

*О.В. Миргород, канд. техн. наук, доцент, НУЦЗУ*

## **ПІДВИЩЕННЯ ВОГНЕТРИВКОСТІ БЕТОНІВ ЗА РАХУНОК ВВЕДЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОГО БАРІЄВОГО ШПІНЕЛЬВМІСНОГО ЦЕМЕНТУ**

(представлено д-ром техн. наук Соболев О.М.)

В статті наведено результати отримання та дослідження вогнетривких бетонів на основі барієвого шпінельвмісного цементу. Зроблено висновок про доцільність використання розроблених бетонів у різноманітних галузях промисловості, пов'язаних з підвищеними температурами.

**Ключові слова:** вогнетривкий бетон, барієвий шпінельвмісний цемент, міцність, високотемпературні випробування, прогорання, пожежна ситуація.

**Постановка проблеми.** Будівництво – це одна з найбільш матеріалоємних галузей господарства, що потребує великої кількості матеріалів і виробів. При цьому необхідно знати не тільки міцність і деформативність матеріалів при нагріванні, але й їх пожежонебезпечні властивості, особливо вогнестійкість.

Під час пожежі бетонні та залізобетонні конструкції піддаються високотемпературному нагріву різної інтенсивності та тривалості, в результаті чого знижується їх несуча спроможність [1]. Поведінка залізобетону як композиційного матеріалу насамперед визначається поведінкою бетону, оскільки саме в ньому при нагріві протікають складні теплофізичні та механічні процеси [1-2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В останні роки отримало широкий розвиток виробництво вогнетривких бетонів, які можуть бути використані для звукоізоляції міжкімнатних перегородок і міжповерхових перекриттів, комплексного утеплення будинків різноманітного призначення (підлоги, стіни, горища), термоізоляції низькотемпературних споруд (холодильників та ін.), термоізоляції високотемпературних поверхонь теплових агрегатів до 1200 °С (димарів, газоходів, печей для відпалу цегли, кераміки, виплавки скла та ін.).

Розвиток нової техніки, пов'язаний з використанням високих температур, потребує нових, більш ефективних вогнетривких матеріалів, у тому числі й вогнетривких цементів [4].

Однак, в наш час мало уваги приділяється питанням пожежної безпеки новітніх матеріалів, а саме їх вогнестійкості. Дуже часто відбувається прогар матеріалу під час високотемпературних випро-

бувань, що може призвести до виникнення пожежної ситуації [1-2].

Найбільш розповсюдженим вогнетривким цементом є високоглиноземистий. Однак цей вид цементів не відповідає вимогам, що висуваються до випробувань на високотемпературних установках. Відомий також вогнетривкий глиноземистий цемент, до складу якого входить до 50 мас. % алюмомагнезійної шпінелі, який також не відповідає високим потребам нової техніки за вогнетривкістю [3-5].

**Постановка завдання та його вирішення.** У зв'язку з вищевикладеним, метою даної роботи є розробка нових складів бетонів з використанням цементів на основі алюмінатів барію та магнезійної шпінелі, що відрізняються високою міцністю, вогнетривкістю та корозійною стійкістю.

В якості вихідних сировинних матеріалів для отримання шпінельвмісного цементу використовувались вуглекислий барій технічний, глинозем марки Г00 та природний магнезит.

Для синтезу зразків заданого фазового складу проводилося послідовне подрібнення, змішування та випал сировинних сумішей. Ретельне подрібнення і змішування сировинних компонентів проводилось у лабораторному кульовому млині «мокрим способом» (вологість шламу - 50 мас.%). Тонкість помелу контролювалось ситовим аналізом (повний прохід крізь сито № 006). Перед випалом сировинні суміші формувались методом двостороннього пресування при питомому тиску 60-80 МПа. Випал брикетів здійснювався в криптоловій печі при температурі 1550°C з ізотермічною витримкою при максимальній температурі синтезу 3 години. Повнота синтезу сполук контролювалась рентгенографічним методом аналізу.

Фізико - механічні випробування зразків отриманого цементу проводилось з використанням методики малих зразків М.І. Стрелкова, вогнетривкість визначалась за методом падіння конусу матеріалу.

За результатами фізико-механічних випробувань отриманого цементу встановлено, що він має наступні властивості: водоцементне співвідношення 0,16; терміни тужавіння: початок 3 години 25 хвилин; кінець 6 годин 20 хвилин; межа міцності при стиску у віці 1 доби - 14 МПа, 3 доби - 47 МПа, 7 діб – 62 МПа, 28 діб – 68 МПа.

Для визначення придатності розробленого цементу для отримання вогнетривкого бетону було здійснено розрахунок температури плавлення за методикою Епштейна – Хауленда:

$$T = \frac{T_i}{(1 - \ln \frac{x_i}{n_i})}, \quad (1)$$

де  $T_i$  – температура в кельвінах;  $x_i$  – молярна доля компонента в ком-

позиційному матеріалі;  $n_i$  – кількість атомів в композиції.

За результатами розрахунку температура плавлення обраного складу дорівнює 1850 °С. Визначена за методом падіння конусу вогнетривкість визначається температурою 2040 °С. Як видно з представлених результатів отриманий цемент є високоміцним, швидкоотжужаючим, швидкоотверднучим в'язучим повітряного твердіння і може бути використаний для розробки вогнетривкого бетону.

У якості заповнювача для вогнетривких бетонів може бути використаний широкий спектр матеріалів. У даному випадку було обрано електроплавлений корунд із-за матричної спорідненості до складу цементу.

Для отримання бетону зразки готували методом напівсухого пресування із бетонної суміші з вологістю 7 % . Пресовий тиск склав 100 МПа. Співвідношення цемент : заповнювач обране 1 : 3.

Основні фізико-механічні властивості отриманого бетону наступні: пористість – 11,4 %, межа міцності при стиску у віці 1 доби - 9 МПа, 3 доби – 40,2 МПа, 7 діб – 52,4 МПа, 28 діб – 56,5 МПа.

Аналіз отриманих результатів дозволив встановити, що отриманий бетон є високоміцним, щільним матеріалом, придатним для створення монолітних конструкцій.

Оскільки розроблений бетон може бути використаний при високих температурах, то було вивчено вплив температури на механічну міцність зразків бетону (рис. 1).



Рис. 1 – Ступінь розміцнення бетону до 800 °С та понад 1000 °С

Встановлено, що найбільший ступінь розміцнення спостерігається до 800 °С, що відповідає видаленню води із гідратованого цементу. Понад 1000 °С починається спікання матеріалу з отриманням щільної керамічної структури.

**Висновки.** За результатами проведених досліджень встановлена можливість отримання барієвих шпінельвмісних цементів та бетонів на їх основі, які є на 15 % найбільш високоміцними, щільними, вогнетрив-

кими матеріалами, ніж ті, що застосовуються в наш час. Розроблені матеріали є придатними для використання для звукоізоляції міжкімнатних перегородок і міжповерхових перекриттів, комплексного утеплення будинків різноманітного призначення, термоізоляції низькотемпературних споруд, термоізоляції високотемпературних поверхонь теплових агрегатів, футеровки теплонапружених ділянок сучасних високотемпературних агрегатів, що допоможе знизити на 10 % прогорання під час високотемпературних впливів і, як наслідок, – виникнення пожежної ситуації.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Некрасов К.Д. Рекомендации по защите бетонных и железобетонных конструкций от хрупкого разрушения при пожаре. / К.Д. Некрасов, В.В. Жуков, В. Ф. Гуляева – М.: Стройиздат, 2003. – 21 с. – (Труды / Стройиздат, вып. 1).

2. ДБН В.1.1 – 7 – 2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – К.: Держбуд України [Затверджені наказом Держбуду України від 03.12. 2002 року № 88 та введені в дію з 01.05.2003 року, на заміну СНиП 2.01.02-85\*] – Державні будівельні норми України. – К.: 2003. – 45 с.

3. Мельник М.Т. Огнеупорные цементы / Мельник М.Т., Илюха Н.Г., Шаповалова Н.Н. – К.: Вища школа, 1984. – 121 с.

4. Кузнецова Т.В. Специальные цементы / Кузнецова Т.В. – СПб.: Стройиздат, 1997. – 297 с.

5. Кузнецова Т.В., Глиноземистый цемент / Т.В. Кузнецова, Й. Талабер. – М.: Стройиздат, 1988. – 265 с.  
nuczu.edu.ua

О.В. Миргород

### **Повышение огнеупорности бетонов за счет введения огнестойкого бариевого шпинельсодержащего цемента**

В статье приведены результаты получения и исследования огнеупорных бетонов на основе бариевого шпинельсодержащего цемента. Сделан вывод о целесообразности использования разработанных бетонов в различных областях промышленности, связанных с повышенными температурами.

**Ключевые слова:** огнеупорный бетон, бариевый шпинельсодержащий цемент, прочность, высокотемпературные испытания, прогорание, пожарная ситуация.

O.V. Mirgorod

### **Increase of fire resistance of concrete at the expense of introduction fire-resistant on barium spinel-containing cement**

The results of production and investigation of refractory concrete based on barium spinel-containing cement. The conclusion about the feasibility of using the developed concrete in high-temperature units.

**Key words:** refractory concrete, barium spinel-containing cement, strength, high-temperature unit, burn-out facing, a fire situation.