

О.В. Миргород, к.т.н., доцент, НУЦЗУ

ПІДВИЩЕННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ВОГNETРИВКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА РАДІАЦІЙНОЇ СТІЙКОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

(представлено д-ром техн. наук Поздєєвим С.В.)

В статті розглянуто результати отримання та дослідження вогнетривких радіаційностійких бетонів на основі барійвмісного глиноземного цементу. Зроблено висновок про доцільність використання розроблених бетонів для реконструкції будівель і споруд, а також для різноманітних галузей промисловості, пов'язаних з підвищеними температурами та радіаційним впливом.

Ключові слова: вогнетривкий радіаційностійкий бетон, барійвмісний глиноземний цемент, міцність, високотемпературні випробування, прогорання.

Постановка проблеми. В результаті дії іонізуючих випромінювань відбувається зміна властивостей матеріалів конструкцій, виробів і приладів, що призводить до втрати необхідних експлуатаційних якостей. При проектуванні будівельних конструкцій, які в процесі експлуатації піддаються тривалій дії іонізуючих випромінювань, необхідно знати, як використовувані матеріали в результаті опромінювання змінюють фізико-технічні, теплофізичні і діелектричні властивості. Здатність матеріалів після опромінювання зберігати свої властивості називається радіаційною стійкістю.

При будівництві та реконструкції будівель і споруд, промислових високотемпературних агрегатів, теплового захисту об'єктів атомної енергетики все частіше використовуються бетони спеціального призначення на глиноземному цементі. Однак, в умовах підвищених температур такі матеріали втрачають до 30 % первинної міцності, що пов'язано з випаровуванням води з гідроалюмінатів кальцію та може призвести до утворення тріщин і деформації конструкцій [1-3].

Актуальною є проблема створення нових цементів і бетонів на їх основі поліфункціонального призначення з комплексом заданих експлуатаційних властивостей. Тому становлять інтерес матеріали, в яких частина СаО замінена на ВаО. Саме така заміна надає матеріалам ряд цінних властивостей: підвищені вогнетривкість, термостійкість та питому вагу, захисні властивості від дії іонізуючих випромінювань та ін.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В наш час мало уваги приділяється питанням вогнестійкої і радіаційної безпеки новітніх матеріалів. Дуже часто відбувається прогар матеріалу під час високотемпературних випробувань, що може призвести до виникнення пожежної ситуації [1-2].

Розвиток нової техніки, пов'язаний з використанням високотемпературних впливів, потребує нових, більш ефективних вогнетривких радіа-

ційностей матеріалів, у тому числі й цементів і бетонів [4].

Високоглиноземистий цемент є найрозповсюдженішим, однак не задовольняє 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].

Так, в результаті опромінювання системи "розчин-бетон" в її складових відбуваються наступні структурні зміни [3]: деформується кристалічна ґратка мінералів, що складають заповнювач, у ряді випадків аж до повної аморфізації, тобто спостерігається фазовий перехід; перехід кристала в скло супроводжується збільшенням об'єму тіла, розширення мінералів є причиною розширення заповнювача і подальшої освіти в ньому спочатку мікро-, а потім макротріщин і навіть повного руйнування; взаємні радіаційні деформації зерен заповнювача і цементного каменя приводять до змін структури цементного каменя; найбільш несприятливим для міцності системи "розчин-бетон" є структурний дефект типу тріщини.

Постановка завдання та його вирішення. Метою даної роботи є розробка нових складів бетонів з використанням цементів на основі алюмінатів барію та кальцію, що відрізняються високою міцністю, вогнетривкістю, радіаційною та корозійною стійкістю.

В якості сировинних матеріалів при дослідженні були використані реактиви, що відповідають діючим вітчизняним стандартам: вуглекислий кальцій, вуглекислий барій, оксид алюмінію безводний марки ЧДА; також використовувалася технічна сировина: барій вуглекислий технічний, крейда Білогорського родовища, глинозем марки Г-00, а також відходи хімічної промисловості – барійвмісні відходи виробництва амінокапронової кислоти (ДП "Завод Хімреактивів", м. Харків) та кальційвмісні відходи водоочищення (ВАТ „Концерн Стірол”, м. Горлівка).

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 1400 °С з ізотермічною витримкою при максимальній температурі синтезу 3 години.

Встановлено, що отримані цементи є високоміцними: міцність на стиск 49-64 МПа, швидкосхоплюючимися – початок тужавіння 25-55 хв., кінець 1 год. 20 хв.-1 год. 55 хв.; швидкотверднучими – міцність на стиск через 3 доби тверднення 32-42 МПа; в'язучими повітряного тверднення з водоцементним відношенням 0,25-0,42; які мають вогнетривкість до 1700 °С і високий коефіцієнт масового поглинання до 206,6 см²/г. Найбільш перспективними, на наш погляд, є склади № 4 та № 8, які характеризуються високою міцністю на стиск 58-64 МПа, термінами тужавіння: початок 35-55 хв., кінець 1 год. 30 хв. – 1 год. 45 хв., водоцементним відношенням 0,35, вогнетривкістю 1590 - 1610 °С, та коефіцієнтом масового

поглинання $136,0 - 183,4 \text{ см}^2/\text{г}$.

Для синтезу вогнетривких радіаційностійких бетонів в якості заповнювача може бути використаний широкий спектр матеріалів. У даному випадку було обрано електроплавлений корунд із-за матричної спорідненості до складу цементу. Зразки готували методом напівсухого пресування із бетонної суміші з вологістю 7 %. Пресовий тиск складав 100 МПа. Співвідношення цемент: заповнювач обране 1:3.

Для визначення залежності властивостей бетону від кількісного співвідношення фракцій корундового заповнювача використовувався симплекс-гранчастий метод планування с поліномом неповного третього порядку

$$Y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{23} x_2 x_3 + \beta_{123} x_1 x_2 x_3. \quad (1)$$

За результатами експериментальних даних були розраховані коефіцієнти поліному, що відображують залежність міцності від кількісного та гранулометричного співвідношення фракцій заповнювача. Рівняння регресії має вид

$$Y = 40 x_1 + 43 x_2 + 46 x_3 + 10 x_1 x_2 + 8 x_1 x_3 + 62 x_2 x_3 + 84 x_1 x_2 x_3. \quad (2)$$

Рівняння регресії розраховувалось за допомогою ПЕОМ з кроком варіювання 10 %. За результатами виконаних розрахунків і математичної обробки експерименту були побудовані симплекс-діаграма «склад : властивість» та проєкції ліній рівного рівня для міцності бетону (рис. 1).

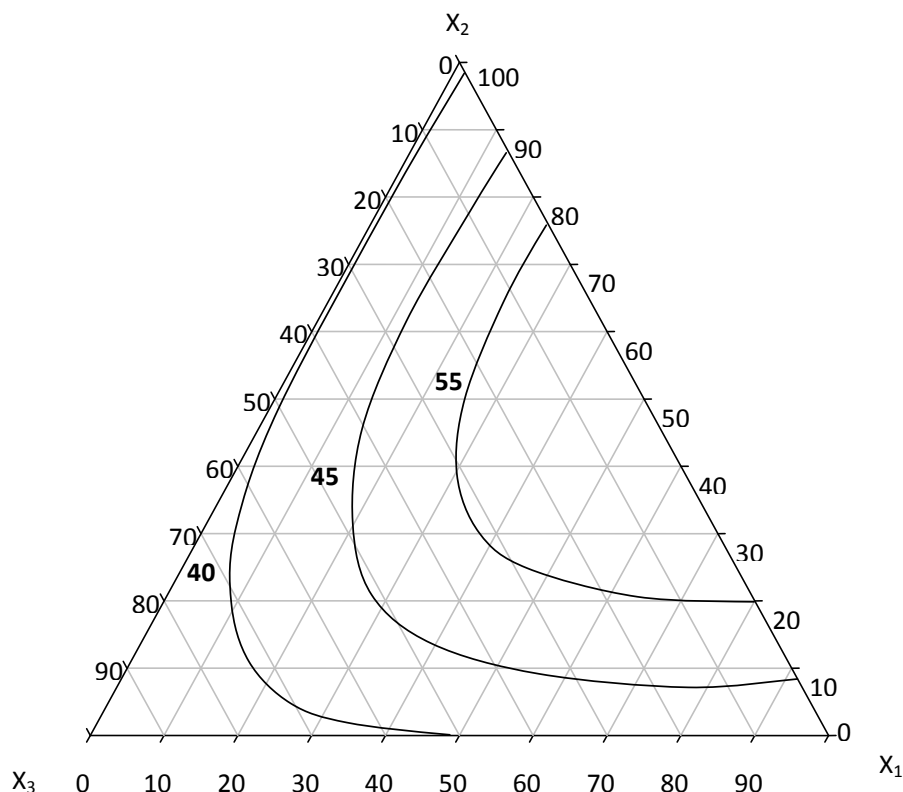


Рис. 1. Діаграма міцності бетону на основі барійвмісного вогнетривкого цементу з урахуванням гранулометричного складу

Розроблені склади вогнетривких радіаційностійких бетонів мають високі фізико-механічні та технічні властивості: міцність на стиск через 28 діб тверднення – 56-60 МПа в залежності від складу цементу; вогнетривкість понад 1780 °С, термостійкість понад 20 теплостійкості.

Висновки. З наведеного можна судити про придатність розроблених матеріалів для використання в будівельних конструкціях, які в процесі експлуатації піддаються тривалій дії випромінювань, а також в якості термоізоляції низькотемпературних споруд, термоізоляції високотемпературних поверхонь теплових агрегатів, футеровки теплонапружених ділянок сучасних високотемпературних та радіаційнонебезпечних агрегатів, що допоможе знизити прогорання під час високотемпературних впливів.

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.
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. Васильченко О.В., Квітковський Ю.В., Луценко Ю.В., Миргород О.В. Безпека експлуатації будівель і споруд та їх поведінка в умовах надзвичайних ситуацій: Навчальний посібник. – Х.: НУЦЗУ, 2010. – 372 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.

О.В. Миргород

Повышение и оптимизация огнеупорных свойств и радиационной стойкости строительных материалов

В статье рассмотрены результаты получения и исследования огнеупорных радиационностойких бетонов на основе барийсодержащего глиноземистого цемента. Сделан вывод о целесообразности использования разработанных бетонов для реконструкции зданий и сооружений, а также для различных областей промышленности, связанных с повышенными температурами и радиационным воздействием.

Ключевые слова: огнеупорный радиационностойкий бетон, барийсодержащий глиноземистый цемент, прочность, высокотемпературные испытания, прогорание.

O.V. Myrghorod

Improving and optimizing refractory properties and radiation resistance of building materials

The article describes the results of the production and investigation of radiation-resistant refractory concretes based on barium-containing alumina cement. It was concluded that the feasibility of using concrete developed for reconstruction of buildings and structures, as well as for a variety of industries related to elevated temperatures and radiation exposure.

Keywords: radiation-refractory concrete, barium-containing calcium aluminate cement, strength, high-temperature testing, burn-out.