

Strelec V.M., Trigub V.V., Vasil`ev M.V.

Comparative analysis of patterns of rescuers in custom-tailored means of protecting the first and second type

It is shown that the time localization of the type of emergency rescue workers, depending on the level of preparedness varies exponentially. At the same time, the difference of the expectations of localization of an emergency, obtained by a computer simulation and physical modeling, not statistically significant.

Key words: simulation evaluation, the localization of an emergency, protection, preparedness, rescue

УДК 666. 84

Дейнека В.В., канд. техн. наук, ст. преп., НУГЗУ

СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ РАДИАЦИОННОГО ФОНА В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ РАДИАЦИОННООПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

(представлено д-ром техн. наук Комяк В.М.)

Строительство сооружений, зданий, инженерных сетей и транспортных коммуникаций с заданными уровнями безопасности и надежности от негативного воздействия радиации диктует необходимость разработки вяжущих материалов со специальными свойствами, которые не обеспечиваются применением цементов общестроительного назначения. Проблема разработки средств защиты от радиации очень актуальна в наше время. С точки зрения обеспечения безопасности окружающей среды, населения, территории и объектов от выбросов радиоактивных веществ, наиболее интересны для изучения и внедрения цементы на основе четырехкомпонентной системы $\text{CaO} - \text{BaO} - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$, содержащие, кроме ферритов и силикатов кальция, ферриты бария, которые по скорости нарастания прочности и конечной ее величины могут конкурировать со специальными конструктивными материалами. Применение этих цементов обеспечивает изделиям повышенный удельный вес, более высокий коэффициент массового поглощения гамма-излучений, повышенную стойкость к агрессивному действию сульфатной коррозии.

Ключевые слова: жесткое радиационное излучение, вяжущие материалы, сульфатная коррозия

Постановка проблемы. Постоянный технический прогресс связан с ростом числа объектов повышенной опасности, к одним из

Снижение уровня радиационного фона в рабочей зоне радиационноопасных объектов

которых относятся атомные электростанции, предприятия по изготовлению ядерного топлива, переработке и захоронению ядерных отходов, научно-исследовательские и другие учреждения, имеющие ядерные установки и стенды, транспортные ядерные энергетические установки, некоторые военные объекты. В свою очередь, это ведет к увеличению вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций, связанных с выбросом радиоактивных веществ в окружающую среду, поражением населения, территории и объектов от негативных последствий чрезвычайных ситуаций техногенного характера, а соответственно, необходимостью строительства сооружений, зданий, инженерных сетей и транспортных коммуникаций с заданными уровнями безопасности и надежности от негативного воздействия радиации [1, 2].

Кроме того, неизбежным следствием использования атомной энергии является образование радиоактивных отходов. Проблема обостряется по мере накопления радиоактивных отходов и физического старения инженерных сооружений, где хранятся как жидкие, так и твердые отходы.

Анализ последних исследований и публикаций. Одним из перспективных направлений при строительстве отдельных хранилищ и противорадиационных укрытий, атомных электростанций, предприятий по изготовлению ядерного топлива, переработке и захоронению ядерных отходов является получение и использование вяжущих материалов, предназначенных для защиты от жесткого радиационного излучения, таких как цементы на основе составов, включающих ферриты бария. Эти цементы представляют особый интерес для специалистов в области технологии вяжущих веществ, как многокомпонентные оксидные системы, в которых присутствуют оксиды кальция и бария. Цементы, синтезированные на основе композиций таких систем, обладают специальными свойствами: повышенный удельный вес, стойкость к агрессивному воздействию сульфатной коррозии, способность ослаблять жесткое радиационное излучение и др. [3 - 5], что значительно увеличивает предпочтительность их применения в сравнении с существующими защитными материалами.

Постановка задачи и ее решение. Повышение техногенной безопасности за счет разработки и внедрения при строительстве потенциально опасных объектов, сооружений для переработки и захоронения ядерных отходов, зданий и инженерных сетей, других ответственных сооружений в промышленном и гражданском

строительстве, где требуется длительный срок службы покрытий, с заданными уровнями безопасности и надежности новых эффективных полифункциональных вяжущих материалов, способных одновременно выдерживать воздействие нескольких агрессивных факторов окружающей среды, не теряя при этом своих свойств, является актуальной.

При строительстве потенциально опасных объектов хорошо зарекомендовали себя цементы на основе силикатов и ферритов бария [6]. При нагревании такой цементный камень сохраняет плотную керамическую структуру, так как прерывается процесс перекристаллизации и сохраняется его высокая прочность. Этим, бариевые цементы резко отличаются от соответствующих кальциевых составов. Наилучшие защитные свойства бетонов от жесткого радиоактивного излучения были получены для составов из бариевого силикатного цемента с заполнителем из фракционированного клинкера того же состава.

Не менее острой остается проблема создания надежных контейнеров для захоронения и хранения радиоактивных отходов. В последнее время таким сооружениям отводят одну из ключевых ролей в многобарьерной системе защиты населения и окружающей среды от воздействия остаточного и вторичного ионизирующих излучений. Особенно это относится к низко- и среднеактивным отходам, захоронение которых осуществляется или планируется осуществлять в неглубокие подземные или специальные наземные хранилища. Использование композиционных материалов на основе бетона для изготовления контейнеров, предназначенных для длительного хранения и транспортирования радиоактивных отходов, позволяет решить следующие задачи:

- 1) добиться необходимой надежности контейнеров, то есть обеспечить достаточную продолжительность безопасного временного хранения радиоактивных отходов с возможностью последующего захоронения;
- 2) повысить радиационную и коррозионную стойкость;
- 3) обеспечить гарантии безопасности за счет заводского изготовления основного элемента хранилища (контейнера);
- 4) обеспечить механическую прочность;
- 5) обеспечить технологичность и низкую стоимость изготовления и эксплуатации контейнеров;
- 6) упростить конструкцию временных хранилищ.

С другой стороны, к материалам для изготовления контейнеров предъявляют достаточно жесткие требования к свойству ослаблять радиационное излучение, прочности, водо- и газонепроницаемости, долговечности [2, 7].

С этой точки зрения интерес представляет четырехкомпонентная система $\text{CaO} - \text{BaO} - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$, которая включает в себя бинарные и тройные фазы, необходимые для производства барийсодержащих полифункциональных высокопрочных вяжущих материалов с широким спектром эксплуатационных свойств: радиационностойких, жаростойких, тампонажных, коррозионностойких и т.д. [8].

Проведенные термодинамические исследования по тетраэдрации системы $\text{CaO} - \text{BaO} - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ с учетом всех стабильных фаз при температуре 1200 - 1600 К позволили выбрать область, оптимальную с точки зрения получения цементов специального назначения, ограниченную соединениями $\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5 - \text{Ba}_2\text{Fe}_2\text{O}_5 - \text{Ba}_2\text{SiO}_4$ [9]. Представленная область включает соединения, обладающие как высокой гидравлической активностью, так и высокими специальными защитными свойствами.

Для синтеза ферросиликатных кальций-бариевых цементов в качестве исходных сырьевых материалов использовались: углекислый барий технический (ГОСТ 2149 – 75); углекислый кальций марки ХЧ (ДСТУ 4530 – 96), оксид железа ЧДА (ДСТУ 6912 - 94), песок Нововодолажского месторождения.

Были получены цементы следующего химико-минералогического состава (табл. 1).

Таблица 1 – Химический и минералогический состав синтезированных цементов сечения $\text{Ca}_2\text{SiO}_4 - \text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5 - \text{Ba}_2\text{Fe}_2\text{O}_5 - \text{Ba}_2\text{Ca}_3\text{Si}_4\text{O}_{16}$

№ состава	Химический состав, мас. %				Фазовый состав, мас. %			
	CaO	SiO ₂	BaO	Fe ₂ O ₃	B ₂ S	B ₂ F	C ₂ F	CBF ₂
1	8,2	9,8	63,4	18,6	60	20	20	-
2	4,1	13,1	73,6	9,3	80	10	10	-
3	4,1	11,4	71,7	12,6	70	20	10	-
4	16,5	3,28	43,0	37,2	20	40	40	-
5	2,1	9,8	69,2	18,9	20	60	-	20
6	1,0	8,2	71,0	19,7	50	40	-	10

Цемент обжигался в криптолової печі при 1523 К з ізотермічної витримкою при максимальній температурі обжигу 3 годин.

На основі синтезованих складів були виготовлені зразки цементів з використанням методики малих зразків Стрелкова М.І. [10].

Результати досліджень фізико-механічних властивостей отриманих цементів приведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Фізико-механічні властивості цементів сечення $\text{Ca}_2\text{SiO}_4 - \text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5 - \text{Ba}_2\text{Fe}_2\text{O}_5 - \text{Ba}_2\text{Ca}_3\text{Si}_4\text{O}_{16}$

№ складу	Вода/ Цемент	Терміни схваткування, год-хв		Границя міцності на стиснення, МПа			Коеф. радіаційної стійкості, $\text{см}^2/\text{г}$	Коеф. сульфатної стійкості
		початок	кінець	3 днів	7 днів	28 днів		
1	0,17	2 – 00	3 – 35	10,1	16,0	22,0	236	1,30
2	0,17	0 – 15	1 – 30	16,3	20,6	27,5	287	1,20
3	0,19	2 – 40	3 – 50	24,5	30,4	42,2	265	1,31
4	0,20	1 – 55	3 – 20	25,0	38,0	52,0	277	1,31
5	0,19	2 – 40	3 – 50	16,3	22,0	27,4	246	1,28
6	0,21	3 – 55	4 – 35	10,2	18,3	23,4	254	1,20

В ході проведених досліджень було встановлено, що отримані цементні зразки є гідролічними вяжучими повітряного твердіння і мають наступні будівельно-технічні властивості: початок твердіння від 0 год – 15 хв до 3 год – 55 хв, кінець – від 1 год – 30 хв до 4 год – 35 хв, границя міцності на стиснення на 28 днів від 22 до 52 МПа. Оптимальним складом обраний склад № 4 ($\text{Ba}_2\text{Fe}_2\text{O}_5:\text{Ba}_2\text{SiO}_4:\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5 = 40:20:40$), який характеризується високою радіаційною стійкістю (277 $\text{см}^2/\text{г}$), гідролічною активністю і корозійною стійкістю (1,3), а також має достатньо високу міцність на стиснення (52 МПа).

Висновки. На основі проведених теоретичних розрахунків і експериментальних досліджень встановлено, що одним з умов створення безпечної життєдіяльності населення на території

Снижение уровня радиационного фона в рабочей зоне радиационноопасных объектов

рии с повышенной техногенной нагрузкой и риском возникновения чрезвычайных ситуаций является использование всех композиций составов оптимальной области в защитных вяжущих материалах, применяемых для создания радиационной защиты на объектах атомной энергетики, контейнеров хранения и захоронения радиоактивных отходов, при выполнении мероприятий инженерной защиты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закон Украины 1859–IV «Про правові засади цивільного захисту» / Верховна Рада України. – Офіц. вид. – К.: Парлам. вид-во, 2004. – (Бібліотека офіційних видань).
2. Сорокин В.Т. Экологические проблемы обращения с радиоактивными отходами / В.Т. Сорокин, В.Д. Сафутин // Радиационная безопасность: Экология – Атомная энергия : 4 Международ. конф., 2000 г : мат. конф.– СПб., 2000. – С. 78-80.
3. Прошин А.П. Особо тяжелые бетоны с суперпластификаторами для радиационной защиты / А.П. Прошин, В.И. Соломатов, Д.В. Калашников // Теория и практическое применение суперпластификаторов в композиционных строительных материалах : тез. докл. конф. – Пенза, 1991. – С. 48.
4. Петрова Т.М. Радиационная стойкость шлакощелочных бетонов / Т.М. Петрова, Н.П. Чибисов // Мол. ученые, аспиранты и докторанты Санкт-Петерб. гос. ун-та путей сообщ. – СПб., 1996. – С. 14-18.
5. Ильин В.Б. Технические требования и результаты разработки контейнеров для хранения и транспортировки РАО / В.Б. Ильин, А.И. Смирнов // Радиационная безопасность: Экология – Атомная энергия : 4 Международ. конф., 2000 г : мат. конф.– СПб., 2000. – С. 180-182.
6. Вылков В. Получение и свойства бариевых силикатных и алюминатных цементов / В. Вылков // Цемент. – 1996. - № 4. – С. 21-23.
7. Свиридов Н.В. Железобетонные контейнеры для хранения РАО, особопрочный общестроительный и радиационнозащитный бетон / Н.В. Свиридов, Р.М. Гатаулин // Радиационная безопасность: Экология – Атомная энергия : 4 Международ. конф., 2000 г : мат. конф.– СПб., 2000. – С. 182-183.

8. Шабанова Г.М. Дослідження впливу неорганічних добавок на фізико-механічні властивості спеціального барієвого цементу / Г.М. Шабанова, Н.С. Цапко, В.В. Дейнека, В.В. Тараненкова // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2008. – № 13 – С. 71-76.
9. Дейнека В.В. Термодинамика фазовых равновесий в субсолидусе системы CaO-BaO-Fe₂O₃-SiO₂ / Г.Н. Шабанова, В.В. Дейнека, С.М. Логвинков, А.Н. Корогодская // Огнеупоры и техническая керамика. – М.: Меттекст. – 2007. – № 2. – С. 15 – 19.
10. Бутт Ю.М. Практикум по химической технологии вяжущих материалов / Бутт Ю.М., Тимашев В.В. - М.: Высшая школа, 1973. - 504с.
nuczu.edu.ua

Дейнека В.В.

Зниження рівня радіаційного фону в робочій зоні радіаційно-небезпечних об'єктів

Будівництво споруд, будівель, інженерних мереж і транспортних комунікацій із заданими рівнями безпеки і надійності від негативного впливу радіації диктує необхідність розробки в'язучих матеріалів зі спеціальними властивостями, які не забезпечуються застосуванням цементів загальнобудівельного призначення. Проблема розробки засобів захисту від радіації дуже актуальна в наш час. З точки зору забезпечення безпеки навколишнього середовища, населення, території та об'єктів від викидів радіоактивних речовин, найбільш цікаві для вивчення і впровадження цементу на основі чотирикомпонентної системи CaO - BaO - Fe₂O₃ - SiO₂, що містять, крім феритів і силікатів кальцію, ферити барію, які по швидкості наростання міцності і кінцевої її величини можуть конкурувати зі спеціальними конструктивними матеріалами. Застосування цих цементів забезпечує виробам підвищену питому вагу, більш високий коефіцієнт масового поглинання гамма-випромінювань, підвищену стійкість до агресивної дії сульфатної корозії.

Ключові слова: жорстке радіаційне опромінення, в'язучі матеріали, сульфатна корозія

Deyneka V.V.

Reduction of background radiation level in the working area of radiation hazardous facilities

Construction of structures, buildings, engineering networks and transport communications with preset levels of security and reliability from the negative impact of radiation dictates necessity of development of binding materials with special properties, which are not provided for by application of cements of machine-building purposes. The problem of development of means of protection against radiation is very urgent in our time. From the point of view of ensuring safety of the environment, population, territory and objects from the emissions of radioactive substances, and are most interesting for the study and implementation of cements on the basis of system CaO - BaO - Fe₂O₃ - SiO₂ containing, in

addition to ferrites and silicate of calcium, barium ferrite, that the slow rate of the strength and its final value can compete with special construction materials. The application of these cements provides products increased weight, a higher ratio of mass of the absorption of gamma-radiation, high resistance to aggressive action sulfate corrosion.

Key words: hard radiation, astringent materials, sulfate corrosion, hard radiation

УДК 681.324

*Игнатъев А.М., ст. преп., НУГЗУ,
Вальченко А.И., канд. воен. наук, доц., НУГЗУ*

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗАДАЧАХ
ОРГАНИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ
СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО
РЕЕСТРА ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ**

(представлено д-ром техн. наук Туркиным И.Б.)

Обоснована целесообразность реализации принципов непрерывной оценки эффективности и совершенствования процесса эксплуатации сложных технических систем (СТС) сбора и обработки информации для базы данных Государственного реестра потенциально опасных объектов. Разработан подход к синтезу структуры экспертной системы поддержки принятия решений при планировании технической эксплуатации СТС, что позволит обеспечить рациональное и гибкое планирование мероприятий технического обслуживания.

Ключевые слова: Государственный реестр потенциально опасных объектов, сложная техническая система, планирование технической эксплуатации, экспертная система

Постановка проблемы. С целью получения данных о текущем состоянии потенциально опасных объектов (ПОО) и актуализации информации, которая содержится в базе данных Государственного реестра ПОО, проводится мониторинг этих объектов в рамках заданий единой государственной системы предупреждения и реагирования на чрезвычайные ситуации техногенного и природного характера [1].