

ВПЛИВ ВОЛОГОВТРАТ РЕМОНТНОГО МАТЕРІАЛУ НА ЙОГО ДЕФОРМАЦІЙНУ СУМІСНІСТЬ З МАТЕРІАЛОМ КОНСТРУКЦІЇ

Зінкевич А.М.*, Пшінько О.М.*, Савицький М.В.**

*Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту

**Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

В багатьох галузях рівень фізичного зносу основних фондів, в значній мірі представлених залізобетонними конструкціями, досяг критичного рівня, при якому спостерігається неконтрольований ріст аварій та аварійних ситуацій.

З вичерпанням ресурсу залізобетонних конструкцій, підтримка їх працездатності і ремонт виходять на головні позиції в проектуванні та будівельній галузях.

На сьогоднішній день на ринку представлена широка гама ремонтних технологій та систем вітчизняного та закордонного виробництва. Матеріали для ремонту залізобетонних конструкцій представлені в значній мірі полімерними та модифікованими цементними композиціями. Правильний вибір ремонтної системи, дотримання технології ремонту та правил експлуатації, являються запорукою надійної та довговічної служби конструкції.

Основним фактором, що впливає на вибір ремонтної системи, являється сумісність ремонтного матеріалу та матеріалу конструкції, що визначається як рівновага фізичних, хімічних, електрохімічних, та деформативних характеристик. Сумісність забезпечує здатність конструкції після ремонту витримувати всі напруження, викликані зміною об'єму, хімічними та електрохімічними впливами без пошкоджень протягом визначеного періоду експлуатації [1]. До основних видів сумісності можна віднести наступні: деформаційна, адгезійна, хімічна, конструктивна та механічна, сумість за проникністю.

Одною з найбільш суттєво впливаючих на довговічність ремонту вимог до ремонтної системи можна вважати здатність відремонтованої ділянки витримувати зміну об'єму без втрати адгезії – тобто деформаційну сумісність.

Порушення деформаційної сумісності матеріалів, викликане надлишковими усадковими деформаціями або надлишковими деформаціями розширення в матеріалах з компенсацією усадкових деформацій, може призвести до появи дотичних напружень в зоні контакту, при досягненні критичного рівня спричинюючих руйнування контакту між матеріалами (втрата адгезії) або шару ремонтного матеріалу (поява тріщин), в залежності від величин адгезійної міцності та міцності ремонтного матеріалу на розтяг. Також необхідними умовами деформаційної сумісності є близькість модуля пружності та коефіцієнта термічного розширення ремонтного матеріалу до аналогічних характеристик бетону конструкції, що підлягає ремонту.

Виходячи з вище сказаного, найбільш оптимальними можна вважати ремонтні системи на основі модифікованих цементних композицій з компенсацією усадкових деформацій, що по всіх параметрах близькі до матеріалу конструкцій – бетону.

Розглядаючи об'ємні деформації, необхідною умовою деформаційної сумісності ремонтного матеріалу являється стабільність його об'єму протягом часу. Більшість фірм - виробників ремонтних матеріалів регламентують їх безусадковість, проте, згідно огляду приведеному в [1], з 46 випробуваних матеріалів канадського виробництва тільки один показав невеликий рівень розширення у віці 30 діб, тоді як усадкові деформації 15% матеріалів були близькими до деформацій конструкційного бетону (0,05% у віці 30 днів), для більш ніж 50% випробуваних матеріалів усадкові деформації склали 0,10% і більше, а для деяких матеріалів – 0,25%.

Така розбіжність між регламентованими та фактичними характеристиками матеріалу можливо пояснюється невідповідністю методів та режимів випробувань матеріалів реальним

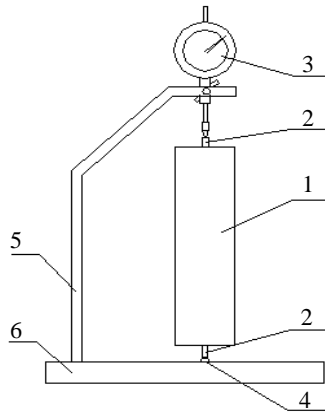


Рис. 1. Пристрій для вимірювання лінійних деформацій зразків:
1-зразок матеріалу; 2-репери; 3-індикатор годинникового типу;
4-кулькова опора; 5-штатив для кріплення індикатора; 6-опорна плита.

умовам роботи матеріалу, зокрема вологісного режиму (витримування в воді в лабораторних умовах та робота при інтенсивному відборі вологи на практиці).

В даній роботі розглядається залежність усадкових деформацій від вологовтрат.

Експериментальні дослідження усадкових деформацій проводились по методиці [2], де-що змінений для випробування цементних композицій. Для кожного типу матеріалу використовувались зразки 40x40x160 мм, одна серія з модулем поверхні $m=1,125$ (повністю відкрита для висихання поверхня), інша з модулем поверхні $m=0,125$ (гідроізолюваний зразок з частково відкритими для висихання торцевими поверхнями).

Контролювались протягом часу за зміною маси вологовтрати зразків та абсолютні лінійні деформації зразків з приведенням їх до відносних. Лінійні деформації вимірювались за допомогою пристрою, зображеному на рис. 1.

В якості розширюючих додатків в цементні композиції використовувались два типи матеріалів: розширюючий цемент (РЦ) та алюмінатний додаток з гіпсом (АД).

Дослідження проводились в два етапи. На першому аналізувались лінійні деформації цементних паст з розширюючими додатками. На другому етапі – деформації композицій з додатковим введенням комплексного модифікатора (КМ), що включає суперпластифікатор, мікрокремнезем та інші домішки. На обох етапах для порівняння величини лінійних усадкових деформацій розглядались відповідні матеріали без вмісту розширюючих додатків. В усіх випадках водотверде відношення було рівним $V/T=0,4$.

Залежності зміни усадкових деформацій та вологовтрат цементних паст та модифікованих композицій протягом часу приведені на рис. 2, 3.

При використанні вищевказаних розширюючих додатків компенсація усадкових деформацій відбувається за рахунок утворення трьохсульфатної форми гідросульфоалюмінату кальцію $[3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot (30-32)H_2O]$ – еtringіту.

Інтенсивне висихання матеріалу супроводжується значними усадковими деформаціями, в той час як матеріал, що працює при незначних вологовтратах є безусадковим або виявляє деформації розширення.

В початковий період твердіння (2-3 доби), навіть при інтенсивному відборі вологи до 20-25% (для зразків з модулем поверхні $m=1,125$), спостерігається практично повна компенсація усадкових деформацій або незначний рівень останніх, що спричинене випаровуванням води з великих пор та капілярів, при утворенні незначної величини осмотичного тиску. Подальший перерозподіл вологи в камені приводить до відбору води з більш тонких пор та капілярів, в результаті чого зростає інтенсивність капілярних сил, які перевищують компенсуючу здатність. Зростання величини усадкових деформацій можливе також в результаті зменшення інтенсивності утворення еtringіту при зменшенні вмісту води.

Додаткове зростання величини усадкових деформацій спричинюється також частковою втратою гідратної води гідроалюмінатами кальцію C_3AH_{12} із зниженням її вмісту до (10-8)

H_2O , а також води, що міститься в кристалічній решітці деяких гідросилікатів кальцію. Тому, з метою зменшення усадкових деформацій, викликаних втратою гідратної води, найбільш раціональним є застосування матеріалів, твердіння яких супроводжується міцним зв'язуванням максимальної кількості води при помірній контракції, і як наслідок, значним ростом утвореної твердої фази порівняно з об'ємом вихідної твердої фази [3].

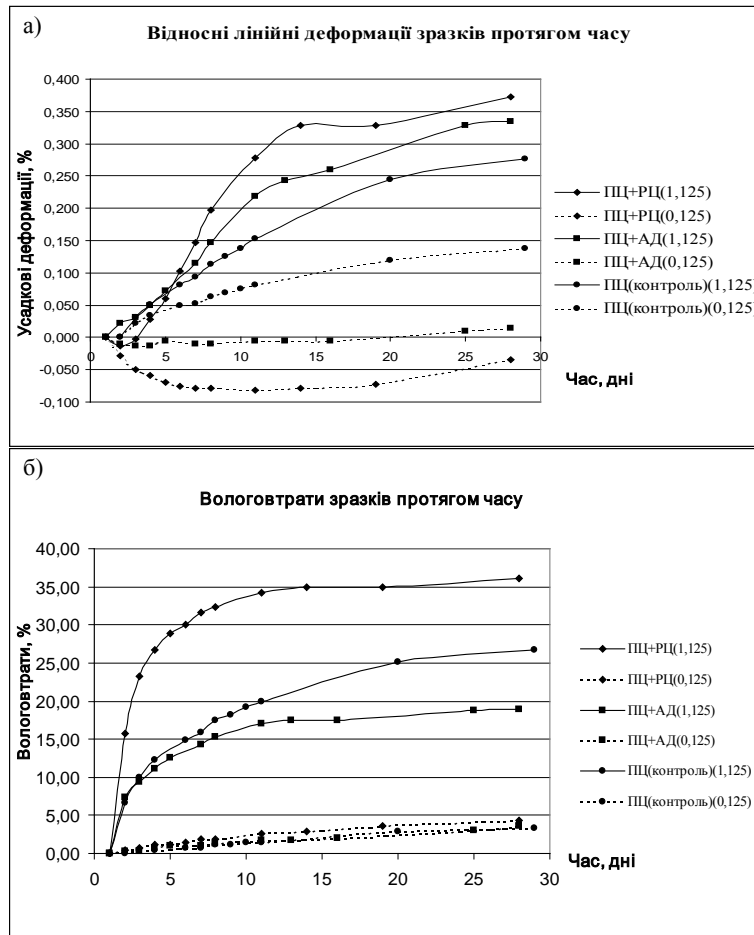


Рис. 2. Залежності зміни усадкових деформацій (а) та вологовтрат (б) цементних паст протягом часу

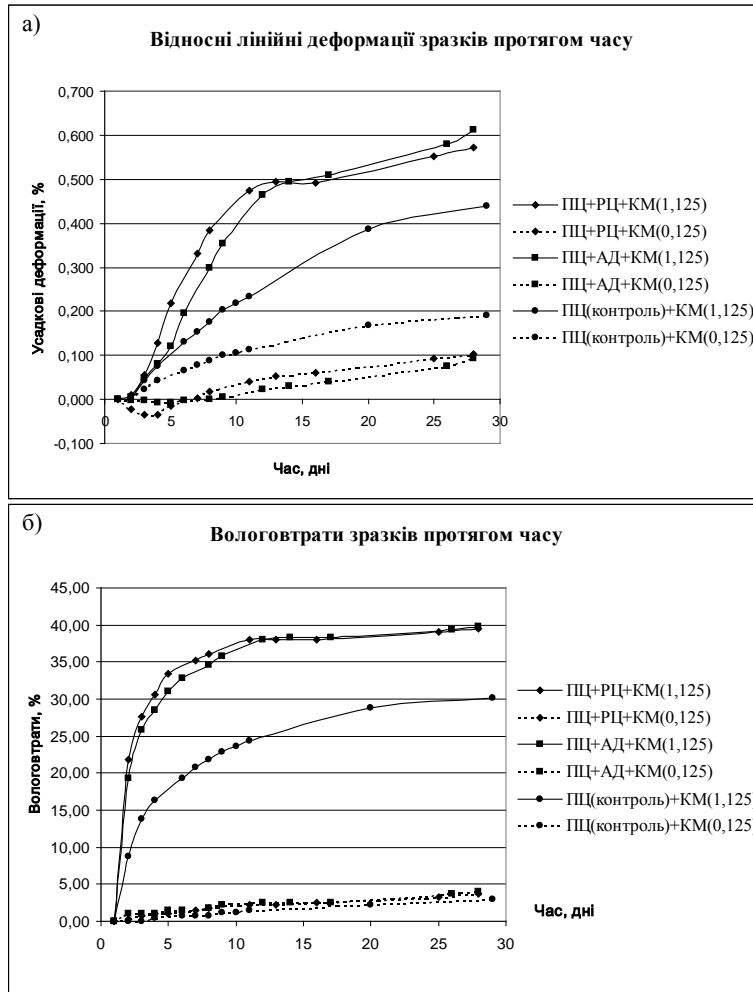


Рис. 3. Залежності зміни усадкових деформацій (а) та вологовтрат (б) модифікованих композицій протягом часу

При порівнянні величин усадкових деформацій зразків з модулем поверхні $m=1,125$, композиції з вмістом розширюючих додатків відзначаються більшими деформаціями, що можливо спричинене їх більшою водопотребою та меншим водовідділенням. Наявність надлишкової, зв'язаної в різних формах води, при подальшому інтенсивному випаровуванні є причиною надлишкових усадкових деформацій.

В присутності комплексного модифікатора, розчинений гідроксид кальцію зв'язується мікрокремнеземом з утворенням гідросилікатів кальцію, що призводить до зменшення концентрації $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в розчині і як наслідок, виникнення переважно односульфатної форми гідросульфоалюмінату кальцію $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{CaSO}_4\cdot 12\text{H}_2\text{O}$. При зниженні концентрації CaO менше $0,027$ г/л в водному розчині, трьохсульфатна форма може розкладатись [3]. Такі процеси призводять до зменшення компенсуючої здатності і до збільшення усадкових деформацій порівняно з немодифікованими пастами (рис. 3).

Для цементних композицій з компенсацією усадкових деформацій, що перебували в умовах інтенсивного висихання, ймовірно подальше відновлення реакцій з утворенням еtringіту при надходженні вологи ззовні, що може призвести до появи значних внутрішніх напружень та руйнування матеріалу. Як приклад можна розглядати композиції з компенсацією усадкових деформацій, призначені для роботи в сухих умовах. При виникненні аварійних ситуацій (в водопровідній системі та ін) відбувається їх водонасичення, що призводить до активізації залишку еtringітутворюючих фаз і як наслідок - руйнування матеріалу.

З вищенаведеного випливає, що забезпечення надійної та довговічної роботи ремонтної системи та конструкції в цілому можливе тільки при застосуванні системного підходу з врахуванням всіх факторів, здатних вплинути на якість ремонту на стадіях проектування, виробництва робіт та експлуатації.

Список використаних джерел

1. Morgan D.R. Compatibility of concrete repair materials and systems // Construction and Building Materials, 1996, Vol.10, No.1.- PP.57-67.
2. Методические рекомендации по исследованию усадки и ползучести бетона / НИИЖБ Госстроя СССР. – Москва, 1975. – 117с.
3. Минеральные вяжущие вещества: (технология и свойства). Учебник для вузов / А.В. Волженский, Ю.С. Буров, В.С. Колокольников.- 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1979. – 476 с.
4. Пшинько А.Н., Савицкий Н.В., Зинкевич А.Н., Савицкий А.Н., Чернец С.А. Методология и практика разработки систем для ремонта железобетонных конструкций. // Рациональные энергосберегающие конструкции, здания и сооружения в строительстве и коммунальном хозяйстве: Сб. научн. тр. Международной научн.-практ. конф. Белгород.-2002.-Ч.1-С179-184.

Реферат:

УДК 69.059.7

Вплив вологовтрат ремонтного матеріалу на його деформаційну сумісність з матеріалом конструкції / Зінкевич А.М., Пшінько О.М., Савицький М.В. // Сб. науч. тр.: ; Вып. № - Дн-ск: ПГАСиА, 2002.- С.....

В статті зазначаються основні фактори, що впливають на вибір ремонтної системи - зокрема деформаційна сумісність ремонтного матеріалу з матеріалом залізобетонної конструкції. Розглядається залежність лінійних деформацій, однієї з основних умов деформаційної сумісності матеріалу, від вологовтрат протягом часу.