементній матриці має бути наступним: шлак 25-30%, зола- 15-22%, решта - портландцемент. Еластичність зразків при такому складі в'язучої речовини знаходить в межах, передбачених нормативними документами – не вище 20 мм, а може бути ще нижче (рис.3,а). Досліди показали, що використання стирол-акрилової латексної дисперсії XZ91930 не дозволяє отримати достатньо еластичні зразки покриттів, проте показники міцності при згині та водопоглинання мають задовільні значення (рис.3,б).

На фотографіях, виконаних з використанням електронного мікроскопа (рис.4,а), видно, що полімерна речовина повністю покриває складові штучного каменя - гідратні новоутворення, зерна золи, цементу, дрібного заповнювача (рис.4,а), утворюючи єдину систему з пружними прошарками між кристалічними складовими мінерального в'язучого. Полімерна речовина адсорбується на поверхні частинок заповнювача, збільшуючи міцність при згині та деформативні властивості покриття завдяки високій адгезії.

В той же час на зразках цементно-полімерного матеріалу на основі латексу XZ91930 (рис.4,б) чітко видно наявність полімерних волокон, що розташовані між новоутвореннями у вигляді волокнистих скупчень. Вони, вирогідно, заповнюють внутрішній простір і дозволяють підвищити водонепроникність системи, але еластичність покриттів при цьому не збільшують.

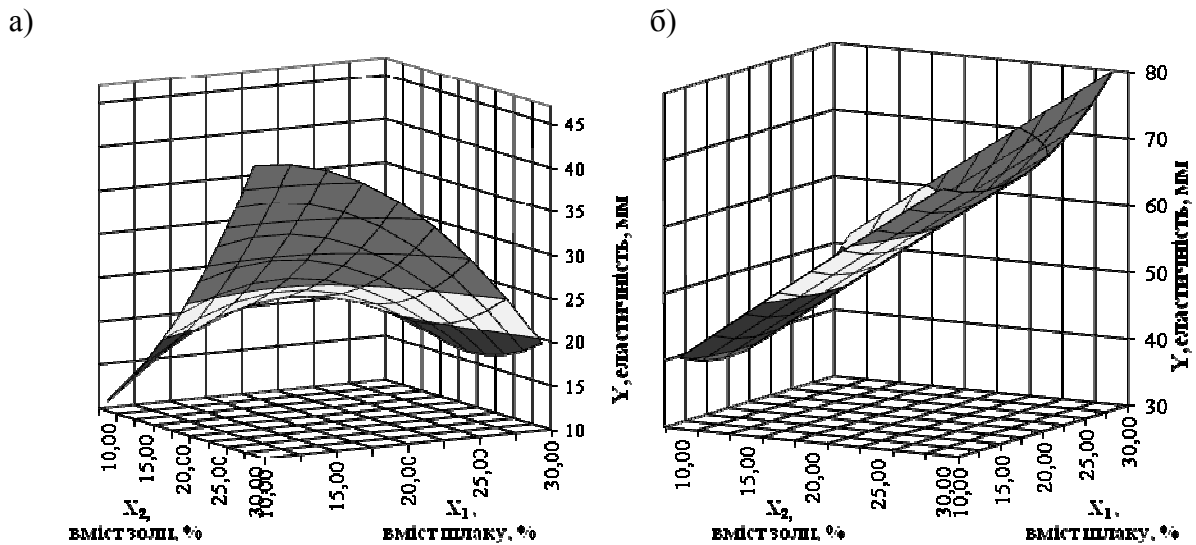


Рисунок 3. Ізопараметричні діаграми зміни еластичності зразків на основі латексу R161E (а) та латексу XZ91930 (б)

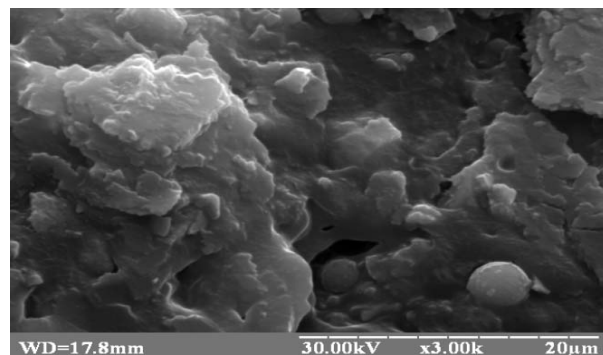
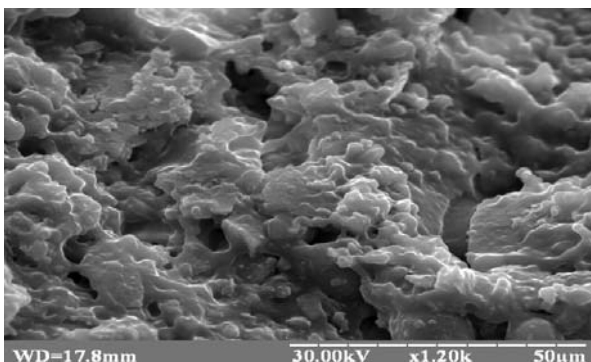
Можливо, має сенс використовувати латекси XZ91930 для створення гідроізоляційних покриттів ГІ1 та ГІ5, де основною вимогою є водонепроникність та міцність при стиску. Крім того, завдяки низькій в'язкості та малому розміру частинок (до 120 нм) стирол-акрилатна дисперсія XZ91930 придатна для створення покриттів проникної дії, але її слід розводити водою для зниження витрати та загальної вартості суміші.

Оптимальний склад розробленого гідроізоляційного еластичного покриття дослідили згідно вимог ДСТУ Б В.2.7-126:2011 до гідроізоляційних сумішей групи ГІ2 та виявили, що за основними показниками вони відповідають вимогам нормативного документа.

Так, термін придатності знаходиться в межах 120-130 хвилин, міцність зчеплення з бетонною основою в повітряно-сухих умовах складає 0,8 МПа, після змочування водою- 0,72 МПа, еластичність при згині – 18 мм, водонепроникність за 24 години у віці 7 діб – 0,2 МПа.

Розроблені гідроізоляційні двокомпонентні розчини можуть бути використані при влаштуванні гідроізоляції стін підвалів житлових та громадських будівель, а саме стиків та місць примикання стіна-підлога, стіна-стеля. Використання композиційної в'язучої речовини в складі двокомпонентної будівельної суміші дозволить заощаджувати матеріально-енергетичні ресурси, в тому числі знизити витрати портландцементу до 40-60 %, та отримати покриття підвищеної довговічності.

а)



б)

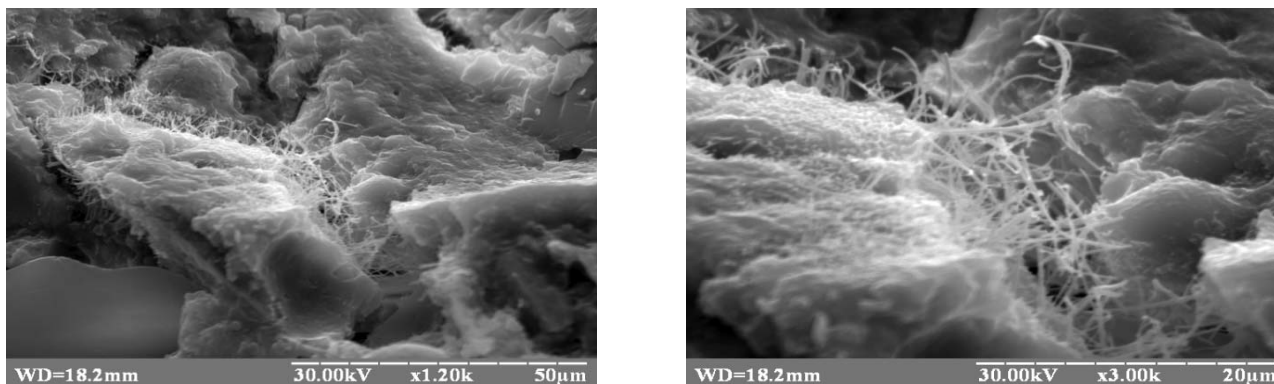


Рисунок 4. Фотографії поверхні сколу штучного каменя оптимального складу на основі латексу R161E (а) та латексу XZ91930 (б) при різному збільшенні: x1200, x3000

ВИСНОВКИ

Розроблено еластичні гідроізоляційні розчини для бетонних конструкцій на основі композиційних цементів. Оптимальний склад в'язучої речовини містить 50-55 % портландцементу, 15-22 % золи-винесення, 25-30% шлаку.

Визначено, що найбільш ефективними для композиційних цементних систем є використання у якості полімерного компонента стирол-акрилатної дисперсії R161E. Розроблене гідроізоляційне двокомпонентне покриття характеризується величиною капілярного водопоглинання $-0,02 \text{ кг/м}^2$ та високою еластичністю при згині - 18 мм, міцністю зчеплення з бетонною основою в повітряно-сухих умовах 0,8 МПа, після змочування водою- 0,72 МПа, водонепроникністю за 24 години у віці 7 діб – 0,2 МПа.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гідроізоляційні покриття проникної дії з покращеними експлуатаційними властивостями /Пушкарьова К.К., Суханевич М.В., Бондар К.К.// Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди, з.н.п., вип. 22, Рівне.- 2011.- С. 125-131.
2. Покращення експлуатаційних властивостей бетонних споруд за рахунок використання гідроізоляційних матеріалів /Пушкарьова К.К., Суханевич М.В., Бондар К.В. // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка.- вип.44.- 2012.- С 10-14.
3. Вплив полімерних добавок на фізико-механічні властивості гідроізоляційних покриттів/ Пушкарьова К.К., Суханевич М.В., Бондар К.В.// Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка.- вип.45.- 2012.- С 110-117.
4. Полимерные композиционные материалы в строительстве./ Соломатов В.И., Бобрышев А.Н., Химлер Н.Г. //- М.: Химия, 1988. -309 с.