

**ВПЛИВ КОМПЛЕКСНОЇ АЛЮМОСИЛКАТНОЇ ДОБАВКИ
НА ПРОЦЕСИ СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ
КОРОЗІЙНОСТІЙКИХ ЦЕМЕНТНИХ КОМПОЗИЦІЙ**

А.С.Приймаченко¹, Л.О.Шейніч¹, К.К.Пушкарьова²

¹ *Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій»*

² *Київський національний університет будівництва і архітектури*

В роботах [1, 2] встановлена доцільність застосування в складі корозійностійких бетонів портландцементу ПЦІІ/А-Ш-400 та комплексної активної мінеральної добавки (КАМД), що складається з 75% золи та 25% метаксаоліну.

Метою роботи є вивчення особливостей процесів структуроутворення при твердінні корозійностійких бетонів, що містять портландцемент другого типу, модифікований комплексною алюмосилкатною добавкою вищенаведеного складу.

За допомогою рентгенофазового, диференційно-термічного та електронно-мікроскопічного аналізів досліджено процеси структуроутворення композицій на основі цементу ПЦІІ/А-Ш-400 з 15% КАМД і 1% суперпластифікатора РСЕ FK 63.30

Аналіз результатів рентгенофазового та диференційно-термічного аналізів гідратованого портландцементу показує, що після 28 діб твердіння у воді поряд з реліктовими дифракційними максимумами, які відносяться до безводних мінералів клінкеру, присутні дифракційні відображення портландиту та низькоосновних гідросилікатів кальцію CSH(V).

Аналіз даних диференційно-термічного аналізу проказує, що криві ДТА для композицій на основі портландцементу та портландцементу з добавкою 15% КАМД, що тверділи 28 діб у воді, майже однакові. Це свідчить про подібність продуктів гідратації в обох випадках. Але в той же час температури ефектів на 10...20⁰С вище при термічному аналізі портландцементу з добавкою КАМД. Це може бути пов'язано з тим, що композиції на основі портландцементу з 15% КАМД, вміщують також певну кількість рентгеноаморфних гідроалюмосилікатів. Утворення останніх підтверджується даними термогравіметричного аналізу. Кількість хімічно зв'язаної води для портландцементних композицій на 28 добу становить 15%, а для композицій, що містять

комплексну добавку – 18%. Дані рентгено-фазового та диференційно-термічного аналізів підтверджуються даними електронно-мікроскопічних досліджень.

Аналіз отриманих результатів показує, що в структурі композиції на основі портландцементу переважають сіткоподібні кристалічні новоутворення, які можна віднести до низькоосновних гідросилікатів. Крім того, присутні як довгі кристали, які можна віднести до низькоосновних гідросилікатів кальцію, так і короткі ромбічні, які можна віднести до гідрогеленіту $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Також, на цих фотографіях можна побачити пори, що свідчить про недостатньо щільну структуру каменю.

Аналіз результатів електронно-мікроскопічних досліджень поверхні сколу цементного каменю з 15% КАМД показав, що вона є більш щільною, ніж поверхня каменю без КАМД, та має більший вміст гідрогеленіту, ніж композиція без КАМД. Це повинно підвищувати стійкість бетону до корозії.

Після твердіння зразків протягом 0,5 року у воді та розчині сульфатної кислоти були проведені аналогічні дослідження.

Аналізуючи рентгенограми зразків цементного каменю (з комплексною алюмосилікатною добавкою та без неї), що тверділи у воді та у розчині сульфатної кислоти можна прийти до висновку, що вони є подібними. Але піки рентгенограм, що відносяться до продуктів гідратації зазначених композицій у віці 0,5 року, мають значно більшу інтенсивність, ніж піки рентгенограм, що відносяться до продуктів гідратації аналогічних зразків у віці 28 діб. Це свідчить про збільшення кількості продуктів гідратації та їх кристалізацію у часі. Особливо це стосується рентгенограми цементного каменю з КАМД по відношенню до рентгенограми цементного каменю без КАМД у віці 0,5 року. Це свідчить про те, що процеси гідратації портландцементу з КАМД протікають більш інтенсивно, ніж аналогічні процеси при твердінні цементу без зазначеної добавки. В такому випадку це повинно приводити до утворення значної кількості низькоосновних гідросилікатів кальцію CSH(B), що, згідно [3], характеризуються більшою стійкістю в агресивних середовищах, ніж високоосновні. Порівняння рентгенограм дозволяє відмітити можливість утворення в складі продуктів гідратації цементу з добавкою КАМД певної кількості гідроалюмосилікатів, що представлені твердими розчинами $\text{C}_2\text{ASH-CAS}_2\text{H}$, а саме можливо утворення: $2\text{CaO Al}_2\text{O}_3 \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$; $\text{CaO Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; $\text{CaO Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Аналізуючи дані диференційно-термічного аналізу зразків цементного каменю з алюмосилікатною добавкою та без неї, що

тверділи в розчині сульфатної кислоти протягом 0,5 року і порівнюючи їх з даними диференційно-термічного аналізу зразків аналогічного складу, що тверділи 28 діб, можна прийти до висновку, що результати ДТА зразків близькі та корелюють з даними рентгенофазового аналізу. Введення комплексної добавки до складу портландцементу сприяє інтенсифікації процесу гідратації та утворенню більшої кількості гідросилікатних та гідроалюмо-силікатних фаз, внаслідок чого за даними термогравіметричного аналізу кількість хімічно зв'язаної води досягає 28%, в той час як при гідратації контрольного складу портландцементу кількість хімічно зв'язаної води не перевищує 20%.

Слід звернути увагу на те, що на кривій ДТА цементного каменю з КМАД (після твердіння зразків протягом 0,5 року в розчині сульфатної кислоти) існує значно більший екзотермічний ефект в інтервалі температур 940...980⁰С ніж на ДТА кривій, що відповідає зразкам аналогічного складу, але у віці 28 діб. Такий ефект відсутній на кривих ДТА без комплексної алюмосилікатної добавки. Наявність такого ефекту характерна для низькоосновних гідросилікатів кальцію, які відрізняються більшою стійкістю в агресивних середовищах, ніж високоосновні сполуки.

Дані рентгенофазового та диференційно-термічного аналізів підтверджуються даними електронної растрової мікроскопії.

Згідно отриманим даним в структурі цементного каменю без модифікуючої добавки переважає дрібнокристалічна фаза, яка за своєю морфологією подібна до форми кристалів, що утворилися при твердінні портландцементу (протягом 28 діб) і яку можна віднести до гідросилікатної фази. Але після твердіння таких зразків протягом 0,5 року в структурі цементного каменю утворилися глибокі тріщини, що, мабуть, виникли в результаті вимивання легкорозчинних речовин типу портландиту (Рис. 1). Такий процес повинен супроводжуватися зниженням корозійної стійкості цементних композицій.

Структура каменю на основі портландцементу, модифікованого КМАД (зразки тверділи 0,5 року в розчині сульфатної кислоти) є досить щільною, однорідною, представлена дрібнокристалічними фазами, що за своєю морфологією подібні до форми кристалів, які утворилися при твердінні аналогічних зразків протягом 28 діб, і які можна віднести до низькоосновних гідросилікатів та твердих розчинів гідроалюмосилікатного складу. На поверхні зразка відсутні крупні пори, що свідчить про майже повне зв'язування портландиту у нерозчинні сполуки та про відсутність процесу вимивання легкорозчинних речовин, внаслідок чого такий цементний камінь повинен мати значну корозійну стійкість (Рис. 2).

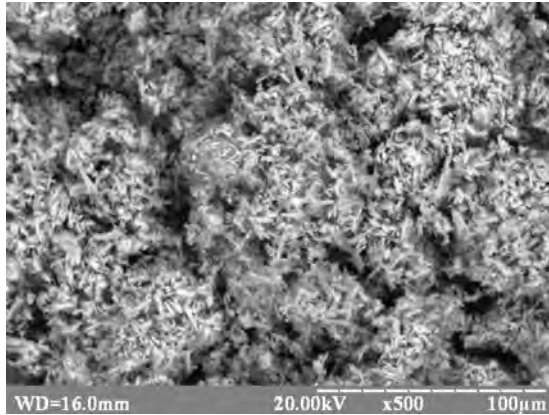


Рис. 1. Фотографії поверхні сколу каменю на основі портландцементу, що 180 діб твердів у розчині сульфатної кислоти

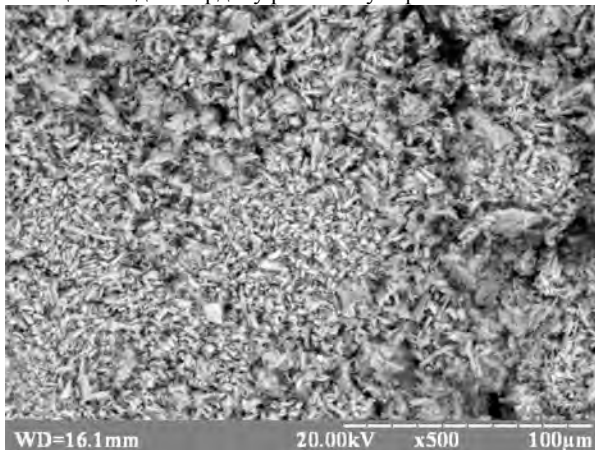


Рис. 2. Фотографії поверхні сколу каменю на основі портландцементу, що 180 діб твердів у розчині сульфатної кислоти

Висновок

Таким чином, в результаті проведених фізико-хімічних досліджень процесів структуроутворення цементних композицій, модифікованих комплексною алюмосилікатною добавкою та без неї, встановлено, що для композицій з КМАД характерно утворення щільної структури зі значною кількістю низькоосновних гідросилікатів та твердих розчинів гідроалюмосилікатного складу (гідро-геленіту – гідроанортиту), в

протилежність композиціям без КМАД, для яких характерно вимивання в агресивному середовищі (розчині сульфатної кислоти) розчинних сполук типу портландиту і формування більш високо основних гідросилікатів кальцію. Зазначені особливості процесів структуроутворення цементного каменю з КМАД обумовлюють більш високу його корозійну стійкість порівняно зі стійкістю немодифікованого цементного каменю.

Summary

Research processes of structure formation portlandcement with complex aluminosilicate additions. It is shown possibility formation of hard solution as $C_2ASH-CAS_2H$.

Література

1. Пушкарьова К.К., Приймаченко А.С., Шейніч Л.О., Гедулян С.І. Вплив комплексної активної мінеральної добавки різного складу на міцність бетону, зб.наук.пр. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди, вип. 26, Рівне, 2013. – С. 97...99.
2. Приймаченко А.С., Шейніч Л.О., Пушкарьова К.К. Дослідження сумісності роботи мінеральних добавок в складі високоміцних сульфатостійких бетонів. Ж.Наука та будівництво, №2, 2015, С.4-8
3. Волженский А.В., Буров Ю.С., Колокольников В.С. Минеральные вяжущие вещества, М.Стройиздат, 1973, 480с.
4. Горшков В.С., Тимашев В.В., Савельев В.Г. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ. М., Высшая школа, 1981, 335с.