

Процеси самообезводнення модифікованих цементуючих систем

Ірина Кіракевич

Кафедра автомобільних шляхів, Національний університет "Львівська політехніка", УКРАЇНА, м.Львів,
вул.С.Бандери, 12, E-mail: kirakevych@gmail.com

Abstract – The mass change and w/c ratio Portland cement pastes at normal and air dry conditions of hardening was investigated.

Ключові слова – портландцемент, водоцементне відношення, цементний камінь, самообезводнення, міцність, гідратація, тужавіння, структуроутворення.

I. Вступ

При монолітному бетонуванні однією з найважливіших властивостей бетонної суміші є її підвищена рухливість, що зумовлено особливостями технології її транспортування і укладання, а також необхідністю бетонування густоармованих конструкцій. В цьому плані значний практичний інтерес представляє використання і дослідження модифікованих портландцементних систем.

Методи випробування портландцементів згідно євростандарту EN 196 в більшій мірі відповідають вимогам монолітного бетонування, що призводить до необхідності дослідження впливу таких технологічних факторів як В/Ц і рухливість цементно-піщаних розчинів на фізико-механічні властивості портландцементів [1, 2].

II. Постановка проблеми

Необхідною умовою для тверднення портландцементних систем є наявність вологи і сприятливої температури [3]. Свіжовкладений бетон містить більше води, ніж необхідно для повної гідратації цементу, проте в більшості випадків у виробничих умовах вже в початковій терміні тверднення значна кількість води втрачається в зв'язку з випаровуванням, що призводить до недоборів міцності, збільшення пористості та погіршення експлуатаційних характеристик будівельного матеріалу.

У зв'язку з цим, доцільно дослідити зміну міцності портландцементного каменю, що тверднув у нормальних та повітряно-сухих умовах. Згідно [4], випаровування надлишку води замішування призводить до суттєвого спаду міцності портландцементного каменю при твердненні зразків у повітряно-сухих умовах. Так, зразки, які тверднули в таких умовах, набирають 48-70% міцності зразків, що тверднули в нормальних умовах. При цьому цементний камінь з В/Ц=0,3 характеризується на 32% вищою міцністю порівняно з каменем з В/Ц=0,5.

III. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Згідно [4, 5], зміна В/Ц від 0,3 до 0,5 спричиняє збільшення відстані між цементними зернами майже у 2 рази. При цьому, чим більша відстань між

цементними зернами, тим пізніше настає початок та кінець тужавіння. Як показали результати досліджень, підвищення В/Ц від 0,3 до 0,4 спричиняє відтягування початку тужавіння на 1,5 год, для тіста з В/Ц = 0,5 початок тужавіння відтягується до 6 год 15 хв. При випробуванні цементного каменю з В/Ц=0,3 у віці 2-х діб встановлено, що він характеризується в 5 раз вищою міцністю, ніж цементний камінь з В/Ц=0,5. Суттєве зменшення міцності цементного каменю із збільшенням водоцементного відношення спостерігається і в подальші терміни тверднення. Міцність цементного каменю з В/Ц=0,5 у віці 28-діб є в 1,7 рази меншою порівняно з цементним каменем з В/Ц=0,3.

У процесі гідратації та тверднення портландцементу з різним В/Ц змінюється співвідношення між фазами: непрореагованим цементом, новоутвореними гідратами, водою та порами. Так, при повній гідратації цементу зв'язується лише 20-25% води від маси цементу. Надлишок води випаровується з утворенням капілярних пор, які спричиняють зменшення показників міцності та погіршення його довговічності. На початку гідратації об'єм капілярних пор рівний кількості води замішування. По мірі протікання процесів гідратації вони заповнюються гідратними новоутвореннями.

IV. Експериментальні дослідження

З метою наближення до умов експлуатації цементних систем вивчення зміни маси та істинного В/Ц проводили на зразках цементного тіста 2x2x2 см (Ц:П=1:0) на основі портландцементу ПЦ-П/Б-К-400 ВАТ "Миколаївцемент".

Для вивчення процесів структуроутворення при твердненні портландцементу в повітряно-сухих та нормальних умовах при різному В/Ц визначали зміну маси зразків з часом тверднення. Дані експериментів показали, що найбільшої втрати маси цементний камінь зазнає в початковій терміні тверднення, що пов'язано з випаровуванням води відразу ж після замішування цементу з водою. Кількість води, що залишилася, є недостатньою для гідратації, тому з часом спостерігається зворотній процес адсорбції води та вуглекислого газу з повітря. Встановлено, що такий період у всіх зразків настає через 4 доби, у той час як адсорбція водяної пари та CO₂ повітря каменем з меншою пористістю спостерігається в віці 7 діб. При твердненні зразків у повітряно-сухих умовах процес адсорбції вологи в камені відбувається до 28 діб тверднення, а в камені в нормальних умовах тверднення цей процес настає в віці 14 діб, що пояснюється наявністю великої кількості капілярних пор у камені, через які мігрує волога.

Внаслідок нерівномірного розподілу вологісних та температурних деформацій за об'ємом, а також через обмеження деформацій зовнішніми зв'язками, їх поява супроводжується розвитком напружень. Тому в даній роботі проводили вивчення зміни маси зразків портландцементного каменю без добавок та з різною кількістю полікарбоксилату (0,25; 0,5 та 1,0 мас.%) з вихідним В/Ц=0,28 в різних умовах тверднення. Так, результатами досліджень встановлено (рис. 1), що значна пористість цементного каменю приводить до чималої міграції води крізь зразок матеріалу, а це в свою чергу – до зміни маси досліджуваних зразків-кубиків.

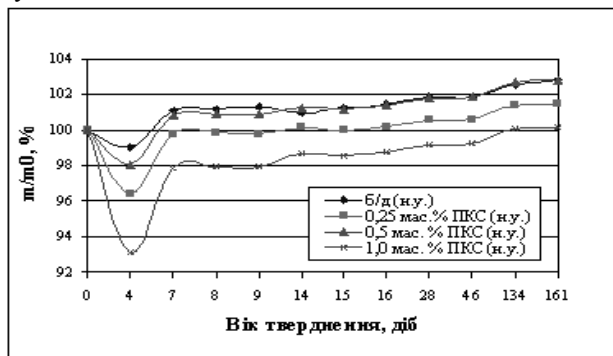


Рис. 1. Зміна маси зразків портландцементного каменю з часом у нормальних умовах тверднення

Чим вища пористість, тим нижча міцність цементного каменю, що зумовлює інтенсивніший вологообмін з навколишнім середовищем і тим слабший опір кристалічного зростку об'ємним змінам, що відбуваються в гелі, в результаті чого деформації зсідання зростають. Так, маса зразків-кубів портландцементного каменю 2x2x2 см в повітряно-сухих умовах тверднення зменшується у період до 4-ох дб та дещо зростає в період 28-ої доби (рис. 2).

При визначенні втрати маси встановлено, зразки з максимальною кількістю полікарбоксилату (1,0 мас.% ПКС) характеризуються найінтенсивнішими змінами маси в різних умовах тверднення через максимальну їх пористість.

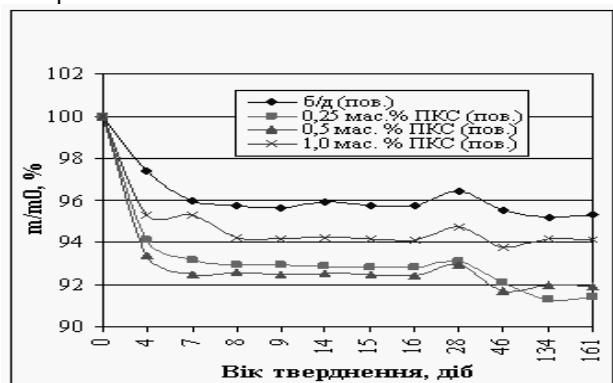


Рис. 2. Зміна маси зразків портландцементного каменю з часом у повітряно-сухих умовах тверднення

Визначення втрати маси зразків, гідратованих одну добу при температурі 600°C, зумовлену виділенням води замішування із зразка, дозволило встановити кількість цементу та істинне В/Ц у заданий період тверднення. На основі одержаних даних зміни маси зразків-кубиків розраховували значення істинного В/Ц в цементному камені з часом тверднення. Кінетика зміни усереднених значень істинного В/Ц в різних умовах тверднення свідчить, що в цементному камені, який тверднув у нормальних умовах, зниження водовмісту проходить у період до 4 дб, пізніше до 28 дб спостерігається незначний приріст. При вихідному В/Ц=0,28 втрата води становить 32,5% і проходить у період до 4 дб. Приріст водовмісту такого цементного каменю до 28 дб – 6,3%.

Слід відзначити, що у цементному камені в повітряно-сухих умовах тверднення зниження водовмісту складає 36,0% на 7 добу тверднення, в подальшому відбувається незначний приріст водовмісту на 2,6%. Суттєве зменшення водовмісту цементного каменю відбувається при твердненні в повітряно-сухих умовах, що складає особливу небезпеку при спорудженні монолітних конструкцій у літній період. Особливо значне зниження водовмісту проходить у камені з вихідним В/Ц=0,28 та максимальною кількістю добавки полікарбоксилатів (1,0 мас.% ПКС), що зумовлено наявністю великої кількості вільної незв'язаної води, яка швидко випаровується. Так, зниження водовмісту системи, що проходить у період до 7 дб, становить 40,4%, потім до 28 дб спостерігається незначний приріст на 1,2%.

ВИСНОВОК

Процес самообезводнення суттєво впливає на властивості високоякісного бетону, що отримується при відносно низьких водоцементних відношеннях. Механізм цього процесу суттєво впливає на кінетику реакції гідратації та усадочні деформації бетону.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Гоц В.І. Бетони і будівельні розчини. – К.: ТОВ УВПК, 2003. – 472 с.
- [2] Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. - М.: Технопроект, 1998. – 768 с.
- [3] Штark Й., Вихт Б. Цемент и известь / Пер. с нем. – А. Тулаганова. Под ред. П. Кривенко. Киев, 2008, 480 с.
- [4] Модифікатори нової генерації для бетонів / Саницький М. А. Позняк О. Р., Марущак У. Д. та ін.// Будівельні матеріали та вироб. – 2006. - №1 С. 5 – 7.
- [5] Високофункціональні бетони на основі модифікаторів нової генерації / М.А. Саницький, О.Р. Позняк, І.І. Кіракевич, Б.Г. Русин // Вісник Національного університету „Львівська політехніка”. „Теорія і практика будівництва”. – 2008. – №627, С. 191-197.