

УДК 691

## ПРОЦЕСИ ГІДРАТАЦІЇ ТА СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ МІНЕРАЛОГІЧНИХ СИСТЕМ У ПРИСУТНОСТІ ПАР

Дерев'янюк В. М.<sup>1</sup>, д.т.н., проф., Кондратьєва Н. В.<sup>2</sup>, к. т. н., доц.,  
Гришко Г.М.<sup>3</sup>, к. т. н., доц.

<sup>1</sup>[viktorderevianko2017@gmail.com](mailto:viktorderevianko2017@gmail.com), <sup>3</sup>[hryshko.h.m@dsau.dp.ua](mailto:hryshko.h.m@dsau.dp.ua)

<sup>1</sup>Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

<sup>2</sup>Український державний хіміко-технологічний університет, м. Дніпро

<sup>3</sup>Дніпровський державний аграрно-економічний університет

**Актуальність.** Одним із найважливіших питань сьогодення є реконструкція, посилення будівель та споруд, а також створення новітніх будівельних матеріалів з необхідними фізико-механічними властивостями [1].

Вирішення цього питання можливе через управління та регулювання властивостями вихідних компонентів бетонної суміші, збільшення кількості поверхневих компонентів на границі розділу фаз.

Управляти властивостями будівельних матеріалів, а отже і одержувати цементний камінь із заданими фізико-механічними показниками являється можливим шляхом використання в складі цементного каменю різноманітних мінеральних добавок.

**Мета статті.** Одержання композиційного в'язучого, з підвищеною щільністю, водостійкістю та покращеними технологічними факторами.

**Аналіз літератури.** В свою чергу мінеральні добавки прийнято класифікувати на активні та неактивні [1]. Активні мінеральні добавки сприяють підвищенню міцних властивостей. Не активні мінеральні добавки не впливають і навіть дещо знижують як міцні властивості, так і витрату цементу для приготування бетонної суміші. Тобто використання активних мінеральних добавок – це управління властивостями цементного каменю. Використання не активних мінеральних добавок – це економія в'язучого в цементному камені.

Досліджень факторів впливу на деформативні властивості бетону замало.

В роботах [2–3] зроблені дослідження та висновки про те, що введення мінеральних добавок до складу цементного каменю буде знижувати його деформативність.

Усадку гідросилікату кальцію можливо шляхом введення до кристалічної решітки іонів  $SO^{4-}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Na^{+}$ ,  $Al^{2+}$ .

Ще одним способом управління властивостями цементного каменю є зменшення кількості води.

Відомо, що вода, яка не вступила в хімічний зв'язок з мінеральними частками цементу з утворенням міцних мінералів, випаровується, знижуючи щільність, підвищуючи пористість цементного каменю та призводить до усадки.

**Результати досліджень.** Добавки пластифікатори різноманітного походження дозволяють шляхом регулювання водогіпсового відношення отримати в'язуче з щільною структурою та необхідною водостійкістю.

Першопочатково були проведені дослідження впливу пластифікаторів на водостійкість гіпсового в'язучого.

За результатами проведення досліджень, встановлено, що додавання пластифікаторів приводить до зменшення водогіпсового відношення. Одержані наступні результати з використанням гіпсу Г5-Н-11 та пластифікаторами: при додаванні пластифікатору Sika Viscocrete G водогіпсове співвідношення зменшилося на 18,7 %, MC-Power Flow 2695 – 14 %, СТАНЕPLAST 156 – 13 %, Power Flow 7915 – 10 %, Корал N4Sm – 9 %, Sika Plastimen 1135 – 7 %.

При проведенні досліджень встановлено вплив пластифікаторів на основні технологічні та фізико-механічні властивості гіпсових в'язучих: найбільший пластифікуючий ефект має добавка Sika Viscocrete G.

Під час проведення другого етапу досліджень розроблені в'язучі речовини з підвищеною кількістю хімічно-зв'язаної води - композиційні цементні системи  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SO}_3\text{-H}_2\text{O}$  [1; 2; 4; 5]. Розробка таких в'язучих речовин дає можливість в процесі гідратації формувати розчин з високим вмістом етtringіту ( $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot3\text{CaSO}_4\cdot32\text{H}_2\text{O}$ ), мінералу, в якому кількість хімічно-зв'язаної води досягає 46 % [6–8].

З метою збільшення кількості хімічно зв'язаної води, що в значній мірі залежить від вмісту етtringіту в роботі проведено дослідження по розробці композиційного цементу системи  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SO}_3\text{-H}_2\text{O}$  (глиноземистий цемент-гіпс): а) 70÷30; б) 50÷50; в) 30÷70.

Технологія досліджень розробки композиційних в'язучих речовин ГЦ-40+Г5-Н-11 складалась: дослідження властивостей сировинних матеріалів, розробка складів глиноземно-гіпсових композицій та визначення основних властивостей (вміст хімічно-зв'язаної води, міцність, водопоглинання), наномодифікація складів розчинів на основі розробленої в'язучої композиції, визначення механічних характеристик.

Проведенні дослідження показують, що при співвідношенні ГЦ-40/Г, % 70/30 % залишається досить значна кількість гідроалюмінатів кальцію, які можуть сформувати етtringіт. І тоді величину хімічно-зв'язаної вологи можна збільшити на 5–10 %.

**Висновки.** Для досягнення поставленої мети в роботі використано початкові матеріали: глиноземистий цемент Г-40, 50 і будівельний гіпс Г5. Проведено визначення їх властивостей і оптимального співвідношення компонентів для отримання заданого мінералогічного складу з максимальним вмістом хімічно зв'язаної води. Дослідженнями встановлено, що збільшення вмісту сульфату кальцію позитивно впливає на кількість утворення етtringіту і оптимальна величина знаходиться в межах 30–40 % від маси композиції. Точне співвідношення компонентів можна визначити по їх мінералогічних складах і умовах процесу гідратації. При співвідношенні ГЦ-40 / Г% – 70/30 % міцність на стиск і згин становить відповідно – 14 і 10 МПа. Композиційні

в'язучі речовини представлені вище можуть використовуватись для виготовлення небезпечних споруд.

### Список використаних джерел

1. Land G., Stephan D. The Acceleration of the Hydration of Cements with and without supplementary cementitious materials by C–S–H seeds. *19 Internationale Baustofftagung*. 16–18 September, 2015. Bauhaus-Universitat Weimar. Bundesrepublik Deutschland. Band 2. Pp. 1011–1017.
2. Pushkarova K., Sukhanevych M., Marsikh A. Using of untreated carbon nanotubes in cement composition. *Materials Science Forum*. Brno, Czech Republic, 2016. Vol. 865. Pp. 6–11.
3. Рунова Р. Ф., Дворкін Л. Й., Дворкін О. Л., Носовський Ю. Л. В'язучі речовини : підруч. Київ : Основа, 2012. 448 с.
4. Пащенко О. О. В'язучі матеріали : підруч. Київ : Вища школа, 1995. 416 с.
5. Punetha V. D. et al. Functionalization of carbon nanomaterials for advanced polymer nanocomposites: A comparison study between CNT and graphene. *Progress in Polymer Science*. 2017. Vol. 67. С. 1–47.
6. Кривенко П. В., Пушкарьова К. К., Барановський В. Б., Кочевих М. О., Хасан Є. Г. та ін.; за ред. П. В. Кривенка. Будівельне матеріалознавство : підруч. Київ : Ліра-К, 2015. 624 с.
7. Пушкарьова К. К., Кочевих М. О. Матеріалознавство для архітекторів та дизайнерів : навч. посіб. Київ : Вид-во Ліра-К, 2019. 424 с.
8. W. M. M. Heijnen, P. Hartman. *Journal of Crystal Growth*. 1991. Vol. 108. 290 p.