

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ АССОЦИАЦИИ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ,  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ЦЕНТРА  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ  
(СТРОИНИНЦЕНТРА)

# СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

№ 1  
(433)  
ЯНВАРЬ  
1991

Издается с января 1955 г.

## Содержание

<b>РЕСУРСОВЫРЕЖЕНИЕ, ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ</b>	БОЛДЫРЕВ А. С., ВОЛЖЕНСКИЙ А. В., ИСХАКОВА А. А., КАРПОВА Т. А., ЧИСТОВ Ю. Д. Строительные материалы на основе отходов производства	2
<b>ПРОГРЕССИВНЫЕ ПРОЕКТЫ ПРЕДПРИЯТИЙ</b>	АБРАМСОН В. Ш., ГОЛУБЕВА Н. В., МИХАЙЛОВ Л. П. Щебаноочный завод нового типа	4
<b>ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ</b>	ЧЕЧЕНИН М. Е. Совершенствование производства асбестоцементных труб на круглосеточных машинах без верхнего сукна	7
<b>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА</b>	ВАЛИЩЕВ Р. Ш., ЦЕПЕЛЕВА В. Л., РАЙВИЧ Р. М. Низкотемпературный скоростной обжиг кирпича МУИЗЕМНЕК Ю. А., ТАБАРИН А. Д., МАРТЬЯНОВ С. В. Вопросы повышения эффективности производства щебня РЯБОКОНЬ Л. А., ПОЛИЩУК Т. И. Ячеистый бетон на основе золы гидроудаления ВАСИЛЬЕВ В. И., КАРНАУХОВ А. В. Рациональная алмазно-штрипсовая распиловка природного камня средней прочности НАЦИЕВСКИЙ Ю. Д., ТЕРНОВСКИЙ О. Б., ТЕРНОВАЯ Г. А. Использование жестких гипсобетонных смесей в производстве стеновых материалов	11 12 13 14 15
<b>НОВЫЕ И УЛУЧШЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ</b>	АНТИПОВ А. Е., ЯШИН В. Р., ОРЕВКОВ Ю. С., АЗИМОВ Ф. И., ПУШКОВ Е. П. Гидроизоляционная стяжка для полов ЧЕРМЯНИН Н. Р., ВОЛГИНА О. А. Силикатный кирпич с добавкой заполнителей из изверженных и осадочных пород	16 17
<b>РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ</b>	БАБАЕВ Ш. Т., ДИКУН А. Д., СОРОКИН Ю. В. Физико-механические свойства цементного камня из вяжущих низкой водопотребности СЕРДЮК В. Р., НОГОВИЦИНА Л. И. Оценка радиоактивности золошлаковых отходов и композиционных материалов на их основе	19 21
<b>ИНФОРМАЦИЯ</b>	Учредительный съезд Союза строителей СССР ПАВЛОВА С. В. Рациональное использование природного камня (по итогам Всесоюзного научно-технического коммерческого совещания) В целях развития сотрудничества и торговли	23 25 26



МОСКВА  
СТРОЙИЗДАТ

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
И АРХИТЕКТУРНЫЙ

Материал	Вязущее	Режим твердения	$\alpha, 10^6 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , при температуре $^\circ\text{C}$ :									
			-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70
Цементный камень (Знаменский цемент)	Контрольный состав	Нормальный ТВО	12,3	12,1	12	11,9	11,7	11,4	10,6	9,7	8,2	6
			12,1	11,8	11,6	11,4	11,2	10,9	10,4	10	9,6	9,2
	ВНВ-100	Нормальный ТВО	12,4	12,3	12,2	11,9	11,5	10,9	10	9,1	8,2	7,3
			11,6	11,5	11,4	11,2	11	10,8	10,6	10	9,2	8
ВНВ-50	Нормальный ТВО	Нормальный ТВО	12	11,9	11,8	11,7	11,6	11,5	11,3	11	10,9	10,5
			11,9	11,8	11,5	11,5	11,4	11,2	10,9	10,6	10	9
ВНВ-30	Нормальный ТВО	Нормальный ТВО	11,6	11,4	11,4	11,3	11,1	10,9	10,4	10,2	9,9	9,6
			13,1	13	12,9	12,4	11,7	10,6	9,6	8,5	7,4	6

обработке увеличивается объем крупной капиллярной пористости до 9,62 % (см. рисунок,  $\epsilon$ , кривая 2').

Исследования показали, что при изменении состава и режима твердения цементного камня меняется характер деформаций. Опаску dilatометрических эффектов при анализе dilatометрических кривых приводили с помощью приведенного удлинения  $\epsilon_d$ , определяемого как разность относительных деформаций при замораживании влажного ( $\epsilon_{d1}$ ) и сухого ( $\epsilon_{d2}$ ) материала, взятых с соответствующими знаками удлинение (+), укорочение (-).

Установлено, что во всем диапазоне температур от +20 до -70  $^\circ\text{C}$  деформации цементного камня, определяемые его структурой, различны. В области опасной капиллярной пористости (от 0 до -10  $^\circ\text{C}$ ) минимальные деформации (2,9 %) у цементного камня нормального твердения из ВНВ-100, максимальные (18,6 %) из ВНВ-30, из ВНВ-50 (10,9 %) соответствуют уровню этого показателя (9,9 %) для цементного камня контрольного состава. При более низких температурах деформации образца 2 цементного камня из ВНВ-100 также имеют минимальные значения, его dilatометрическая кривая максимальна из указанных составов цементного камня приближена к dilatометрической кривой 1 (см. рис. 1) сухого материала.

Несколько больше, чем у цементного камня из ВНВ-100, деформации у цементного камня из ВНВ-50, которые в свою очередь меньше деформаций цементного камня контрольного состава. Последнее свидетельствует о том, что эксплуатационные характеристики цементного камня из ВНВ-50 нормального твердения должны быть выше таковых у цементного камня контрольного состава. Увеличение температурных деформаций цементного камня из ВНВ-30 и возникновение в связи с этим на его дисагограмме аномальных пиков деформаций может отрицательно сказываться на эксплуатационной стойкости материала.

Принятый в исследованиях режим тепловлажностной обработки неблагоприятно влияет на формирование структуры цементного камня резко увеличивается деформации при отрицательных температурах из-за деструктивных процессов, происходящих при тепловлажностной обработке. Поэтому к планированию режима теплодой обработки материалы следует относиться с повышенным вниманием.

Из изложенного выше можно сделать следующие выводы. Коэффициенты ли-

нейного температурного расширения (КЛТР) цементного камня из вязущих марок ВНВ-100, ВНВ-50 и ВНВ-30 в области положительных температур находятся в тех же пределах, что и КЛТР затвердевшего портландцемента (11,2—12,6)  $\cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ . Это свидетельствует о термической совместимости цементного камня и бетонов на ВНВ с цементным камнем и бетонами на традиционном портландцементе и о возможности использования первых в композициях с другими материалами, например, при проведении ремонтных и реставрационных работ.

Dilatометрическими исследованиями на основании данных по подоположенным образцам установлено, что цементный камень на ВНВ с содержанием клинкерной составляющей 50 % и более (ВНВ-50 — ВНВ-100) характеризуется повышенным относительным объемом микропор и микрокапилляров при значении меньшей, чем у портландцемента, интегральной пористости. Это предопределяет высокие эксплуатационные свойства, и прежде всего морозостойкость бетонов из ВНВ-50 и ВНВ-100.

Уменьшение до 30 % клинкерной составляющей (ВНВ-30) и увеличение до 70 % минеральной добавки (шлаки и вески) сопровождается увеличением объема крупных капиллярных пор и дополнением, что сказывается на эксплуатационной стойкости материала. Тем не менее свойства испытываемого материала сопоставимы со свойствами традиционного портландцемента.

Оптимальным с точки зрения обеспечения экономии вязущего и высоких эксплуатационных свойств является цементный камень из ВНВ-50.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Летоны на вязущих вяжущих водонепроницаемости: В. Г. Бетряков, Ш. Т. Бабаян, П. Ф. Беляков в др. // Бетон и железобетон. 1988. № 11.
2. Рахманов В. А., Бабаян Ш. Т., Беляков П. Ф. Вязущие вяжущие водонепроницаемости и бетоны на их основе. — В кн. Новые технологические разработки в производстве сборного железобетона. Труды ВНИИЖелезобетон. 1988. Вып. 1.

УДК 604.903.2—603.8:539.16

В. Р. СЕРДЮК, канд. техн. наук (Винницкий политехнический институт),  
Л. И. НОГОВИЦИНА, канд. биол. наук (Республиканский научный гигиенический центр Министерства здравоохранения УССР)

## Оценка радиоактивности золошлаковых отходов и композиционных материалов на их основе

На современном этапе интенсификации экономики сбережение материальных ресурсов, широкомасштабная утилизация различных отходов приобретает первостепенное значение.

Развитие энергетики сопровождается ростом объемов образования золошлаковых отходов. Наиболее широкое применение золы и шлаки находят в производстве цемента, бетона, автоклавных силикатных материалов, легких заполнителей, строительной керамики, для рекультивации земель.

На территории УССР работают около 30 основных крупных электростанций, зола которых по своему составу близка между собой [1]. В отвалах только одной Ладвижской ГРЭС (Винницкая обл.) накоплено 20 млн. т золошлаковых отходов.

В составе каменного угля содержатся радий-226, торий-232, калий-40 и другие радионуклиды, концентрация которых увеличивается после выгорания органической составляющей. Наличие природных радионуклидов в составе золы

Материал	Содержание радионуклидов, Бк/кг			Удельная суммарная радиоактивность $f$ , Бк/кг
	радий-226	калий-40	торий-232	
Ячеистый бетон	35,7 ± 7,5	553,8 ± 38,6	92,3 ± 4,9	0,56
Шлакокерамзитобетон	81,1 ± 8,8	726,4 ± 44,9	88,1 ± 4,3	0,71
Силикатный кирпич	15,6 ± 3,9	276,4 ± 19,7	30,2 ± 2,1	0,21
Злошлаковая смесь	61,4 ± 8,02	701,9 ± 43,4	111,7 ± 5,1	0,74
Керамзитобетон	37,7 ± 6,8	647,9 ± 42,4	86,7 ± 4,4	0,57

и шлака в очень незначительном количестве и предопределяет необходимость оценки суммарной активности естественных радионуклидов, содержащихся в золошлаковых отходах.

На современных электростанциях для производства 1 ГВт·год  $\sim 8,7 \cdot 10^9$  кВт·ч электроэнергии сжигается около 3 млн. т угля. В угольной золе содержится в среднем удельная активность, Бк/кг: 265 —  $^{137}\text{Cs}$ ; 200 —  $^{238}\text{U}$ ; 240 —  $^{226}\text{Ra}$ ; 930 —  $^{210}\text{Po}$ ; 1700 —  $^{210}\text{Pb}$ ; 70 —  $^{232}\text{Th}$ ; 110 —  $^{232}\text{Th}$  и 120 —  $^{226}\text{Ra}$  [2].

Сравнение общего ущерба от ядерного и угольного топливных циклов для здоровья человека с учетом не только опасности облучения населения в результате выбросов угольных ТЭС природных радионуклидов, но и канцерогенного эффекта химических компонентов выбросов (летучая зола, сернистый газ, органические ксенобиотики, в особенности бензпирен) подтверждает приоритетность развития атомной энергетики. Проживание вблизи угольной ТЭС мощностью 1000 МВт с учетом выбросов ее химических компонентов в сотни раз более опасно, чем проживание вблизи АЭС аналогичной мощности [3].

Анализ результатов испытаний на радиоактивность, проведенных в Польше [4], показал, что ячеистый бетон на основе золы-уноса, изготовленный на заводах страны, удовлетворяет требованиям по содержанию радиоактивных элементов. Тем не менее 25 % всего объема выпускаемого бетона было изготовлено на золе-уносе, в которой содержание радиоактивных элементов превышало допустимый предел. В связи с этим институты промышленности строительных материалов и заводские лаборатории обязаны проводить контрольные испытания сырья и строительных материалов с целью определения количества содержащихся в них радиоактивных элементов.

Целью исследований, проведенных нами, явилась оценка активности естественных радионуклидов золошлаковых отходов, золы-уноса, композиционных материалов, полученных на их основе и выпускаемых предприятиями строительных материалов Украины.

Были изготовлены образцы строительных материалов с различным содержанием золошлаковых отходов: ячеистый бетон на золе-уносе, подвергающийся пропарке, состав, % по массе: зола — 50, цемент — 50 (Камеце-Подольского цементного завода); шликеракерамзитобетон, состав, % по массе: шлак — 65, керамзит — 15, зола — 7, цемент — 13; силикатный кирпич, состав, % по массе: песок — 76, известь — 9, шлак — 15; золошлаковая смесь гидрозолоудаления, состав, % по массе: шлак — 90, зола — 10; керамзитобетон, состав, % по массе: керамзит — 63, цемент — 19, зола — 18.

Удельная активность естественных радионуклидов в строительных материалах, используемых во всех вновь строящихся жилых и общественных зданиях, не должна превышать предельных значений по НРБ-76/87 (Нормы радиоактивной безопасности-76/87) [5], при этом должно выполняться следующее условие для смеси указанных радионуклидов с концентрацией  $C$  (Ки)

$$\frac{C_{\text{Ra}}}{1 \cdot 10^{-8}} + \frac{C_{\text{Kb}}}{7 \cdot 10^{-9}} + \frac{C_{\text{K}}}{1,3 \cdot 10^{-7}} \leq 1.$$

Удельная радиоактивность в Бк/кг (система СИ) композиционного материала определяется по формуле

$$f = \frac{C_{\text{Ra}}}{370} + \frac{C_{\text{Th}}}{259} + \frac{C_{\text{K}}}{4810} \cdot f \leq 1.$$

Удельная радиоактивность  $f$  для ячеистого бетона составила 0,56; шлакокерамзитобетона — 0,71; силикатного кирпича — 0,21; золошлаковой смеси — 0,74; керамзитобетона — 0,57.

Таким образом, все испытанные композиционные материалы и исходная зола, и шлак удовлетворяют требованиям норм радиоактивной безопасности.

Содержание естественных радиоактивных элементов определяли на анализаторе АИ-1.024А-90 со сцинтиляционным блоком NaI(Te) 150 × 150 мм, с колорцем 67 × 100 мм. Сцинтиляционный метод дозиметрии рентгеновского и  $\gamma$ -излучения основан на регистрации вспышек света, возникающих в сцинтиляторе под действием излучения [6].

Как видно из таблицы отсутствуют какие-либо ограничения по использованию золошлаковых отходов Ладжижской ГРЭС (угли Донецкого угольного бассейна) в производстве строительных материалов, так как сами золошлаковые отходы безопасны по содержанию природных радиоактивных элементов.

Согласно инструкциям [5], разработанным институтом строительной техники Польши, суммарная активность природных радиоактивных элементов определяется по уравнению

$$f = 0,00027 C_{\text{K}} + 0,0027 C_{\text{Ra}} + 0,043 C_{\text{Th}},$$

где  $C_{\text{K}}$ ,  $C_{\text{Ra}}$ ,  $C_{\text{Th}}$  — содержание соответственно калия-40, радия-226, тория-232, Бк/кг, и должна быть  $f$  менее 1.

Суммарная активность природных радиоактивных элементов золы-уноса Ладжижской ГРЭС в составе ячеистого бетона, рассчитанная в соответствии с польскими стандартами составляет  $f = 0,51$ , по отечественному стандарту —  $f = 0,56$ . И в первом и во втором случае выполняется условие:  $f \leq 1$ .

Польский стандарт также предусмат-

ривает ограничение содержания радия (радия-226) в материале,  $f_1 \leq 185$  Бк/кг. Содержание радия-226 в составе золошлаковых отходов Ладжижской ГРЭС составляет 60—70 Бк/кг, что более чем в два раза ниже рубежной величины польского стандарта.

Таким образом, оценки композиционных строительных материалов, природного и техногенного сырья на содержание в них природных радионуклидов по стандартам, принятым в Польше и СССР, совершенно идентичны и дают основание считать, что золошлаковые отходы Ладжижской ГРЭС безопасны и могут быть использованы без каких-либо ограничений в строительстве.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сергеев А. М. Использование в строительстве отходов энергетической промышленности. — Киев: Будинельник, 1984.
2. Ionizing radiation: sources and biological effects. UN scientific committee on the effects of atomic radiation 1982: Report to the General Assembly. UN. N 4. 1982.
3. Ядерная энергетика, человек и окружающая среда / Н. С. Бабаев, В. Ф. Демян, Л. А. Ильин и др. — 2-е изд. (Под ред. А. П. Александрова). — М.: Энергоатомиздат, 1984.
4. Zas M. Promieniotworzace naturalne popifow lotnych i wytworzonych nich betonow Komorkowych // Cement. Wapno, Gips. 1983. N 10. — 11.
5. Нормы радиоактивной безопасности, НРБ-76/87. — М.: Энергоатомиздат, 1988.
6. Коллоз В. Ф. Справочник по радиационной безопасности. М.: Энергоатомиздат, 1987.

## С выставки-ярмарки НТД-90

### ЦВЕТНАЯ ЦЕМЕНТНО-МИНЕРАЛЬНАЯ КОМПОЗИЦИЯ

разработана ДальНИИС Госстроя СССР и предназначена для защитно-декоративной отделки зданий различного назначения. Она представляет собой высокодисперсную смесь портландцемента, минерального наполнителя и пигмента, домолотых совместно до удельной поверхности 5—6 тыс. см<sup>2</sup>/г в сочетании с добавками полимеров. Композиция характеризуется высокой адгезией к бетону ( $t = -2$  МПа), пределом прочности при сжатии — 50—70 МПа, морозостойкостью — около 400 циклов замораживания и оттаивания.

Отделку поверхности можно выполнять в постройных условиях или на домостроительных комбинатах и других предприятиях при изготовлении стеновых панелей «лицом влиз».

Экономический эффект от применения для защитно-декоративной отделки зданий цементно-минеральной композиции составляет 1,4 р. на 1 м<sup>2</sup> поверхности по сравнению с используемой кремний-органической эмалью.