

УДК 666.946-355.614

*Миргород О.В., канд. техн. наук, ст. преп., УГЗУ,
Швец С.В., канд. техн. наук, доц., УГЗУ*

ПРИМЕНЕНИЕ ОГНЕУПОРНЫХ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ БАРИЙСОДЕРЖАЩЕГО ГЛИНОЗЕМИСТОГО ЦЕМЕНТА ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ВЗРЫВОВ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

(представлено д-ром техн. наук Абрамовым Ю.А.)

Обоснована перспективность применения огнеупорного бетона на основе барийсодержащего глинозёмистого цемента в условиях ликвидации взрывов на АЭС, с помощью симплекс-решётчатого метода планирования эксперимента подобран гранулометрический состав бетона и определены его физико-механические и технические свойства, которые превышают свойства применяемых аналогов на 15 %.

Постановка проблемы. Наличие в Украине крайне ограниченных запасов природного топлива и отсутствие дешевых альтернативных источников энергии не позволяет в ближайшем будущем отказаться от эксплуатации атомных электростанций. В настоящее время актуальной проблемой является создание конструкций биологической защиты АЭС и различных ядерных установок с помощью новых видов огнеупорных бетонов, обладающих высокой прочностью, огнеупорностью, устойчивостью к воздействию агрессивных факторов: ионизирующих излучений, высокотемпературных режимов, коррозионных сред и др.

Анализ последних исследований и публикаций. Комплексное решение задач повышения долговечности различных материалов для строительства атомных установок и исследовательских реакторов, а также снижение трудозатрат на их возведение и ремонт, обеспечивается огнеупорными и жаростойкими цементами и бетонами на их основе, обладающими высокими термомеханическими свойствами [1]. Для тепловой защиты объектов атомной энергетики все чаще применяются бетоны специального назначения на основе глинозёмистого цемента. Однако, опыт создания саркофага над аварийным блоком Чернобыльской АЭС показал, что в условиях повышенных температур такие материалы теряют до 30% первоначальной прочности, что связано с удалением воды из гидроалюминатов кальция и может привести к образо-

Миргород О.В., Швец С.В.

ванию трещин и деформации конструкций [2]. Поэтому разработка новых видов материалов, которые бы противостояли воздействию радиационного разогрева, является актуальным вопросом.

Постановка задачи и её решение. Для изготовления бетонов использовался цемент на основе композиций системы $\text{CaO} - \text{BaO} - \text{Al}_2\text{O}_3$ оптимального состава, соотношение цемент : заполнитель – 1:3. В качестве заполнителя использовался электроплавленный корунд заданного фракционного состава. Методом виброуплотнения были изготовлены бетонные образцы размером (2 x 2 x 2) 10^{-2} м ($V/T = 0,08$). Для определения оптимального соотношения размера зерен смежных фракций заполнителя, применялась формула 1 [3]

$$d_n / d_{n-1} = 0,226, \quad (1)$$

где d_n – средний диаметр зерен мелкой фракции; d_{n-1} - средний диаметр зерен крупной фракции.

Оптимизация количественного соотношения смежных фракций заполнителя производилась с помощью симплекс-решетчатого метода планирования эксперимента [4].

Для определения зависимости свойств бетона от количественного соотношения фракций корундового заполнителя использовался симплекс-решетчатый метод планирования с полиномом неполного третьего порядка

$$Y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{23} x_2 x_3 + \beta_{123} x_1 x_2 x_3. \quad (2)$$

Таблица 1 – Матрица планирования эксперимента

Коэффициент полинома	Обозначение и физический смысл факторов			
	Фракции заполнителя			Предел прочности при сжатии к 28 суткам, МПа
	BaAl_2O_4 X_1	CaAl_2O_4 X_2	$\text{BaCa}_2\text{Al}_8\text{O}_{15}$ X_3	
η_1	1	0	0	40
η_2	0	1	0	43
η_3	0	0	1	46
η_{12}	0,5	0,5	0	60
η_{13}	0,5	0	0,5	45
η_{23}	0	0,5	0,5	44
η_{123}	0,33	0,33	0,33	55

Применение огнеупорных бетонов на основе барийсодержащего глинозёмистого цемента при ликвидации взрывов на атомных электростанциях

Матрица планирования эксперимента приведена в табл. 1.

По результатам экспериментальных данных были рассчитаны коэффициенты полинома, выражающие зависимость прочности от количественного и гранулометрического соотношения фракций заполнителя. Уравнение регрессии имеет вид

$$Y = 40 x_1 + 43 x_2 + 46 x_3 + 10 x_1 x_2 + 8 x_1 x_3 + 62 x_2 x_3 + 84 x_1 x_2 x_3. \quad (3)$$

Уравнение регрессии рассчитывалось с помощью ЭВМ с шагом варьирования 10 %. По результатам выполненных расчетов и математической обработки эксперимента были построены симплекс-диаграмма «состав: свойство» (рис.) и проекции линий равного уровня для прочности бетона.

Для определения термостойкости были изготовлены образцы бетона размером $(2 \times 2 \times 2) 10^{-2}$ м, которые испытывались после 28 суточного твердения при 850 °С и 1300 °С с последующим охлаждением, которое производилось на воздухе. В результате испытаний установлено, что образцы бетонов выдержали более 20 термоциклов, сохраняя при этом более 80 % первоначальной прочности.

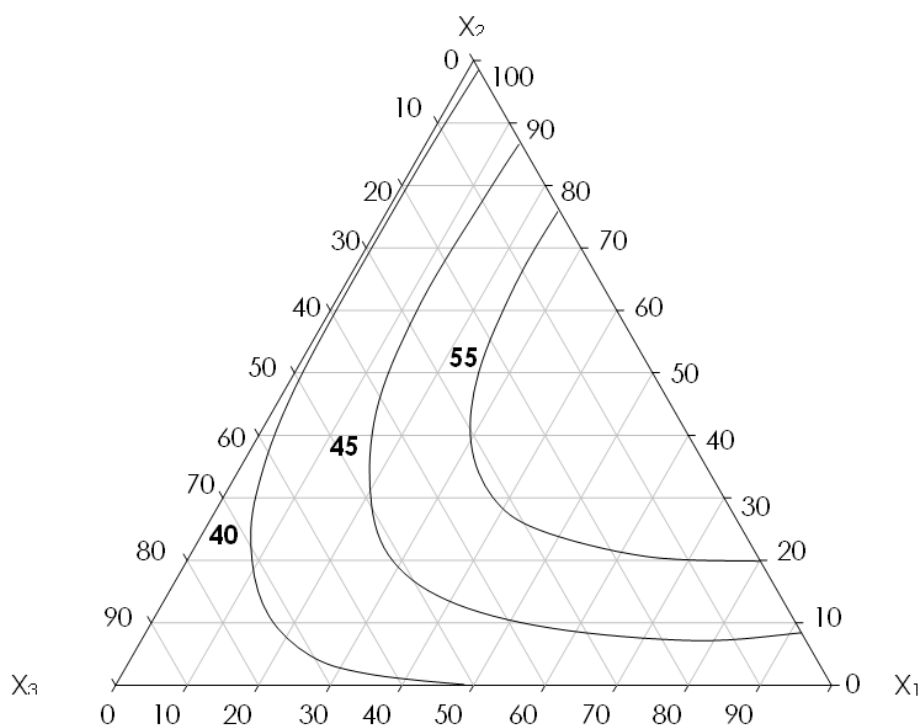


Рис. – Диаграмма прочности бетона на основе барийсодержащего огнеупорного цемента с учетом гранулометрического состава

Одной из важных эксплуатационных характеристик огнеупорного бетона является степень его разупрочнения при нагревании. Для исследования механической прочности бетона при воздействии повышенных температур были изготовлены образцы размером $(2 \times 2 \times 2) 10^{-2}$ м, которые испытывались после 28 суток твердения.

Результаты испытаний бетонов при воздействии повышенных температур приведены в табл. 2.

Как видно из представленных результатов, выше 1000 °С начинается спекание материала с получением прочной керамической структуры, о чем свидетельствует увеличение прочностных показателей.

Таблица 2 – Влияние повышенных температур на прочностные характеристики бетонов

Температура термообработки, °С	Свойства бетона	
	Предел прочности при сжатии, МПа	Степень разупрочнения, %
20	60,0	-
200	58,2	-3,0
400	56,1	-6,5
600	54,5	-9,17
800	52,3	-12,83
1000	51,8	-13,67
1300	53,2	-11,33

Огнеупорность исследуемого бетона составила свыше 1780 °С. При этой температуре не наблюдается изменение поверхности пироскопа, жидкой фазы нет, что свидетельствует о том, что огнеупорность образца близка к 2000 °С.

Выводы. В результате проведенных испытаний установлено, что полученные бетоны по основным эксплуатационным характеристикам выше применяемых аналогов на 15% и являются перспективными радиационностойкими вяжущими для применения на АЭС и других объектах атомной энергетики с высокими температурами эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тропинов А., Тропинова И. Вечный очаг. Жаростойкие бетоны. // Украинский промышленный журнал. – К.: Такі справи, 2002. – С. 40-42.
2. Кузнецова Т.В., Талабер Й. Глиноземистый цемент // Совм. изд. СССР-ВНР. – М.: Стройиздат, 1988. – 265с.
3. Мельник М.Г., Илюха Н.Г., Шаповалова Н.Н. Огнеупорные цементы. – К.: Вища школа, 1984. – 121 с.
4. Кафаров В.В., Ахназарова С.Л. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии. – М.: Высшая школа, 1978. – 319 с.

nuczu.edu.ua

УДК 614.876:355.58

*Попов В.М., канд. техн. наук, проректор, УГЗУ,
Ромин А.В., канд. техн. наук, зам. нач. фак., УГЗУ,
Фесенко Г.В., канд. техн. наук, доц., УГЗУ*

ОЦЕНКА НАКОПЛЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОЙ ДОЗЫ ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЗА СЧЕТ ПОТРЕБЛЕНИЯ ГРИБОВ

(представлено д-ром техн. наук Бодянским Э.В.)

Выведены необходимые соотношения и приведены примеры оценки накопленной эффективной дозы внутреннего облучения радионуклидом Cs-137 при потреблении жителями трех типов населенных пунктов сильно, средне и слабо накапливающих грибов, произрастающих на различных группах почв радиоактивно загрязненных территорий

Постановка проблемы. В связи с тем, что лесные экосистемы характеризуются самыми длительными периодами эффективного очищения от техногенных радионуклидов в сравнении с другими ландшафтами, по-прежнему сложной остается ситуация с радиоактивным заражением пищевых продуктов леса территорий, пострадавших вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. Это приводит к тому, что возросшее из-за неблагоприятной экономической ситуации потребление жителями Украинского Полесья гри-