

В. Демченко, В. Свідерський (Київ, УКРАЇНА)

ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ МУРУВАЛЬНІ РОЗЧИНИ З МОДИФІКОВАНИМИ ЗОЛЬНИМИ МІКРОСФЕРАМИ

*Київський національний торговельно-економічний університет, Україна, 02156,
м. Київ, вул. Кіото, 19, електронна пошта: knfeu@knfeu.kiev.ua*

Будівельні розчини є одними з найбільш використовуваних матеріалів у будівництві. Залежно від конструктивно-технологічного призначення та умов експлуатації будівель і споруд їх застосовують для мурування стін, замонолічування стиків під час монтажу збірних залізобетонних конструкцій, влаштування стяжок, штукатурних та інших видів оздоблювальних робіт.

Такі роботи виконуються із застосуванням розчинів на основі енергоємних та дорогих портландцементів загальнобудівельного призначення. Процес їх виробництва супроводжується викидами значної кількості шкідливих речовин, що можуть негативно впливати на навколишнє середовище.

Зазначимо, що загальний обсяг викидів CO₂ світовою цементною промисловістю досягає 7 % [1,2].

Одним із способів зменшення негативного впливу виробництва цементу на навколишнє середовище є часткова заміна портландцементу активними мінеральними добавками під час виробництва будівельних матеріалів і виробів без погіршення їхніх фізико-механічних та експлуатаційних властивостей.

Особливої уваги потребують будівельні розчини, що використовуються для газобетонних блоків. Враховуючи той факт, що газобетонні блоки – надлегкий матеріал, необхідно використовувати мурувальні розчини, які матимуть теплоізоляційні властивості, не нижчі (а то й вищі), ніж в газобетону.

В даному випадку, одним із основних завдань дослідження є надання цим мурувальним розчинам підвищених теплоізоляційних властивостей. Для забезпечення такого ефекту є використання в якості наповнювача в такому розчині такого матеріалу, як зольні мікросфери [3].

Останні становлять особливий інтерес, оскільки є легкодоступним і економічно вигідним матеріалом, оскільки утворюються в результаті високотемпературного факельного спалювання твердого палива на теплоелектростанціях [4].

Основні властивості зольних мікросфер представлені в таблиці 1.

Наведені дані дають підставу припускати, що зольні мікросфери у відповідності зі своїми технічними характеристиками і потенційним промисловим ресурсом можуть конкурувати з такими широко використовуваними матеріалами, як промислові скляні мікросфери, легковагі теплоізоляційні матеріали, дисперсні наповнювачі та інші композиційні матеріали.

Таблиця 1

Фізико-технічні властивості зольних мікросфер

Показник	Значення
Густина, г/м ³ : - насипна - істинна	0,34 0,64
Дисперсний склад, мкм: - діаметр - середній діаметр	10...600 99
Міцність: 1) на одновісне стискання: - при 20% деформації (P = 1,69МПа), плаваючих мікросфер; - при 40% деформації (P = 3,49МПа), плаваючих мікросфер 2) на ізотропне стискання - P = 10,5 МПа, плаваючих мікросфер	85,0 55,8 81,0
50%-й рівень міцності	30
Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·К)	0,16-0,19

Розробка складів розчинів здійснювалась з врахуванням основних властивостей мікросфер в частині міцності та адгезії. Крім того, до уваги приймалась їх висока гідрофобність та, як наслідок, погане змочування цементно-піщаним розчином. Тому до складу були введені функціональні добавки для покращення змочуваності та зменшення кількості води.

Отримані склади композиції порівнювались з контролем (Cerezit СТ-21) за наступними показниками: міцність при стиску та адгезійна міцність.

Результати оцінки межі міцності при стиску розроблених складів на основі зольних мікросфер (зразки розміром 30×30×30 мм) після 7 діб тверднення свідчать, що вона змінюється в межах 7,0-7,1 МПа (для складу №3 та суміші Cerezit СТ-21) до 12,5 МПа (для складу №1) (табл. 2).

Таблиця 2

Межа міцності при стиску складів на основі мікросфер та суміші Cerezit СТ-21, МПа

Композиція №	Термін тверднення (діб)	
	7	28
1	12,5	13,0
2	11,5	16,5
3	7,0	9,9
4	7,4	10,4
Cerezit СТ-21	7,1	10,8

Після 28 діб тверднення динаміка зміни міцності при стиску виглядає дещо інакше. Міцність всіх розроблених систем помітно зростає і складає 9,9-16,5 МПа. Максимум зафіксовано для складу №2 (16,5 МПа), а мінімум – для складу №3 (9,9 МПа) [5].

Досліджено розраховані склади по адгезійній міцності з'єднання (товщина шову – 3 мм, розміри балочок 40×40×80 мм) за таких же термінів тверднення (табл. 3).

Таблиця 3

Адгезійна міцність композицій (МПа) після 7 діб тверднення на повітрі

Композиція №	Адгезійна міцність	Характер процесу руйнування адгезійного контакту
1	12,4	В 2-х з 3-х випадках відбувається руйнування матеріалу шва (когезійне), причому адгезія зберігається. У випадку, що залишається – руйнування газобетону без пошкодження шва
2	12,1	Відрив по межі з'єднання розчину з газобетоном (в місці відриву іноді відчувається руйнування матеріалу балочки)
3	7,1	В одному з трьох випадків відбувається руйнування бетону, в інших випадках – відрив по шву
4	7,2	В одному з трьох випадків відбувається руйнування бетону, в інших випадках – відрив по шву
Cerezit CT-21	7,3	В одному з трьох випадків відбувається руйнування балочки (відрив невеликих фрагментів)

Максимальна адгезія складів більше 7,3 МПа (більш високі значення неможливо зафіксувати внаслідок руйнування газобетону) відмічена у складах №1 (12,4 МПа) та №2 (12,1 МПа), а також для суміші Cerezit CT-21 (7,3 МПа). Мінімальна адгезійна міцність досліджуваних композицій (7,1 МПа) зафіксована для складу №3 [6].

Збільшення терміну тверднення до 28 діб зумовлює незначні зміни адгезійної міцності (табл. 4).

Таблиця 4

Адгезійна міцність композицій (МПа) після 28 діб тверднення на повітрі

Композиція №	Адгезійна міцність	Характер процесу руйнування адгезійного контакту
1	12,5	В 2-х з 3-х випадках відбувається руйнування матеріалу шва (когезійне), причому адгезія зберігається. У випадку, що залишається – руйнування газобетону без пошкодження шва
2	12,2	Відрив по межі з'єднання розчину з газобетоном, але в місці відриву іноді відчувається руйнування газобетону
3	>12,4	Руйнування газобетону, шов залишається цілим
4	13,2	Руйнування газобетону, шов залишається цілим
Cerezit CT-21	12,4	Адгезійне руйнування системи «розчин-газобетон»

Таким чином, представлені результати досліджень дозволяють констатувати перспективність використання зольних мікросфер в якості заповнювача мурувальних розчинів для фіксації газобетонів. За рахунок варіювання вмісту останніх та забезпечення умов задовільного змочування їх поверхні кремнійорганічними модифікаторами можна отримати мурувальні розчини з міцністю на стиск до 16,5 МПа та адгезією до поверхні газобетону >12,4 МПа проти, відповідно, 7,3 та 12,4 МПа у Cerezit СТ-21.

Список використаних джерел

1. Гоц В. І. Бетони і будівельні розчини. – К. : ТОВ УВПК, 2003. – 472 с.
2. Mehta P. K. *Greening of the concrete industry for sustainable development. Concr Int* 2002; 24:23 – 8.
3. *Модифіковані композиційні цементы : навч. посібник / М. А. Саницький, Х. С. Соболев, Т. Є. Марків. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2010. – 132 с.*
4. *Технологія модифікованих будівельних розчинів / Р. Ф. Рунова, Ю. Л. Носовський. – К. : КНУБіА, 2007. – 256 с.*
5. *Будівельне матеріалознавство // під ред. П. В. Кривенка. – К. : ТОВ УВПК — «Екоб», 2004. – 704 с.*
6. Canpolat F., Yılmaz K., Köse M. M., Sümer M., Yurdusev M. A. *Use of zeolite, coal bottom ash and fly ash as replacement materials in cement production. Cement Concrete Res* 2004;34: p.731–5.