

Х.С. Соболев, С.Ю. Терлига\*\*, А.С. Дрималик \*, О.Р. Позняк \*  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра хімічної технології силікатів,  
\*кафедра будівельного виробництва,  
\*\*ТЗОВ “Геліос”

## ШВИДКОТВЕРДНІ ЦЕМЕНТНІ СИСТЕМИ ДЛЯ СУХИХ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ

© Соболев Х.С., Терлига С.Ю., Дрималик А.С., Позняк О.Р., 2005

**Показано доцільність одержання швидкотвердних сухих будівельних сумішей на основі безгіпсового портландцементу.**

**The expedient of getting of rapid hardening dry-mixtures based on gypsum-free Portland cement is shown in this article.**

Головним критерієм створення швидкотвердних сухих будівельних сумішей (СБС) для будівництва є відповідність чинним вимогам щодо забезпечення швидкого набору міцності як у початковий період (перші години) тверднення, так і надалі.

**Постановка проблеми.** Успішна реалізація інтенсивних технологій будівництва з використанням СБС передбачає використання сучасних швидкотвердних в'язучих матеріалів. В зв'язку з тим, що сьогодні відсутній цемент із стрімким наростанням міцності упродовж першої доби тверднення, в технології СБС використовують суміш глиноземистого цементу (ГЦ) і звичайного портландцементу (ПЦ). Однак такий тип в'язучого має певні недоліки: по-перше, це значна залежність властивостей змішаного в'язучого від хімічного та мінералогічного складу кожного цементу, тонини їхнього розмелення, кількості води замішування, температури; по-друге, необхідність систематично перевіряти сумісність цементів, спричинена основним недоліком цієї суміші – зменшенням міцності при неправильному співвідношенні цементів.

Безгіпсовий портландцемент, своєю чергою, також являє собою швидкотвердний цемент з регульованими термінами тужавіння і характеризується високою ранньою міцністю, саме тому особливий інтерес становить собою дослідження та розроблення на його основі швидкотвердних сухих будівельних сумішей, які б забезпечували пришвидшенні терміни тужавіння та високу ранню міцність розчину.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Безгіпсовий портландцемент є гідравлічним в'язучим, яке одержують на основі портландцементного клінкеру, мінеральних та комплексу поліфункціональних синергічно активних додатків. Властивості безгіпсового портландцементу залежать від виду та кількості додатків і можуть бути відрегульованими залежно від потреби виробництва. Але загалом комплексний додаток, ефект якого до певної міри компенсує відсутність гіпсу, повинен містити аніоноактивний пластифікувальний компонент, сповільнювач тужавіння і неорганічний прискорювач тверднення, а також надавати системі безгіпсового портландцементу цілком нові властивості [3,4].

**Мета роботи.** Розроблення і модифікування безгіпсових портландцементів для сухих будівельних сумішей раціональним добиранням органомінеральних додатків поліфункціональної дії, дослідження їхніх будівельно-технічних та експлуатаційних характеристик.

**Методи досліджень і матеріали.** Фізико-механічні випробування полягали у визначенні термінів тужавіння цементного тіста, а також міцності цементного каменю (зразки 2x2x2 см складу 1:0) та СБС з співвідношенням в'язуче : дрібнокарбонатний наповнювач (20  $\mu$ ) : кварцовий заповнювач (фракції 0-0,45 мм) = 1 : 0,57 : 1,45 при В/Ц=0,6.

Дослідження велись на портландцементі ПЦ I-500 ВАТ "Миколаївцемент", ПЦ I-500 "ВАТ "Івано-франківськцемент", глиноземистому цементі Istra 50 з вмістом  $Al_2O_3$  50% та безгіпсовому карбонатному портландцементі, який одержували в лабораторному кульовому млині розмілюванням до питомої поверхні  $360 \text{ м}^2/\text{кг}$  клінкеру ВАТ "Миколаївцемент" з 10% вапняку та комплексним хімічним додатком.

**Результати досліджень.** Виконані дослідження раннього структуроутворення змішаних в'язучих (рис. 1) показують, що пришвидшення термінів тужавіння таких систем може відбуватися непрогнозовано, залежно від виду цементів.

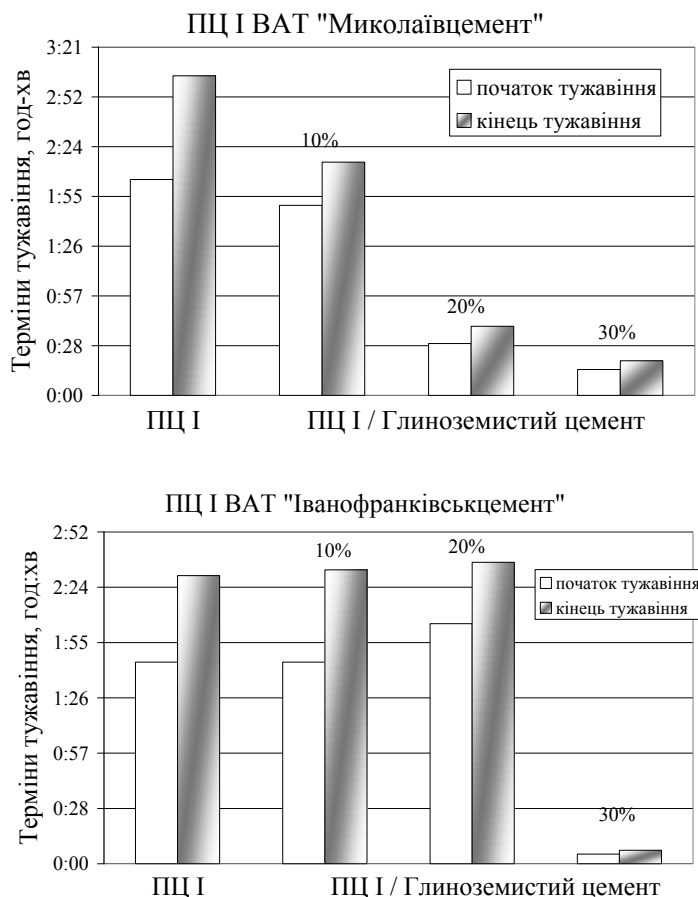


Рис. 1. Вплив глиноземистого цементу на терміни тужавіння портландцементів ПЦ I-500 ВАТ "Миколаївцемент" та ВАТ "Іванофранківськцемент"

Так, вибір складу змішаного в'язучого (ПЦ/ГЦ) для отримання швидкотужавіючої швидкотвердної СБС є проблематичним, оскільки немає чіткої залежності між кількісним співвідношенням цементів та термінами тужавіння таких швидкотужавіючих систем. Введення однакової кількості глиноземистого цементу до цементів одного типу та марки різних виробників призводить до різного пришвидшувального ефекту такого змішаного в'язучого. Вміст глиноземистого цементу в кількості 20 мас. % може пришвидшити або дещо сповільнити терміни тужавіння змішаного в'язучого, залежно від використаного портландцементу. Так, час початку тужавіння для портландцементу ПЦ I ВАТ "Миколаївцемент" скорочується з 2 год до 30 хв, а для ПЦ I ВАТ "Іванофранківськцемент" відтермінуються з 1 год 45 хв до 2 год. Введення 30 мас. % глиноземистого цементу різко скорочує терміни тужавіння змішаного в'язучого до 5–10 хв. Отже, використання портландцементів ПЦ I-500 ВАТ "Миколаївцемент" та ВАТ "Іванофранківськцемент" в системі швидкотужавіючих швидкотвердних систем показує, що кінетика гідратації змішаного в'язучого залежить від хіміко-мінералогічного складу двох цементів і потребує постійної перевірки їхньої сумісності.

У разі використання ж безгіпсового портландцементу з розробленим комплексним хімічним додатком ефективно регулювання термінів тужавіння може бути досягнуте введенням різної кількості карбонату кальцію та сповільнювального додатка. Початок тужавіння таких цементних композицій може бути відтермінований з 3–4 хв до 1 год –1 год 50 хв [4].

Особливий інтерес в кінетиці набору міцності швидкотвердних сухих будівельних сумішей становить рання міцність, яка проявляється в початкові години тверднення, що визначає можливість сухих будівельних сумішей на основі швидкотвердних в'язучих сприймати початкові експлуатаційні навантаження, які дають змогу інтенсифікувати ремонтні та опоряджувальні роботи, наприклад, можливість ходити по виготовлених покриттях вже через декілька годин після закінчення робіт.

З цією метою на основі розробленого безгіпсового портландцементу та швидкотужавіючої суміші цементів ПЦ/ГЦ приготовані зразки 2×2×2 см складу 1:0, які досліджували в перші години твердіння за міцнісними показниками (рис. 2).

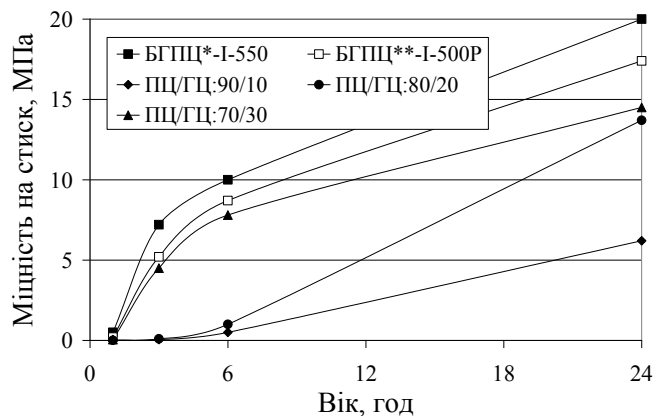


Рис. 2. Особливо рання міцність швидкотужавіючих в'язучих БГПЦ з КХД (0,25 мас. %  $Li_2CO_3$  + 0,5 мас. % казеїн + 0,1 мас. %  $C_4H_6O_6$ ) + 5/10 мас. %  $CaCO_3$

Як показали результати випробувань, зразки на безгіпсовому портландцементі БГПЦ I-550 вже через 3 год досягають міцності на стиск 5,0 МПа, а через 24 год – 20 МПа. Змішані ж в'язучі з 10 та 20% алюмінатного цементу в початкові терміни гідратації показують менші значення міцності порівняно з безгіпсовим портландцементом. Аналіз одержаних значень особливо ранньої міцності показав, що безгіпсовий портландцемент можна використовувати для швидкотужавіючих швидкотвердних сухих будівельних сумішей.

На основі розробленого безгіпсового портландцементу та швидкотужавіючої суміші цементів ПЦ/ГЦ приготовані модельні литі склади СБС, які характеризуються підвищеною текучістю (рис. 3).

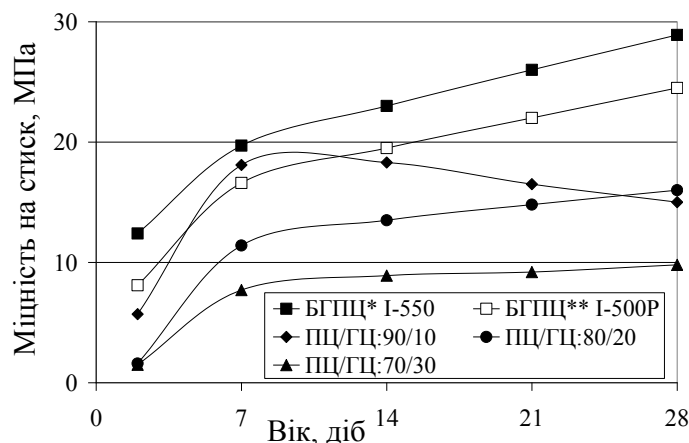


Рис. 3. Міцнісні характеристики швидкотвердних СБС (зразки 2x2x8 см, склад В:Н:3=1:0,57:1,45, В/Ц=0,6) БГПЦ з КХД (0,25 мас. %  $Li_2CO_3$  + 0,5 мас. % казеїн + 0,1 мас. %  $C_4H_6O_6$ ) + 5/10 мас. %  $CaCO_3$

Відповідно до отриманих результатів можна стверджувати, що основним недоліком змішаних швидкотвердних в'язучих є зменшення міцності після 7 діб тверднення, яке досягає 30% в місячному віці. Розчини ж на основі швидкотвердного безгіпсового портландцементу характеризуються стабільною динамікою наростання міцності, починаючи з перших годин і до 28 діб тверднення.

Отже, введення 10–30% глиноземистого цементу до звичайного портландцементу дає змогу пришвидшити терміни тужавіння суміші до значень, що відповідають технологічним вимогам до швидкотвердних СБС, надалі можливий недобір або навіть спад міцності таких виробів. Водночас для розробленого безгіпсового портландцементу з КХД характерне пришвидшене структуроутворення, починаючи з етапу тужавіння і протягом всього періоду гідратації.

Отже, використання модифікованих органомінеральними додатками безгіпсових портландцементів у швидкотвердних СБС є гідною альтернативою змішаним в'язучим на звичайному та глиноземистому цементі, особливо в сухих сумішах, до яких ставляться підвищені вимоги за стійкістю до початкових навантажень (ремонтні склади, "експрес" клеї, суміші для влаштування наливних підлог).

**Висновок.** Дослідженнями встановлено, що введення до складу СБС безгіпсового портландцементу на противагу змішаному в'язучому дає змогу отримати стабільну швидкотужавіючу швидкотвердну суміш. Це відкриває перспективи одержання нової групи СБС різного призначення для високопродуктивних технологій виробництва.

1. *Сухие строительные смеси / Карапузов Е.К., Луцц Г., Герольд Х. и др. – К., 2000.*
2. *Левинский А.М. Сухие строительные смеси – высокое качество, надежность и долговечность покрытий // Строительные материалы и изделия. – 2001. – №4. – С. 33–34.*
3. *Саницкий М.А. Быстротвердеющие безгипсовые портландцементы с регулируемым сроками схватывания: Аналитический обзор. – М., 1990.*
4. *Безгіпсовий портландцемент – швидкотвердне в'язуче для інтенсивних технологій будівництва / Х.С. Соболев, Н.І. Петровська, С.Ю. Терлига, А.С. Дрималик // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2004. – № 497. – С. 137–140.*
5. *Early strength development and hydration of Ordinary Portland Cement/Calcium Aluminate Cement Pastes / Ping Gu, James J. Beaudoin, Edmond G. Quinn and Robert E. Myers // Advn Cem Mat. – 1997. – №6. – P. 53–58.*

УДК 691.3

С.Й. Солодкий

Національний університет "Львівська політехніка"  
кафедра автомобільних шляхів

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-СТАТИСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У ТЕХНОЛОГІЇ БЕТОНІВ НА МАЛОКЛІНКЕРНИХ І БЕЗКЛІНКЕРНИХ В'ЯЖУЧИХ

© Солодкий С.Й., 2005

Досліджено активності композиційних і шлаколузких в'язучих, а також показники міцності і деформативності бетонів на їхній основі. Наведено приклади розв'язання аналітико-геометричних задач на основі експериментально-статистичних моделей властивостей бетонів і бетонних сумішей.

**The article is devoted to the researches of scientific approach to designing the modified concretes on base of the composite and slagalkaline cements. The approach combines using of the advantages of the composite and slagalkaline cements and multifactor modelling that would provide specified properties and durability of concretes.**

**Вступ.** Зростання обсягів дорожнього будівництва, тенденція застосування в дорожніх одягах шарів тільки із укріплених матеріалів, підвищення цін на портландцемент і паливно-енергетичні ресурси стимулюють розширення сировинної бази для виробництва в'язучих і, передовсім,