

КОНЦЕПЦІЯ ЗАСТОСУВАННЯ МОДИФІКОВАНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ ЦЕМЕНТІВ У БУДІВЕЛЬНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

© Соболю Х.С., 2004

Показана можливість використання мінеральних додатків різної природи активності для одержання композиційних цементів, модифікованих хімічними додатками, в будівельному виробництві.

The possibility of utilization of active mineral additives of different nature activity for obtaining composite cements, modified chemical admixtures, in construction industry has been shown.

Постановка проблеми. Використання нових матеріалів з низьким рівнем енергозатрат на їх виробництво залишається важливою проблемою сучасного будівництва. Одним із шляхів вирішення цього питання є застосування композиційних цементів, випуск яких дозволяє економити клінкерну складову цементу за рахунок використання активних мінеральних додатків (АМД), як природного походження, так і відходів виробництва. Використання в складі композиційних цементів таких додатків, як доменний гранульований шлак, золи і шлаки ТЕС значною мірою дозволяє компенсувати дефіцит високоякісної сировини, сприяє вирішенню екологічних проблем, пов'язаних із забрудненням довкілля (викидами CO_2 у атмосферу, зменшення площ золошлакових відходів).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Протягом останніх десятиліть у галузі будівельних матеріалів найрозвинутіших країн спостерігається зростання зацікавленості портландцементами з підвищеним вмістом мінеральних додатків [1].

Бетони, виготовлені на композиційних цементах, можуть мати властивості, які не поступаються бетонам на чистих портландцементях, при нижчій вартості на одиницю об'єму виробів і в той же час характеризуватися сповільненим і низьким тепловиділенням в масивних спорудах, покращеними довговічністю і корозійною стійкістю [2, 3].

Мета роботи полягала у дослідженні композиційних цементів з широким спектром активних мінеральних додатків різного походження, а також встановлення їх ефективності під час застосування в будівництві.

Методи досліджень і матеріали. У роботі використовували портландцемент ВАТ "Миколаївцемент", як мінеральні компоненти – опока, цеоліти, а також відходи виробництва – доменні гранульовані шлаки (ДГШ) і зола-виносу ТЕС. Використання доменного гранульованого шлаку, який є побічним продуктом виплавки чавуну, як активного мінерального додатку зумовлено його скритими гідравлічними властивостями. Зола-виносу – це тонкодисперсний продукт високотемпературної обробки мінеральної частини вугілля. Основним компонентом золи-виносу є склоподібна алюмосилікатна фаза в формі кульок до 100 мкм. Цеоліти – це природна група, алюмосилікатів, в жорсткому алюмокремнійкисневому каркасі яких є порожнини, з'єднані одна з одною відкритими каналами. З метою регулювання процесів структуроутворення в'язучих вводилися комплексні хімічні добавки.

Вивчення фазового складу вихідних речовин, продуктів гідратації та властивостей одержаних в'язучих здійснювали за допомогою комплексу сучасних фізико-хімічних методів аналізу: рентгенівської дифрактометрії, диференційної термографії, растрової електронної мікроскопії.

Результати досліджень. У композиційних цементах важливу роль відіграє хімічний склад мінеральних додатків, який показаний на рис. 1.

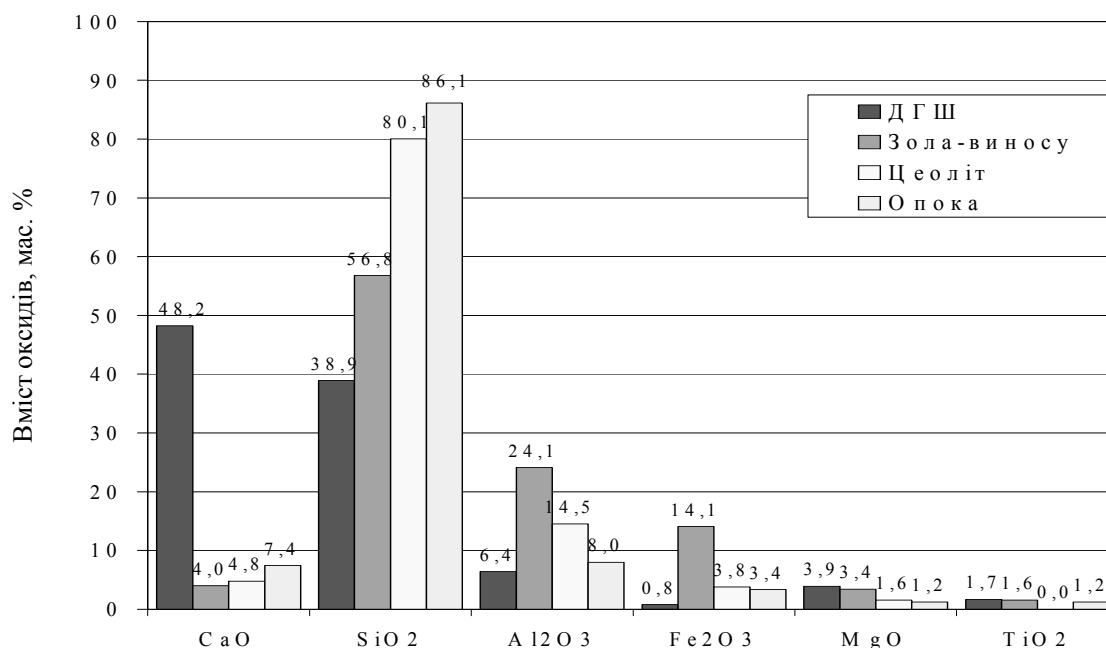


Рис. 1. Хімічний склад мінеральних додатків

Доменний гранульований шлак, як типовий представник додатків гідравлічного типу містить підвищену кількість CaO, тоді як цеоліт і зола-виносу, як пуцоланічні добавки – Al₂O₃ і SiO₂.

Введення мінеральних додатків у композиційний цемент приводить до зміни співвідношення основних компонентів цементу. Аналіз речовинного складу композиційних цементів з врахуванням хімічного складу клінкеру і активних мінеральних додатків відкриває можливості напрямленого формування фазового складу продуктів гідратації.

Заміна клінкерної складової активними мінеральними додатками приводить до зниження вмісту всіх клінкерних мінералів, зокрема і C₃A, який суттєво впливає на формування ранньої міцності цементного каменю. Тому введення до складу композиційних цементів доменного гранульованого шлаку (гідравлічного типу) разом із цеолітом або високоалюмінатною золою-виносу (пуцоланічної дії) супроводжується позитивним взаємним впливом компонентів різної природи активності.

Для вивчення особливостей процесів гідратації композиційних цементів визначено активність мінеральних додатків (за поглинанням CaO і CaSO₄ з насичених розчинів протягом 28 діб) (табл. 1), а також досліджено модельні системи на основі гідроксиду кальцію, гіпсу, ДГШ, золи виносу та цеоліту. При введенні до складу модельної системи лише одного мінерального компоненту встановлено, що шлак активніше поглинає гіпс, а зола-виносу – вапно. Відмінною особливістю цеолітів є те, що вони крім активної взаємодії з вапном, зв'язують також SO₃. Одночасне введення в модельну систему додатку шлаку, з одного боку, і золи та цеоліту, – з іншого, приводить до зміни механізму гідратації в'язучої системи. Зола – виносу та цеоліт виступають не лише як самостійні мінеральні компоненти, але і як своєрідні активізатори тверднення шлаку.

Зола та цеоліт, як джерела активного Al₂O₃ в системі, зв'язуючись з гіпсом, утворюють додаткову кількість гідросульфалюмінату кальцію, підвищують міцність в'язучого. Таким чином у досліджених полімінеральних системах кожен із компонентів відіграє роль активного мінерального додатку, сприяючи при цьому прояву активності іншими компонентами системи.

**Активність мінеральних додатків
(за поглинанням CaO і CaSO₄ з насичених розчинів протягом 28 діб)**

Вид АМД	Кількість CaO, мг/г	Кількість CaO, мг/г	Кількість CaSO ₄ , мг/г
	після взаємодії з вапняним розчином	після взаємодії з вапняно-гіпсовим розчином	
ДГШ	101,5	118,2	231,4
Зола	129,7	201,4	41,5
Цеоліт	305,7	368,4	147,8
Опока	359,4	347,5	0

Ці висновки підтверджуються результатами фізико-механічних випробувань порт лант-цементів з різними АМД (табл. 2). Встановлено, що міцність цементів залежить від виду мінерального додатка. Так, при однаковій кількості (20 мас. %) монододатків найвищі показники мають зразки з ДГШ, а найменші – з опокою. Поєднання в складі портландцементу двох, різних за природою, додатків приводить до підвищення міцності. При вмісті мінеральної складової 30 мас.% цемент за своїми властивостями не поступається, а за деякими показниками перевищує ПЦ П/А-Ш, що містить 20 мас. % шлаку.

Таблиця 2

Вплив мінеральних додатків на фізико-механічні властивості в'язучих

Речовинний склад*, мас. %					НГЦТ, %	Терміни тужавіння, год-хв		В/Ц, %	Міцність при стиску, МПа, у віці, діб	
клінкер	ДГШ	зола	цеоліт	опока		початок	кінець		7	28
75	20	–	–	–	23	3–10	4–15	38,0	23,5	40,1
75	–	20	–	–	22	3–05	4–20	37,0	26,8	38,5
75	–	–	20	–	25	4–45	3–15	38,5	24,5	39,1
75	–	–	–	20	25	2–30	3–05	39,0	21,2	35,8
75	10	10	–	–	23	2–10	2–50	37,5	27,4	43,3
75	10	–	10	–	24	1–50	2–40	38,0	27,1	43,8
75	10	–	–	10	24	1–40	2–30	38,5	24,3	40,7
65	20	10	–	–	23	2–50	3–10	37,5	25,5	41,3
65	20	–	10	–	24	2–40	3–05	38,5	26,7	41,6
65	20	–	–	10	25	2–35	3–00	39,0	24,3	38,4

*5 мас. % гіпсу.

На основі даних рентгенофазового аналізу показано, що при використанні у в'язучих системах декількох різних за видом і походженням мінеральних додатків, їх сумарна активність не підпорядковується закону адитивності, а спостерігається взаємна активізація, що супроводжується утворенням поряд з гідросилікатами додаткової кількості структурно-активних AF_m- та AF_t-фаз в мінеральній неклінкерній частині в'язучого (рис. 2).

З метою покращання будівельно-технічних властивостей композиційних цементів проведено їх модифікування поліфункціональними хімічними додатками, що містять ПАР типу ЛСТ, ПФ в поєднанні з активатором тверднення – сульфатом натрію. Дослідженнями встановлено, що механізм дії комплексних додатків не може бути зведений лише до традиційного прискорююче-пластифікуючого ефекту. У присутності досліджених додатків відбувається активізація мінеральних складників цементу.

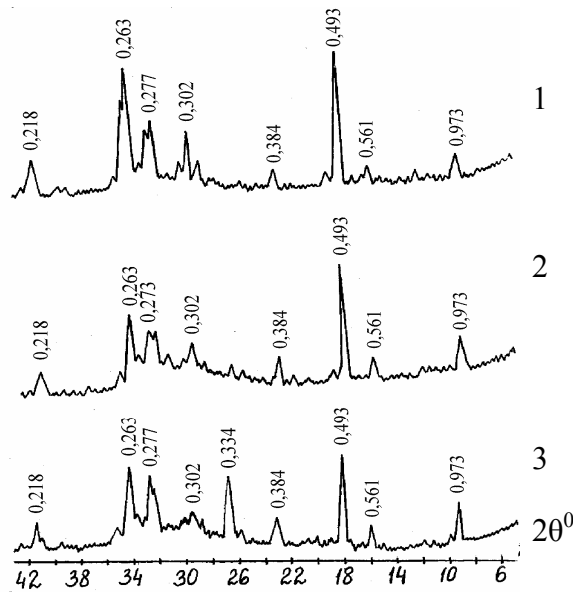


Рис. 2. Дифрактограми каменю на основі цементу:

1–3 – гідратованого 28 діб відповідно без додатків; з додатком 20,0 мас.% доменного шлаку; з додатками 20,0 мас. % доменного гранульованого шлаку та 10,0 мас.% золи-виносу

Висновки. Внаслідок проведених досліджень встановлено доцільність використання АМД гідралічного і пуцоланічного типів для виробництва композиційних цементів, які характеризуються покращеними фізико-механічними характеристиками. Введення комплексних хімічних додатків дозволяє досягти повнішої реалізації в'язучих властивостей полімінеральних систем і відкриває можливості економії цементу в бетонах.

1. Соболев Х.С., Марків Т.Є., Саницький М.А., Когуч Г.В. Вплив активних мінеральних додатків на властивості композиційних цементів // Вісн. Нац. ун-ту "Львівська політехніка". – 2003. – № 488. – С. 274–278. 2. Саницький М.А., Соболев Х.С., Марків Т.Є., Шевчук Г.Я. Ефективність використання композиційних пластифікованих цементів в умовах агресивних середовищ // Вісн. Нац. ун-ту "Львівська політехніка". – 2004. – № 495. – С. 173–177. 3. Теория цемента / А.А. Пащенко, Е.А. Мясникова, М.А. Саницький и др.; Под ред. А.А. Пащенко. – К.: Будівельник, 1991. – 169 с.