

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ[®] №1

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ИЗДАЕТСЯ С 1955 г.

WWW.RIFSM.RU

ЯНВАРЬ 2012 г. (685)



www.volma.ru



Ровные стены.

штукатурная смесь "ВОЛМА-Слой"





Российская академия архитектуры и строительных наук (РААСН)

Центральный научно-исследовательский институт
типового и экспериментального проектирования
жилых и общественных зданий (ЦНИИЭП жилища)



ЖИЛИЩНОЕ
СТРОИТЕЛЬСТВО

Объединенная редакция научно-технических журналов
«Жилищное строительство» и «Строительные материалы»®

СТРОИТЕЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ®

II Международная научно-практическая конференция «Развитие крупнопанельного домостроения в России»

18–19 апреля 2012 г.

«Президент-отель», Москва, Б. Якиманка, д. 24

Тематика конференции:

- Состояние базы крупнопанельного домостроения в РФ
- Зарубежный опыт строительства крупнопанельного жилья
 - Инвестиционная привлекательность крупнопанельного домостроения
 - Оборудование и технологии для предприятий крупнопанельного домостроения
 - Архитектурно-планировочные решения крупнопанельных домов
- Качество и энергоэффективность ограждающих конструкций
 - Расчет и конструирование узлов сопряжения конструкций
 - Проблемы армирования ЖБК для КПД
 - Опыт строительства крупнопанельного жилья нового поколения в России
- Санация существующего крупнопанельного жилого фонда
 - Снижение стоимости строительства и эксплуатации крупнопанельных зданий

Программа конференции включает:

Пленарное заседание

Секции

«Архитектура и особенности проектных решений крупнопанельных зданий»

«Технология и оборудование предприятий ДСК и КПД»

Посещение

одного из передовых домостроительных комбинатов Москвы

Посещение

строительства крупнопанельных зданий нового поколения

Спонсор конференции:



К проведению конференции готовятся тематические номера журналов «Жилищное строительство» №3-2012 г. и «Строительные материалы»® №3-2012 г., в которых будут опубликованы основные пленарные и секционные доклады.

Представление докладов до 20.02.2012

Организационный комитет:

Руководитель проекта – Юмашева Елена Ивановна Менеджер проекта – Сапачева Лада Владимировна
Телефон/факс: +7 (499) 976-20-36, 976-22-08 E-mail: kpd-conf@mail.ru; mail@rifsm.ru www.rifsm.ru

Адрес для корреспонденции: 127434, Москва, Дмитровское ш., д. 9, стр. 3,
редакция журналов «Строительные материалы»® и «Жилищное строительство»



Учредитель журнала:
ООО Рекламно-издательская
фирма «Стройматериалы»

Журнал зарегистрирован
Министерством РФ по делам
печати, телерадиовещания
и средств массовой информации
ПИ №77-1989

Главный редактор
ЮМАШЕВА Е.И.

Редакционный совет:
РЕСИН В.И.

(председатель)
БАРИНОВА Л.С.
БУТКЕВИЧ Г.Р.
ВАЙСБЕРГ Л.А.
ВЕРЕЩАГИН В.И.
ГОНЧАРОВ Ю.А.
ГОРИН В.М.
ЖУРАВЛЕВ А.А.
КОЗИНА В.Л.
КРАСОВИЦКИЙ Ю.В.
КРИВЕНКО П.В.
ЛЕСОВИК В.С.
ОРЕШКИН Д.В.
ПИЧУГИН А.П.
ФЕДОСОВ С.В.
ФИЛИППОВ Е.В.
ХИХЛУХА Л.В.
ЧЕРНЫШОВ Е.М.
ШЛЕГЕЛЬ И.Ф.
ШТАКЕЛЬБЕРГ Д.И.

Авторы
опубликованных материалов
несут ответственность
за достоверность приведенных
сведений, точность данных
по цитируемой литературе
и за использование в статьях
данных, не подлежащих
открытой публикации

Редакция
может опубликовать статьи
в порядке обсуждения,
не разделяя точку зрения автора

Перепечатка
и воспроизведение статей,
рекламных
и иллюстративных материалов
возможны лишь с письменного
разрешения главного редактора

Редакция не несет ответственности
за содержание рекламы и объявлений

Адрес редакции:

Россия, 127434, Москва,
Дмитровское ш., д. 9, стр. 3

Тел./факс: (499) 976-22-08
(499) 976-20-36

E-mail: mail@rifsm.ru
<http://www.rifsm.ru>

Материалы и конструкции

И.М. БАРАНОВ

Достоинства и проблемы магнизиальных полов 4

Приведены результаты исследований по разработке составов водостойкого магнизиального бетона для наливных полов с нулевыми деформациями в процессе его твердения и эксплуатации.

А.В. ШЕЙНФЕЛЬД, Ю.А. КИСЕЛЕВА, Л.В. ПУТЫРСКАЯ

Контроль качества высокопрочных бетонов классов В60 и В90 при возведении монолитных конструкций 7

Определены приборы и методики, позволяющие контролировать качество бетонов классов В60 и В90 в монолитных конструкциях. Приведены результаты контроля качества 758-и партий бетонных смесей общим объемом 26,468 тыс м³ и 839-и конструкций из высокопрочных бетонов при возведении каркаса подземной части высотного комплекса на уч. № 15 ММДЦ Москва-Сити, которые показали, что использованная многоуровневая система контроля высокопрочных бетонов в процессе возведения монолитных конструкций гарантирует получение объективных данных о фактических характеристиках качества бетона и дает достоверную оценку их соответствия требованиям проекта.

Обсуждаем нормативную базу отрасли

Л.В. ЯНКОВСКИЙ

Долговечность цементных бетонов в свете перехода на европейские стандарты 16

Рассмотрены вопросы долговечности цементобетонов в Российской Федерации при переходе на европейские нормы. Сделано предложение осуществлять эти изменения в переходный период, на протяжении которого строители и проектировщики вправе будут выбирать, применять им в целях обеспечения основных требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» отечественную нормативную базу либо евростандарты.

А.А. ФЕДУЛОВ

О государственных стандартах России на сухие строительные смеси 19

Рассмотрены термины и определения, приведенные в современных ГОСТах по сухим строительным смесям. Предложены более точные определения некоторых понятий. Также предложены корректировки некоторых методов испытаний сухих смесей, в том числе определения влажности ССС, подвижности гипсовых составов.

Технологии и оборудование

Ю.В. КРАСОВИЦКИЙ, С.Ю. ПАНОВ, Е.В. РОМАНИЮК,
З.С. ГАСАНОВ, Ю.И. МАКАРОВА, В.П. МАНУКОВСКАЯ

Рациональное измерение влажности, температуры и подсосов воздуха в пылегазовых трактах при производстве строительных материалов 22

Рассмотрены достоинства, недостатки и сферы применения современных и перспективных способов измерения влажности, температуры и подсосов воздуха в пылегазовых трактах при производстве стройматериалов.

Г.Р. БУТКЕВИЧ

Самоходные дробильно-грохотильные комплексы. Опыт и перспективы использования 24

Приведены сравнительные характеристики дробильно-грохотильного оборудования на разных карьерах. Показаны преимущества самоходных дробильно-сортировочных комплексов по сравнению со стационарно установленным оборудованием.

Результаты научных исследований

- А.П. СВИНЦОВ, Ю.В. НИКОЛЕНКО, Н.Н. ПАТРАХАЛЬЦЕВ, В.Н. ИВАНОВ
Совершенствование технологии бетонных работ в монолитном домостроении 28
 Представлены результаты исследования бетонных смесей с различной подвижностью для производства монолитных железобетонных конструкций при отрицательной температуре наружного воздуха. Показано, что введение в бетонную смесь комплексной химической добавки, обеспечивающей подвижность с противоморозным эффектом, позволяет возводить монолитные железобетонные конструкции при температуре наружного воздуха до -15°C .
- Л.А. УРХАНОВА, С.А. ЛХАСАРАНОВ, С.П. БАРДАХАНОВ
Бетон повышенной прочности на композиционном вяжущем 32
 Исследован высокопрочный мелкозернистый бетон с использованием вяжущих низкой водопотребности (ВНВ) и нанодисперсных порошков диоксида кремния Таркосил-05, Таркосил-20. Установлено, что замена обычного портландцемента на ВНВ в составе бетона приводит к увеличению его прочности. Введение нанодобавок Таркосил-05, Таркосил-20 позволяет существенно улучшить прочностные и гидрофизические характеристики бетона.
- С.Н. ЛЕОНОВИЧ, Д.В. СВИРИДОВ, С.А. КАРПУШЕНКОВ, Г.Л. ЦУКИН, А.Л. БЕЛАНОВИЧ, В.П. САВЕНКО, В.Ю. ГУРИНОВИЧ
Физико-механические свойства бетона и коррозия арматуры в среде хлорида натрия: влияние аминоспиртов ... 34
 Рассмотрено влияние аминоспиртов на основные физико-механические свойства бетона и их ингибирующее действие на коррозию арматуры в среде хлорида натрия.
- С.В. ФЕДОСОВ, А.М. ИБРАГИМОВ, Ю.В. ШИШКОВ
Моделирование двустороннего одномерного высокотемпературного воздействия на бетон 37
 Предложена модель влияния двусторонней температурной нагрузки на состояние бетона, приведены результаты ее исследования.
- Р.З. РАХИМОВ, Н.Р. РАХИМОВА, М.И. ОЖОВАН, Л.П. СУХАНОВ
Цементные системы для иммобилизации радиоактивных отходов. Первый международный симпозиум «Материалы на основе цемента для иммобилизации радиоактивных отходов» 39
 Обращение с радиоактивными отходами является одним из приоритетных в мире направлений научных исследований и разработок, является актуальной проблемой, усугубляющейся с неизбежным поступательным развитием атомной энергетики и радиационных технологий. Рассмотрено состояние и решения проблемы, представлен анализ тематики I международного симпозиума по иммобилизации радиационных отходов цементными системами. Для ускоренного и эффективного решения проблемы является целесообразным расширенное привлечение к разработке матричных композиций и цементирования радиоактивных отходов предприятий, организаций и научных работников, специализирующихся в области строительного материаловедения.
- М.Н. МОРОЗ, В.И. КАЛАШНИКОВ, В.М. ВОЛОДИН, П.Г. ВАСИЛИК
Изменение длительной водостойкости композиционных материалов, содержащих водостойкий и неводостойкий компоненты 42
 Рассматривается длительная водостойкость композиционных материалов, оцениваемая по жестким режимам попеременного высушивания при $t = 105^{\circ}\text{C}$ и увлажнения водой. Показано, что в материалах, содержащих водостойкий и неводостойкий (пластичный) самостоятельно не отвердеющий компоненты, существенно снижается протекание деструктивных процессов за счет усадки и набухания. Приведено моделирование композитной структуры такого материала.
- Д.Р. ДАМДИНОВА, В.Е. ПАВЛОВ, Э.М. АЛЕКСЕЕВА
Пеностекло как основа для получения облицовочных материалов с регулируемой поровой структурой 44
 Обсуждается вопрос использования пеностекол в качестве облицовочного материала в строительстве. Показано, что на основе пеностекла могут быть получены облицовочные материалы с регулируемой поровой структурой. Изучено влияние щелочных добавок (NaOH и KOH) на структуру и свойства пеностекол, а также микродобавок-красителей на повышение декоративных свойств пеностекол.
- М.В. ТАРАСОВА, В.С. ПРОКОПЕЦ
Технологическое обеспечение качества дорожного цементогрунта 46
 На основе раздельно-последовательного способа перемешивания получен цементогрунт, обладающий высокой однородностью по прочности (по коэффициенту вариации). Проведенные экспериментальные исследования высокооднородных прочностных характеристик осуществлялись в лабораторных и производственных условиях. Установлена экономическая эффективность раздельно-последовательного способа возведения дорожных одежд.
- И.Б. КУРДЕНКОВА, Ю.В. ТРОФИМЕНКО, П.В. ЧЕРНОБРОВКИН
Проблемы радиационно-гигиенической оценки каменных материалов 48
 Радиационно-гигиеническая оценка каменных материалов – главная задача при определении экологической характеристики. Показаны пути попадания радионуклидов на объекты дорожного строительства. Выполнен анализ нормативных документов на предмет ограничения содержания естественных радионуклидов (ЕРН) в строительных материалах. Предложен способ упрощения контроля радиационно-гигиенических свойств каменных материалов.

З.У. АСАДУЛЛИНА

Механизм старения и пластификации вторичного битума гудроном 51

Исследованы процессы старения кровельного битума. Определены свойства продуктов переработки старых рубероидных ковров. Пластификация гудроном – способ модификации битума, получающегося из отходов. Производство асфальтобетонных смесей на полученном вяжущем позволит утилизировать кровельные отходы.

Е.А. ДАНИЛЬЯН, Б.Ш. АСЕЛЬДЕРОВ, Б.Г. ПЕЧЕНЬИЙ

Оптимизация качества асфальтобетонов с прерывистой гранулометрией заполнителей 54

Введением стабилизатора Виатоп получены устойчивые к расслоению асфальтобетонные смеси с прерывистой гранулометрией заполнителей. Усовершенствована методика определения устойчивости к расслоению асфальтобетонных смесей. Получены асфальтобетоны с прерывистой гранулометрией заполнителей с показателями качества более высокими, чем у асфальтобетонов с непрерывной гранулометрией.

Н.Е. КОКОДЕЕВА, О.Ю. МОСКАЛЕВ

Расчет срока службы дорожной одежды переходного типа, армированной геоячейками (на основе теории риска) 58

В статье рассмотрены конструкции дорожных одежд переходного типа с геоячейками и без них. Приведена методика по определению срока службы данных конструкций. Установлена эффективность применения геоячеек в конструкциях дорожных одежд, выраженная в увеличении срока их службы.

III научно-практическая конференция «Материалы для дорожного строительства: ДОР-СМ 2011» (Информация) ... 60

Л.С. СКАМНИЦКАЯ, Т.П. БУБНОВА

Композиты на основе анортозитов и их свойства 64

Для расширения сырьевой базы минерального сырья в Карелии в качестве наполнителей термореактивных полимеров изучены анортозиты Котозерского массива. Показано влияние состава и крупности наполнителя на прочностные свойства композитов. Установлены пределы наполнения композитов и определены прочностные характеристики, водопоглощение. Разработана комплексная технологическая схема производства требуемых по крупности и качеству продуктов для различных направлений использования. Предлагаемые решения отвечают современному уровню развития техники и технологии и обеспечивают максимально возможное комплексное использование анортозита при минимальном экологическом ущербе.

Новости 70



Официальная поддержка
Правительства
Челябинской
области



Министерство
строительства, инфраструктуры
и жилищного хозяйства
Челябинской области



Южно-Уральский
промышленный
парк



Федеральное агентство
технического регулирования



Федеральное агентство
строительного строительства



УРАЛ СТРОЙ
ЭКСПО - 2012
ЖКХ - новые стандарты

14-16 МАРТА

Челябинск

X ВСЕРОССИЙСКАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

УралСтройЭкспо. Энерго- и РесурсоСбережение ЖКХ – новые стандарты

РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:

Строительные материалы и оборудование для их производства

Инженерные сети: водо-, тепло-, газо-, электроснабжение

Строительно-дорожная, коммунально-уборочная, специальная техника

Жилищно-коммунальное хозяйство

Энергосберегающие технологии в строительстве и ЖКХ и др.

В РАМКАХ ПРОЕКТА: “ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ”



Организатор:
Первое
Выставочное
Объединение
pvo74.ru

Свердловский пр., 51А
Тел.: (351) 215-88-77, 231-37-41, факс: 246-35-90
e-mail.: pvo74@pvo74.ru www.pvo74.ru

И.М. БАРАНОВ, канд. техн. наук, ООО «НТЦ ЭМИТ» (Москва)

Достоинства и проблемы магнезиальных полов

Магнезиальный бетон в виде смеси предварительно прокаленного оксида магния с водным раствором хлористого магния, несмотря на то что стал известен еще полтора века назад, в строительной практике начал применяться только в начале XX в., в основном для изготовления ксилолитовых полов. В нашей стране ксилолитовые полы получили довольно широкое распространение в 50-х гг. прошлого столетия. Вместе с тем в последующие годы активное развитие строительства потребовало более дешевых строительных материалов, а этим требованиям соответствовал портландцемент, и на некоторое время о магнезиальном вяжущем забыли. Вновь о магнезиальном вяжущем вспомнили и к нему появился интерес только в 90-х гг., чему способствовали уникальные свойства этого материала. Это — высокие прочностные показатели, и в особенности показатели прочности при изгибе (до 20 МПа и более), что связано с присутствием в материале волокнистых кристаллов оксихлоридов магния, армирующих его структуру. Характерна для этого вяжущего высокая адгезия не только к минеральным, но и к органическим веществам. Достоинствами магнезиального вяжущего нельзя не считать высокую плотность и скорость набора прочности, а также стойкость к истиранию, отсутствие пылеобразования и усадки бетона на нем. По сравнению с портландцементом в деле устройства монолитных полов эти достоинства магнезиального вяжущего расценивались уже как его преимущества. Поэтому в сфере строительного производства, в основном в Центральном регионе, появился ряд фирм, которые начали активно заниматься наливными и мозаичными бесшовными полами на магнезиальном вяжущем. Как и следовало ожидать, магнезиальные полы, особенно мозаичные и декоративно оформленные, получили признание. Они отвечали не только качественным требованиям сегодняшнего дня, но и эстетическим параметрам.

Однако, как оказалось, не все было готово к такому активному началу работ, и через 1,5–2 года появились проблемы. Как это было уже достаточно давно известно, некоторые минеральные вяжущие вещества, в том числе и магнезиальные, при гидратации увеличиваются в объеме [1–3 и др.]. Это может приводить к возникновению внутренних напряжений в затвердевшем бетоне и вызывать его разрушение. У магнезиальных вяжущих с большим содержанием пережога, который гидратируется с большим запозданием, когда структура материала сформировалась и не может релаксировать, разрушение материала практически гарантировано. Регулирование присутствия периклаза (пережженной MgO) в вяжущем в пределах допустимого содержания производится при обжиге исходной сырьевой породы: магнезита — $MgCO_3$, брусита — $Mg(OH)_2$ или доломита — $CaMg(CO_3)_2$ — путем подбора температуры и длительности обжига в зависимости от химического состава сырья. Уменьшить разрушающее действие периклаза на структуру материала тоже можно, что делается путем более тонкого помола вяжущего и обеспечения равномерного содержания в нем периклаза. В реальности, к сожалению, на некоторых объектах с залитыми магнезиальными полами на первом этаже без гидроизоляции от бетонной подготовки через некоторое время полы начали вздуться в виде куполов и растрескиваться. Как выяснилось, строительные фирмы из-за нехватки вяжущего строительного назначения иногда использовали и пыль с электрофильтров ОАО «Комбинат Магнезит» (г. Сатка, Челябинской обл.), образующуюся при производстве периклазового порошка.

В порядке перечисления необходимо добавить, что магнезиальные вяжущие имеют и другие недостатки: формовочная смесь при твердении интенсивно разогревается, при контакте металла с затвердевшим бетоном происходит его коррозия, и затвердевший материал имеет низкую водостойкость.

Таблица 1

Факторы, влияющие на прочность, водостойкость и деформации			Влияние технологических факторов на содержание гидратных минералов в магнезиальном бетоне после твердения в течение 28 сут, %									
MgO/MgCl ₂	Добавки	Температура обжига, °С	Исходные минералы		Продукты гидратации							
			MgO	CaO	MgO (периклаз)	CaO (лайм)	Mg(OH) ₂	Ca(OH) ₂	Оксихлориды	Форстерит (силикат магния)	MgCl ₂ ·6H ₂ O	Силикаты кальция
1,63	–	800	50,4	2,32	1	1	32	1–2	20	8	–	–
2,03	–	800	53	2,16	1	1	40	1	20	7	–	–
3	–	800	57	2,24	2	1	60	1	6	9	4	–
2,03	Полимерные	800	53,4	2,29	2	1	32	1	41	8	–	–
	Микрокремнезем	800	49,3	1,93	2	–	14	–	63,5	5	–	–
	Алюмосиликат	800	49,9	2,85	1	1,5	30	1–2	24	7	–	–
	Повышающие pH	800	54,3	2,17	2	–	14	–	61,5	5	–	–
	Понижающие pH	800	52,4	2,3	3	–	25	1	52	6	–	–
–	–	1000	51,3	2,07	50	–	–	–	–	–	–	17–25

Таблица 2

Факторы, повышающие водостойкость и снижающие деформации		Физико-механические свойства:						Деформации, мм/м, при твердении												
		Прочность при сжатии, МПа, через, сут			Прочность при изгибе, МПа, через, сут			Коэф. размягчения, через 28 сут			Водопоглощение, %, через 28 сут			неизолированных образцов			изолированных образцов			
		3	28	430	3	28	430	0,6	14,7	30	1,25	6	Трещ.	55	30	1,25	6	Трещ.	55	
MgO/ MgCl ₂	В/Вяз	Добавки	3	28	430	3	28	430	0,6 <td>14,7</td> <td>30</td> <td>1,25</td> <td>6</td> <td>Трещ.</td> <td>55</td> <td>30</td> <td>1,25</td> <td>6</td> <td>Трещ.</td> <td>55</td>	14,7	30	1,25	6	Трещ.	55	30	1,25	6	Трещ.	55
1,63		-	16,8	21,3	-	-	-	-	0,6	14,7	30	1,25	6	Трещ.	55	30	1,25	6	Трещ.	55
2,03	0,5	-	26,7	31,8	-	-	-	-	0,67	12,7	30	1,95	3	Трещ.	55	30	1,95	3	Трещ.	55
3		-	32,1	50,6	52,3	-	-	-	0,67	11,8	30	3,68	1	Трещ.	270	30	3,68	1	Трещ.	270
		-																		
2,03	0,61	-	21,6	28,7	-	6,4	10,3	-	0,58	16,1	30	-2,03	3	Трещ.	270	30	-2,03	3	Трещ.	270
		-																		
	0,33	-	31,2	32,4	-	7,1	12,1	-	0,72	11	30	-0,16	15	Трещ.	270	30	-0,16	15	Трещ.	270
		-																		
		Песок	18,7	36,8	42,7	6,6	12,3	12,6	0,7	9,7	30	-1,8	4	Трещ.	270	30	-1,8	4	Трещ.	270
		Щебень	32,4	40,3	50	9,7	16,5	18	0,69	8	30	0,13	13	Трещ.	270	30	0,13	13	Трещ.	270
2,03	0,5	Минеральные	33,2	49,1	50,6	10,1	15	-	0,88	6,7	30	-0,61	20	Трещ.	270	30	-0,61	20	Трещ.	270
		Полимерные	31	34,8	-	8,7	9,8	-	0,83	6,4	30	0,4	16	Трещ.	270	30	0,4	16	Трещ.	270
		Повышающие pH	8,9	23,2	-	5,1	15	-	0,51	12	30	0,6	7	Трещ.	50	30	0,6	7	Трещ.	50
		Понижающие pH	32,4	50,4	-	11,2	18,8	-	0,75	9,3	30	-0,12	20	Трещ.	270	30	-0,12	20	Трещ.	270
2,03	0,5	Замедляющие твердение	32,2	42,3	-	10,5	13,6	-	0,69	10,7	30	2	20	Трещ.	50	30	2	20	Трещ.	50
		Состав без доб. на вяж., обожженном при 1000°C	21,6	34,2	-	5,8	11,8	-	0,63	14,9	30	4,58	1	Трещ.	55	30	4,58	1	Трещ.	55
2,03	0,4	Оптимальный состав песчаного бетона для наливных бесшовных полов	28,3	37,6	46,7	7,4	8,4	15,6	0,73	9,3	40	0,3	190	4,3	220	40	0,3	190	4,3	220
		Оптимальный состав мозаичного бетона для монолитных бесшовных полов	33,4	42,8	50,3	10,6	17,4	18,8	0,88	5,5	40	0,06	390	2	430	40	0,06	390	2	430
2,03	0,37										75	0,1	355	2,25		75	0,1	355	2,25	

Исходя из изложенного следует, что магниезиальные бетоны представляют практический интерес, а их недостатки требуют научной проработки, в первую очередь с изучением и разрешением проблем деформаций твердеющего бетона и повышения его водостойкости.

Исследования проводили для Ступинского завода «Изомин» (Московская обл.) на магниезиальном вяжущем, полученном путем обжига брусита $Mg(OH)_2$ при температуре 800–850°C и размола до средней тонкости (ост. на сите 008 – 7,8%). В качестве исполнительной концепции служило представление о том, что водостойкость затвердевшего бетона на магниезиальном вяжущем можно повысить за счет подбора и применения активной минеральной добавки, которая связывала бы образующийся в твердеющем материале гидрат окиси магния в водостойкие гидросиликаты магния, а также понимание того, что регуляторами развития деформаций в бетоне в процессе его твердения могут быть следующие факторы: отношение $MgO/MgCl_2$; водовязущее отношение; наполнители (песок и щебень); минеральные добавки (диатомит, трепел, зола); полимерные добавки (полиакриламид, ПВА, полиакрилонитрил); замедлители твердения в повышенных дозировках (ЛСТ, СДО); добавки Na_2CO_3 , $NaOH$, $Ca(OH)_2$, повышающие pH, и добавки $CaCl_2$, Na_2SO_4 , $CaCO_3$, $Al_2(SO_4)_2$, понижающие pH формирующей смеси. Исследования проводили путем определения изменений прочности и деформаций на

образцах-балочках размером 4×4×16 см в процессе их твердения на воздухе, в изолированном состоянии и в воде в течение более года. Прочность определяли в естественном и насыщенном водой состоянии.

Результаты проведенных исследований влияния технологических факторов на образование гидратных минералов, определяющих физико-механические свойства, водостойкость и деформации твердеющего магниезиального бетона, представлены в табл. 1, 2.

Полученные результаты показывают, что в наибольшей степени улучшающими водостойкость и снижающими деформации образцов являются такие технологические факторы, как минеральные и полимерные добавки. Именно эти технологические факторы, как показывают результаты испытаний образцов оптимальных составов (табл. 2), обеспечили достижение поставленной цели в настоящей работе – необходимую водостойкость и нулевые деформации магниезиального бетона.

Ключевые слова: магниезиальные вяжущие, наливные полы, технологические факторы.

Список литературы

1. *Кунцевич О.В.* Увеличение объема твердой фазы при гидратации минеральных вяжущих веществ // Труды совещания по химии цемента. М.: Стройиздат, 1956. С. 232–241.
2. *Волженский А.В.* Характер и роль изменений в объемах фаз при твердении вяжущих и бетонов // Бетон и железобетон. № 3. 1969. С. 16.
3. *Красильников К.Г., Никитина Л.В., Скоблинская Н.Н.* Физикохимия собственных деформаций цементного камня. М.: Стройиздат, 1980. Т. 2. С. 97–101.

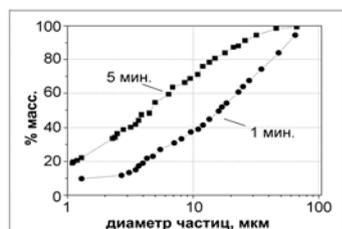
ООО «НТЦ ЭМИТ»
ЭФФЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ,
ИЗДЕЛИЯ, ТЕХНОЛОГИИ
Тел./факс: (495) 351-96-73



Лабораторные мельницы «Активатор» для заводских и исследовательских лабораторий.



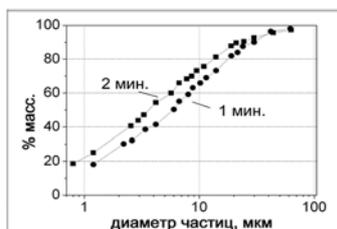
Активатор-2SL



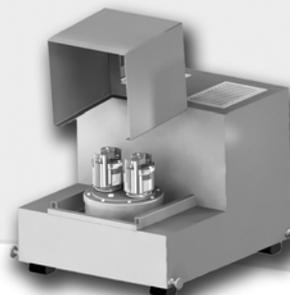
Для пробоподготовки материалов



Активатор-4М



Для наработки небольших партий материалов



Активатор-2S

Для помола материалов в ударном, сдвиговом, вихревом режимах

www.activator.ru >>

Новосибирск, Софийская 18, оф 107
 630056, Новосибирск 56, а/я 141
 Факс: 8 (383) 325-18-49
 Тел: 8 913 942 94 81
 e-mail: belyaev@activator.ru

Р
е
к
л
а
м
а

А.В. ШЕЙНФЕЛЬД, канд. техн. наук; Ю.А. КИСЕЛЕВА, Л.В. ПУТЫРСКАЯ, инженеры, НИИЖБ им. А.А. Гвоздева (Москва)

Контроль качества высокопрочных бетонов классов В60 и В90 при возведении монолитных конструкций

Использование высокопрочных бетонов классов В60 и В90 при строительстве подземной части высотного комплекса на уч. № 15 ММДЦ Москва-Сити, а также отсутствие надежной приборной базы и апробированных методик, позволяющих определять прочность бетона классов выше В60 в конструкциях неразрушающими методами, поставило задачу уточнить существующие методы контроля качества высокопрочного бетона монолитных конструкций в процессе их возведения.

Высотный комплекс административных зданий законодательной и исполнительной власти г. Москвы на уч. № 15 ММДЦ Москва-Сити представляет собой 78-этажное сооружение общей высотой 330,8 м.

Железобетонный каркас 6-этажной подземной части здания, имеющий в плане размеры 97,1×97,1 м и высоту 18 м, в соответствии с проектом, разработанным ЗАО «Курортпроект», включает следующие конструкции из высокопрочных бетонов (рис. 1 и 2):

- колонны сечением от 1,5×1,5 до 2×2,5 м, Г-образные пилоны и стены центрального ядра толщиной 0,6–1 м, а также отдельные участки прижимной стены из бетона класса В90 общим объемом около 10 тыс. м³;
- плиты перекрытия толщиной 0,3 м, колонны сечением от 0,6×0,6 до 0,9×0,9 м, стены лестниц и лифтов вне пределов ядра, а также стены пандусов и отдельные участки прижимных стен и из бетона класса В60 общим объемом около 16,5 тыс. м³.

Возведение подземной части высотного комплекса в период с 19.02.2009 г. по 26.02.2010 г. осуществлялось корпорацией «МонАрх» в соответствии с технологическим регламентом, разработанным НИИЖБ.

При бетонировании густоармированных колонн, пилонов и стен центрального ядра применялась самоуплотняющаяся бетонная смесь марки БСТ В90 П5 ГОСТ 7473–2010 с распылом конуса 60–70 см на основе комплексного органоминерального модификатора

марки МБ10-30С, а при бетонировании других конструкций применялись высокоподвижные смеси марки БСТ В60 П5 ГОСТ 7473–2010 с осадкой конуса 22–24 см на основе комплексных органоминеральных модификаторов марок МБ10-50С и ЭМБЭЛИТ 8-100 [1].

Поставка бетонных смесей осуществлялась заводами ООО «Стройпроект», ЗАО «Ингеокомпром», ООО «СУ-24» и ООО «БМГ-Трейд».

В процессе научно-технического сопровождения строительства НИИЖБ, институтом ОАО НИЦ «Строительство» совместно с НИИСФ РААСН были разработаны уточнения и дополнения стандартных методов испытаний для высокопрочных бетонов по ГОСТ 7473–2010 «Смеси бетонные. Технические условия»; ГОСТ 10180–90 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам»; ГОСТ 22690–88 «Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля»; ГОСТ 28570–90 «Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобраным из конструкции» и ГОСТ Р 53231–2008 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности», а также создана система контроля качества высокопрочного бетона монолитных конструкций в процессе их возведения.

Принцип системы приемочного контроля заключался в комплексном применении нескольких видов и методов испытаний, которые составляли три уровня контроля качества высокопрочного бетона.

На первом уровне производились контроль и оценка косвенных характеристик бетонов по нескольким технологическим параметрам бетонных смесей, что позволяло осуществлять предварительную отбраковку смесей до укладки в конструкции и оперативно корректировать их состав с учетом используемых на данный момент материалов и погодных условий.

На втором уровне контролировались заданные регламентом параметры производства бетонных работ и вы-



Рис. 1. Общий план участка № 15 ММДЦ Москва-Сити



Рис. 2. Конструкции колонн и перекрытий

Таблица 1

Марка бетонной смеси	Объем бетонной смеси, тыс. м ³	Количество партий, шт.	Характеристики бетонных смесей			Объем бетонной смеси, не удовлетворяющий требованиям регламента, м ³ / %
			Подвижность, см	Средняя плотность, кг/м ³	Температура, °С	
БСТ В60 П5	16,513	464	21–26	2370–2420	8–20	102 / 0,6
БСТ В90 П5	9,955	294	60–69	2425–2480	8–21	96 / 1

Примечание. Приведены характеристики бетонных смесей, уложенных в конструкции.

Таблица 2

Марка бетонной смеси	Объем бетонной смеси, тыс. м ³	Кол-во партий, шт.	Характеристики бетона в партиях				Количество партий с прочностью бетона, менее требуемой для данного класса, шт. / %
			Средняя прочность при сжатии, МПа в возрасте, сут			Однородность (коэффициент вариации), %	
			7	28	90		
БСТ В60 П5	16,513	464	67,8	83,5	–	5,6–9,7	2 / 0,4
БСТ В90 П5	9,955	294	85,4	97,1	103,8	4,7–5,8	11 / 3,7

Таблица 3

Марка бетонной смеси	Объем бетонной смеси, тыс. м ³	Кол-во конструкций, шт.	Характеристики бетона в конструкциях			Количество конструкций, имеющих фактический класс ниже проектного, шт. / %
			Средняя прочность при сжатии, МПа в возрасте, сут		Однородность (коэффициент вариации), %	
			28	90		
БСТ В60 П5	16,513	342	79,8	–	4,5–9,7	2 / 0,6
БСТ В90 П5	9,955	497	–	102,6	2,4–10,2	13 / 2,6

держивания конструкций, а также определялась прочность бетона в партиях и группах конструкций по контрольным образцам, изготовленным на строительной площадке, что позволяло оценивать качество бетона, поступающего на стройплощадку, и выделить конструкции, которые требуют дополнительного внимания при неразрушающем контроле.

На третьем уровне осуществлялось определение прочности бетона в конструкциях механическими методами неразрушающего контроля с их привязкой к фактической прочности бетона, определенной по образцам-кернам, что позволяло с учетом достигнутой ее однородности оценить соответствие фактического класса бетона требованиям проекта.

Для выполнения работ по контролю качества бетона на строительной площадке НИИЖБ совместно с концерном «МонАрх» была организована строительная лаборатория площадью более 50 м² с размещением современного оборудования, отделения по изготовлению и хранению контрольных образцов и камеральных помещений с круглосуточным режимом работы.

Рассмотрим более детально каждый уровень системы контроля качества, а также методы испытаний, которые связаны со спецификой высокопрочных бетонов и обоснованы накопленным опытом их производства и результатов испытаний.

Контроль качества бетонной смеси

Контроль, оценку качества и приемку бетонных смесей осуществляли партиями объемом не более 120 м³ в соответствии с ГОСТ 7473–2010 и ГОСТ 10181–90. Отбор проб бетонной смеси осуществляли из автобето-

носмесителей (АБС) после интенсивного перемешивания загруженной в него смеси в течение не менее 5 мин. Каждая партия бетонной смеси сопровождалась данными о фактическом составе бетонной смеси (компьютерной распечаткой фактического количества загруженных в АБС материалов) и проверялась по обязательным показателям – подвижности и средней плотности, а при необходимости по дополнительным показателям – пористости, расслаиваемости и температуре.

Контроль характеристик бетонных смесей осуществлялся со следующей периодичностью:

- все заданные показатели качества определялись на пробе из первого в партии АБС;
- на пробах, отобранных из последующих четырех АБС, определялись подвижность (осадка или распылыв конуса) и средняя плотность;
- при стабилизации указанных параметров на заданном уровне в дальнейшем из каждого десятого АБС осуществлялся контроль подвижности бетонной смеси.

Результаты контроля качества бетонных смесей приведены в табл. 1.

Контроль производства бетонных работ и прочности бетона в партиях и группах конструкций

Контроль качества бетонных работ осуществлялся круглосуточно в соответствии с условиями, оговоренными в технологическом регламенте на стадиях подготовительных работ и бетонирования конструкций, а также в процессе твердения бетона и выдерживания конструкций в заданном температурном режиме.

Определение и оценка прочности бетона в партиях и группах конструкций по контрольным образцам

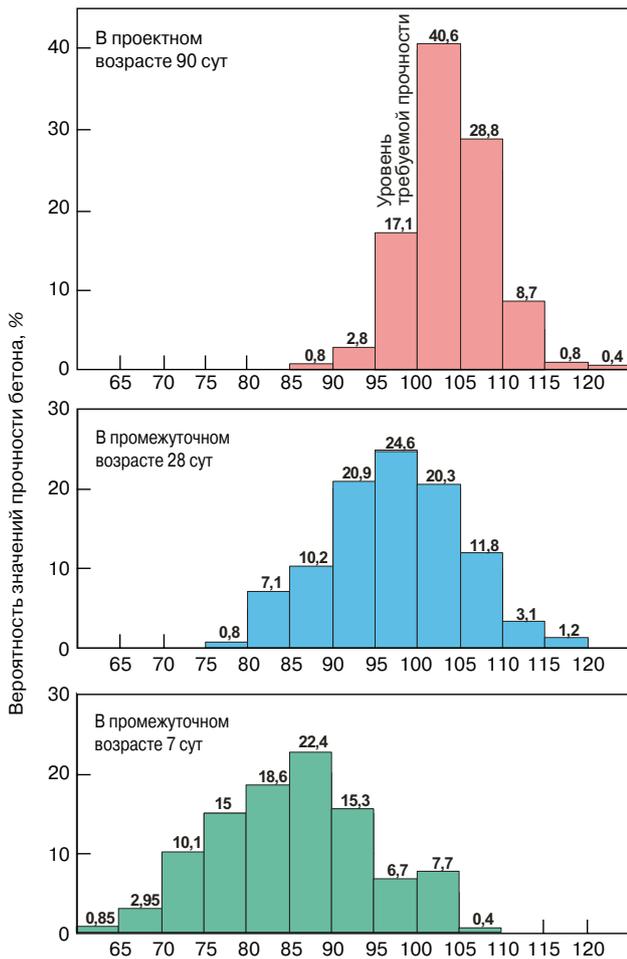


Рис. 3. Прочность бетона проектного класса В90 в 294 партиях и группах конструкций по контрольным образцам

осуществлялись в соответствии с ГОСТ 10180–90 и ГОСТ Р 53231–2008.

Пробы бетонной смеси, из которых изготавливали серии контрольных образцов для определения прочности бетона, отбирались из первого АБС и из второй половины партии. При этом количество контрольных образцов в серии принимали не менее 4 шт. – для определения прочности в проектном возрасте и не менее 2 шт. – в промежуточном или более позднем возрасте.

В связи с тем, что обеспечить соответствие температурно-влажностных условий твердения контрольных образцов-кубов размерами 10×10×10 см и бетона в массивных конструкциях было невозможно, контрольные образцы твердели в нормальных условиях – при температуре (20±3)°С и относительной влажности воздуха (95±5)%.

Для изготовления контрольных образцов бетона проектного класса В90 использовали неразборные пластиковые формы, так как при применении металлических сборно-разборных форм значение внутрисерийного коэффициента вариации увеличивалось в 1,5–1,7 раза.

Определение прочности бетона контрольных образцов осуществлялось на прессе «ALFA 3000» с максимальной разрушающей нагрузкой 300 тн, опорная плита которого имела марку по твердости по Роквеллу 55 HRC и была размечена при помощи специального оборудования, а устройство ограничителей разметки не использовалось.

Результаты контроля прочности бетона по контрольным образцам приведены в табл. 2.

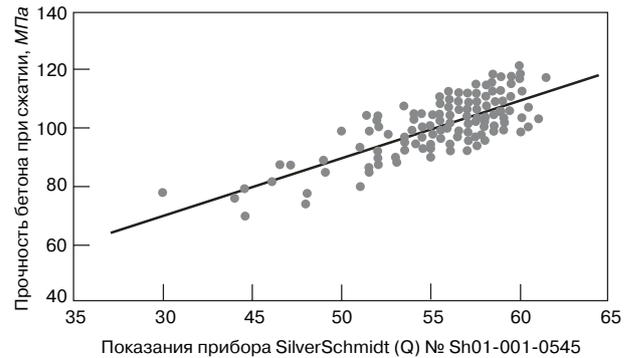


Рис. 4. Градуировочная зависимость прочности бетона проектного класса В90 от показаний прибора неразрушающего контроля Silver Schmidt Type N

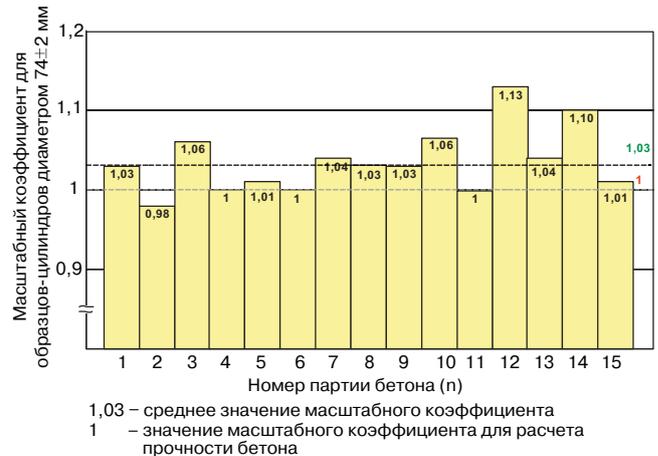


Рис. 5. Результаты экспериментального определения масштабного коэффициента α для образцов-цилиндров диаметром 74±2 мм

Обобщенные данные о прочности бетона в 294 партиях и группах конструкций, выполненных из бетонной смеси марки БСТ В90 П5 ГОСТ 7473–2010, в промежуточном (7 и 28 сут) и проектном (90 сут) возрасте, а также их вероятностная оценка представлены на рис. 3.

Контроль прочности бетона в конструкциях

Определение прочности бетона в конструкциях осуществляли механическим методом неразрушающего контроля (ударного импульса) по ГОСТ 22690–88 с учетом следующих уточнений и дополнений:

1. Использовался прибор неразрушающего контроля марки Silver Schmidt Type N Швейцарской фирмы Proseq SA с высокой энергией удара (2,2 Дж) и рабочим диапазоном измерений прочности бетона от 10 до 170 МПа.

2. Построение градуировочной зависимости между показаниями прибора неразрушающего контроля (Q) и фактической прочностью бетона осуществлялось путем сопоставления данных испытаний одних и тех же 236 участков конструкций в возрасте более 90 сут неразрушающим методом ударного импульса и по образцам-цилиндрам, изготовленным из кернов, выбуренных из конструкций по ГОСТ 28570–90, что позволяло учитывать изменение прочности бетона по глубине конструкции.

Полученная градуировочная зависимость (рис. 4) прочности бетона (R) проектного класса В90 от показаний (Q) прибора Silver Schmidt Type N была представлена в виде линейного уравнения $R = 2,01Q - 10,86$ и имела коэффициент корреляции $r = 0,76$ (более 0,7) и погрешность определения прочности бетона $S_T/R_{cp} = 5,9\%$ (менее 15%), что допускает ее применение согласно ГОСТ 22690–88.

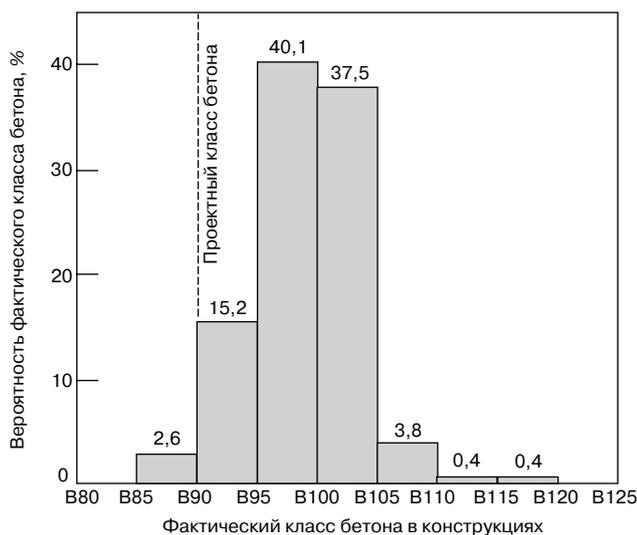


Рис. 6. Фактический класс бетона в 497 конструкциях, выполненных из бетонной смеси БСТ В90 П5 ГОСТ 7473–2010, по данным неразрушающего контроля

3. Определение прочности бетона по образцам, отобранным из конструкций по ГОСТ 28570–90, осуществлялось на каждом участке по трем образцам-цилиндрам диаметром 74 ± 2 мм и высотой 70–80 мм, имеющим отклонения от плоскости шлифованных опорных поверхностей не более 0,1% диаметра. Испытание образцов с нешлифованными опорными поверхностями, имеющих более значительные отклонения от плоскостности, приводило к снижению прочности бетона на 20–39%.

4. Масштабный коэффициент α , учитывающий размер поперечного сечения образцов, определяли экспериментальным путем по результатам сравнительных испытаний 135 образцов-цилиндров диаметром 94 ± 2 и 74 ± 2 мм, выбуренных из контрольных образцов размерами $15 \times 15 \times 15$ см, изготовленных из 15 партий бетонных смесей, и принимали равным единице (рис. 5).

Результаты контроля прочности бетона в конструкциях неразрушающим механическим методом ударного импульса приведены в табл. 3.

Обобщенные данные о фактическом классе бетона в 497 конструкциях, выполненных из бетонной смеси марки БСТ В90 П5 ГОСТ 7473–2010, в проектном возрасте 90 сут, а также их вероятностная оценка представлены на рис. 6.

Заключения о прочности и фактическом классе бетона в конструкциях, их соответствие требованиям проекта, а также методы и материалы для восстановления отдельных конструкций составлялись на основании анализа результатов комплексных испытаний на всех трех уровнях контроля качества высокопрочного бетона в процессе возведения монолитных конструкций.

Результаты контроля качества 758 партий бетонных смесей общим объемом 26,468 тыс. м³ и 839 конструкций из высокопрочных бетонов классов В60 и В90 при возведении подземной части высотного комплекса административных зданий показали, что использование многоуровневого контроля позволило:

1. Осуществить предварительную отбраковку около 1% бетонных смесей до их укладки в конструкции и оперативно корректировать процесс производства бетонных смесей с учетом качества используемых на данный момент материалов и погодных условий.

2. Оценивать качество бетона, поступающего на стройплощадку, а также выделить около 2% партий конструкций, которые требуют дополнительного внимания при неразрушающем контроле.

3. Определить соответствие фактического класса бетона конструкций требованиям проекта с учетом достигнутой ее однородности и выявить около 2% конструкций, требующих оценки авторов проекта.

Выводы

1. Разработана система контроля высокопрочных бетонов в процессе возведения монолитных конструкций, которая гарантирует получение объективных данных о фактических характеристиках качества бетона и дает достоверную оценку их соответствия требованиям проекта.
2. Определены приборы и апробированы методики, позволяющие контролировать качество бетонов классов В60–В90 в монолитных конструкциях.
3. Выпущен стандарт предприятия СТО 36554501-011–2008 «Контроль качества высокопрочных тяжелых и мелкозернистых бетонов в процессе возведения монолитных конструкций», в котором отражены уточнения и дополнения к требованиям ГОСТ 7473–2010, ГОСТ 10180–90, ГОСТ 22690–88, ГОСТ 28570–90, ГОСТ 18105–86 и ГОСТ Р 53231–2008, связанные со спецификой высокопрочных бетонов и обоснованные накопленным опытом их производства и испытаний.

Ключевые слова: высокопрочный бетон, контроль качества, конструкции, монолитный бетон.

Список литературы

1. Каприелов С.С., Травуш В.И., Карпенко Н.И. и др. Модифицированные высокопрочные бетоны классов В80 и В90 в монолитных конструкциях // Строительные материалы. № 3. 2008. С. 9–13.

10-13 АПРЕЛЯ 2012 г. УФА
 ДВОРЕЦ СПОРТА ул. Р.Зорге, 41

XVI СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА
КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ
ОТОПЛЕНИЕ
ВОДОСНАБЖЕНИЕ

XVII СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА
ВСЁ для СТРОИТЕЛЬСТВА и РЕМОНТА

Башкирская выставочная компания (347) 253 38 00, 253 14 33 stroy@bvkepo.ru
 www.bvkepo.ru

concrete and metal testing



SilverSchmidt

Молоток для испытания бетона

Молоток SilverSchmidt представляет новейшие разработки компании и позволяет измерять прочность по ГОСТ 22690 в диапазоне от 5 до 170 Н/мм². Встроенный электронный блок, увеличенный более чем в 3 раза срок службы пружины, отсутствие влияния пространственного положения молотка на результаты измерений. Прошел тесты НИИЖБ на объектах «Москва-Сити» и «Миракс Плаза». Внесен в Госреестр средств измерений РФ.



Profoscope

Определение местоположения стержней арматуры и толщины защитного слоя бетона

Универсальный прибор со встроенным датчиком. Удобное управление и визуализация результатов в режиме реального времени. Диапазон измерений толщины защитного слоя до 180 мм. Определение диаметра стержня, средней точки между стержнями. Внесен в Госреестр средств измерений РФ.



Pundit Lab+

Ультразвуковой прибор

Pundit Lab+ — ультразвуковой прибор для определения прочности на сжатие бетона SONREB-методом, а также для определения глубины поверхностных трещин в бетоне. Имеет возможность отображать форму сигнала на ПК либо осциллографе.



Original Schmidt

Молоток для испытания бетона

Более 50 лет во всем мире для оценки прочности бетонов применяют молотки Шмидта. Существующие типы N, L, NR и LR позволяют измерять прочность по ГОСТ 22690 в диапазоне от 10 до 70 Н/мм². Типы NR и LR осуществляют регистрацию результатов на бумажную ленту в виде гистограммы. Внесен в Госреестр средств измерений РФ.



Profometer 5+

Определение местоположения стержней арматуры и толщины защитного слоя бетона

Прибор с выносным датчиком. Позволяет сохранять и передавать в ПК результаты измерений. Модель Scanlog позволяет в масштабе сканировать и сохранять картину арматурной сетки и получать картину распределения толщины защитного слоя. Диапазон измерения толщины защитного слоя до 180 мм. Внесен в Госреестр средств измерений РФ.



Hygropin

Измеритель влажности и температуры

Прибор Hygropin обеспечивает высокую точность измерений относительной влажности и температуры бетона, т.к. измерения проводятся непосредственно под поверхностью бетона с помощью специального контактного датчика. Прибор оснащен двумя каналами, которые позволяют одновременно отображать информацию о влажности и температуре бетона и внешней среды.

Официальный представитель Proceq SA в России

ООО «Просек Рус»

Санкт-Петербург, ул. Оптиков, д. 4, к. 2, лит. А, оф. 410

Тел./факс: +7 812 448 35 00

info-russia@proceq.com

www.proceq-russia.ru

ISO
9001

proceq

СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО
СКБ СТРОЙПРИБОР
ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ



тел/факс в Челябинске: (351) 790-16-13, 790-16-85, 796-64-14
 в Москве: (495) 964-95-63, 220-38-58
 e-mail: stroypribor@chel.surnet.ru
 www. stroypribor.ru

Реклама

ИЗМЕРИТЕЛИ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА, КИРПИЧА

ИПС-МГ4.01 / ИПС-МГ4.03
ударно-импульсный

автоматическая обработка измерений



диапазон 3...100 МПа

УКС-МГ4 / УКС-МГ4 С
ультразвуковой

поверхностное и сквозное прозвучивание



частота 60...70 кГц
диапазон 10...2000 мкс

ПОС-50МГ4 / ПОС-50МГ4 Д / ПОС-50МГ4 "Скол"

отрыв со скалыванием и скалывание ребра

предельное усилие 60 кН
диапазон 5...100 МПа



ПОС-2МГ4 П

испытание прочности ячеистых бетонов



предельное усилие вырыва 2,5 кН

ПЛОТНОМЕРЫ ГРУНТОВ ДИНАМИЧЕСКИЕ ПДУ-МГ4 "Удар" и ПДУ-МГ4 "Импульс"

определение динамического модуля упругости грунтов и оснований дорог методом штампа, диапазон: 5...370 МН/м² ("Удар")
5...300 МН/м² ("Импульс")



Прессы испытательные малогабаритные

ПГМ-100МГ4 / ПГМ-500МГ4 / ПГМ-1000МГ4

с гидравлическим приводом для испытания бетона, асфальтобетона, кирпича
 ■ предельная нагрузка 100 / 500 / 1000 кН
 ■ масса 70 / 120 / 180 кг



ПМ-1МГ4 / ПМ-2МГ4 / ПМ-3МГ4 / ПМ-5МГ4 / ПМ-10МГ4

с ручным / электрическим приводом для испытания утеплителей на изгиб и сжатие при 10% линейной деформации
 ■ предельная нагрузка 1 / 2 / 3 / 5 / 10 кН
 ■ масса 20 / 25 кг

ПСО-10МГ4 КЛ

испытание прочности сцепления в каменной кладке

предельное усилие отрыва 15 кН



АДГЕЗИМЕТРЫ

ПСО-МГ4

испытание прочности сцепления покрытия с основанием

предельная нагрузка 1 / 2,5 / 5 / 10 кН



ИЗМЕРИТЕЛИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

ИТП-МГ4 "100" / "250" / "Зонд"

стационарный и зондовый режимы



диапазон 0,02...1,5 Вт/м·К

АНЕМОМЕТРЫ, ГИГРОМЕТРЫ

ИСП-МГ4 / ИСП-МГ4.01
анемометр-термометр

диапазон 0,1...20 (1...30) м/с
-30...+100 °С



ТГЦ-МГ4 / ТГЦ-МГ4.01
термогигрометр

диапазон 0...99,9 % / -30...+85 °С



ИЗМЕРИТЕЛИ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ И ТЕМПЕРАТУРЫ

ИТП-МГ4.03 "Поток"

3...5, 10 и 100-канальные регистраторы

диапазон 10...999 Вт/м²
-40...+70 °С



ИЗМЕРИТЕЛИ ВЛАЖНОСТИ

ВЛАГОМЕР-МГ4

для измерения влажности бетона, сыпучих, древесины
диапазон 1...45 %



ИЗМЕРИТЕЛИ ТОЛЩИНЫ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА

ИПА-МГ4

диаметр контролируемой арматуры 3...40 мм
диапазон измерения защитного слоя 3...140 мм



ТЕРМОМЕТРЫ

ТМР-МГ4 / ТЦЗ-МГ4 / ТЦЗ-МГ4.01

модульные регистрирующие для зимнего бетонирования и пропарочных камер (до 20 модулей в комплекте)
зондовые / контактные
1...2-канальные
диапазон -40...+100 / 250 °С



ИЗМЕРИТЕЛИ СИЛЫ НАТЯЖЕНИЯ АРМАТУРЫ

ДО-40 / 60 / 80МГ4

метод поперечной оттяжки

диапазон контролируемых усилий 2...120 кН

диаметр арматуры 3...12 мм



ИЗМЕРИТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЙ В АРМАТУРЕ

ЭИН-МГ4

частотный метод

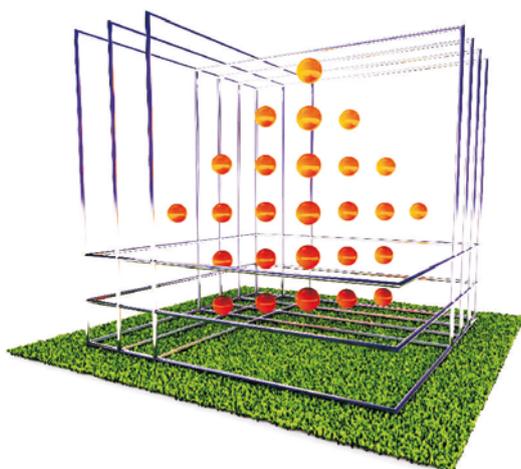
диаметр арматуры 3...32 мм

диапазон 100...1800 МПа



ПРОИЗВОДИМ: ИЗМЕРИТЕЛИ ВИБРАЦИИ, МОРОЗОСТОЙКОСТИ, ТОЛЩИНОМЕРЫ, ГИДРОСТАТИЧЕСКИЕ ВЕСЫ И ДР.

ПОСТРОЙ СВОЙ МИР!



26-28 апреля ВОРОНЕЖ 2012

ул. Ворошилова, 1а
Спортивный комплекс
“ЭНЕРГИЯ”

ВПЕРВЫЕ В СУББОТУ!

34-я межрегиональная специализированная

ВЫСТАВКА с международным участием
СТРОИТЕЛЬСТВО

ОРГКОМИТЕТ:



КОНТАКТЫ: тел: (473)277-48-36, 251-20-12
e-mail: stroy@veta.ru

Подробная информация
на www.veta.ru

**16-18
МАЯ**

XVII Специализированная
выставка-ярмарка

**Строительство
Благоустройство
Интерьер**

Барнаул

Дворец зрелищ
и спорта

- актуальные темы, технологии, инновации
- долгосрочные партнерские отношения

Организаторы:



(3852) 65-88-44

От новых идей – к новым решениям

Ваш электронный пригласительный билет – на сайте www.altfair.ru

Издательство «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ» керамической промышленности

И з д а н и е с п е ц и а л ь н о й л и т е р а т у р ы

Готовится
2-е изд.



NEW



Международный информационно-аналитический проект



МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«РАЗВИТИЕ КЕРАМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ»

КЕРАМТЭКС

Приглашаем посетить

стенд проекта

КЕРАМТЭКС

на выставке МОСБИЛД

2–5 апреля 2012 г.

Павильон 2 Холл 5

Деловые поездки
на профильные выставки

CERAMICS CHINA

Гуанчжоу, Китай
май, 2012 г.

CERAMITEC

Мюнхен, Германия
май, 2012 г.

Прием заявок на участие в поездке до 10 апреля 2012 г.

TECNARGILLA

Римини, Италия
сентябрь, 2012 г.

Прием заявок на участие в поездке до 1 сентября 2012 г.

Телефоны для справок: +7(499)976-22-08, 976-20-36; +7(910)437-03-98-моб. — Лескова Елена Львовна

КОРПОРАЦИЯ ВОЛМА®

есть чем гордиться!

13 декабря 2011 г. в г. Воскресенске Московской области состоялось значительное для гипсовой промышленности России событие: запуск нового производства гипсового вяжущего в рамках комплексной модернизации завода по производству строительно-отделочных материалов на основе гипса «ВОЛМА-Воскресенск». На торжественном мероприятии присутствовали представители правительства Московской области, администрации Воскресенского муниципального района, представители фирм – поставщиков оборудования, коллеги с других предприятий, дилеры, журналисты региональных и центральных СМИ.

История компании «ВОЛМА» началась в 1999 г. как многие бизнесы того времени. Молодым энергичным предпринимателям в рамках торгового капитала стало тесно, а для инвестиций в капитал производственный конъюнктура складывалась удачно. Для реализации нового направления бизнеса был выбран знаменитый в свое время Волгоградский гипсовый комбинат, который одновременно с 50-летним юбилеем подошел к грани банкротства. Приход на комбинат новой управленческой команды во главе с Юрием Алексеевичем Гончаровым стал не просто спасением, а вторым рождением предприятия.

Так началось создание мощной производственной корпорации, в которую в настоящее время входят три гипсовых карьера (в Самарской и Оренбургской областях, Карачаево-Черкесской Республике), четыре завода по производству ГКЛ, ПГП, сухих строительных смесей (два завода в Волгограде, Челябинске и в г. Воскресенске Московской области) и шесть центров продаж.

В г. Воскресенске производственная площадка (один из простаивающих цехов завода минеральных удобрений) была приобретена в 2006 г., и уже через год на ней заработала первая линия по выпуску пазогребневых плит. В настоящее время таких линий установлено четыре. Еще через два года в 2009 г. была запущена немецкая линия по производству гипсокартонных листов.

Но все эти годы предприятия корпорации «ВОЛМА» частично покупали гипсовое вяжущее для своей производственной программы, а руководство компании готовилось к качественно новому этапу развития бизнеса – переходу на полное самообеспечение сырьем.

Развитие собственной сырьевой базы компании началось в 2004 г., когда была получена лицензия на разработку Троицкого месторождения гипса в Самарской области. Затем в 2005 г. в корпорацию «ВОЛМА» вошло ЗАО «Южуралгипс», разрабатывающее месторождение гипса в Оренбургской области. В 2008 г. была получена лицензия на разработку гипсового месторождения в Карачаево-Черкесской Республике.

В конце 2011 г. компания «ВОЛМА» завершила основной этап реконструкции своего Воскресенского предприятия – на предприятии установлены две современные американские гипсоварочные печи фирмы «Альстом». Следует отметить, что это первая инсталляция оборудования фирмы в России. С декабря 2011 г. завод «ВОЛМА-Воскресенск» полностью перешел на собственное гипсовое вяжущее. Мощность нового производства позволит обеспечить сырьем выпуск ГКЛ, ПГП и сухих строительных смесей, запуск завода по производству которых намечен на первую половину 2012 г.

Запуск гипсоварочного производства вывел предприятие «ВОЛМА-Воскресенск» в лидеры корпорации «ВОЛМА». За 5 лет в реконструкцию завода вложено более 3 млрд р. инвестиций, организовано около 350 новых рабочих мест, в бюджеты всех уровней внесено около 400 млн р. различных налогов.

Для города Воскресенска завод «ВОЛМА-Воскресенск» является не только одним из градообразующих предприятий, но и организацией, которая активно участвует в жизни города, поддерживает местный хоккейный клуб «Химик», детские учреждения и учреждения культуры.

В настоящее время корпорация «ВОЛМА» стала одним из крупнейших игроков на рынке материалов на основе гипса: по производству пазогребневых гипсовых плит корпорация занимает лидирующее положение, по производству гипсокартона уверенно следует за лидером – фирмой КНАУФ. Но компания «ВОЛМА» на достигнутом останавливаться не собирается.

Руководители и сотрудники корпорации «ВОЛМА» заслуженно гордятся своими достижениями. Пожелаем им дальнейших успехов!



Долговечность цементных бетонов в свете перехода на европейские стандарты

Эффективность функционирования отрасли производства бетона и железобетона в значительной мере определяет уровень всей промышленности строительных материалов. На смену техническому прогрессу мировое сообщество выдвинуло концепцию устойчивого развития современной цивилизации, учитывающую интересы грядущих поколений. В этих условиях материалам и технологиям в области строительства должны быть присущи все признаки пятого технологического уклада в мировом развитии, который уже утвердился в развитых странах. Бетон и железобетон как строительные материалы в наибольшей степени отвечают критериям устойчивого развития, главным из которых является применение долговечных бетонов, требующих в процессе эксплуатации минимальных затрат на ремонт. Поэтому обеспечение долговечности бетонов, предназначенных для использования при строительстве долговременных сооружений (тоннели, мосты, различного типа подземные сооружения, метрополитены, цементно-бетонные покрытия автомобильных дорог и т. п.), стало основной проблемой, решаемой при проектировании и строительстве.

В России наметился новый крупный сектор экономики, в котором будет применяться в больших масштабах цементобетон — это автомобильные дороги, строительство которых не будет дешеветь, но снизятся затраты на их содержание.

По заявлению многих ученых и производителей битума, из-за более глубокой переработки нефти в России скоро появится дефицит хорошего битума. Этот факт и устаревшие стандарты строительства, применяемые в настоящее время к российским дорогам, а также потепление климата приводят к тому, что их необходимо ремонтировать после каждой зимы. Это значительно повышает стоимость содержания автомобильных дорог. Если в ближайшие годы не улучшится качество отечественного битума, Россия откажется от асфальтобетонных дорог в пользу цементобетонных: уже сейчас проектов по строительству цементных дорог становится все больше. Всемирный банк в марте 2011 г. опубликовал доклад, посвященный экономике Российской Федерации, в котором уровень затрат на содержание и капитальный ремонт дорог был назван чрезвычайно высоким. Например, согласно данным экспертов годовые затраты на ремонт отечественных автомобильных дорог в пересчете на 1 км составляют от \$27 до 55 тыс., что значительно превышает аналогичные затраты во многих странах мира.

В противовес жесткие дорожные покрытия, изготовленные по современным технологиям, выгодно отличаются в лучшую сторону: обеспечивается хорошее сцепление колеса с дорогой при любой температуре и влажности; нет колеи, волн и гребенки; в жару покрытие не размягчается, в стужу не трещит; небольшие швы, выполненные без сколов и просадок, заполненные качественной мастикой, не шумят.

Эти качества цементобетон сохраняет при соответствующем уходе в течение 25 лет (регламентируется в нормативах), но специалисты считают данный срок заниженным. Долговечность цементобетона может достигать 50 и более лет, правда, лишь при высоком качестве строительства и нормальной эксплуатации.

В технической литературе достаточно широко представлены многочисленные случаи преждевременного

разрушения по разным причинам бетонов различных сооружений, как правило, построенных в течение последних 30–40 лет. Установлено, что в настоящее время скорость разрушения бетонных сооружений выше, чем в прошлом.

Среди наиболее быстро повреждаемых сооружений можно выделить железобетонные мосты, скорость разрушения которых на 50% превышает скорость разрушения прочих объектов; путепроводы, подземные переходы и переходы над железнодорожными путями, коммунальные тоннели и каналы, очистные сооружения, коллекторы сточных вод, проходные тоннели с линиями электроснабжения, связи, холодного и горячего водоснабжения; подземные сооружения типа подвалов; фундаментные сооружения и т. п. Недостаточная долговечность выявлена у цементобетонных дорожных покрытий, железобетонных шпал, сборных железобетонных лотков ирригационных каналов, подпорных стен, цементобетонных силосов и т. д.

Определенное место вопросы долговечности заняли в научных исследованиях. Непосредственно долговечность изучалась в 19% всех исследований за период 1965–2000 гг., а с учетом свойств, имеющих отношения к долговечности бетона, — более 60%. Нарастание интенсивности исследований по изучению стойкости цементных бетонов, эксплуатирующихся в различных средах, объясняется прежде всего экономическими причинами. Объем уже построенных и эксплуатирующихся в условиях воздействия внешней среды, в том числе климата, сооружений велик и растет с каждым годом, соответственно растет и объем ремонтных и восстановительных работ, требующих вложения значительных средств.

Среди специалистов, занимающихся изучением свойств строительных материалов, возникает осознание того, что долговечность конструкций, выполненных с использованием этих материалов, не менее важная характеристика, чем их несущая способность. Одним из аспектов этой проблемы является необходимость совершенствования нормативной базы, стимулирующей получение высококачественного бетона, что определяет, в свою очередь, заданную долговечность возводимых сооружений. Отсюда вытекает особая значимость технического нормирования в этой области и проблема гармонизации имеющейся в РФ нормативной документации по цементным бетонам с европейскими.

Одним из элементов процесса объединения развитых европейских стран в Европейский союз является создание единой (гармонизированной) системы евростандартов — евроном (EN), обязательных для применения во всех странах — членах Союза. Для разработки евростандартов и координации работ в этой области был создан Европейский комитет по стандартизации — CEN (European Committee for Standardization) в составе многочисленных технических комитетов. После ратификации CEN каждый национальный орган по стандартизации принимает европейский стандарт в качестве национального стандарта и отменяет все национальные стандарты, которые вступают в противоречие с новым европейским стандартом. Таким образом, Европейский стандарт становится национальным стандартом. Члены CEN по положению обязаны создать условия для применения в своих странах стандартов CEN как национальных [1].

Таблица 1

Составляющие клинкера	Содержание в цементе составляющих клинкера, % по странам					
	Становление цементной промышленности	Англия	США	Дания		
	1900–1910	1950–1960	1950–1960	1956	1958	1978
C ₃ S	25	32–53	33–50	46	50–60	55–60
C ₂ S	45	15–48	22–36	31	20–28	18–22
C ₃ A	17	7–15	8–14	10	8–10	8–9
C ₄ AF	13	7–11	7–9	6	5–7	8–9

Примечание. В России в 1962 г. содержание в цементах C₃S составило 60–65%; C₂S – 11–26%; C₃A – 9–12% и C₄AF – 9–15%, а в 2008 г. составило C₃S – 60–64%; C₂S – 11–14%; C₃A – 7,5–9% и C₄AF – 9–12%.

Таблица 2

Вид заполнителя	Крупность зерен, мм						
	Россия	Германия	Франция	Австралия	США	Япония	Венгрия
Мелкий	0–5	0–3	0–7	0–5	0–3	0–5	0–7
Средний	5–10	3–12	7–15	5–10	3–7	5–20	7–15
Крупный	>10	12–15	15–25	10–19	7–20	–	15–30

Примечание. В Японии осуществлен переход на фракцию мелкого заполнителя 0–3.

Национальная организация по стандартизации РФ является «приглашенным членом» CEN, и на нее распространяются все вышеприведенные ограничения. В соответствии с положением CEN Национальная организация по стандартизации РФ может принять европейские стандарты в качестве национальных, отменить все национальные стандарты, которые вступают в противоречие с новым европейскими стандартами, опубликовать европейские стандарты на русском языке, получив предварительно одобрение Секретариата CEN. Это было сделано в Белоруссии [2] с 641 государственным стандартом (СТБ EN, СТБ ISO, СТБ ENV, СТБ EN ISO, СТБ CEN\TS), идентичным европейским стандартам, взаимосвязанным с Директивой 89/106/ЕЭС. К документу, введенному в действие, можно добавить свой национальный титульный лист, национальное предисловие и национальное приложение.

Евростандарт EN 206 «Бетоны» содержит требования к бетону, производимому на стройплощадке, на заводах товарного бетона, на заводах сборного железобетона и предназначенным для изготовления монолитных и сборных бетонных и железобетонных конструкций, в том числе с предварительным натяжением арматуры, и им следует пользоваться совместно со стандартами на исходные материалы и методы их испытаний.

Стандарт EN 206-1 «Бетон. Общие технические требования, производство и контроль качества» предназначен для применения в европейских странах с различными климатическими и географическими условиями, различными традициями и опытом строительства, поэтому некоторые главы стандарта содержат разрешение на применение национальных территориальных норм. Он разработан основываясь на опыте проектирования, изготовления и эксплуатации цементных бетонов на основе исходных материалов и методов испытаний, принятых в европейских странах. Методологические подходы к испытаниям материалов и бетонов в РФ существенно отличаются от принятых в европейских стандартах [3].

Исходные материалы и соответственно полученные на их основе цементные бетоны, производимые в РФ, существенно отличаются от европейских. Минералогический состав цемента в различных странах представлен в табл. 1. Анализ этих данных показывает, что цемент, производимый в РФ, отличается от произведенного в других странах; имеет место существенное увеличение содержания в це-

ментах C₃S за счет уменьшения C₂S. Возможно, это является одной из причин снижения долговременной прочности или снижения темпов роста прочности бетона во времени.

Имеются различия в традиционно существующих и используемых на практике в различных странах размерах заполнителя, представленных в табл. 2. Классификация заполнителя по размерам в РФ не соответствует принятым в ряде других стран, что делает сомнительным использование рекомендаций в РФ стандарта EN 206-1 в части, касающейся методов подбора составов цементобетонных смесей.

Отдельные понятия и термины, используемые в РФ, существенно отличаются от применяемых в европейских стандартах.

В стандарте EN 206-1 под обычным бетоном понимается бетон с плотностью от 2100 до 2600 кг/м³; тяжелый бетон должен иметь плотность выше 2600 кг/м³ (по СП 52-101–2003, СП 52-00–2011 и СП 27.13330.2011 тяжелый бетон должен иметь плотность от 2200 кг/м³ до 2500 кг/м³ включительно, бетон особо тяжелый – плотность свыше 2500 кг/м³), легкий – 800–2100 кг/м³ (по отечественным НД – 800–2000 кг/м³).

К высокопрочным бетонам относятся бетоны класса выше С67. Максимальный класс бетона, указанный в стандарте EN 206-1:

- для тяжелого – С115 (в РФ по СП 52-101–2003 – В60, СНиП 52-01–2003 – В120, проекту СНиП 2011 г. – В100),
- для легкого – С88 (в РФ по проекту СНиП 2011 г. – В40).

Требования к бетону, как это предписывает стандарт, должны назначаться для обеспечения срока надежной эксплуатации конструкции или сооружения в течение не менее 50 лет. При этом предполагается, что бетон тщательно уложен и уплотнен, обеспечены необходимые условия для набора прочности материала с учетом погодных условий и сооружение эксплуатируется в той же окружающей среде, для которой были подобраны характеристики бетона.

Стандарт EN 206-1 содержит рекомендации по учету воздействия на бетон шести различных сред эксплуатации, и только одна не считается агрессивной. Остальные пять имеют три или четыре градации по степени увеличения агрессивности, или, если можно так выразиться, суровости эксплуатации. Возможность изменения условий эксплуатации во времени не учитывается. В качестве основного критерия обеспечения стойкости в этих условиях принята прочность. Соответственно рекомен-

двумя прочностями бетона для этих сред колеблются от С25 (опасность карбонизации) до С45 (морская вода, химическая агрессия). При действии замораживания-оттаивания минимальный класс по прочности на сжатие рекомендуется С30 [4].

По мнению отечественных ученых, одним из важных показателей долговечности является морозостойкость бетона. Более полувека морозостойкость бетона оценивалась в РФ по ГОСТ 10060, предусматривающему сотни циклов длительных испытаний бетона в лабораторных морозильных камерах и затем перенесение результатов испытаний на реальные строительные конструкции. СНИП 52-01-2003, как и предыдущий СНИП 2.03.01 «Железобетонные и бетонные конструкции. Основные положения», содержит семь марок по морозостойкости в циклах замораживания-оттаивание для тяжелого (в терминологии EN 206-1 обычного) бетона. EN 206-1 такой классификации по морозостойкости в циклах не приводит, имея в виду, что если бетон проектируется как морозостойкий для заданной среды эксплуатации, то число циклов не должно иметь какого-либо значения. Европейские нормы содержат иное решение этой проблемы, предусматривающее перечень технологических требований, обеспечивающих морозостойкость бетона. Иными словами, в EN 206-1 указаны пути обеспечения морозостойкости и водонепроницаемости бетона через выполнение технологических требований, при соблюдении которых обеспечивается долговечность бетона конструкций [4]. В стандарте имеется 10 приложений, среди которых рекомендации по первичным подборам составов, по обеспечению долговечности бетона на стадии приготовления в зависимости от сред эксплуатации и др.

В процессе разработки стандарта EN 206-1 были рассмотрены возможности включения в него положений, касающихся обеспечения долговечности бетона на базе данных поведения бетонных и железобетонных конструкций в процессе эксплуатации. Однако комитетом CEN/TK 104 было отмечено, что этот подход пока еще не достаточно разработан, чтобы быть приведенным в стандарте в виде конкретных рекомендаций. В то же время было признано, что в ряде стран имеются значимые достижения в этом направлении в части учета местных условий эксплуатации. Поэтому предполагается продолжение исследований и накопление данных, имея в виду в перспективе обобщение результатов и формулирование рекомендаций на уровне стандарта.

В системе международной организации CIB-RILEM разработана и действует система проектирования зданий и сооружений с учетом требуемой долговечности и условий эксплуатации. Одним из первых и важных моментов в этом является создание нормативного документа, определяющего проектный срок службы данного здания или сооружения, например 10, 20, 50, 100 лет. Наличие заданного срока эксплуатации позволяет обоснованно выбирать материал изделия, назначать первичную или вторичную защиту, сроки межремонтного периода и т. п., то есть понятие долговечности приобретает количественное расчетное значение.

По СНИП 52-01-2003 предусмотрен «Расчет бетонных и железобетонных конструкций по долговечности», который исходя из расчетов по предельным состояниям первой и второй групп следует производить из условия, по которому при заданных характеристиках конструкции (размерах, количестве арматуры и других характеристиках), показателях качества бетона (прочности, морозостойкости, водонепроницаемости, коррозионной стойкости, температуростойкости и других показателях) и арматуры (прочности, коррозионной стойкости и других показателях) с учетом влияния окружающей среды продолжительность межремонтного периода и срока службы конструкций здания или сооружения должна

быть не менее установленной для конкретных типов зданий и сооружений. Однако метод такого расчета до сего времени не разработан, рекомендации по назначению исходных материалов для бетона в связи с долговечностью его в сооружениях или конструкциях отсутствует. Моделирование изменения состояния бетонов в условиях воздействия реальных сред эксплуатации, которое является ключом к созданию методов прогнозирования долговечности бетона и соответственно к управлению этой долговечностью, как в стандарте EN 206-1, так и в действующих отечественных нормах не представлено.

Таким образом, между отечественными и зарубежными методами испытаний, требованиями к исходным материалам и бетону существуют значительные отличия, что и предопределило существование до сих пор в строительстве перечня обязательных к применению СНИПов и ГОСТов, что идет вразрез с новым подходом ЕС, Директиве 89/106 ЕЕС по строительной продукции. Обязательные к применению документы в области стандартизации делают невозможной реализацию в строительстве внесенных в конце 2009 г. в Федеральный закон «О техническом регулировании» беспрецедентных по значимости поправок, предусматривающих прямое применение в России международных и европейских стандартов после предварительной процедуры их регистрации в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов [5].

Одномоментный отказ от российских стандартов и строительных норм и правил, как это сделано в Белоруссии, на территории РФ затруднен. Необходим переходный период (как это сделано в Казахстане, там установлен переходный период до 2015 г.), на протяжении которого строители и проектировщики вправе будут выбирать, применять им в целях обеспечения основных требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» отечественную нормативную базу либо евростандарты, принятые в статусе национальных.

Прямое применение европейских стандартов повлечет за собой переработку основной НД по технологии бетона; необходимость оснащения лабораторий соответствующими приборами и оборудованием зарубежного производства; обучение и переобучение испытателей и инженеров, изменение системы подготовки кадров.

Ключевые слова: долговечность, цементный бетон, евростандарты, еврокоды, техническое регулирование.

Список литературы

1. Волков Ю. Евростандарт на бетон введен в действие // Бетон и железобетон. 2004. № 2. С. 28–29.
2. Пастушков Г.П., Пастушков В.Г. О переходе на европейские нормы проектирования мостовых конструкций в Республике Беларусь // Охрана окружающей среды. Транспорт. Безопасность жизнедеятельности: Вестник ПГТУ. Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2011. № 2. С. 113–121.
3. Юмашев В.М., Матросов А.А., Панфилов Ф.В., Афонина И.А. Близкие результаты. Сопоставление отечественных и европейских стандартов на методы испытаний каменных материалов // Автомобильные дороги. 2010. № 6. С. 56–57.
4. Семченков А.С., Залесов А.С., Розенталь Н.К. и др. Нормирование по бетону и железобетонным конструкциям. Части 1 и 2 // Строительный эксперт. № 23 (282). № 24 (283). 2008. С. 7. С. 8.
5. Кокоева Н.Е., Кочетков А.В., Янковский Л.В. Методические подходы реализации принципов технического регулирования в дорожном хозяйстве // Охрана окружающей среды. Транспорт. Безопасность жизнедеятельности: Вестник ПГТУ. 2011. № 1. С. 44–56.

А.А. ФЕДУЛОВ, канд. техн. наук, Московский государственный строительный университет

О государственных стандартах России на сухие строительные смеси

При подготовке к лекции по курсу «Строительные отделочные материалы и работы» для будущих магистров специальности «Производство строительных изделий и конструкций», где одной из тем являются и сухие строительные смеси, возникла необходимость основательного изучения действующих ГОСТов на сухие строительные смеси на цементном и гипсовом вяжущих.

Разработчиком этих стандартов – ГОСТ 31357–2007 «Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Общие технические условия»; ГОСТ 31356–2007 «Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Методы испытаний»; ГОСТ 31358–2007 «Смеси сухие строительные напольные на цементном вяжущем. Технические условия»; ГОСТ 31376–2008 «Смеси сухие строительные на гипсовом вяжущем. Методы испытаний»; ГОСТ 31377–2008 «Смеси сухие строительные штукатурные на гипсовом вяжущем. Технические условия»; ГОСТ 31386–2008 «Смеси сухие строительные клеевые на гипсовом вяжущем. Технические условия»; ГОСТ 31387–2008 «Смеси сухие строительные шпатлевочные на гипсовом вяжущем. Технические условия» является Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.

После изучения возникли сомнения, можно ли их рекомендовать студентам для расширения кругозора или нет. К сожалению, напрашивается ответ – нельзя. И вот по каким причинам.

1. Вяжущие вещества.

В ГОСТах на сухие строительные смеси на цементном вяжущем ограничен круг этих вяжущих, а на гипсовом нет. Какое гипсовое вяжущее имели в виду авторы? Их в природе существует четыре вида: α - и β -модификации полугидрата сульфата кальция (α - и β - $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$); ангидридовое вяжущее (CaSO_4) и эстрих-гипс (CaSO_4).

Например, шпаклевочные смеси заводы выпускают в основном на β - $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, но более высокопрочные и качественные и имеющие более низкое водогиговое отношение – на основе α - $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$. Нивелирующие шпаклевочные смеси для идеального выравнивания оснований пола, в том числе сборного, изготавливают на основе ангидрита.

2. Термины и определения.

При определении сухих строительных смесей разработчики дают ссылку на ГОСТ 31189–2003 «Смеси су-

хие строительные. Классификация». Но это определение довольно краткое и неполное. Поэтому предлагается более полное определение.

Сухая строительная смесь – это рационально подобранная однородная смесь мелкозернистых и порошкообразных сухих компонентов, включающая минеральные вяжущие или синтетические связующие, заполнители, наполнители и добавки функционального назначения, изготовленные в заводских условиях и предназначенные для приготовления растворных смесей.

Разработчиками также предлагаются и используются такие определения, как «смесь, готовая для применения». Под этим подразумевается строительная растворная смесь, а «затвердевшая смесь» – это, оказывается, строительный раствор. А как быть с определениями, которые даются в учебниках по строительным материалам и бетонам такими авторами, как В.А. Воробьев, Б.Г. Скрамтаев, О.А. Гершберг, А.Г. Комар, И.А. Рыбьев, В.С. Колокольников, Ю.С. Бузов, Л.Н. Попов и др. Приведенными в этих учебниках определениями пользуются уже более 50 лет все, кто связан со строительными материалами, в том числе студенты высших и средних строительных учебных заведений. В учебнике Г.И. Горчакова и Ю.М. Баженова «Строительные материалы» (М.: Стройиздат, 1986. 688 с.), четко определено: «Строительный раствор – это искусственный каменный материал...» Нужно ли менять терминологию, к которой привыкло не одно поколение стройматериальщиков и строителей? Тем более что старая терминология более точная и грамотная.

Поэтому необходимо привести определения, собранные из известных учебников и предложить более современную интерпретацию.

Строительная растворная смесь – это рационально подобранная и тщательно перемешанная смесь минерального вяжущего или синтетического связующего, заполнителя, наполнителя, функциональных добавок и воды (или другого затворителя) до начала процессов схватывания и твердения.

Строительный раствор – это искусственный каменный материал (конгломерат), полученный в результате затвердевания растворной смеси, состоявшей из вяжущего вещества, заполнителя, наполнителя, добавок и воды (или другого затворителя).

Таблица 1

Влажность разновидностей β - $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ в зависимости от относительной влажности воздуха (DIN EN 13279)

Виды штукатурных гипсовых вяжущих	Климатические условия		
	20°C, относительная влажность воздуха 45%	20°C, относительная влажность воздуха 70%	20°C, относительная влажность воздуха 95%
	Влажность гипса, %		
Штукатурный гипс	0,1	0,1	0,4
Гипс для машинного оштукатуривания	0,1	0,2	1
Выравнивающий гипс	0,1	0,2	0,6
Отделочный гипс	0,1	0,2	0,7

Физико-технические характеристики гипсовых растворных смесей КНАУФ

Виды	Наименование смеси	Водотвердое отношение	Подвижность, см, V=1,3 л	Потеря подвижности, мин	Время обработки растворной смеси, мин
Нивелирующие шпаклевочные смеси	Флиссшпатель 315	0,24–0,26	60–62	≥ 20	10
	Дюннэстрих 325	0,16–0,17	50–52	≥ 30	10
	Нивелиршпательмассе 415	0,24–0,26	58–60	≥ 30	10
	Невелирэстрих 425	0,22–0,23	52–54	≥ 30	10
Самовыравнивающиеся основания пола	Флиссэстрих 80	0,2–0,22	48–50	≥ 60	40
	Флиссэстрих 50	0,17–0,18	43–45	≥ 60	40
	Флиссэстрих 25	0,16–0,17	43–45	≥ 60	40
Штукатурные смеси	Ротбанд	0,6–0,67	26–30	≥ 20	60–90
	Гольдбанд	0,6–0,67	26–30	≥ 20	60–90
	Нандпутц 100	0,6–0,67	26–30	≥ 20	40–70
	Машиненпутц 75	0,54–0,6	22–26	≥ 20	80–100
Шпаклевочные смеси	Унифлот	0,48–0,5	–	≥ 50	60–70
	Фугенфюллер	0,72–0,76	–	≥ 30	40–50
	Фугенфюллер Гидро	0,73–0,78	–	≥ 30	40–50
	Фугенфюллер ГВ	0,76–0,82	–	≥ 30	40–50

3. Методы испытаний.

Методы испытаний сухих смесей на цементном вяжущем достаточно подробно описаны в старых ГОСТах, и на них даны ссылки. Поэтому более подробно остановимся на испытаниях гипсовых сухих смесей.

Прежде всего следует обратить внимание на **определение влажности** сухой смеси. Разработчики ГОСТа предлагают метод испытаний, известный всем поколениям стройматериальщиков: взять навеску массой 10 г, взвесить с точностью до $\pm 0,1$ г, высушить ее и опять взвесить. По разнице масс определить в процентах влажность смеси с точностью до 0,1 %. Для этого даже приводится формула. Но определить влажность смеси до 0,1% невозможно, так как погрешность при взвешивании составляет 0,1 г, или 1%. Очевидно, что разработчики ГОСТа сами этого не считали.

В действительности заводские лаборатории имеют влагомеры для сыпучих материалов, на которых можно с точностью до 0,1% определить влажность сухих смесей, а разработчикам необходимо было бы привести точное название прибора, адрес завода-изготовителя или торгующей организации.

Влажность сухой смеси является важным показателем, максимальную величину которого разработчики определили для штукатурных, шпаклевочных и клеевых смесей в 0,3%. Но всегда ли это выполнимо? Так же как и требования к складским помещениям, в которых относительная влажность воздуха не должна превышать 60%. Этого можно достигнуть только на складах-эксикаторах. Но на заводах и стройках этого добиться невозможно.

А как обстоит дело в реальности? На этот вопрос дает ответ DIN EN 13279 «Материалы связующие гипсовые и гипсовые штукатурные растворы. Часть 1. Определения и требования», в котором приведена таблица зависимости влажности разновидностей β -CaSO₄·0,5H₂O, кото-

рый является хорошим адсорбентом, от относительной влажности воздуха (табл. 1).

Данные этой таблицы можно в полной мере отнести и к штукатурным, шпаклевочным и клеевым гипсовым сухим смесям, так как содержание в них β -CaSO₄·0,5H₂O составляет 85–98%. Поэтому можно отметить, что требования, выдвинутые в ГОСТах на эти смеси относительно их влажности, невыполнимы.

Рассмотрим методику **определения подвижности** гипсовых штукатурных, шпаклевочных и клеевых смесей, так как данное свойство растворных смесей напрямую влияет на их удобоукладываемость и в итоге на качество растворов. В ГОСТ 31376–2008 подвижность определяется диаметром расплыва гипсовой растворной смеси, помещенной в конусное кольцо прибора Вика после его снятия со стеклянной подложки. Кольцо имеет размеры: верхний диаметр 65 мм; нижний – 75 мм; высота 40 мм.

В ГОСТе указано, что «диаметр расплыва смеси для литых (текущих) смесей должен составлять 150–210 мм, а для пластичных – 165 ± 5 мм». Но диаметр расплыва пластичных смесей входит в диапазон литых. Возникает вопрос: в чем отличие и как его найти?

В практике производства отделочных работ имеется достаточно большая номенклатура сухих смесей на основе различных гипсовых вяжущих, которые отличаются большим диапазоном подвижности:

- штукатурные смеси для ручного и машинного нанесения (β -CaSO₄·0,5H₂O);
- шпаклевочные смеси для заделки стыков гипсокартонных листов и пустот на стенах и потолка (β -CaSO₄·0,5H₂O);
- шпаклевочные смеси для шпаклевания больших поверхностей (β -CaSO₄·0,5H₂O);
- финишные шпаклевочные смеси (α -CaSO₄·0,5H₂O);
- клеевые смеси для склеивания пазогребневых плит и приклеивания ГКЛ к стенам (β -CaSO₄·0,5H₂O);

- нивелирующие шпаклевочные смеси для выравнивания оснований пола с толщиной нанесения 0–10, 3–15 и 10–30 мм (CaSO₄);
- самонивелирующиеся смеси для устройства оснований пола (CaSO₄) и др.

Подвижность вышеуказанных растворных смесей очень разнообразна, но в некоторых случаях может незначительно отличаться друг от друга, и, конечно, определить ее с помощью кольца прибора Вика будет затруднительно, так как масса растворной смеси, находящейся в кольце, невелика, а значит, она не обладает достаточной кинетической энергией, необходимой для расплыва. Поэтому диаметры расплыва будут иметь небольшую разницу между собой, что может быть в пределах ошибки измерения.

Значительно удобнее и точнее определять подвижность гипсовых растворных смесей с помощью цилиндра объемом 1,33 л, диаметром 100 мм и высотой 170 мм, который предложен в DIN EN 13279 (ч. I и II). Диаметр расплыва в этой методике определяется в сантиметрах. Для наглядности в таблице 2 представлены физико-технические характеристики гипсовых растворных смесей, полученных на основе продукции фирмы КНАУФ. Водотвердые отношения и потеря подвижности взяты с упаковок смесей, а данные по подвижности получены экспериментальным путем.

Подвижность шпаклевочных растворных смесей, как правило, подбирается по месту самим рабочим и зависит от поставленной задачи и обрабатываемой поверхности.

На основании изложенного напрашивается только один вывод: действующие ГОСТы на сухие строительные смеси, особенно на гипсовые, требуют тщательной переработки. А может быть, легче их сделать заново?

**Центр Бетонных Технологий
Компания MC-Bauchemie**

Конференция

РЕСТАВРАЦИЯ ИСТОРИЧЕСКИХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

28 и 29 февраля 2012 г.

Санкт-Петербург

Программа

- Особенности подбора и требований к материалам, используемым для реставрации исторических объектов
- Реставрация старых каменных кладок с применением материалов линейки OxaI
- Санация влажных поврежденных солями каменных стен исторических объектов с помощью системы материалов Exzellent
- Устройство гидроизоляции с помощью системы материалов Nafuflex
- Решения по устройству и ремонту полов на исторических объектах
- Ленты, уплотнительные шнуры для гидроизоляции, профили для устройства рустов и сводов
- Оборудование для машинного нанесения штукатурных материалов
- Решения по восстановлению каменного свода Конюшенного корпуса на объекте «Михайловская дача»
- Устройство карнизов и венчающих фасадов на объекте «Арка главного штаба»
- Санация террас и подвалов на жилых объектах

Круглый стол

«Правила применения современных материалов в реставрации».

Организационный комитет:

Телефон: +7 (812) 331-81-84

Козлова Наталья, тел. +7 962 706 87 03

e-mail: natalia.kozlova@beton-center.ru www.beton-center.ru

IV Международная конференция

НАНОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧНОГО И ДОЛГОВЕЧНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

23–27 марта 2012 г.

Каир, Египет

Организаторы конференции:

Египетско-российский университет (ERU), Национальный исследовательский центр жилья и строительства (HBRC),
Ижевский государственный технический университет



Egyptian Russian University
الجامعة المصرية الروسية



Соорганизаторы:

Томский политехнический университет, Омский государственный технический университет, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, Московский государственный строительный университет, Российский университет дружбы народов, ВНИИСТРОМ им. П.П. Будникова

Тематика конференции:

- Нанокompозиты в строительных материалах
- Нанотехнологии в строительстве
- Защита от пожара с помощью наночастиц
- Нанотехнологии в кондиционировании воздуха
- Наноструктурирующие материалы в архитектуре
- Производство лакокрасочных материалов с нанодобавками
- Нанотехнологии в стеклах и керамике
- Нанотехнологии для энергоэффективности в зданиях
- Моделирование нанокompозитов
- Модификация минеральных вяжущих наносистемами

В дни проведения конференции будет работать выставка нанопроductов, нанооборудования и других специализированных изделий.

Информационная поддержка – журнал «Строительные материалы»®



Сайт конференции: http://inter.istu.ru/russian/nano_r.html

Контактная информация в Египте:

Профессор Шериф Солиман
Египетско-российский университет
Cairo High Road, Bard City-Suez
E-mail: president@eruegypt.com

Тел.: +20 (02) 28643349, (02) 28643341 Факс: +20 (02) 28643332

Контактная информация в России:

Профессор Григорий Иванович Яковлев
Ижевский государственный технический университет
426069 Ижевск, ул. Студенческая, д. 7
E-mail: gyakov@istu.ru

Тел.: +7(3412) 59 33 07 Факс: +7(3412) 59 25 55

УДК 614.71: 669.791.33

Ю.В. КРАСОВИЦКИЙ, д-р техн. наук, профессор; С.Ю. ПАНОВ, канд. техн. наук;
Е.В. РОМАНЮК, канд. техн. наук; З.С. ГАСАНОВ, инженер (scercso@mail.ru),
Ю.И. МАКАРОВА, В.П. МАНУКОВСКАЯ, студентки,
Воронежский государственный университет инженерных технологий

Рациональное измерение влажности, температуры и подсосов воздуха в пылегазовых трактах при производстве строительных материалов*

В производстве строительных материалов из множества методов определения влажности газа [1–6] наиболее приемлемы психрометрический и абсолютный весовой методы. Психрометр Гинцветмета состоит из корпуса, спаянного из латунной трубки диаметром 12 мм. В корпус на резиновых пробках помещают два термометра. К ртутному шариком одного из них привязана марля, опущенная в воду. Воду наливают в стеклянный баллончик, прикрепленный к корпусу резиновой трубкой. Второй баллончик закрывают резиновой пробкой, чтобы уровень воды значительно не изменился при работе психрометра в условиях больших разрежений, частых в практике проведения пылегазовых замеров.

Газ, влажность которого следует определить, поступает в психрометр через патрубок, омывает сухой термометр, направляется во второе колено прибора, омывает мокрый термометр и выходит через другой патрубок. Расположение термометров обеспечивает свободное омывание газом их шариков со всех сторон.

Чтобы уменьшить искажения показаний термометров на участках, где находятся шарики термометров, устанавливают экраны из тонкой латуни.

Размеры трубок, экранов и термометров обеспечивают в местах соприкосновения с термометрами скорость газа около 5 м/с при просасывании через прибор в течение 1 мин около 20 л газа (количество, необходимое для пылевых замеров).

Сухой термометр показывает температуру окружающего ненасыщенного газа, а мокрый, помещенный в той же среде, — меньшую температуру, так как на нем испаряется вода. Испарение, а следовательно, и понижение температуры тем больше, чем суше окружающая среда (газ).

Расстояние между шариком термометра и уровнем воды в баночке должно составлять 1–2 см.

Давление водяных паров определяют по формуле:

$$P_w = P_{\text{нас}} - c(t_c - t_b)B, \quad (1)$$

где P_w — давление водяных паров в условиях психрометра, Па; $P_{\text{нас}}$ — давление насыщенного водяного пара, Па, при t_b ; t_c — температура сухого термометра, °С; t_b — температура влажного термометра, °С; B — давление, при котором проводится наблюдение (барометрическое или общее давление в приборе); c — коэффициент, величина которого зависит от скорости движения газа около шарика мокрого термометра.

Для неподвижного воздуха $c = 0,00074$, а при скоростях газа выше 5 м/с этот коэффициент практически постоянен и равен 0,00066. Поэтому в психрометрах, предназначенных для определения влажности движущегося газа, необходимо обеспечить соответствующую скорость. Газы нужно протягивать так, чтобы они про-

ходили сначала мимо сухого термометра, а потом мимо влажного термометра с указанной выше скоростью.

Парциальное давление водяных паров в газоходе определяют по формуле:

$$p_r = p_n(B \pm p)/(B \pm p_n), \quad (2)$$

где p_r , p_n — давление (разрежение) в газоходе и психрометре соответственно, Па.

По найденному значению p_r и данным таблиц состояния насыщенного водяного пара [2] определяют точку росы t_p , а по температуре в газоходе t_r — парциальное давление насыщенного водяного пара при этой температуре p_n . Тогда относительная влажность газа равна:

$$\phi = p_r/p_t. \quad (3)$$

Абсолютный весовой метод состоит в том, что некоторое точно измеряемое количество газа пропускают через U-образный сосуд, в который помещают вещество, хорошо поглощающее влагу. До и после отбора газа U-образный сосуд взвешивают и по увеличению массы определяют величину влагосодержания. В качестве влагопоглощающих веществ применяют (цифры указывают количество водяных паров, остающихся в 1 м³ воздуха при 25°С, г):

Хлористый кальций (плавленый)	0,36
Серная кислота:	
95%-ная	0,3
100%-ная	0,003
CaSO ₄ (полностью свободный от H ₂ O)	0,004
Фосфорный ангидрид (P ₂ O ₅)	0,000025
Силикагель	0,002
Al ₂ O ₃ (кальцинированный)	0,003

Указанная выше остаточная влажность соответствует очень медленному пропусканию газа через поглотитель (3 л/ч). При более быстром пропускании газа количество водяных паров в «сухом газе» будет несколько выше. Практически наиболее часто применяют скорость просасывания 1 л/мин.

Твердые поглотители помещают в U-образный сосуд в виде кусочков средним размером 3–5 мм (при диаметре сосуда 15–20 мм). Порошкообразные поглотители (фосфорный ангидрид) можно предварительно перемешать с кусочками пемзы. При пользовании фосфорным ангидридом следует помнить, что он очень вреден и быстро «набирает влагу».

Чтобы обеспечить полное поглощение влаги, обычно ставят последовательно несколько поглотителей и каждый из них взвешивают отдельно. При правильной работе последний поглотитель не должен изменяться в весе, что будет доказывать достаточно полное осушение газа.

* Работа выполнена в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы».

Этот метод достаточно точен, но практическое его осуществление достаточно сложно, так как для каждого анализа требуется приготовить и взвесить несколько сосудов с поглотителями.

Важное значение в производстве пигментов имеет контроль температуры. Для этого используют ртутные стеклянные термометры, термоэлектрические пирометры и термометры сопротивления.

Одним из видов ртутных стеклянных термометров являются контактные термометры, применяемые для электрической сигнализации и позиционного автоматического регулирования.

Термоэлектрические пирометры (термопары) применяют для измерения температуры до 1600°C. Обычно применяют:

- хромель-копелевые термопары (ХК), устойчиво работающие при температуре до 600°C;
- хромель-алюмелевые термопары (ХА) с верхним пределом для длительных измерений 100°C;
- платино-платинородиевые термопары (ПП), устойчиво работающие при температуре до 1300°C и одновременно до 1600°C.

При измерении температуры до 600°C кожух можно изготовлять из стальных цельнотянутых труб (сталь 20); при измерении температуры до 800°C – из труб, сделанных из легированной стали (1Х18Н9Т), а при измерении температуры до 1000°C – из труб, выполненных из окислостойкой стали (Х27). Защитные кожухи платино-платинородиевых термопар изготовляют из огнеупорных материалов (кварц, корунд).

Точность измерения температуры термопарами с использованием милливольтметров промышленного образца находится в пределах 1–2% от максимального значения шкалы. Следует ставить термопару (термометр) в футерованную часть газохода или, еще лучше, устанавливать экран, который не мешал бы свободному проходу газа, но максимально уменьшал прямую теплоотдачу лучеиспусканием от термопары к стенкам газохода.

Термометры сопротивления действуют на основе изменения электрического сопротивления проводников при изменении их температуры. Допустимый диапазон температур для этих термометров зависит от материала проводников: для платины верхний предел измерения практически равен 500°C, меди – 100–150°C. В указанном диапазоне температур замеры, проводимые при помощи термопар, дают менее точные результаты.

Большой интерес представляют полупроводниковые сопротивления – термисторы. Их изготовляют из оксида урана U_2O_3 , оксида титана TiO_2 и оксидов других металлов. Они характеризуются малыми размерами. Однако полупроводниковые термометры еще не получили широкого промышленного применения, так как выпуск их ограничен.

Термисторы ММТ-1, ММТ-4 и ММТ-5 пригодны для измерения температур не выше 100–120°C, КМТ-1 и КМТ-2 – до 180°C.

Термометры сопротивления в отличие от ртутных термометров допускают дистанционную передачу результатов измерения.

Термометр сопротивления состоит из тонкой проволоки чаще всего платиновой диаметром 0,05–0,1 мм, навитой на каркас. Для каркаса наиболее пригодны слюда, кварц. Каркас с обмоткой заключают в защитную трубку (стальную или медную) с головкой, в которой находятся клеммы для присоединения термометра к измерительному прибору.

В качестве такого прибора обычно используют логометр. Точность измерения температуры находится в пределах +1 – 1,5% от максимального значения шкалы.

На работу пылеулавливающих систем большое влияние оказывают подсосы атмосферного воздуха, которые увеличивают объем газа и повышают его скорость в га-

зоходах и аппаратах, что часто ухудшает улавливание пыли. Они иногда значительно понижают температуру газов, их относительную и абсолютную влажность, всегда увеличивают гидравлическое сопротивление газовой системы и расход электроэнергии на транспортирование газов, снижают концентрацию используемых газовых компонентов. Подсосы часто приводят к ухудшению тягового режима технологического оборудования, перегрузке вентиляторов (дымососов) и др.

Величину подсосов обычно выражают в процентах от начального объема газа. Наиболее правильно непосредственно измерять объем газа в тех точках газовой системы (в сечениях газоходов), где желательно знать величину подсоса. Чтобы найти, сколько воздуха подсасывается в аппарат, определяют объемы при нормальных условиях газов на входе в аппарат Q'_0 и на выходе из него Q''_0 . Абсолютное значение подсоса составит $Q''_0 - Q'_0$, а относительное – $(Q''_0 - Q'_0) \cdot 100 / Q'_0, \%$.

Обозначим через Q'_0 и Q''_0 объемы газов в первой и второй точках системы (на входе в аппарат и на выходе из него): RO'_2 и RO''_2 – концентрации ($CO_2 + SO_2$) в этих же точках. Так как общее количество (масса) RO_2 в газе при подсосе воздуха не изменилось, то

$$Q'_0 RO'_2 = Q''_0 RO''_2. \quad (4)$$

Преобразуем это выражение:

$$Q''_0 - Q'_0 / Q'_0 = RO'_2 - RO''_2 / RO''_2. \quad (5)$$

Следовательно, подсос воздуха составит:

$$(RO'_2 - RO''_2) \cdot 100 / RO'_2, \%. \quad (6)$$

Точность определения величины подсоса зависит, с одной стороны, от навыков и аккуратности в работе исполнителей и погрешности приборов, а с другой – от условий, в которых осуществляются измерения. Обычно погрешность определения подсоса может быть менее 5%, но при скоростях газа ниже 4–5 м/с она быстро возрастает и может превышать 10%.

При определении подсоса по RO_2 отбирают характерную пробу газа, состав которого не должен меняться во времени. Концентрация RO_2 в газе не должна изменяться в результате каких-либо химических реакций на пути от одной точки замера к другой. Лучше отбирать пробы газа в обеих точках одновременно и проводить несколько анализов.

Ключевые слова: влажность, температура, подсосы воздуха, пылегазовые тракты, точность измерения.

Список литературы

1. Ужов В.Н., Вальдберг А.Ю. Подготовка промышленных газов к очистке. М.: Химия, 1975. 216 с.
2. Тепло и массообмен. Теплотехнический эксперимент: Справочник / Под общ. ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина. М.: Энергоиздат, 1982. 509 с.
3. Красовицкий Ю.В., Дуров В.В. Обеспыливание газов зернистыми слоями. М.: 1991, 192 с.
4. Красовицкий Ю.В., Малинов А.В., Дуров В.В. Обеспыливание промышленных газов в фаянсовом производстве. М.: Химия, 1994. 272 с.
5. Примак А.В., Балтренас П.Б. Защита окружающей среды на предприятиях стройиндустрии. Киев, Будивельник, 1991. 153 с.
6. Балтренас П.Б., Шпакаускас В. Методы и приборы определения физико-механических и химических свойств пыли и аэрозолей. Вильнюс: Техника, 1994. 240 с.
7. Шведкий В.С., Ладыгичев М.Г. Очистка газов: Справочное пособие. М.: Теплоэнергетик, 2002. 640 с.

Самоходные дробильно-грохотильные комплексы. Опыт и перспективы использования

Мы стали свидетелями и участниками очередного качественного скачка в сфере горного производства. Технические новшества обычно позволяют усовершенствовать один процесс благодаря вытеснению неэффективного оборудования более совершенным, что приводит к улучшению технико-экономических показателей. При этом может изменяться технология. Происходящие в последние десятилетия перемены заключаются в перемещении процессов дробления, а часто и сортировки горной массы в карьер. Эта тенденция оказалась наиболее заметной в промышленности нерудных строительных материалов (НСМ), поскольку производство ее продукции базируется на сравнительно простых технологиях переработки горной массы – дроблении и грохочении.

Исследования докторов техн. наук И.Б. Шлаина и А.М. Петрова показали, что большая доля эксплуатационных расходов на стационарных ДСЗ приходится не на основные процессы, а на перемещение материала. Процесс транспортировки является самым дорогим и на горных работах.

Совокупность транспортных проблем, в их числе высокая доля отказов оборудования, побудила специалистов искать новые решения. Альтернативой для горных работ явилась циклично-поточная технология (ЦПТ). Ее идея заключается в замене на горных работах автомобильного и железнодорожного транспорта конвейерным. Поскольку ленточные конвейеры более чувствительны к размерам поступающих кусков породы, возник новый процесс – подготовка горной массы к транспортировке. При выемке песчано-гравийных пород, содержащих крупные валуны, и скальных пород подготовка к транспортировке заключается в выделении из потока горной массы негабаритных включений на грохоте или их дробление. На практике получили распространение технологии с комбинированным транспортом, в которых используются стационарные и передвижные дробильные установки. В этих схемах выемка горной массы осуществляется экскаваторами (одноковшовыми погрузчиками), транспортировка из за-

боя до дробильной установки самосвалами. Известны и другие варианты ЦПТ.

В середине 50-х гг. XX в. фирма AG Krupp изготовила первый самоходный дробильный агрегат на гусеничном ходу (СДА), который начал работать на карьере цементного сырья ФРГ, позволив заменить автотранспорт конвейерным. С этой даты началась эпоха внедрения самоходных перерабатывающих комплексов. Конструкция агрегатов постоянно совершенствуется. Производительность мощных агрегатов, работающих на карьерах НСМ, достигает уже нескольких тысяч тонн в час.

Прогрессивная идея завоевывала умы горняков. В СССР первыми создали СДА работники карьеров, разрабатывающих месторождения флюсовых карбонатных пород (Тургорьякское и Комсомольское рудоуправления, рис. 1). На этих карьерах работали настоящие патриоты горного дела, обладавшие кроме энтузиазма неплохой механической базой.

Применение самоходных агрегатов развивалось по двум направлениям. Одно из направлений – подготовка к транспортировке скальных полезных ископаемых и вскрышных пород конвейерами. Второе – выпуск в карьер продукции.

Преимущества внедрения ЦПТ на горных работах иллюстрирует пример карьера Мраморная Скала (США, шт. Огайо), производящего щебень из однородных по прочности известняков (табл. 1, рис. 2).

Второе направление получило широкое развитие на карьерах НСМ. Ряд зарубежных фирм освоил выпуск дробильных и сортировочных агрегатов на гусеничном и колесном ходу. Агрегаты предназначены для переработки разнообразных горных пород, включая прочные абразивные. Число фирм-изготовителей растет. Многие фирмы предлагают ряд типоразмеров дробильных и сортировочных агрегатов в большом диапазоне производительностей.

Отечественные машиностроители (ИЗТМ) выпустили единственный агрегат – СДА-1000 в начале 70-х гг. В XXI в. об изготовлении самоходных комплексов пока высказываются лишь пожелания.



Рис. 1. СДА конструкции Тургорьякского р/у (фото автора)



Рис. 2. Самоходный дробильный агрегат на карьере Мраморная Скала (фото автора)

Таблица 1

Результаты реконструкции карьера Мраморная скала

Показатели	До реконструкции	После реконструкции	Изменение, %
Производительность, т/ч	450-550	630-720	135
Персонал, ИТР и рабочие, чел.	54	24	44
Количество единиц оборудования, в том числе перерабатывающего	24 14	11 6 (вместе с СДА)	46 43
Мощность двигателей оборудования дробильно-сортировочного комплекса, кВт	3310	1840	56

Таблица 2

Сравнение вариантов передвижки комплексов

Тип хода	Количество агрегатов	Затраты на перевозки с объекта на объект, тыс. долл. США	Продолжительность перевозки, дней	Количество трейлеров	Бригада рабочих, чел.
Колесный	9 и генератор	25	11	11	4
Гусеничный	6	10	2	4	2

Типичный комплект оборудования включает агрегаты первой и второй стадии дробления, сортировки, а также штабелеекладчики. Для мощных комплексов приемное устройство может становиться отдельным агрегатом. Например, фирма Клеман, Германия, объявила о выпуске СДА массой 400 т, состоящего из двух модулей. Комплектация технологических линий осуществляется в соответствии с конкретными условиями. На отечественных карьерах уже работают сотни самоходных агрегатов.

К преимуществам самоходных дробильно-сортировочных комплексов по сравнению со стационарными заводами можно отнести:

- простоту технологии переработки горной массы с минимальным количеством конвейеров;
- высокую степень заводской готовности оборудования, благодаря чему в несколько раз сокращается период строительства предприятия;
- отсутствие фундаментов;
- открытое исполнение оборудование, то есть отсутствие отапливаемых помещений;
- высокую мобильность (переместить оборудование в новый забой можно за несколько часов);
- возможность управлять комплексом из удаленного центра или из кабины экскаватора;
- сравнительно небольшие размеры занимаемой площади.

Поскольку комплексы производят продукцию в забое, процесс транспортировки горной массы становится ненужным, и заказчик вывозит продукцию не с промплощадки, а из карьера. Однако территория для размещения продукции ограничена. То есть вырабатываемая продукция должна оперативно вывозиться заказчиком или перемещаться дополнительным оборудованием, что следует признать одним из недостатков новой технологии. К другим недостаткам относятся: необходимость уменьшения угла подъема выездной траншеи, поскольку в карьер за продукцией заезжают автомобили общего назначения, а не карьерные самосвалы, имеющие высокую проходимость, что приводит к росту горно-капитальных работ, а также возможность одновременно выпускать ограниченный ассортимент продукции.

Нередко один комплект оборудования обслуживает несколько объектов, причем на некоторых из них перерабатываются горные породы, а на других строительный лом. Рассмотрим примеры.

Компания «Мидвест минералз» владеет 17 карьерами в 3 штатах США, разрабатывающими месторождения известняков. Выпускается 15 видов НСМ и сельхозмука. Карьеры обслуживаются 5 передвижными

комплексами, включающими буровые станки, погрузчики, экскаваторы, агрегаты первичного и вторичного дробления и сортировки. Комплексы перемещаются 2–3 раза в год. Высокая квалификация рабочих позволяет выполнять все работы по демонтажу, перевозке на трейлерах и монтажу оборудования за 6–7 рабочих дней. Среднее расстояние перевозки оборудования 112 км. Производительность карьеров составляет 100–350 тыс. т. и зависит от спроса на продукцию. Штат трудящихся компании 110 чел. Режим работы односменный, с 7 до 17 часов, 5 дней в неделю. Радиус перевозки продукции 80 км [2].

В следующем примере приводятся данные о перевозках комплексов перерабатывающего оборудования. Компания «Датра груп», Калифорния, США, владеет карьером по добыче базальта и несколькими полигонами, на которые завозят лом бетона и асфальтобетона. Комплект оборудования за год перевозят 4 раза с карьера на полигоны, когда склады продукции полностью заполняются, и снова на карьер на расстояние 24–56 км. На полигонах скапливается 60–80 тыс. т продукции.

В течение 12 лет компания эксплуатировала дробильно-сортировочный комплекс, агрегаты которого смонтированы на колесном ходу. С февраля 2010 г. компания начала применять гусеничные агрегаты. Применение нового оборудования позволило за год при 4 перевозках уменьшить издержки на 60 тыс. дол. США и сократить продолжительность простоя с 44 до 8 рабочих дней (табл. 2).

На карьере комплекс по мере подвигания забоя должен перемещаться. Перемещение колесного оборудования занимало 2 дня, гусеничного – 3 часа.

Комплекс оборудования на колесном шасси включал: дробильные агрегаты со щековой и конусной дробилками (дробилки работали в замкнутом цикле), грохотильный агрегат, три конвейера, передававшие материал от агрегата к агрегату, два конвейера длиной 18 м, штабелеекладчик длиной 38 м и генератор. Новый комплект состоит из двух дробильных агрегатов с щековой и конусной дробилками, двух- и трехситного грохотильных агрегатов и конвейера на гусеничном ходу. Конструкция современных агрегатов предусматривает возможность складывать разгрузочные консольные конвейеры, благодаря чему агрегаты можно грузить на трейлеры без демонтажа. Количество единиц техники сократилось, поскольку отпала необходимость в использовании автономных соединительных конвейеров.

Компания производит щебень фракции 19,1, 12,7 и 9,5 мм. Фракция 4,8 мм – отсевы дробления не реализуется. Производительность комплекса при переработке

базальта 360 т/ч и 3000 т в день выше, чем на прежнем оборудовании [3].

Уникальная технология с применением СДА внедрена на карьере «Палм-Бич агрегейтс», Флорида, США. Месторождение, представленное пластами коралловых известняков и ракушечника, разрабатывается с 1993 г. с осушением. Производительность ДСЗ составляла 500 т/ч. Такую же производительность обеспечивала дополнительная дробильно-сортировочная установка.

Уровень грунтовых вод находится на 0,3–0,6 м ниже кровли верхнего пласта полезного ископаемого. Вскрышные породы (наносы мощностью 2,4–3 м), используемые для выравнивания рельефа на прилегающих территориях, вывозятся самосвалами потребителей.

До реконструкции для осушения месторождения использовались два 12 дюймовых насоса. Оба пласта, разделенные два уступа, разрабатывались погрузчиками. Из пород верхнего пласта на ДСЗ производили заполнитель для бетона и асфальтобетона. Порода нижнего пласта после переработки на ДСУ укладывалась в основание дорог. На добычных работах было занято по два погрузчика, бульдозера и поливальные машины, 7 самосвалов и грейдер. Как недостаток технологии названы: высокий расход дизтоплива и большое количество рабочих. Чтобы снизить расходы на топливо и оплату труда, в 2005 г. фирма приняла решение реконструировать производство. Цель реконструкции:

- не производить осушения;
- осуществлять валовую выемку обоих пластов;
- построить ДСЗ большей производительности вместо двух существующих;
- транспортировать горную массу от забоя до ДСЗ не самосвалами, а ленточными конвейерами.

Новая технология добычных работ потребовала приобретения нового оборудования. Для выемки горной массы из подводного забоя приобрели драглайн 1260W Бюсайрус-Ири 1973 г. выпуска. Добытая драглайном без взрывной подготовки горная масса укладывается в штабель для обезвоживания. Горная масса из штабеля мехлопатой Марион М-191 (1976 г. выпуска) с ковшем емкостью 19 м³ отгружается в СДА. Мехлопата имеет удлиненное оборудование, что позволяет увеличить ширину заходки и сократить количество передвижек СДА. От СДА горная масса поступает на линию конвейеров длиной 4,8 км, состоящую из смонтированного на понтонах конвейера длиной 600 м и 4 ставов стационарных конвейеров. Компания решила приобрести бывшее в употреблении оборудование не только из-за его более низкой стоимости, но и потому, что заводы назначали длительные сроки ожидания изготовления новых экскаваторов.

Параметры карьера: длина фронта работ 754 м, ширина заполненного водой выработанного пространства – 900 м (при прекращении горных работ возрастет до 1200 м). Следует отметить, что существует план использования заполненного водой котлована после погашения карьера: увеличить его глубину, образовав резерв воды, который будет куплен Управлением водного округа.

Применяется двухбортовая система разработки. Организация работ: на одном борту карьера находится драглайн, формирующий штабель, на противоположном – СДА и мехлопата, отгружающая горную массу из штабеля. Вынимаемая порода из штабеля, экскаватор обходит вокруг приемную часть СДА. Поэтому заходка имеет серповидную форму, что также позволяет уменьшить передвижки СДА. После выемки заходки СДА и экскаватор переходят в новое положение.

Когда штабель на одном борту карьера вынут на полную длину, комплекс перемещается на противоположный борт. Продолжительность переезда, включая перемещение плавучего конвейера, занимает 1 смену – 12 ч.



Рис. 3. Карьер компании «Палм-Бич Агрегейтс» (перепечатка из журнала Pit & Quarry, 2011, January).

Драглайн также переходит на противоположный борт и начинает отработку подводного забоя.

Новое решение более экологично и экономно. Оно позволило увеличить производительность предприятия с 1 до 3 тыс. т/ч. Самым трудным во внедрении новой технологии оказалось изготовление СДА – самого мощного из эксплуатируемых в промышленности нерудных строительных материалов. Изготовить агрегат, конструкция которого соответствовала запросам заказчика, согласилась только малоизвестная компания «Грээн». Агрегат производительностью 3 тыс. т/ч, модель KRHT-60E, состоит из двух самоходных частей на гусеничном ходу приемное устройство и дробильный агрегат (рис. 3).

Дробильный агрегат, мощностью 15 кВт, размером 37,2×18,9 м состоит из роторной дробилки с горизонтальным валом и 4 билами, пластинчатого питателя размером 5486×1524 мм, виброгрохота размером 2134×6100 мм, отделяющего куски породы крупнее 1830 мм, и разгрузочного конвейера длиной 21,4 м с лентой шириной 1524 мм. Негабарит разрушается гидромолотом. Приемное устройство массой 120 т имеет размеры: 7,3×8,8 м. Разгрузочный конвейер агрегата перегружает дробильный материал на ленточный конвейер длиной 600 м, который смонтирован на понтонах. На понтоне уложены рельсы, по которым перемещается приемное устройство, передающее материал на конвейер. Когда заканчивается отгрузка горной массы из штабеля, конвейер перемещается при помощи 4 устройств с приводом мощностью 20 л.с. Конвейер находится рядом с откосом добычного уступа. Его положение фиксируется стальными тросами, закрепляемыми на нижней площадке уступа.

На ДСЗ горная масса проходит три стадии дробления в дробилках ударного действия. ДСЗ рассчитан на выпуск 14 видов продукции, одновременно – 8 видов [4].

Несомненные достоинства самоходных дробильно-сортировочных комплексов позволили им завоевать прочные позиции на карьерах НСМ и некоторых других горных отраслей, обеспечили за короткий отрезок времени массовое внедрение новой технологии во всем мире. Самоходные комплексы способны при двустадийном дроблении в замкнутом цикле выпускать качественную продукцию. Применение таких комплексов решает проблемы обеспечения НСМ объектами рассредоточенного и линейно-протяженного строительства.

Фирмы-изготовители широко распространяют информацию о выпускаемом оборудовании. Технические журналы заполнены рекламой о самоходных комплексах, которые производят НСМ на карьерах из горных пород и на полигонах из лома бетона и асфальтобетона. Однако данные о работе оборудования на конкретных объектах публикуются редко и, как правило, не содер-

жат сведений о достигнутых результатах, о характеристиках перерабатываемых пород. Аналитические работы по установлению рациональных областей применения различных комплексов, определению оптимальных параметров системы разработки не выполняются. Технологии с использованием самоходных и передвижных дробильно-сортировочных комплексов не входят в Нормы технологического проектирования, которые были утверждены несколько десятилетий назад. Все это затрудняет принятие мотивированных решений о выборе оборудования.

Использование самоходных комплексов даже высокой производительности (1 тыс. м³/ч и более) не ставит под сомнение существование производств со стационарными ДСЗ и ПДСУ. Преимущества стационарных дробильно-сортировочных комплексов заключаются в том, что они способны выпускать продукцию в более широком ассортименте, включая смеси заданного состава, и ее затаривать. Кроме того, стационарные комплексы могут иметь склады значительной емкости в виде штабелей, системы бункеров и силосов.

Ключевые слова: самоходный дробильный агрегат, карьер, нерудные строительные материалы, щебень, карьерный транспорт.

Список литературы

1. Динер Т.В. Компания «Америкэн Агрегейтс». Проблемы добычи, переработки и использования минерального сырья в промышленности строительных материалов // Сборник VIII совещания работников нерудной промышленности. М.: НПК «Гемос ЛТД», 1996. С. 80–83.
2. Rock Products. 2008. October. P. 20–25
3. Pit & Quarry December. 2011. March. P. 66–72

XVI специализированная ВЫСТАВКА

24–27 мая

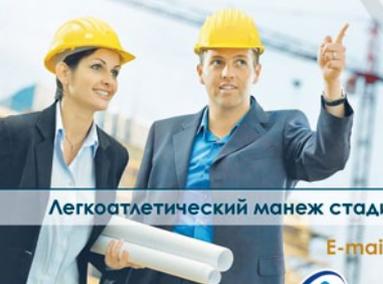
Хабаровск

Архитектура

СТРОИИНДУСТРИЯ

Город. Экология ДВ региона

Фестиваль «ДВ Зодчество» 2012



www.khabexpo.ru

Легкоатлетический манеж стадиона им. В.И. Ленина

E-mail: sfroy@khabexpo.ru
☎ (4212) 56-61-29

ХАБАРОВСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ




28-30

МАРТА

2012

КАЗАХСТАН

АСТАНА

Выставочный центр «КОРМЕ»

ПРОМСТРОИИНДУСТРИЯ АСТАНА

13-я КАЗАХСТАНСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:



ПРАВИТЕЛЬСТВО РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ОРГАНИЗАТОРЫ:



АКМАТ ГОРОДА АСТАНЫ



АСТАНТ-ЭКСПО

МВК "Атакент-Экспо"
Республика Казахстан
050057 Алматы, ул. Тимирязева, 42
Тел./факс: (727) 2582535, 2751357, 2751481
e-mail: office@atakentexpo.kz, zhanat@atakentexpo.kz

Филиал МВК "Атакент-Экспо"
Республика Казахстан
010000 Астана,
пр. Кабанбай батыра, 7/3, оф. 043
Тел./факс: (7172) 507329, 507330
e-mail: atakent@mail.ru

www.atakentexpo.kz

А.П. СВИНЦОВ, д-р техн. наук (svintsovap@rambler.ru),
Ю.В. НИКОЛЕНКО, канд. техн. наук, Н.Н. ПАТРАХАЛЬЦЕВ, д-р техн. наук,
В.Н. ИВАНОВ, д-р техн. наук, Российский университет дружбы народов (Москва)

Совершенствование технологии бетонных работ в монолитном домостроении

Жилищное строительство в России остается актуальным направлением, и в обозримой перспективе снижения потребностей в жилых зданиях не ожидается, так как жилищная проблема в нашей стране стоит так же остро, как и 20 лет назад. Очевидно, что ее общим решением на основе индустриализации является дальнейшее развитие всех без исключения видов жилищного строительства: крупнопанельного, монолитного, кирпичного (мелкоблочного), деревянного и пр. Накопленный в последние годы опыт монолитного домостроения выявил технико-экономические преимущества этого вида строительства по сравнению с кирпичным, крупноблочным и даже крупнопанельным. Так, одновременные затраты на создание производственной базы монолитного домостроения на 35% ниже, чем в кирпичном домостроении, и на 40–50%, чем в крупнопанельном, а расход стали снижается до 25%, причем экономия увеличивается по мере повышения этажности. В свою очередь, что немаловажно, энергетические затраты на изготовление и возведение монолитных конструкций сокращаются на 25–35% по сравнению с крупнопанельными. Следовательно, все эти преимущества способствуют развитию монолитного домостроения как массового индустриального метода строительства в городах и селах, а также там, где нет производственной базы для сборного железобетона.

В нашей стране за последние 10–15 лет монолитное домостроение получило новый импульс развития. Были приобретены и освоены новые системы опалубки, в основном крупнощитовой, и получен положительный производственный опыт возведения монолитных зданий различного назначения. Однако возведение монолитных железобетонных конструкций в зимний период предъявляет особые требования к бетонным смесям и к технологии производства работ. В настоящее время практическая реализация технологических процессов не всегда соответствует технологическим картам. Например, при производстве монолитных работ с использованием бетонных смесей с подвижностью П2–П3 при классе бетона В12,5–В20 в соответствии с технологическими картами обеспечивается качество конструкции, соответствующее проекту. Отклонение от технологических карт приводит к тому, что качество монолитных железобетонных конструкций не соответствует требованиям проектной документации. Применение бетонных смесей с низкой подвижностью является одной из причин недостаточного их уплотнения в конструкции и снижения ее качества. На рис. 1 представлен фрагмент монолитного железобетонного пандуса с арматурой без защитного слоя из-за недостаточного уплотнения бетона с низкой подвижностью.

В холодный период года при отрицательной температуре наружного воздуха подвижность бетонной смеси снижается, химические процессы твердения и набора прочности замедляются или останавливаются. Производство работ без специальных добавок становится весьма затруднительным, а в ряде случаев и вообще невозможным.

Зимнее бетонирование требует особо строгого соблюдения технологических регламентов и технологических карт. При производстве монолитных работ в зимний период при отрицательной температуре наружного воздуха очень важно не только подобрать противоморозную добавку в бетон, но и строго выдержать ее дозировку. Незначительное отклонение от технологического регламента приводит к тому, что качество бетона существенно ниже требуемых показателей. На рис. 2 представлен фрагмент монолитного железобетонного перекрытия, выполненного в морозную погоду из бетона с противоморозными добавками. Несмотря на интенсивный обогрев бетона, его твердение и набор прочности существенно задержались. Кроме того, поверхность перекрытия явно нуждается в выравнивающей стяжке.

В этой связи работы, направленные на изыскание и использование новых, более эффективных составов бетонных смесей со специальными добавками для производства работ в холодный период года, представляют актуальными и имеющими практическое значение.



Рис. 1. Фрагмент монолитного железобетонного пандуса с низким качеством выполнения бетонирования



Рис. 2. Фрагмент монолитной железобетонной плиты зимнего бетонирования



Рис. 3. Расслоение бетона в конструкции

Опыт строительных организаций показывает, что для получения высокого качества поверхности внутренних стен и перекрытий и снижения трудоемкости бетонных работ необходимо применять бетонные смеси с подвижностью марок П4–П5. Однако для бетонов классов В12,5–В15 подбор смесей представляет определенные трудности, которые заключаются в том, что без химических добавок и даже с применением суперпластификаторов бетонные смеси имеют тенденцию к расслоению. Это происходит не всегда, и предвидеть место возможного расслоения бетона практически невозможно. На рис. 3 представлен фрагмент железобетонной стены с расслоением бетона.

Зимнее бетонирование характеризуется особыми условиями производства работ и необходимостью применения специальных технологий, позволяющих получать высокое качество конструкций из монолитного железобетона.

Для решения задачи по преодолению указанных недостатков авторами выполнен комплекс экспериментально-теоретических работ. Исследования выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ 7473–94 «Смеси бетонные. Технические условия»; ГОСТ 10181–2000 «Смеси бетонные. Методы испытаний»; ГОСТ 10180–90 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам».

Экспериментальные исследования выполнены с использованием портландцемента марки 300, песка с модулем крупности $M_{кр}=2,05$ из Академического карьера и гранитного щебня фракций 5–20 мм. В качестве пластифицирующей добавки применен разжижитель бетонной смеси С-3; воздухововлекающая добавка – СДО (смола древесная омыленная). Прочность на сжатие определена испытанием кубов $10 \times 10 \times 10$ см. Составы бетонных смесей и результаты их экспериментальных исследований представлены в табл. 1.

Анализ полученных данных показывает, что введение только пластифицирующей добавки С-3 даже в больших количествах не обеспечивает требуемую подвижность, а главное – однородность бетонной смеси.

Для повышения однородности бетонной смеси предложено использовать воздухововлекающую добавку СДО. Экспериментально методом последовательного приближения установлена дозировка СДО. После введения воздухововлекающей добавки СДО бетонные смеси были однородными и имели осадку стандартного конуса более 18 см. Важно отметить, что нарушение соотношения между суперпластификатором (С-3) и воздухововлекающей добавкой приводит к понижению прочности образцов бетона.

Для условий зимнего бетонирования очень важно обеспечить не только однородность и подвижность бетонной смеси, но и протекание химических реакций, приводящих к твердению бетона и набору прочности. Основной задачей в данном аспекте является предотвращение замерзания свободной воды с соответствующим расширением льда и разрушением коллоидных образований. При этом представляется целесообразным применение комплексной химической пластифицирующе-противоморозной добавки.

В качестве противоморозной добавки использован нитрат натрия ($NaNO_3$), показавший хорошие результаты при обработке грунтов [1, 2, 3]. Противоморозная добавка вводилась в бетонную смесь в виде раствора с водой затворения в количестве 6–8% по сухому веществу от массы цемента. В качестве суперпластификатора использована добавка С-3.

Экспериментальные исследования выполнены на бетонах классов В15–В20, приготовленных на портландцементе М400, кварцевом песке, гранитном щебне фракции 5–20 мм, комплексной добавке, состоящей из суперпластификатора С-3 и нитрата натрия (НН).

Исследование свойств бетонных смесей с марками подвижности П4–П5, твердеющих при отрицательной температуре, выполнено на образцах-кубах $10 \times 10 \times 10$ см,

Таблица 1

Расход материалов, кг/м					В/Ц	ОК, см	Прочность, МПа		Примечание
Ц	П	Щ	В	Добавка, % от ПЦ			7 сут	28 сут	
300	697	1195	187	С-3–11,7	0,623	18	–	–	Расслоение смеси
300	792	1100	140	С-3–15	0,467	19	–	–	Расслоение смеси
300	886	1006	150	С-3–20	0,5	20	–	–	Расслоение смеси
320	695	1195	200	(С-3)+СДО 0,8+0,02	0,625	21	9,8	15,7	–
360	890	1100	225	(С-3)+СДО 0,25+0,01	0,625	20	12,7	19,5	–
360	890	1100	225	(С-3)+СДО 0,36+0,03	0,625	20	15,3	21,5	–

Таблица 2

Расход материалов, кг/м добавки, % от массы ПЦ					В/Ц	ОК, см	Прочность при сжатии, МПа
Ц	П	Щ	С-3	НН			
260	925	1045	0,8	6–8	0,71	22	21,2
310	890	1020	0,8	6–8	0,65	23	30,8

Таблица 3

Класс бетона	Требуемое значение прочности, % от проектной	Продолжительность набора требуемой прочности бетона, ч			
		Модуль поверхности 9–12		Модуль поверхности 18–22	
		Температура наружного воздуха, -5°C	Температура наружного воздуха, -15°C	Температура наружного воздуха, -5°C	Температура наружного воздуха, -15°C
В15	25	24	28	24	31
	50	45	54	49	60
	70	75	93	80	108
	100	205	320	210	480
В20	25	20	25	22	2850
	50	39	50	44	54
	70	68	84	72	98
	100	180	290	200	430

Примечание. При температуре воздуха -5°C дозировка добавки НН принята равной 6%; при температуре -15°C – 8% по сухому веществу от массы цемента.

выдержанных при температуре от -5 до -15°C в течение 20–430 ч и оттаявших при температуре +20°C в течение 4 ч. Для определения кинетики набора прочности произведен расчет температурных режимов охлаждения образцов в зависимости от модуля поверхности конструкций, температуры наружного воздуха и теплозащитных свойств опалубки в соответствии с методикой, приведенной в [4]. Модуль поверхности конструкций принят равным 9–12 (внутренние стены и перекрытия) и 18–22 (тонкие конструкции типа перегородок). В качестве утеплителя инвентарной опалубки использована полужесткая минеральная вата толщиной 50 мм. Коэффициент теплопередачи такой опалубки составляет 1,27 Вт/(м·К). Начальная температура бетонной смеси +15°C. Состав бетонных смесей и результаты испытания бетонов представлены в табл. 2.

Исследования технологических свойств бетонных смесей указанных составов показали, что их сохраняемость находится в пределах 40–55 мин, а водоотделение составляет не более 1%.

На основании полученных экспериментальных данных выполнен расчет продолжительности набора бетоном прочности, составляющей 25, 50, 70 и 100% от проектного значения (табл. 3).

Анализ полученных данных показывает, что применение комплексной химической добавки, состоящей из пластификатора С-3 и нитрата натрия, позволяет обеспечить однородность и подвижность бетонной смеси, а также протекание химических реакций твердения и набора прочности при температуре наружного воздуха до -15°C. При этом содержание противоморозного компонента составляет от 6 до 8% по сухому веществу от массы цемента.

Таким образом, в результате исследований установлено, что применение комплексной химической пластифицирующе-противоморозной добавки позволяет получать монолитные железобетонные конструкции высокого качества даже при производстве работ при температуре наружного воздуха до -15°C.

Ключевые слова: цемент, бетон, прочность, температура.

Список литературы

1. Свинцов А.П., Кривошапко С.Н., Николенко Ю.В., Сташевская Н.А. Определение расхода химических реагентов для предотвращения смерзания грунтов // Жилищное строительство. 2010. № 9. С. 21–23.

2. Свинцов А.П., Николенко Ю.В., Сташевская Н.А., Квартенко К.В. Факторы, влияющие на размораживание грунтов химическими реагентами при производстве земляных работ // Жилищное строительство. 2010. № 11. С. 9–10.

3. Свинцов А.П., Николенко Ю.В., Квартенко К.В., Будыкина Т.В. Определение расходов химических реагентов для размораживания грунтов // Жилищное строительство. 2010. № 12. С. 45–47.

4. Руководство по производству бетонных работ в зимних условиях в районах Дальнего Востока, Сибири и Крайнего Севера. М.: Стройиздат, 1982. 15 с.

Л.А. УРХАНОВА, д-р техн. наук, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления (Улан-Удэ, Республика Бурятия);
А.С. ЕФРЕМЕНКО, инженер (ooosgs@mail.ru), Иркутский государственный технический университет

Применение золы террикоников в качестве активной минеральной добавки в легком высокопрочном бетоне

С увеличением высоты зданий все более актуальной становится задача снижения массы и сечений конструкций. Использование легких высокопрочных бетонов обеспечивает снижение массы конструкций, уровня шума, энерго- и теплотрат при эксплуатации высотного здания. Наиболее широкое применение в высотных зданиях легкий высокопрочный бетон нашел в междуэтажных перекрытиях и ограждающих конструкциях.

Обязательными компонентами высокопрочного бетона являются высокоактивные тонкодисперсные минеральные наполнители (микрокремнезем, метакаолин, зола-унос и др.) и высокоэффективный суперпластификатор. Оптимальное сочетание указанных добавок-модификаторов, а при необходимости других органических и минеральных материалов позволяет управлять реологическими свойствами бетонных смесей и модифицировать структуру цементного камня на микроуровне, так чтобы придать бетону свойства, обеспечивающие высокую эксплуатационную надежность конструкций. Полученные свойства бетона – это результат сложных коллоидно-химических и физических процессов, влияющих на фазовый состав, пористость и прочность цементного камня [1, 2].

В работе определяли возможность применения золы террикоников в качестве минерального наполнителя для высокопрочного легкого бетона, а также активной минеральной добавки в тонкомолотом цементе.

В Черемховском районе Иркутской области имеется большое количество материала, представляющего интерес как активная минеральная добавка. К нему следует отнести обожженные пустые породы, выброшенные в отвалы (терриконики) при добыче угля. В пустых породах содержится обычно некоторое количество угля, которое в террикониках горит. При этом развивается достаточно высокая температура, обуславливающая обжиг сопутствующих углю глинистых каолиновых пород с образованием золы, богатой активными продуктами. Физико-механические свойства данного материала (табл. 1) и его химический состав (табл. 2) дают основание полагать, что он является подобием природной горелой породы. По генезису исследуемый материал относится к продукту обжига при температуре 600–800°C угленосной пустой породы. Такой продукт назван золой терриконовой (ЗТ), так как образуется при самовозгорании террикоников и относится к техногенным отходам.

Зерна рыхлого материала имеют среднюю водостойкость. Это означает, что в зернах присутствуют фрагменты частиц, которые легко смачиваются водой, создавая некую пластичность. Такое явление присуще обожженным глинам.

Согласно петрографическим исследованиям зола представлена метакаолинитом и другими дегидратированными глинистыми веществами. Возможно также присутствие в ней аморфных кремнезема и глинозема, обладающих хорошими адсорбционными свойствами.

Изучали влияние ЗТ на прочность тонкомолотого вяжущего, которое получали совместным помолотом портландцемента ПЦ500Д0 и ЗТ (ПЦ:ЗТ=80:20) в шаровой мельнице до удельной поверхности 450–480 м²/кг. Для сравнения в качестве активной минеральной добавки в составе тонкомолотого вяжущего использовали золу-унос Ново-Иркутской ТЭЦ в том же соотношении. Анализ результатов показал, что применение ЗТ в составе тонкомолотого цемента приводит к повышению прочности на 30% по сравнению с исходным портландцементом.

Предварительные исследования позволили предположить, что метакаолинит, содержащий в своем составе

Таблица 1

Свойство	Среднее значение
Естественная влажность, мас. %	8,8
Истинная плотность, кг/м ³	2580
Средняя плотность зерен, кг/м ³	1815
Насыпная плотность, кг/м ³	1085
Содержание зерен фракции 0–5 мм, мас. %	58,6
Содержание зерен фракции 5–70 мм, мас. %	41,4
Насыпная плотность зерен >5 мм, кг/м ³	815
Насыпная плотность зерен ≤5 мм, кг/м ³	800
Прочность при сжатии в цилиндре, МПа	1,77
Водопоглощение, мас. %	15,3
Коэффициент размягчения	0,69

Таблица 2

Содержание, %	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	TiO ₂	SO ₃
Максимальное	74,4	20,3	11,3	4,8	2,9	2,5	0,41	0,034	0,61	0,36
Минимальное	63,2	16,8	4,5	1,2	2,1	1	0,27	0,016	0,18	0,14
Среднее	65,6	18,7	6,03	2,2	2,6	1,9	0,35	0,027	0,3	0,29

Примечание. Химический состав золы террикоников приведен по результатам анализа, выполненного в аналитическом отделе Института геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН.

Таблица 3

Состав смешанного вяжущего, мас. %					Свойства мелкозернистого бетона составом 1:1 после 28 сут твердения	
ПЦ500	ЗТ	Гипс	Известь	Напрягающий цемент НЦ20	Линейное расширение, %	Прочность при сжатии, МПа
80	13,3	6,7	–	–	±0	52,5
80	15	5	–	–	±0	79,5
80	16	4	–	–	±0	89,5
80	15,2	3,8	1	–	±0	96
–	–	–	–	100	0,02	64,7

Таблица 4

Вид вяжущего / расход, кг/м ³	Состав минеральной добавки, % вяжущего					В/В	ОК, см	Плотность бетона, кг/м ³	R _{сж} , через 28 сут, МПа
	МК	ЗУ	ЗТ	С-3	ГП-9				
ПЦ500 Д0 / 600	–	–	–	1,5	–	0,42	15	1380	14,2
ПЦ500 Д0 / 600	20	–	–	1,5	–	0,5	16	1450	24,5
ПЦ500 Д0 / 600	10	10	–	1,5	–	0,45	15	1453	22,5
ПЦ500 Д0 / 600	10	–	10	1,5	–	0,42	15	1457	25,5
ПЦ500 Д20 ЗУ / 600	10	–	10	1,5	–	0,45	16	1513	26,4
ПЦ500 Д20 ЗТ / 600	10	–	10	1,5	–	0,42	16	1600	34,4
ПЦ500 Д20 ЗТ / 600	10	–	10	–	1	0,36	17	1650	52,5

Примечание. ПЦ – портландцемент; МК – микрокремнезем; ЗУ – зола уноса; ЗТ – зола террикоников; С-3 – суперпластификатор; ГП-9 – комплексная добавка на основе поликарбоксилатов «Хидетал-ГП-9».

реакционноспособные SiO₂ и Al₂O₃, может быть использован в качестве компонента расширяющейся композиции сульфатоалюминатного типа, которая в дальнейшем может быть применена в качестве органоминерального модификатора для получения высокопрочного бетона с регулируемой деформацией усадки.

Для минеральной части модификатора были рассчитаны составы расширяющихся композиций, состоящих из ЗТ, гипса и извести, применительно к используемому ПЦ. Были приготовлены композиции четырех разных составов, отличающихся соотношением между ЗТ, гипсом и известью, которые затем совмещены в одинаковой пропорции с портландцементом. Полученные при этом образцы смешанного вяжущего были испытаны по ТУ 5743-157-46854090 «Цемент напрягающий. Технические условия». Для сравнения результатов полученных исследований были взяты результаты испытаний образцов на основе напрягающего цемента НЦ20 ОАО «Подольск-цемент» [3].

Для указанных вяжущих определяли предел прочности при сжатии и показатели линейного расширения. Показатели определяли по стандартным методикам на мелкозернистых бетонах состава 1:1 (вяжущее:песок) по массе и имевшим водовяжущее отношение, полученное при достижении распыла конуса 120–145 мм (табл. 3).

Все вяжущие имели высокие показатели прочности при сжатии в возрасте 28 сут. Образцы с золой террикоников не дали эффекта расширения, но и усадки также не показали.

Дальнейшие исследования касались возможности применения золы террикоников в качестве минеральной добавки для получения легкого высокопрочного бетона. Проведенные ранее исследования [4] показали, что применение микрокремнезема в качестве минеральной добавки в бетоне в количестве 20% массы вяжущего увеличивает его прочность в среднем в 2,5 раза. Было принято решение заменить половину микрокремнезема на ЗТ. Для сравнения опробовали органоминеральную добавку с золой уноса, которая напоминает модифика-

тор МБ-50С [2]. Исследования проводили на легкобетонных смесях при условии получения равноподвижных смесей с разным количеством воды (табл. 4).

Керамзит, используемый в качестве пористого заполнителя для производства легкого бетона, имел характеристики: насыпная плотность 630 кг/м³; пористость 50%; прочность при сжатии в цилиндре 5,5 МПа.

Результаты эксперимента показали, что применение в составе минеральной добавки ЗТ повышает прочность бетона на 8%, а золы-уноса понижают его прочность на 7%. Применение тонкомолотого цемента с ЗТ увеличивает прочность бетона на 20%.

Таким образом, зола террикоников Черемховского района Иркутской области может быть использована в качестве минеральной добавки в высокопрочных легких бетонах, а также в качестве активной минеральной добавки в составе тонкомолотых многокомпонентных вяжущих.

Ключевые слова: легкий бетон, органоминеральный модификатор, зола террикоников, микрокремнезем.

Список литературы

- Каприелов С.С. Общие закономерности формирования структуры цементного камня и бетонов с добавкой ультрадисперсных материалов // Бетон и железобетон. 1995. № 4. С. 16–20.
- Каприелов С.С., Карпенко Н.И., Шейнфельд А.В., Кузнецов Е.Н. Влияние оргоминерального модификатора МБ-50С на структуру и деформативность цементного камня и высокопрочного бетона // Бетон и железобетон. 2003. № 3. С. 2–7.
- Кардунян Г.С., Каприелов С.С. Новый органоминеральный модификатор серии МБ-Эмбэлит для производства высококачественных бетонов // Строительные материалы. 2005. № 8. С. 12–15.
- Урханова Л.А., Ефременко А.С. Конструктивные легкие бетоны на безобжиговых зольных заполнителях // Вестник ИргТУ. 2011. № 1. С. 100–104.



К 100-летию Я.А. Ахтямова

9 января 2012 г. исполнилось 100 лет со дня рождения известного ученого в области отечественной вермикулитовой промышленности — Якуба Ахмедовича Ахтямова.

Якуб Ахмедович Ахтямов родился к г. Зайсан Семипалатинской губернии в семье учителя. После успешного окончания в 1936 г. Ленинградского политехнического института был направлен на строительство Магнитогорского комбината, где прошел путь от мастера до начальника монтажа прокатного стана.

В 1938 г. Я.А. Ахтямова не миновала судьба многих первостроителей ММК, безосновательно обвиненных в шпионской деятельности. Лишь в 1944 г. он смог вернуться к работе.

В 1957 г. он перешел на работу в Уральский филиал Академии строительства и архитектуры (ныне институт УралНИИСтромпроект). Именно на научной стезе наиболее полно раскрылись его незаурядные способности ученого, изобретателя, конструктора и организатора.

В 1961 г. Я.А. Ахтямов создал и возглавил единственную в стране специализированную научную лабораторию по исследованию вермикулита. Институт УралНИИСтромпроект с этого момента и до настоящего времени является головным институтом по проблеме вермикулита.

Технологические принципы, разработанные Я.А. Ахтямовым, были положены в основу промышленных печей для вспучивания вермикулита. В настоящее время весь вермикулит, производимый в России и странах СНГ, вспучивается в печах конструкции Я.А. Ахтямова. Лицензии на технологию вспучивания и сепарации вермикулита с комплектом оборудования проданы в Испанию и Австралию. Под руководством Я.А. Ахтямова создана принципиально новая технологическая линия с высокоэффективным оборудованием для производства вспученного вермикулита из грубообогащенных руд. Разработанный группой специалистов института УралНИИСтромпроект под руководством Я.А. Ахтямова жаростойкий теплоизоляционный материал — керамовермикулит успешно используется в металлургии, энергетике, промышленности строительных материалов при температуре до 1100°C. Активно внедряются другие разработки.

Творческому коллективу, которым руководил Я.А. Ахтямов, в 1987 г. была присуждена премия Совета Министров СССР за работу «Исследование и разработка технологии производства и внедрения вермикулита и изделий на его основе в различных отраслях народного хозяйства». В 1988 г. ему присвоено звание «Заслуженный изобретатель РСФСР».

Якуб Ахмедович является автором более 150 научных трудов, в том числе ряда монографий по проблеме вермикулита. В названии мемуаров «Наперекор ударам судьбы» отражена вся его трудная, но очень интересная жизнь.

Память о Якубе Ахмедовиче Ахтямове жива среди тех, кому посчастливилось общаться и работать с этим достойным человеком.



**ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ЦЕНТР ПРОЕКТНОЙ ПРОДУКЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»
(ОАО ЦПП)**

ОСУЩЕСТВЛЯЕТ

ведение Федерального фонда нормативной, методической, типовой проектной документации и других изданий для строительства, архитектуры и эксплуатации зданий и сооружений.

ИЗДАЕТ И РАСПРОСТРАНЯЕТ

- федеральные нормативные документы (СНиП, ГСН, ГЭСН, ФЕР, ГОСТ Р, СП, СН, РДС, НПБ, СанПиН, ГН) — официальные издания
- методические документы и другие издания по строительству (рекомендации, инструкции, указания)
- типовую проектную документацию (ТПД) жилых и общественных зданий, предприятий, зданий и сооружений промышленности, сельского хозяйства, электроэнергетики, транспорта, связи, складского хозяйства и санитарной техники

- справочно-информационные издания о нормативной, методической и типовой проектной документации (Информационный бюллетень, Перечни НМД и ТПД и др.)
- Общероссийский строительный каталог (тематические каталоги, перечни, указатели)
- проекты коттеджей, садовых домов, бань, хозяйственных построек, теплиц

ОАО ЦПП осуществляет сертификацию проектной документации на строительные конструкции и объемно-планировочные и конструктивные решения зданий и сооружений. Центр аккредитован в качестве Органа по сертификации в Системе ГОСТ Р (ОС «ГУП ЦПП» — аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.11СР48).

ТЕЛЕФОНЫ ДЛЯ СПРАВОК

ОТДЕЛ ЗАКАЗОВ И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТНЫЙ КАБИНЕТ	(495)482-4294 (495)482-4297	ОТДЕЛ ФОНДА ДОКУМЕНТАЦИИ ОТДЕЛ СЕРТИФИКАЦИИ	(495)482-4112 (495)482-0778
ФАКС: (495)482-4285			

Наш адрес: 127238, Москва, Дмитровское шоссе, 46, корп. 2

С.Н. ЛЕОНОВИЧ, д-р техн. наук, Белорусский национальный технический университет;
Д.В. СВИРИДОВ, д-р хим. наук, С.А. КАРПУШЕНКОВ, Г.Л. ЩУКИН,
А.Л. БЕЛАНОВИЧ, кандидаты хим. наук, В.П. САВЕНКО, В.Ю. ГУРИНОВИЧ, инженеры,
Белорусский государственный университет (Минск, Белоруссия)

Физико-механические свойства бетона и коррозия арматуры в среде хлорида натрия: влияние аминоспиртов

Введение. Коррозия арматуры в железобетонных конструкциях начинается в результате нарушения ее пассивного состояния под воздействием активаторов коррозии. В результате происходит разрушение железобетонных конструкций вследствие коррозии арматуры. Возникновение коррозии арматуры под действием хлоридов является серьезной проблемой в нашем климате и общий полезный результат от использования ингибиторов коррозии является очевидным [1].

Следует отметить, что в последнее время в странах Европейского Союза и в Республике Беларусь существует тенденция по отказу от использования нитритов, хроматов и молибдатов в различных сферах деятельности с целью улучшения экологической безопасности окружающей среды. Поэтому возникает проблема по замене таких ингибиторов коррозии на экологически безопасные. Ингибиторы на основе нитритов кальция и натрия использовать не рекомендуется из-за их токсичности, а в Германии и Швейцарии составы на основе нитратов и нитритов запрещены для использования при изготовлении и ремонте железобетонных конструкций [2–3].

Применение мигрирующих ингибиторов коррозии (МИК), обеспечивающих ингибиторную защиту железобетонных конструкций как вновь строящихся, так и уже находящихся в эксплуатации и подверженных коррозии, перспективно с экономической точки зрения [4–5]. Тем не менее, методология создания МИК развита слабо, а представленные на рынке Беларуси коммерческие препараты на основе аминсоединений дороги и зачастую малоэффективны. В связи с этим существует необходимость разработки отечественного состава на основе аминсоединений, который можно было бы добавлять в бетонную смесь при изготовлении железобетонных конструкций в качестве ингибитора коррозии арматуры. Ранее [6] был разработан комплексный состав МИК на основе аминсоединений и фосфатов, который применяется для поверхностного нанесения на уже существующие бетонные конструкции. Однако использование этого состава при замешивании бетонной смеси невозможно из-за протекающих реакций между фосфатами, имеющимися в составе

МИК, и гидроксидом кальция, находящемся в сырой бетонной смеси.

В данной статье рассмотрено ингибирующее действие и влияние на основные физико-механические свойства бетона ряда наиболее известных аминоспиртов: моноэтаноламина (МЭА), диэтаноламина (ДЭА), триэтаноламина (ТЭА), диметиламиноэтанола (ДМАЭ). Оценена принципиальная возможность использования этих соединений для разработки состава, добавляемого непосредственно в бетонную смесь для ингибирования коррозии арматуры.

Методика эксперимента. Влияние добавки аминоспиртов на физико-механические свойства бетона изучали в соответствии с ГОСТ 12730.1–78 «Бетоны. Методы определения плотности», ГОСТ 12730.2–78 «Бетоны. Метод определения влажности», ГОСТ 12730.3–78 «Бетоны. Метод определения водопоглощения», ГОСТ 10180–90 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам». Бетонные образцы приготавливались на основе цементно-песчаной смеси с отношением цемент:песок=1:3 и с В/Ц=0,5. Добавку аминоспиртов вводили вместе с водой затворения в количестве 0,5, 1 и 2% массы цемента.

Исследование ингибирующего действия растворов аминсоединений оценивали посредством визуального наблюдения за коррозией арматуры в 3% растворе NaCl в течение 10 сут без и с добавкой ингибитора, а также электрохимических данных, полученных из стационарных потенциостатических поляризационных измерений на стержнях из Ст. 3.

Визуальные наблюдения действия 2% ингибиторных растворов исследовали на образцах чистой стали. Перед началом испытаний образцы зачищали до металлического блеска и обезжировали ацетоном, и в дальнейшем их переносили только с помощью чистой фильтрованной бумаги. Ингибиторное действие во времени ингибирующих растворов на чистую сталь в коррозионной среде оценивали по пятибалльной шкале, представленной в табл. 1. Электрохимический метод основан на получении поляризационных кривых по ГОСТ 9.506–87 «Единая система защиты от коррозии и старения.

Таблица 1

Визуально наблюдаемые явления на поверхности стальных образцов	Оценка коррозии, балл
Отсутствие коррозии, раствор прозрачный	0
Наросты на торцах без ржавчины, раствор прозрачный	1
Темные наросты на торцах со ржавчиной, раствор прозрачный	2
Темные наросты на торцах со ржавчиной, наблюдается пожелтение раствора	3
Наросты на торцах со ржавчиной, отдельные очаги коррозии на поверхности, наблюдается пожелтение раствора	4
Образец полностью покрыт ржавчиной, раствор окрашен в желтый цвет	5

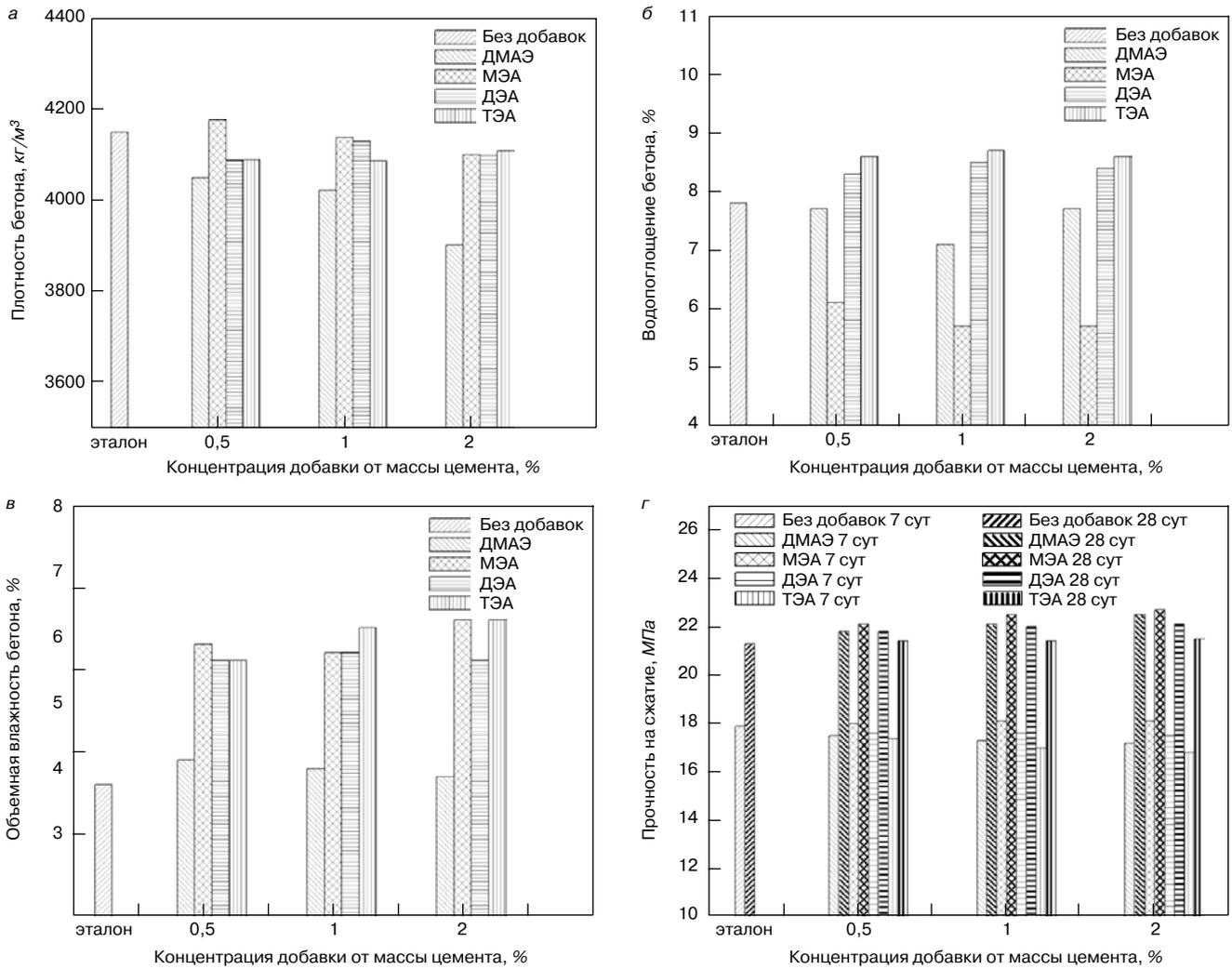


Рис. 1. Влияние концентрации аминоксипртов и их концентрации на плотность (а), водопоглощение (б), объемную влажность (в) и прочность при сжатии (г) бетонных образцов

Ингибиторы коррозии металлов в водно-нефтяных средах. Методы определения защитной способности». Они передают взаимосвязь между потенциалом исследуемого электрода и плотностью тока при поляризации от внешнего источника постоянного электрического тока. Производится оценка защитной способности ингибитора по плотности тока в ингибированной и неингибированной средах. Поляризационные кривые регистрировали с помощью потенциостата ПИ-50-1.1. Скорость развертки потенциала составляла 30 мВ/мин в диапазоне -0,5 +0,5 В. Испытания проводили при температуре 25°C, колебания температуры испытываемой среды не должны превышать ±2°C.

При испытаниях электрохимическая ячейка, объемом 100 мл с испытываемой средой включала в себя исследуемый электрод (арматурная сталь) с площадью рабочей поверхности 1 см², платиновый электрод и вспомогательный насыщенный хлорсеребряный электрод сравнения. Испытуемой средой служили ингибированный и неингибированный экстракт порового раствора бетона, имитирующий поровую жидкость в бетоне, содержащий 3% NaCl. Раствор, имитирующий поровую жидкость в бетоне, представлял собой водный экстракт песчано-цементной смеси (соотношение песок/цемент=3/1 с отношением вода/цемент=0,5) с рН=12,5, полученный согласно [3]. Перед началом измерений электроды зачищали до металлического блеска и помещали в электрохимическую ячейку с испытываемой средой.

Поляризационные измерения проводили после установления потенциала коррозии не менее чем через 10 мин после погружения, так чтобы потенциал изменялся не более на 2–3 мВ/мин, электродов в испытываемую среду.

Результаты и их обсуждение. На рис. 1 представлены диаграммы плотности (рис. 1, а), водопоглощения (рис. 1, б), объемной влажности (рис. 1, в) и прочности при сжатии (рис. 1, г) бетонных образцов без и с добавкой аминоксипртов в количестве от 0,5 до 2% массы цемента.

Как видно из диаграммы плотности (рис. 1, а) наибольшее отличие от эталона наблюдается для бетонных образцов с добавкой 2% ДМАЭ. Их плотность меньше на 6%. В остальных случаях уменьшение плотности составляет менее 3%. Иными словами, добавка ДМАЭ оказывает наибольшее влияние на плотность бетонных образцов в сравнении с остальными аминоксипртами, и это влияние увеличивается с увеличением концентрации добавки. Следует отметить, что в случае МЭА, ДЭА и ТЭА, их влияние на плотность бетонных образцов мала и сопоставима с ошибкой эксперимента. В то же время ДМАЭ практически не влияет на водопоглощение бетонных образцов (рис. 1, б), которое, как и для эталона составляет около 7%. Тогда как добавка МЭА уменьшает водопоглощение до 6%, а добавки ДЭА и ТЭА, наоборот, увеличивает водопоглощение до 8,5% независимо от их концентрации.

Наибольшее влияние аминоксипрты оказывают на объемную влажность бетонных образцов. Как видно из

Таблица 2

Время испытания	Наименование ингибиторного раствора				
	Без ингибитора	Диметиламиноэтанол (ДМАЭ)	Моноэтаноламин (МЭА)	Диэтаноламин (ДЭА)	Триэтаноламин (ТЭА)
6 ч	2	1	0	1	1
1 сут	5	1	1	1	1
2 сут	5	1	2	2	2
5 сут	5	2	2	3	2
10 сут	5	3	3	3	3

Примечание. Соответствие коррозии в баллах приведено в табл. 1.

диаграммы (рис. 1, в), объемная влажность у бетонных образцов с добавкой МЭА, ДЭА и ТЭА увеличивается в 1,3–1,4 раза, и только в случае ДМАЭ она практически не увеличивается. Иначе, МЭА, ДЭА и ТЭА способствуют незначительному удержанию влаги в структуре бетонных образцов.

При оценке прочности при сжатии бетонных образцов с добавками аминспиртов установлено, что в течение 7 сут ДМАЭ, ДЭА и ТЭА способствуют незначительному замедлению набора прочности бетонных образцов, и только МЭА практически не оказывает никакого влияния. В то же время по истечении 28 сут прочность бетонных образцов с добавками больше на 2–5%, чем у эталонных образцов.

Помимо оценки изменения физико-механических свойств бетонных образцов проводили ускоренные испытания на предмет ингибирующего действия перечисленных выше аминспиртов на коррозию стальной арматуры в коррозионных средах, содержащих хлорид.

В табл. 2 приведены данные визуального наблюдения ингибирующего действия растворов аминспиртов. Степень коррозии поверхности арматурной стали оценивали в баллах в зависимости от коррозионного поражения поверхности арматуры. Из данных табл. 2 видно, что все аминспирты подавляют коррозию стальной арматуры даже при высокой концентрации хлорида в водном растворе.

На рис. 2 представлены анодные поляризационные кривые образцов стальной арматуры в растворе-экстракте бетона, содержащем 3% NaCl, без и с добавлением 2% аминспирта: 1 – без добавки; 2 – 2% ДМАЭ; 3 – 2% МЭА; 4 – 2% ДЭА; 5 – 2% ТЭА

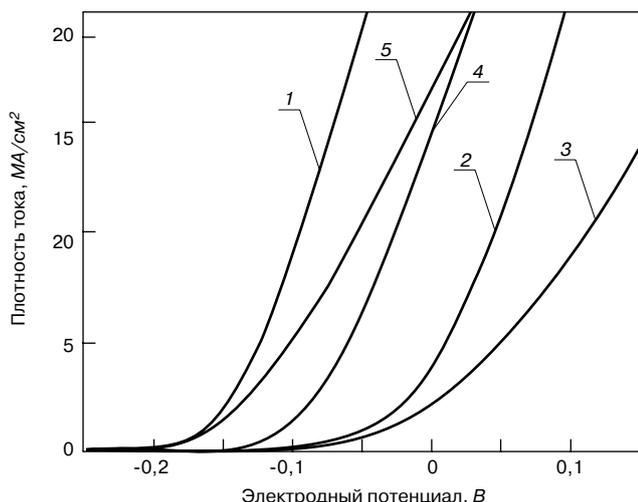


Рис. 2. Анодные поляризационные кривые, полученные на арматурной стали в растворе-экстракте бетона, содержащем 3% NaCl без и с добавлением 2% аминспирта: 1 – без добавки; 2 – 2% ДМАЭ; 3 – 2% МЭА; 4 – 2% ДЭА; 5 – 2% ТЭА

Как видно из рис. 2, в присутствии аминспиртов происходит смещение анодных кривых в область положительных потенциалов. Наиболее ярко выраженный эффект подавления реакции коррозии наблюдался в присутствии МЭА и ДМАЭ. Для ДЭА и ТЭА кривые смещены не так сильно, следовательно, коррозия подавляется в значительно меньшей степени.

Закключение. Исследованные аминспирты оказывают незначительное влияние на физико-механические свойства бетона, такие как плотность, водопоглощение, объемная влажность и прочность при сжатии. Причем, из всех выше перечисленных аминспиртов, наименьшее влияние на физико-механические свойства оказывает диметиламиноэтанол (ДМАЭ).

Ускоренные испытания ингибирующего действия аминспиртов в коррозионной среде показали, что все они подавляют коррозию даже в присутствии большого количества хлорида. Наибольший эффект ингибирующего действия наблюдался в случае ТЭА и ДМАЭ.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод, что все выше перечисленные аминспирты можно использовать при разработке антикоррозионных составов для стальной арматуры в бетоне, которые будут применяться непосредственно при изготовлении железобетонных конструкций.

Ключевые слова: антикоррозионные добавки в бетон, аминспирты.

Список литературы

1. Баженов Ю.М. Технология бетона. М: Высш. шк., 1987. 416 с.
2. Gaidis James M. Chemistry of corrosion inhibitors // Cement and Concrete Composites. 2004. Vol. 26. P. 181–189.
3. Jamil H.E., Montemor M.F., Boulif R., Shiri A., Ferreira M.G.S. An electrochemical and analytical approach to the inhibition mechanism of an amino-alcohol-based corrosion inhibitor for reinforced concrete // Electrochimica Acta. 2003. Vol. 48. P. 3509–3518.
4. Morris W., Vico A., Vazquez M. The performance of a migrating corrosion inhibitor suitable for reinforced concrete // Journal of Applied Electrochemistry. 2003. Vol. 33. P. 1183–1189.
5. Патент США № 6712995 Method for rehabilitative and/or protective corrosion-inhibition of reinforcing steel embedded in hardened concrete structure by means of surface-applied corrosion-inhibiting compositions / Marazzani B., Burge T.A.
6. Шукин Г.Л. и др. Ингибирующее действие антикоррозионного состава «МИК» на коррозию стальной арматуры в присутствии хлорида натрия // Строительная наука и техника. 2008. № 6. С. 55–58.

УДК 691.32:666.974.2

С.В. ФЕДОСОВ, д-р техн. наук, академик РААСН,
А.М. ИБРАГИМОВ, д-р техн. наук, Ю.В. ШИШКОВ, инженер (quick@igasu.ru),
Ивановский государственный архитектурно-строительный университет

Моделирование двустороннего одномерного высокотемпературного воздействия на бетон

Данная статья является продолжением исследований [1–3]. При пожарах в панельных зданиях возможно двустороннее воздействие высокой температуры на несущую межкомнатную стену, т. е. пожар происходит в соседних помещениях.

Интерес представляет проникновение в тело перегородки температурного фронта с температурой $t_{\text{ф}} = 250^{\circ}\text{C}$, нормируемой температуры разрушения бетона согласно [4].

На основе методов и моделей, изложенных в [5, 6], смоделируем двустороннее одновременное температурное воздействие на железобетонную панель жилого здания, которую можно представить как неограниченную пластину (рис. 1).

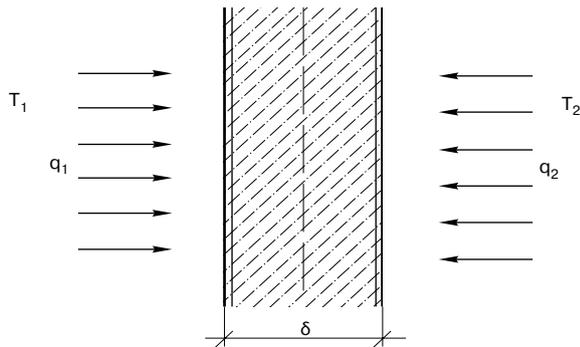


Рис. 1. Схема высокотемпературного воздействия на неограниченную пластину: $q_1 \neq q_2$ – тепловые потоки; $T_1 \neq T_2$ – температура внутри помещения 1 и 2 соответственно; δ – толщина стены

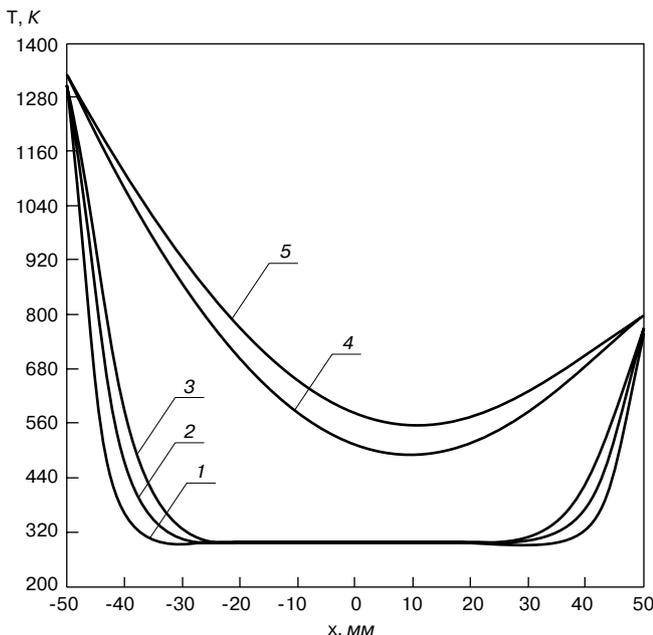


Рис. 2. Изменение температуры в бетоне во времени: 1 – $\tau = 20$ с; 2 – $\tau = 40$ с; 3 – $\tau = 60$ с; 4 – $\tau = 800$ с; 5 – $\tau = 1000$ с

Интенсивность пожара (температурного воздействия) на перегородку (пластину) различна в соседних (смежных) помещениях.

Согласно разработанным физическим представлениям о процессе математическая модель нестационарного теплопереноса в рассматриваемой пластине может быть представлена в виде дифференциальных уравнений параболического типа с граничными условиями второго рода, учитывающими теплоотдачу между стенкой и теплоносителем [1]:

$$\frac{\partial t(x, \tau)}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 t(x, \tau)}{\partial x^2} \quad (\tau > 0; 0 \leq x \leq \delta). \quad (1)$$

Начальные условия:

$$t_1(x, 0) = t_{1,0}(x); \quad (2)$$

$$t_2(x, 0) = t_{2,0}(x). \quad (3)$$

Граничные условия:

– на левой границе (рис. 1):

$$q_2 = -\lambda \frac{\partial t_2(\delta, \tau)}{\partial x}; \quad (4)$$

– на правой границе (рис. 1):

$$q_1 = -\lambda \frac{\partial t_1(-\delta, \tau)}{\partial x}, \quad (5)$$

где t – температура; τ – время; $a = \lambda / (c \cdot \rho)$ – коэффициент температуропроводности; $t_{1,0}$ и $t_{2,0}$ – начальные температуры слоев.

Аналитическое решение задачи (1)–(5) имеет вид:

$$\begin{aligned} t(x, \tau) &= \frac{t_1(x, \tau) - t_1}{-t_1} + \frac{t_2(x, \tau) - t_2}{-t_2} + t_{\text{ср}} = \\ &= \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{\mu_n} (-1)^{n+1} \cos(\mu_n \bar{x}) \exp(-\mu_n^2 Fo) + \\ &+ \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{\mu_n} (-1)^{n+1} \cos(\mu_n (-\bar{x})) \exp(-\mu_n^2 Fo), \quad (6) \end{aligned}$$

где $\mu_n = (1/2)\pi(2n-1)$ – корни характеристического уравнения.

На рис. 2 приведены результаты реализации полученной математической модели теплообмена. Расчеты выполняли при следующих численных значениях величин: $\rho_{\text{пл}} = 2850 \text{ кг/м}^3$; $c_{\text{пл}} = 860 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$; $t_1 = 1320^{\circ}\text{C}$; $t_2 = 800^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{ср}} = t_{1,0} = t_{2,0} = 20^{\circ}\text{C}$.

Представленная математическая модель позволяет на стадии проектирования смоделировать высокотемпературные тепловые воздействия (пожар) на конструкцию и задать параметры конструкции (ее толщину) в зависимости не только от воспринимаемых нагрузок (прочность, устойчивость), но и от ответственности здания и требований пожарной безопасности, так как, моделируя пожар по времени и интенсивности теплового воздействия, можно рассчитать глубину разрушения бетона и оставшееся сечение, воспринимающее существенную силовую нагрузку. При исследовании конструк-

ций после пожара и определения несущего сечения конструкции модель позволяет решить обратную задачу, т. е. определить уровень температурного воздействия и временные рамки пожара.

В дальнейшем исследовании влияния на бетон нескольких тепловых потоков следует рассмотреть в двухмерной плоскости, что даст впоследствии возможность рассчитать многомерную, многостороннюю модель высокотемпературного воздействия на бетон, т. е. смоделировать температурные воздействия не только на плоские конструкции, но и на стойки, колонны.

Ключевые слова: термостойкость, бетон.

Список литературы

1. Баженов Ю.М., Федосов С.В., Акулова М.В., Щепочкина Ю.А. Высокотемпературная обработка бетона стекловидными покрытиями. М.: Изд. АСВ, 2005. 127 с.
2. Федосов С.В., Акулова М.В. Плазменная металлизация бетонов. М.: Изд. АСВ, 2003. 120 с.
3. Федосов С.В., Анисимова Н.К., Шишков Ю.В., Щепочкина Ю.А. Нагревание тонкой неограниченной пластины радиационным источником переменной интенсивности: Сб. статей XV Междунар. науч. конф. «Информационная среда вуза». Иваново, 2008. С. 782–787.
4. СП 13-102–2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003.
5. Лыков А.В. Теория теплопроводности. М.: Высшая школа, 1967. 600 с.
6. Федосов С.В. Тепломассоперенос в технологических процессах строительной индустрии. Иваново: ПресСто, 2010. 364 с.

25-28 АПРЕЛЯ 2012
СОЧИ, Морпорт Выставочные павильоны

СТРОИТЕЛЬНАЯ ИНДУСТРИЯ 2012
XI СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ

- АРХИТЕКТУРА. СТРОИТЕЛЬСТВО. БЛАГОУСТРОЙСТВО. ЖК
- МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СПОРТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ
- КЛИМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ. ТЕПЛО-, ГАЗО-, ВОДОСНАБЖЕНИЕ
- ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
- СТРОЙСПЕЦТЕХНИКА. ДОРОГА. ТОННЕЛЬ
- ДОМ. ДАЧА. КОТТЕДЖ. ДЕРЕВЯННОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ. ЛАНДШАФТНЫЙ ДИЗАЙН
- ДИЗАЙН ИНТЕРЬЕРА. ЭКСТЕРЬЕРА. ДЕКОР
- ЭКОЛОГИЯ. БЕЗОПАСНОСТЬ

СОЧИЭКСПО
Выставочная компания «Сочи-Экспо ТПП г. Сочи»
тел./факс: (8622) 648-700, 642-333, (495) 745-77-09
e-mail: M.Lepikova@sochi-expo.ru; www.sochi-expo.ru



Министерство архитектуры и строительства РБ
Союз строителей РБ, Институт НИИСМ, Институт БелНИИС
журнал «Архитектура и строительство»
НПООО «Стринко»

VII Международная научно-практическая конференция ОПЫТ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ

22–24 мая 2012 г. г. Брест и г. Малорита, Республика Беларусь

Программой конференции предусмотрено посещение современного
комплекса предприятий СЗАО «КварцМелПром»

Оргкомитет:

Республика Беларусь, 220005, г. Минск, ул. Платонова, 22-705
Тел./факс: (+375 17) 292 49 56, 292 79 43, 292 79 44; моб.: (+375 29) 611 66 20
E-mail: bsr@telecom.by www.ais.by

Р.З. РАХИМОВ, д-р. техн. наук, чл.-корр. РААСН; Н.Р. РАХИМОВА, д-р. техн. наук (Казанский государственный архитектурно-строительный университет); М.И. ОЖОВАН, д-р. физ.-мат. наук, адъюнкт-профессор (Университет Шеффилда, Великобритания); Л.П. СУХАНОВ, канд. техн. наук, заместитель директора Центра по обращению с ОЯТ и РАО (ОАО «ВНИИНМ им. А.А. Бочвара», госкорпорация «Росатом»)

Цементные системы для иммобилизации радиоактивных отходов.

**Первый международный симпозиум
«Материалы на основе цемента
для иммобилизации радиоактивных отходов»**

Обращение с радиоактивными отходами (РАО) является одним из приоритетных в мире направлений научных исследований и разработок. Это проблема не только технического и экономического свойства, она имеет социальный и политический аспекты [1] и для нашей страны, которая, по заявлению главы госкорпорации «Росатом» С. Кириенко на одном из заседаний правительства, предполагает занять 20% мирового рынка строительства атомных электростанций [2]. По оптимистическим представлениям генерального директора МАГАТЭ Ю. Аmano, к 2030 году количество находящихся в эксплуатации на атомных электростанциях (АЭС) реакторов может возрасти с 432 до 782 [3].

Ядерное топливо несравнимо более эффективно по сравнению с ископаемыми источниками энергии, однако при его переработке образуются высокотоксичные и сильнорadioактивные отходы, которые необходимо изолировать от окружающей среды на периоды от нескольких сотен до многих тысяч лет [1]. Основным источником РАО является ядерный топливный цикл (ЯТЦ), однако они в значительных объемах образуются также: при выводе ядерных установок из эксплуатации, при авариях и ликвидации радиационных ингредиентов и аномалий; на предприятиях и в организациях, не связанных с ЯТЦ, но использующих в своей деятельности радионуклидные источники – медицинских учреждениях, научно-исследовательских организациях и промышленных предприятиях; на горно-обогатительных комбинатах, предприятиях по переработке нефти и газа и производства удобрений. Ядерная энергетика, использование радиоактивных источников в исследованиях, производстве продукции и технологических процессах являются продуктами высоких технологий и знаний.

Вместе с тем распространенность РАО и чрезвычайно разнообразный химический состав и широкий диапазон присутствующих в них радионуклидов свидетельствуют о чрезвычайной актуальности их иммобилизации для обеспечения безопасности среды обитания и производственной деятельности.

Согласно принятому в 2011 г. Федеральному закону Российской Федерации от 11 июля 2011 г. №190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами...» все РАО перед транспортировкой и последующим размещением в хранилища или могильники подлежат кондиционированию, т. е. переводу в твердые водостойкие формы, надежно удерживающие радионуклиды и токсичные компоненты РАО от выхода в окружающую среду.

В зависимости от содержания радионуклидов РАО подразделяются на высоко-, средне- и низкоактивные. В настоящее время для иммобилизации высокоактивных РАО (их доля составляет менее 2% от общего объема РАО) применяются матричные композиции на основе стекла и стеклокристаллических материалов, изучается возможность применения керамики и минералоподобных материалов [1, 3]. Средне- и низкоактивные РАО, которые образуются в наибольших объемах, иммобилизуются с использованием цементных (преимущественно) и битумных матриц. Достоинства последних являются относительная простота и низкая энергоемкость технологии, высокая прочность, негорючесть, доступность связующих и др. [1]. Объемы подлежащих цементированию концентратов жидких РАО только в России составляют сотни тысяч кубических метров.

В сентябре 2011 г. во Франции в г. Авиньон состоялся I Международный симпозиум «Материалы на основе цемента для иммобилизации радиоактивных отходов», на котором было представлено 82 доклада от имени 364 соавторов из 21 страны. Участники симпозиума представляли 44 государственных органа и общественных организаций, 24 университета, 11 научно-исследовательских институтов, центров и лабораторий, деятельность которых в той или иной степени связана с решением проблемы обращения с РАО. В числе национальных государственных и международных органов присутствовали МАГАТЭ, комиссии по атомной энергии Франции, Департамент науки и техники Великобритании, Агентство по атомной энергии Японии, Корейская корпорация по РАО, Южно-Африканская корпорация атомной энергии и др. В число университетов входили шесть университетов из Франции, пять из Великобритании, четыре из Германии, три из Испании, два из России и по одному из ряда других стран. Среди научно-исследовательских институтов, центров и лабораторий: институты РАО и технической химии Германии, Институт науки о материалах Испании, Институт Пауля Шеррера Швейцарии, Национальная лаборатория нуклидов Великобритании, три университета и один научно-исследовательский институт России, два института Национальной академии наук Украины и др.

Более половины докладов были представлены Францией, что отражает статус страны, в которой 80% электроэнергии производится на АЭС. Анализ докладов показал, что интенсивные исследования и разработки по тематике симпозиума проводятся также в Великобритании, Бельгии, Германии и Швейцарии, специалиста-

ми которых было представлено по 9 докладов. Из России было представлено 9 докладов 24 авторами, представляющими ВНИИИМ им. А.А. Бочвара, ГУП МосНПО «Радон», МГУ им. М.В. Ломоносова, Казан-ский государственный архитектурно-строительный университет (КГАСУ), корпорацию «Атомэкспорт». Однако от России в работе симпозиума приняли участие только авторы настоящей статьи с докладами «Исследование возможности цементации шламов различного химического и физического состава» и «Композиционные шлакощелочные вяжущие и бетоны» и представители ГУП МосНПО «Радон» с докладами «Выщелачивание радионуклидов из цементных форм в лабораторных и полевых условиях» и «Микробиологические процессы в приповерхностном хранилище с цементованными формами отходов». Все российские доклады вошли в труды симпозиума [4] и рассмотрены ниже при общем анализе тематики докладов симпозиума.

Ниже представлен анализ тематики докладов симпозиума, который в определенной мере отражает современные направления исследований и разработок, связанных с решением проблемы иммобилизации РАО цементными системами.

Большинство известных разработок по иммобилизации низко- и среднеактивных РАО базируется на использовании цементных систем на основе портландцемента.

Рассмотрение особенностей портландцементных систем получило развитие и в докладах симпозиума, посвященных результатам исследований: влияния отхода сульфата бария на микроструктуру и прочность цементного камня при твердении при повышенных температурах; взаимодействия радионуклидов с модифицированными продуктами твердения цемента в соляных растворах; макро- и микроструктуры цементных материалов; сорбционных свойств цементного камня разной геологической эволюции; радиального течения и диффузии изотопов в цементных закладочных смесях и монолите; выщелачивания цементных материалов, влияния радиолиза внутренних и наружных органических материалов на долговечность цементного камня и удержания им радионуклидов, водонепроницаемость цементных материалов для «барьерных» конструкций хранилищ РАО; свойств цементных материалов упаковок РАО, процесса залечивания трещин в материалах на основе цемента, взаимодействия цемента и радиоактивных стекловых отходов и их выщелачивания из цементной матрицы, нестабильности объема внедренных в цементную матрицу ионообменных смол, влияния температуры обработки на кристаллические фазы цементной матрицы для обработки закритическим диоксидом углерода, удержания радионуклидов разрушающейся цементной матрицей, модификации цементной матрицы углеродными нанотрубками, влияния внешних и внутренних факторов на длительные свойства упаковок РАО на основе цемента, свойств цементных смесей с различными жидкими РАО, выделения радионуклидов из цементных форм для РАО в лабораторных и натурных условиях испытаний, цементных форм для РАО в неглубоких подземных захоронениях, иммобилизации жидких РАО в пористой и плотной цементных матрицах, разработок классификации цементных порошков для инкапсуляции РАО и термодинамической базы данных цементных минералов.

Особенности свойств бетонов на основе портландцемента, применяемых в системах иммобилизации и захоронения РАО, рассматривались в докладах, посвященных результатам исследований: влияния хлориндуцированной коррозии на водопроницаемость бетона в подземных условиях, электрокинетического процесса в бетоне, радиационно-химической модификации бетона органосилоксановыми мономерами, микробиологического катализа окислительно-восстановительных реакций в бетонных камерах хранилищ РАО, химического

разрушения бетона с изменением проницаемости, анализа свойств бетона с точки зрения экстремальной эксплуатации, процесса выделения трития из бетона АЭС.

Развитию и применению моделирования при изучении структуры, состава и свойств цементных систем для иммобилизации РАО были посвящены доклады, представлявшие результаты исследований и разработок: сравнения способов моделирования атмосферной карбонизации бетона для глубокого захоронения РАО средней активности, применения подрешеточной модели для прогнозирования свойств цементных гидратов, компьютерного молекулярного моделирования динамики воды и ионов в нанопорах цемента, моделирования водородной диффузии через пористые материалы на основе экспериментальных данных по цементным системам, имитационного моделирования растворимости гидросиликатов кальция, абстрактной модели химического разрушения потрескавшегося бетонного монолита в хранилище, механической и химико-транспортной модели для имитации сульфатной коррозии цементных материалов.

Значительная часть докладов была посвящена изучению особенностей твердения и свойств цементных систем для иммобилизации РАО на основе группы цементов, отличающихся по составу и свойствам от портландцемента, в которых приведены результаты исследований и разработок: гидратации смешанных цементов; иммобилизации анионов боратов и коррозии алюминия, выщелачивания богатых хлористым цинком РАО, удержания хлорид-ионов в системах на основе сулфо-алюминатного цемента и попыток отверждения им цинк-содержащих РАО; свойств кальций-алюминатных цементов; влияния добавок золы на кальций-алюминатно-фосфатные цементы; длительной гидратации и сопротивления агрессивному воздействию подземных вод цементов с низким рН, физико-химических процессов разрушения и прогнозирования их долговечности в условиях подземных хранилищ РАО; физико-технических и иммобилизационных РАО свойств композиционных шлакощелочных цементных и бетонных материалов; свойств геополимерных цементных систем и влияния добавок инертных наполнителей на их трещинообразование при усадке.

Часть докладов была посвящена анализу состояния и развития разработок процессов и аппаратов для иммобилизации РАО и их оценки; разработкам мобильного агрегата для цементации радиоактивного шлама и форм для отходов ионообменных смол и тонкодисперсных частиц новой системы контейнеров жидких РАО и замены перемешивающего устройства для их иммобилизации в цементных формах, радиационным технологиям и техническим приемам для производства систем цементации для нужд атомной энергетики; новым устройствам для измерения газовой диффузии через имитирующие контейнеры РАО бетонные образцы и нового прибора для изучения миграции радионуклидов с поверхности бетона.

Обращение с радиоактивными отходами является чрезвычайно актуальной проблемой, усугубляющейся неизбежным поступательным развитием атомной энергетики и радиационных технологий, о чем свидетельствует и проведение I Международного симпозиума по материалам на основе цемента для иммобилизации ядерных отходов. По опубликованным данным [5] в России к 1996 году накопилось около миллиона кубических метров РАО. А к 2000 г. по предположениям в России должны были накопиться еще более значительные объемы средне- и низкоактивных РАО [6, 7], иммобилизация которых может осуществляться с применением материалов на основе цемента. В наибольших объемах для этого применяется портландцемент. Вместе с тем разнообразности минеральных вяжущих характеризуются все более возрастающей широкой номенклатурой, в разработке и исследовании

свойств которых значительную роль выполняют ученые строительного материаловедения. Особенности физико-технических и иммобилизационных свойств части из минеральных вяжущих рассмотрены на симпозиуме. РАО отличаются весьма широким многообразием по агрегатному состоянию, радиационной активности, химическому составу, виду радиоактивных веществ. В зависимости от этого может быть наиболее эффективна для иммобилизации инди-видуальная для каждого случая цементная система при проведении соответствующих исследований и аппаратурных разработок.

В нашей стране действуют 32 энергетических реактора общей мощностью 22,693 МВт(э) и полномасштабная система ядерного топливного цикла [5]. Кроме того, эксплуатируются 14 из 16 специализированных комбинатов системы «Радон» по обращению с радиоактивными отходами от неядерных (энергетических) применений.

Ведущими организациями России в области практики и разработок в области цементирования являются сейчас ГУП МосНПО «Радон», ОАО «ВНИИНМ» [8, 9], ОАО «СвердНИИхиммаш», ФГУП «ПО «Маяк». Однако для ускоренного и эффективного решения проблемы иммобилизации РАО представляется целесообразным расширенное привлечение к разработке матричных композиций и процессов цементирования РАО предприятий, научных организаций и отдельных ученых, специализирующихся в области строительного материаловедения.

Список литературы

1. Дмитриев С.А., Баринов А.С., Батюхнова О.Г., Волков А.С., Ожован М.И., Щербакова Т.Д. Технологические

основы системы управления радиоактивными отходами. М.: ГУП МосНПО Радон, 2007. 376 с.

2. Колесниченко А. Ядерная карьера // Аргументы и факты. 2011. № 46. С. 18.
3. Ожован М.И., Полуэктов П.П. Стекла для иммобилизации ядерных отходов // Природа. 2010. № 3. С 3–11.
4. Proc. NUWCEM 2011, 1st Int. Symposium on Cement-based materials for Nuclear Wastes. Avignon, France 11–14.10.2011.
5. Sobolev I.A., Dmitriev S.A., Barinov A.S., Polsky O.G., Turlak E.A., Ojovan M.I. Management of radioactive waste generated out of nuclear fuel cycle. At. Energ., 1995. 79, P. 437–443.
6. Белоусов А. АЭС в Минском «огороде» // Аргументы и факты. 2011. № 42. С. 12.
7. Промышленная экология: учебное пособие / Под ред. В.В. Денисова. М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов Н/Д. Издательский центр «МарТ». 2007. 700 с.
8. Захарова К.П., Химченко О.М., Суханов Л.П., Александров В.В., Сальников А.А., Хромовских Е.В., Пушкарев В.М. Разработка технологического режима цементирования солевых концентратов Волгодонской АЭС // Атомная энергия. 2007. т. 3. вып. 5.
9. Захарова К.П., Лебедева А.В., Науменко Н.А., Погорелко О.Н., Полуэктов П.П., Суханов Л.П., Химченко О.М., Кравченко В.А., Ревенко Ю.А. Разработка технологии и оборудования цементирования пульпы сложного состава из емкостей-хранилищ ФГУП ГХК. Сб. докладов II Всероссийской научно-технической конференции «Сибирь атомная. XXI век» // Железногорск, 2010. С. 223.

Межрегиональная специализированная выставка
СТРОЙМАРКЕТ-2012
 г. Нижневартовск
 "Дворец Искусств"
 ул.Ленина,7

ЭНЕРГЕТИКА. ЖКХ
 5-6 апреля 2012 г.

Организаторы:

- Администрация г. Нижневартовска
- Торгово-промышленная палата г. Нижневартовска
- Выставочная компания ООО "СибЭкспоСервис-Н" **СИБ Экспо SERVICE**
 г. Новосибирск, тел:(383)3356350,
 e-mail: ses@avmail.ru
 www.ses.net.ru

М.Н. МОРОЗ, канд. техн. наук (mn.moroz80@gmail.com), В.И. КАЛАШНИКОВ, д-р техн. наук, В.М. ВОЛОДИН, инженер, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства; П.Г. ВАСИЛИК, инженер ЗАО «ЕвроХим-1» (Москва)

Изменение длительной водостойкости композиционных материалов, содержащих водостойкий и неводостойкий компоненты

Повышение долговечности бетонов и других композиционных строительных материалов является актуальной задачей современного строительства. Капиллярно-пористая структура материалов гидратационного твердения часто является причиной разрушения их в условиях воздействия среды, к которым относятся: попеременное увлажнение-высушивание, замораживание-оттаивание, воздействие агрессивных жидкостей.

Взаимодействие композиционных материалов с окружающей средой, с циклическим характером чередования набухания при увлажнении и усадки при высушивании вызывает знакопеременные деформации и приводит к развитию микротрещин. В результате многократных циклов увлажнения-высушивания строительных материалов происходит понижение их прочности, что является следствием изменения объема и появления внутренних напряжений противоположного знака. В бетоне при увлажнении продолжается гидратация цемента, образуются новые количества цементирующих новообразований с уплотнением и упрочнением материала. Два противоположных процесса, накладываясь друг на друга, дают тот или иной результирующий эффект, зависящий от множества факторов.

В соответствии с результатами ряда исследований и работами кафедры технологии бетонов, керамики и вяжущих [1, 2] воздействие попеременного замораживания-оттаивания в воде цементосодержащих («жирных») бетонов является менее жестким, чем циклическое воздействие увлажнения-высушивания. Наиболее разрушительными являются циклическое насыщение водой и высушивание при $t = 100-105^{\circ}\text{C}$, в процессе которого происходит удаление не только свободной, но и физически связанной, а именно адсорбционно-связанной воды. В сухом бетоне тормозятся и прекращаются процессы гидратации вяжущего, происходит прогрессирующее развитие трещин. При непосредственном контакте с водой абсолютно сухого бетона не полностью гидратированные зерна вяжущего получают кратковременную возможность дальнейшей гидратации, что сопровождается очень небольшим увеличением количества гелевой составляющей, не способной участвовать в самозалечивании образовавшихся микро- и макротрещин.

В настоящее время отсутствует единая методика исследования и поэтому трудно сравнивать результаты полученных испытаний и сопоставить основные выводы и заключения.

При естественном высушивании на воздухе в любой климатической зоне, включая пустыни, никогда не удаляется вся свободная физически связанная вода. Поэтому создание особенно разрушительных воздействий на структуру бетонов может служить хорошим прогнозом долговечности новых цементных и шлаковых бетонов на шлакощелочных и минерально-шлаковых вяжущих. Цементный камень, например, при $V/C = 0,3-0,35$ разрушается на 3-4-м циклах увлажнения-высушивания. Пористая структура его не

обладает достаточной релаксацией напряжений за короткий цикл обезвоживания. Снижение содержания воды затворения и уменьшение капиллярной пористости практически не спасают от медленной деградации структуры. Особенно важно оценивать долговечность высокопрочных бетонов нового поколения, порошковых, порошково-активированных мелкозернистых (песчаных) бетонов и порошково-активированных щебеночных бетонов, за которыми большое будущее [3-5].

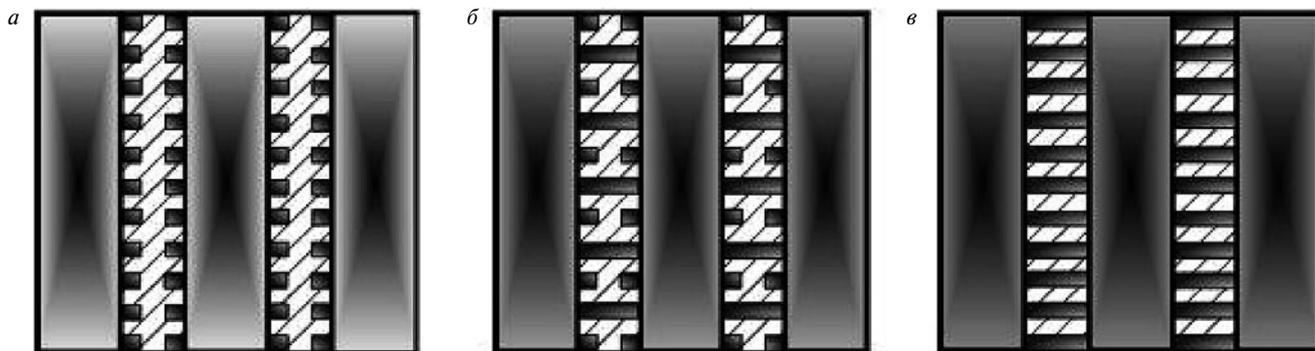
В своих работах В.Ю. Нестеров, В.И. Калашников и др. [6] предлагают изменение прочности композиционного глиношлакового материала, содержащего в структуре водостойкий (шлаковый) и неводостойкий (глинистый) каркасы, моделировать в первом упрощенном приближении в виде стержневой системы с переменной продольной устойчивостью, которая дает наглядное представление о работе минерально-шлакового материала в сухом и насыщенном водой состояниях.

В работе [6] глиношлаковый песчаный бетон до 25 циклов попеременного увлажнения-высушивания повысил свою прочность и динамический модуль упругости, фиксирующий микротрещины. После 25 циклов прочность на сжатие и модуль упругости начинают снижаться, к 40 циклам становятся близкими к значениям этих показателей контрольных образцов до испытаний. Цементно-песчаные образцы с первого цикла испытаний уменьшили свою прочность и динамический модуль упругости, что свидетельствовало о протекании деструктивных процессов.

Мы считаем, что лучшая модель, которая объясняет разупрочнение минерально-шлакового вяжущего (МШВ), состоит также из неводостойкой компоненты, уменьшающей свою прочность при кратковременном воздействии воды, и водостойкой, упрочняющейся при длительном выдерживании в воде (рис. а, б, в). В предлагаемой модели темные стержни при воздействии нагрузки определяют основную несущую способность водостойкого шлакового каркаса, наклонно-штрихованные стержни моделируют работу неводостойкого каркаса из горной породы, которая за короткое время твердения не полностью проросла водостойким вяжущим. При кратковременном воздействии воды достаточно прочный в сухом состоянии неводостойкий каркас размягчается, а контактные перешейки в структуре неводостойкого материала еще не участвуют в работе всей системы.

Все нагрузки при этом воспринимаются водостойким шлаковым каркасом (рис. а). Прочность на сжатие при этом может упасть в 2,5 раза, как у гипсового вяжущего, и более, в случае, если коэффициент водостойкости равен 0,4. Однако при последующем твердении в воде в отличие от гипса отдельные контактные перешейки из водостойкого вяжущего начинают сростаться, что компенсирует потерю прочности (рис. б).

При длительном твердении в воде продолжается гидратация шлаковых частиц. Увеличивается содержание



Моделирование изменения прочности композиционных МШВ при кратковременном и длительном нахождении в воде: а – при кратковременном водонасыщении в течение 2–3 сут; б – при последующем нахождении в воде; в – при длительном экспонировании в воде в течение 200 сут и более

продуктов гидратации в ионной форме и инициируются миграционные процессы для реакции взаимодействия с соединениями неводостойкого каркаса, что приводит к повышению прочности. Это моделируется на рисунке черными поперечными стержнями, полностью прорастающими в пространство неводостойкого компонента. Неводостойкий каркас частично сростается и воспринимает более высокую нагрузку (рис. в). Реально, растворенные водой контактные перешейки залечиваются за счет имеющихся в водном растворе ионов шлакового вещества.

При высушивании материала и испарении части жидкой фазы протекает более глубокий синтез совместных новообразований в температурно-щелочных условиях. Гидратные новообразования выкристаллизовываются и цементируют дополнительно водостойкий и неводостойкий каркасы в наиболее тонких термодинамически неустойчивых зазорах. Одновременно могут протекать процессы гелевой усадки из частиц шлака.

При наличии достаточного клинкерного фонда образовавшиеся субмикронные (нанометрические) трещины в благоприятных условиях гидратации при повторном насыщении водой залечиваются гидратными новообразованиями. Это равнозначно уменьшению длины докритических трещин и в отдельных случаях, повышению прочности материала. Такие условия всегда имеются при попеременном увлажнении-высушивании, когда увлажнение продолжается более 2–3 сут после очередного цикла высушивания. Позитивность этого воздействия подтверждается, в частности, на глиношлаковых материалах.

Необходимо отметить, что остаточная прочность после длительного экспонирования материала в воде может быть достаточно высокой и неизменной с течением времени. В связи с этим МШВ могут эксплуатироваться в водных условиях длительно, в то время как, если судить по коэффициенту водостойкости, равному 0,5, материал с остаточной прочностью 30–40 МПа относится к воздушным вяжущим веществам. Такое отнесение МШВ к неводостойким совершенно не обосновано фактором сохранения их длительной высокой прочностью в воде. Более того, показатель повышения коэффициента длительной водостойкости на 0,05–0,1 по сравнению с малым уменьшением его за счет расклинивающего действия воды по П.А. Ребиндеру при кратковременном водонасыщении свидетельствует о том, что гидратационные конструктивные процессы в вяжущем протекают постоянно. Следовательно, введение понятия коэффициента длительной водостойкости при создании новых материалов с прогнозом изменения его во времени является необходимым методологическим приемом оценки водостойкости.

Для оценки трещиностойкости карбонатно-шлакопесчаного бетона (состава: композиционное вяжу-

щее : песок = 1:1) образцы контрольного состава и гидрофобизированные порошковым стеаратом цинка подверглись 50 циклам попеременного увлажнения-высушивания. Микроскопическая оценка с помощью отсчетного микроскопа МПБ-2 с ценой деления 50 мкм не позволила обнаружить наличие волосяных трещин после 20 циклов, как в контрольных, так и в гидрофобизированных образцах. При этом прочность в насыщенном водой состоянии у гидрофобизированных образцов карбонатно-шлакопесчаного бетона оказалась на 18% выше, чем у контрольных. Контрольные образцы по сравнению с аналогичными образцами, не подвергавшимися увлажнению-высушиванию, потеряли в прочности 5–10%. После 50 циклов испытаний гидрофобизированные образцы снизили свою прочность по сравнению с аналогичными, не подвергшимися увлажнению-высушиванию, на 23%. Для сравнения, цементно-песчаные бетоны состава 1:2 разрушились после 32 циклов. Это является убедительным свидетельством высокой трещиностойкости гидрофобизированных песчаных бетонов на карбонатно-шлаковом вяжущем. При этом коэффициент длительной водостойкости равен 1,01.

Ключевые слова: водостойкость, водостойкий и неводостойкий каркасы, прочность на сжатие, композиционные строительные материалы.

Список литературы

1. Калашников В.И., Мороз М.Н., Нестеров В.Ю., Хвастунов В.Л., Василий П.Г. Минерально-шлаковые вяжущие повышенной гидрофобности // Строительные материалы. 2005. № 7. С. 64–67.
2. Калашников В.И., Мороз М.Н., Худяков В.А. Нанотехнология гидрофобизации минеральных порошков стеаратами металлов // Строительные материалы. 2008. № 7. С. 45–47.
3. Калашников В.И., Мороз М.Н., Хвастунов В.Л., Кузнецов Ю.С., Ананьев С.В., Троянов И.Ю. Сухие реакционно-порошковые сухие смеси – новые виды вяжущих для создания различных видов бетонов // Новые энерго- и ресурсосберегающие наукоемкие технологии в производстве строительных материалов: Сб. статей МНТК. Пенза. 2009. С. 63–69.
4. Калашников В.И. Расчет составов высокопрочных самоуплотняющихся бетонов // Строительные материалы. 2008. № 10. С. 4–6.
5. Калашников В.И. Основные принципы создания высокопрочных и особовысокопрочных бетонов // Популярное бетоноведение. Санкт-Петербург. 2008. № 3. С. 102–107.
6. Глиношлаковые строительные материалы / В.И. Калашников, В.Ю. Нестеров, В.Л. Хвастунов и др. Пенза: ПГУАС, 2000. 207 с.

Д.Р. ДАМДИНОВА, д-р техн. наук, В.Е. ПАВЛОВ, канд. техн. наук,
Э.М. АЛЕКСЕЕВА, инженер (Erzhena@mail.ru), Восточно-Сибирский
государственный университет технологий и управления (Улан-Удэ, Республика Бурятия)

Пеностекло как основа для получения облицовочных материалов с регулируемой поровой структурой

Удельный вес отделочных работ в строительстве достаточно велик и составляет не менее 12–14%. Среди известных материалов для облицовки немалый интерес представляют облицовочные пеностекла. Применение пеностекол, выполняющих одновременно функции теплоизоляционного и облицовочного материалов, весьма перспективно для строительства в регионах Сибири и Дальнего Востока, где архитектурно-художественная выразительность зданий должна сочетаться с их эффективной теплоизоляцией. К преимуществам облицовки зданий цветными пеностеклами относятся также их долговечность.

Пеностекло, являясь гетерогенной системой, состоящей из стекла, кристаллических фаз и газовой смеси, оказывается весьма удобной модельной системой при получении облицовочных материалов с пористой и плотной структурой.

Основной целью исследований являлась разработка составов и технологии получения облицовочных пеностекол на основе местных алюмосиликатных пород и стеклобоя.

В качестве основных сырьевых материалов использованы перлит Мухор-Талинского, базальт Селендумского месторождений Республики Бурятия и бой тарных стекол (таблица).

Главная практическая задача заключалась в том, чтобы, варьируя рецептурно-технологическими факторами в рамках технологии производства пеностекла, получать облицовочные материалы с пористо-плотной структурой (далее ОМППС). К этим факторам относятся химический и фазовый составы исходных алюмосиликатных пород (АСП) и стеклобоя, изменения в их структуре в результате механоактивации, состав шихты, режимы обжига и т. д.

Теоретической базой для создания ОМППС, синтезируемых в данной работе, являются научные и практические результаты в области пенообразования в пиропластических силикатных системах и вспучивания алюмоси-

ликатных расплавов из природного минерального сырья и техногенных отходов, а также исследования в области синтеза облицовочных материалов из глушеных стекол.

Была выдвинута рабочая гипотеза о возможности получения облицовочных пеностекол с регулируемой поровой структурой благодаря изменению характера диффузии в стекле в результате двухщелочного эффекта при применении NaOH и KOH или их смесей.

Двухщелочной эффект в стеклах систем Me_2O-SiO_2 ($Me = Li, Na, K$), содержащих две щелочи, описанный в [1], выражался в изменении характера диффузии и вязкости расплава. В стекле 20% K_2O-SiO_2 при 415°C скорость диффузии ионов Na^+ составила $D_{Na} = 3,3 \cdot 10^{-10}$, а ионов K^+ $D_K = 6,5 \cdot 10^{-10}$ см²/с. Вопреки соображениям о влиянии радиуса катионов на их подвижность крупный ион K^+ движется быстрее иона Na^+ , имеющего меньший радиус. Кажущееся противоречие объясняется тем, что энергия активации $E_{акт}$ гетеродиффузии всегда выше, чем энергия активации самодиффузии. Так, в стекле состава 20% K_2O-SiO_2 энергия активации гетеродиффузии ионов Na^+ составляет $E_{акт} = 27,5$ ккал/моль, тогда как $E_{акт}$ самодиффузии ионов K^+ в стекле этого же состава составляет $E_{акт} \approx 18,5$ ккал/моль. А в стекле состава 20% Na_2O-SiO_2 энергия активации самодиффузии ионов Na^+ составляет $E_{акт} = 17$ ккал/моль.

Предварительно были получены регрессионные зависимости свойств пеностекол систем Сб–Пр и Сб–Бз,

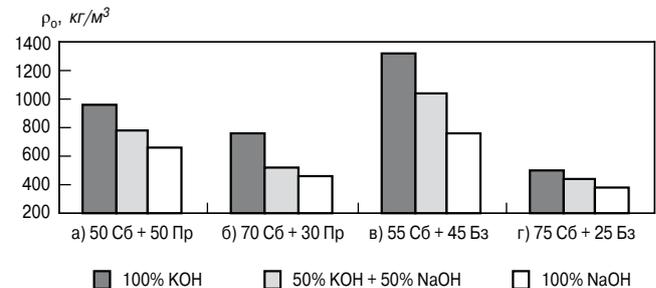


Рис. 1. Влияние вида щелочной добавки на плотность ОМППС на основе пеностекол

Оксиды	Перлит (Пр)	Базальт (Бз)	Стеклобой (Сб)
SiO ₂	68,3	49,6	71,4
Al ₂ O ₃	12,75	16,9	2,47
Fe ₂ O ₃	1,2	2,8	0,4
FeO	0,05	6,78	–
CaO	0,98	6	6,74
MgO	0,48	4,66	3,43
SO ₃	0,03	0,1	0,2
TiO ₂	0,16	2,07	–
Na ₂ O	3,73	4,67	14,45
K ₂ O	4,12	6,22	1,05
ППП	8,58	2,53	–

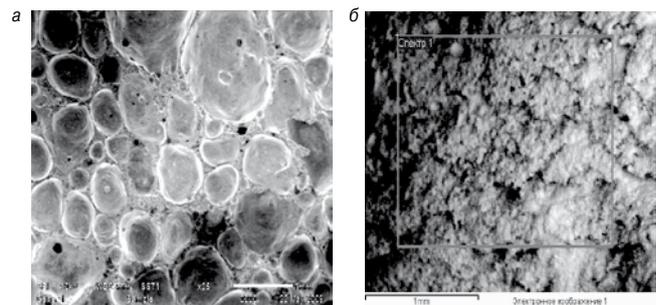


Рис. 2. Электронная микроскопия ОМППС состава 55% Сб и 45% Бз с использованием NaOH (а) и KOH (б): а – $T_{обж} = 875^\circ\text{C}$; б – $T_{обж} = 860^\circ\text{C}$

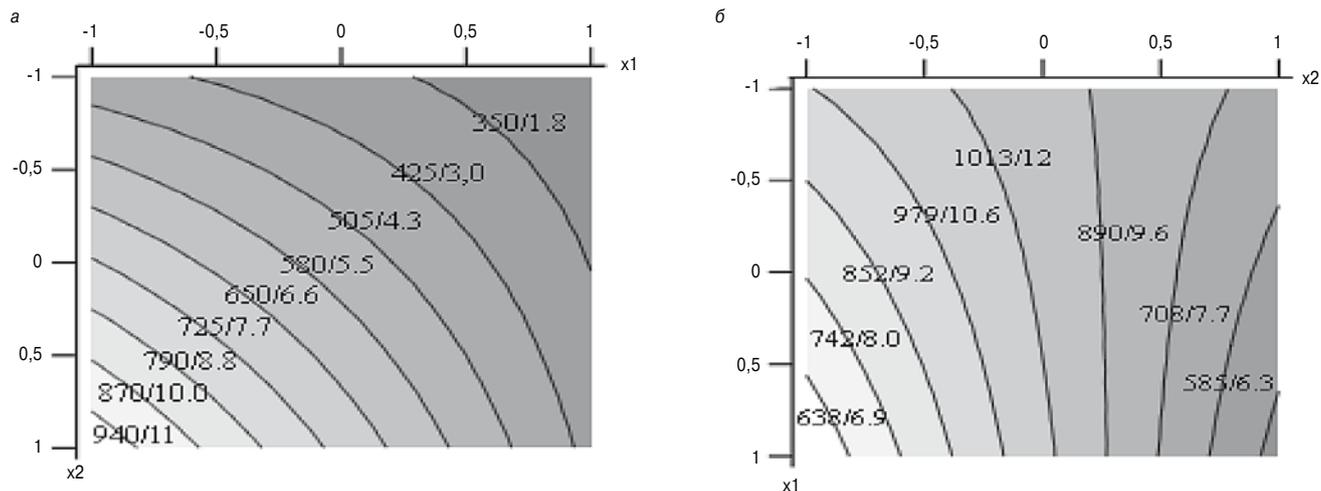


Рис. 3. Изолинии показателей плотность/прочность ОМППС систем: (а) стеклобой – перлит; (б) стеклобой – базальт; x1 – содержание стеклобоя, %; x2 – вид щелочного компонента

на основе которых приняты составы шихт для проверки двухщелочного эффекта (рис. 1).

В составах стекол сверх 100% в зависимости от соотношения в шихте стеклобоя и АСП содержится 7–10% щелочного компонента (KOH, NaOH или их смесь). Снижение плотности обжигового материала при переходе от KOH к NaOH (рис. 1) объясняется тем, что Na⁺, двигаясь в родственной ему системе и обладая при этом большей подвижностью в условиях самодиффузии, в большей степени выводит систему из равновесия. В дальнейшем при обжиге это приводит к интенсификации поризации и снижению плотности обжигового материала.

Увеличение показателя плотности материала при использовании KOH, вероятно, вызвано гетеродиффузией ионов K⁺ в стекле системы Na₂O–CaO–SiO₂, энергия активации которой выше, чем энергия активации самодиффузии ионов Na⁺ в указанной системе. Это также может быть вызвано влиянием радиуса иона калия (0,133 нм), большего, чем у катиона натрия (0,098 нм), и, как следствие, меньшей его подвижностью.

При вспенивании пеностекол системы стеклобой – базальт обжиг пеностекол проводится при более высокой температуре (860–875°C), чем пеностекол с использованием перлита (845–855°C). При использовании KOH при повышенном содержании базальта структура обжигового материала уплотняется, а плотность возрастает (рис. 2).

По данным ИК-спектрометрии, введение в шихту KOH при повышенном содержании стеклобоя способствует активизации процесса образования в стекле щелочных силикатов. Интерес к использованию калиевой щелочи в настоящей работе также обусловлен тем, что введение только NaOH в составы пеностекол часто приводит к бурному вспениванию при обжиге и появлению в системе диссипативных явлений (укрупнение пор и их схлопывание) и тем самым создает проблему в регулировании поровой структуры материала.

В результате оптимизации составов и режимов получены номограммы свойств физико-механических свойств ОМППС систем стеклобой–перлит и стеклобой–базальт в зависимости от химико-технологических факторов (рис. 3). На рис. 3 а, б в числителе указаны значения средней плотности, кг/м³, а в знаменателе – прочности при сжатии, МПа.

В наших экспериментах содержание стеклобоя (мас. %) изменялось от 50 (x₁ = -1) до 80 (x₁ = +1).

Второй фактор x₂ характеризует вид щелочного компонента. На нижнем уровне (x₂ = -1) в шихту вводится NaOH, а на верхнем уровне (x₂ = +1) находится KOH.

При окрашивании ОМППС установлено, что цветной стеклобой приводит к окрашиванию пеностекол системы Сб–Пр в оттенки цветов исходного стеклобоя практически при любых соотношениях стеклобоя и породы и не окрашивает пеностекла системы Сб–Бз при повышенном содержании базальта. Поэтому целесообразным является декоративные пеностекла ярких цветов получать на стеклах системы Сб–Пр, варьируя содержанием таких веществ, как Cr₂O₃ (зеленый цвет), TiO₂ (желтый цвет), Fe₂O₃ и FeO (желто-коричневый), CuO (синий) и т. д. Цинково-свинцовый концентрат вносит в состав стекол сульфиды металлов – FeS, PbS, ZnS и MnS, которые в зависимости от количества ЦСК в составах придают стеклам темные вплоть до черного цвета. Содержание микродобавок оксидных красителей находится на уровне 0,5–1,5 мас. %.

Также установлено, что объемное окрашивание материалов с плотностью более 900–1600 кг/м³ затруднено ввиду высокой вязкости расплава. Это обусловило выбор более эффективного метода нанесения на образец сырец суспензий из стеклобоя и АСП с микродобавками оксидов и ЦСК, которые при обжиге превращаются в стекловидное покрытие.

При получении ОМППС происходит самоглазурование свободных поверхностей, что вызвано миграцией щелочи на поверхность изделия, которая при обжиге оплачивается, образуя глазурное покрытие. Благодаря высокопористой структуре полученные ОМППС обладают повышенными теплоизоляционными свойствами.

На основании выявленной роли вида щелочной добавки в формировании структуры и свойств пеностекол, микродобавок-красителей в повышении декоративных свойств с использованием белого и цветного стеклобоя в сочетании с механоактивированной алюмосиликатной породой (перлит, базальт) в условиях низкотемпературного обжига получены декоративные теплоизоляционные пеностекла с плотностью 300–725 кг/м³ и прочностью при сжатии 1,5–7,5 МПа и облицовочные плиты с плотностью 700–1650 кг/м³ и прочностью при сжатии 7–22 МПа.

Ключевые слова: пеностекло, облицовочный материал, поровая структура, щелочная добавка, микродобавки-красители.

Литература

1. Аппен А.А. Химия стекла. М.: Химия. 1979. 352 с.

УДК 625.859.5

М.В. ТАРАСОВА, инженер (tarasmarin@mail.ru), Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина; В.С. ПРОКОПЕЦ, д-р техн. наук, Сибирская автомобильно-дорожная академия (СибАДИ) (Омск)

Технологическое обеспечение качества дорожного цементогрунта

Важная составляющая эффективности и долговечности дорожных одежд со слоями из укрепленных цементом грунтов – обеспечение их качественных характеристик, повышением однородности прочностных показателей.

Условием получения дорожного цементогрунта с низким коэффициентом вариации прочностных показателей являются технологические условия, при которых достигается высокая равномерность распределения в грунтовом заполнителе генерального вяжущего – цемента.

Экспериментами было установлено, что рецептурно-технологические факторы однородности цементогрунтов по прочности – это соотношение частей грунта при перемешивании; содержание цемента в смеси и в перемешиваемых частях грунта [1].

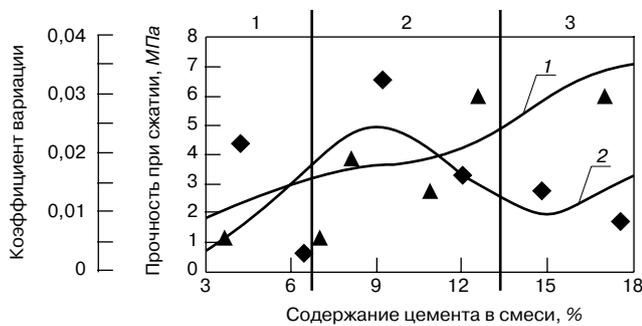
Прочность материала на сжатие ($R_{сж}$) и однородность по прочности (C_v) зависят от содержания цемента в смеси. Полученные графические зависимости имеют четкую причинно-следственную связь, выраженную

взаимокоррелирующимися разнохарактерными участками (рисунок). Анализ рисунка показывает, что на кривых прочности ($R_{сж} \sim Ц$) и коэффициента вариации ($C_v \sim Ц$) выделяются характерные участки, соответствующие содержанию цемента: 3–6, 6–13, 13–18%.

Выводом анализа является то, что наибольшая неоднородность по прочности получаемого материала соответствует зоне II с содержанием цемента в интервале 6–14%. В то же время данное количество цемента рекомендовано рядом нормативных документов, например [2].

Налицо техническое противоречие, заключающееся в создании материала, обладающего, с одной стороны, однородной структурой зон I и III, с другой – расход вяжущего должен соответствовать зоне II (рисунок).

Поскольку структура укрепленных вяжущими веществами грунтов относится к многофазным системам, где идеальность повышается совершенствованием структуры контакта фаз, механическим смешиванием возникающих в процессе твердения вяжущего струк-



Среднее значение зависимости прочности $R_{сж}$ (1) и однородности C_v (2) цементогрунта от содержания вяжущего в смеси

Таблица 1

Технология перемешивания	Ожидаемая структурная зона материала
Грунт (100%) + цемент (100%)	2
Грунт (30%) + цемент (100%) + грунт (70%)	2
Грунт (30%) + цемент (50%) + грунт (70%) + цемент (50%)	1
Грунт (30% + цемент 50%) + грунт (70% + цемент 50%)	3

Таблица 2

Варианты способов	Способ	Содержание компонентов смеси, %		Объем грунта, обрабатываемый цементом, ч		Количество цемента, вводимого в первоначальный объем грунта, % от общего количества	Количество цемента, вводимого в оставшийся объем грунта, % от общего количества	Прочность при сжатии, МПа	Коэффициент вариации, %
		грунт	цемент	первоначальный	оставшийся				
1.	Известный								
1.1		92	8	1	–	100 (8)	0 (0)	2,8	23
1.2		90	10	1	–	100 (10)	0 (0)	3,7	21,3
1.3		88	12	1	–	100 (12)	0 (0)	5,9	16,3
2.	Предлагаемый способ	92	8	2/3	1/3	20 (1,6)	80 (6,4)	3,2	14
2.1		92	8	2/3	1/3	35 (2,8)	65 (5,2)	3,5	11,1
2.2		92	8	2/3	1/3	50 (4)	50 (4)	6,8	10,4
2.3		92	8	2/3	1/3	35 (3,5)	65 (4,5)	4,1	14,2
2.4		90	10	2/3	1/3	35 (5)	65 (5)	7,8	8,5
2.5		88	12	2/3	1/3	35 (6)	65 (6)	9,1	4,5

Примечание. В скобках указан расход цемента в % от объема укрепленного грунта.

Таблица 3

Технология	Количество цемента, %	Прочность при сжатии в возрасте 28 сут, МПа	Прочность при сжатии после 25 циклов, МПа	Коэффициент морозостойкости после 25 циклов	Коэффициент вариации
Традиционная	12	5,1	3,8	0,75	0,21
Предлагаемая	8	6,2	4,8	0,78	0,12

Таблица 4

Варианты	Состав дорожной конструкции	Толщина конструктивного слоя, м	Способ строительства
1	Покрытие – горячий плотный асфальтобетон Нижний слой покрытия – горячий пористый асфальтобетон Основание – щебень Основание – грунт, укрепленный цементом в количестве 12%	0,06 0,06 0,2 0,15	Послойно
2	Покрытие – горячий плотный асфальтобетон Нижний слой покрытия – горячий пористый асфальтобетон Основание – щебень Основание – грунт, укрепленный цементом в количестве 8%	0,06 0,06 0,15 0,15	Раздельно-последовательным способом

Таблица 5

Номер варианта конструкции дорожной одежды	Технология варианта	Стоимость работ, млн р.
1	Традиционная	4,5348
2	Предлагаемая	3,983

турных фаз. Реализация второго способа на взгляд авторов более перспективна. Можно воспользоваться таким стандартом разрешения подобных технических противоречий, как «исключение» неблагоприятной зоны, т. е. для данного случая зоны II. Этого можно добиться перемешиванием составов, включающих меньший объем грунта с большим содержанием цемента (участок III) и большего объема грунта с меньшим расходом цемента (участок I).

$$[(2/3Гр+1/2Ц)+(1/3Гр+1/2Ц)] \rightarrow \text{уплотнение, (1)}$$

где Гр – укрепляемый грунт; Ц – вяжущее (цемент).

Примеры этих перемешиваний и ожидаемая структура цементогрунта приведены в табл. 1, из которой видно, что четвертая технология перемешивания приведет к образованию в материале наилучшей структурной зоны – III. Это объясняется следующим. Объединением 1/3 части грунта с половиной вводимой дозировки цемента образуется в цементогрунте III-я структурная зона, обусловленная избыточным содержанием цемента в укрепляемом грунте. Объединение 2/3 грунта с оставшимися 50% цемента способствует образованию в материале зоны I. На предварительной части перемешивания создаются условия образования в цементогрунте высокооднородных по прочности структурных зон I и III.

Апробацию теоретических предпосылок осуществляли как в лабораторных, так и в производственных условиях. Для цементогрунта использовали грунт с участка опытно-производственного строительства. Отобранный грунт относится к суглинистым, с числом пластичности $J = 12,9\%$ ($W_T = 31\%$; $W_p = 18,1\%$). Портландцемент использовали Искитимского цементного завода ПЦ 400 Д20.

Изготовление, хранение и испытание образцов осуществляли по методике, приведенной в [2]: из полученной смеси готовили образцы-цилиндры размером 5×5 см, уплотнением под нагрузкой 15 МПа в течение 3 мин; образцы хранили во влажных условиях 28 сут, подвергали водопоглощению 2 сут, испытывали на прочность при сжатии в водонасыщенном состоянии.

Однородность смеси оценивали по коэффициенту вариации прочности образцов при сжатии, по результатам испытаний 25 образцов каждой партии.

Результаты испытаний образцов цементогрунта представлены в табл. 2; образцы из смеси, приготовленной по предлагаемому способу, имеют в сравнении с другими способами приготовления прочность при сжатии на 12,5% выше, а коэффициент вариации прочности ниже на 39%.

В табл. 3 приведены результаты испытаний образцов из смеси с опытно-производственного участка.

Наглядное сравнение экономической эффективности проводили путем сопоставления вариантов, выполненных ресурсным методом по критериям стоимости конструкций дорожной одежды.

Определение строительной стоимости дорожных одежд производится суммированием затрат на устройство каждого слоя, или на основе сметно-финансовых расходов. Экономическая эффективность применения местных материалов с минеральными вяжущими установлена сравнением их экономических показателей, рассчитанных по равнопрочным дорожным одеждам, включающим основание из цементогрунта и щебня и основание только из щебня (табл. 3). Данные расчета затрат на устройство 1 км дорожной одежды и варианты равнопрочных дорожных конструкций приведены в табл. 4, в табл. 5 – стоимость производства работ по устройству дорожных одежд.

Полученный расчетом второй вариант более экономичен по сравнению с традиционной технологией. Применение раздельно-последовательного способа возведения дорожных одежд позволяет снизить затраты примерно на 13% по сравнению с традиционной технологией: 4,5 млн р./км против 4 млн р./км дорожной одежды.

Ключевые слова: цементогрунт, способ перемешивания, раздельно-последовательный способ, прочность, коэффициент вариации прочности.

Список литературы

1. Тарасова М.В. Обеспечение качества перемешивания цементогрунтовой смеси путем снижения информационной энтропии // Креативные подходы в образовательной, научной и производственной деятельности, посвященные 80-летию академии. Материалы 64-1 научно-технической конференции международного конгресса. Омск: СибАДИ, 2010. С. 222–226.
2. Руководство по укреплению грунтов вяжущими веществами в дорожном и аэродромном строительстве к СНиП 3.06.03–85 и СНиП 3.06.06–88.

И.Б. КУРДЕНКОВА, канд. техн. наук,
Ю.В. ТРОФИМЕНКО, д-р. техн. наук,
П.В. ЧЕРНОБРОВКИН, инженер,
Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)

Проблемы радиационно-гигиенической оценки каменных материалов

Производство щебня и сопутствующих каменных материалов – одно из важных направлений производственной деятельности, обеспечивающих динамичное развитие многих отраслей народного хозяйства нашей страны. Дорожное строительство является одним из важнейших потребителей каменных материалов (рис. 1). Ежегодно в РФ добываются и перерабатываются миллионы кубических метров каменных материалов. На период до 2020 гг. прогнозируется общая потребность щебня кубовидной формы ежегодно около 37 млн м³ [1]. Хотя страна располагает значительными запасами соответствующих горных пород, но эти природные ресурсы истощаются.

Позитивная тенденция рынка каменных материалов поддерживается целевыми государственными программами жилищного и дорожного строительства, и крупными международными проектами. Этим объясняется наблюдаемый интенсивный рост потребления каменных материалов на Юге России, на Дальнем Востоке и в некоторых сибирских регионах.

Радиационно-гигиеническая оценка является важной характеристикой каменных материалов. Нормирование параметров радиационной безопасности в строительстве началось в 1990-х гг. в связи с принятием следующих нормативных правовых документов: Закон РФ № 3-ФЗ от 9.01.1996 «О радиационной безопасности населения»; Закон РФ № 7-ФЗ от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды»; Закон РФ № 52-ФЗ от 30.03.1999 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»; СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009).



Рис. 1. Структура потребления каменных материалов по отраслям.

В НРБ-99 в части строительной отрасли в разделе «Ограничение природного облучения» введено нормирование готовой продукции из строительного сырья, а также нормирование минерального сырья. Предписывается нормирование *эффективной удельной активности* (Аэфф) природных радионуклидов в строительных материалах (щебень, гравий, песок, бутовый и пиленный камень, цементное и кирпичное сырье и пр.), добываемых на месторождениях или являющихся побочным продуктом промышленности, а также в отходах промышленного производства, используемых для изготовления строительных материалов (золы, шлаки и пр.).

Пределы нормирования Аэфф согласно требованиям НРБ-99 приведены в табл. 1. При Аэфф > 4 кБк/кг материалы не должны использоваться в строительстве.

На основании указанных федеральных нормативных документов разработано более тридцати подзаконных актов разного уровня, касающихся материалов, применяемых в дорожном строительстве, в которых установлены параметры нормирования радиационно-гигиенических свойств. Это все виды щебня природного и техногенного происхождения, песчано-гравийные смеси, смеси органо-минеральные, пески, цементы, минеральный порошок для асфальтобетона, асфальтобетонные и цементобетонные смеси, цементобетоны, золы уноса, камень брусчатый, кирпич и т. д. (табл. 2)

В настоящее время сложилась ситуация, при которой с одной стороны, приняты и действуют нормативы радиационно-гигиенических свойств практически, всех материалов, применяемых в дорожном строительстве, а с другой – отсутствует какое-либо отраслевое нормативно-методическое обеспечение деятельности по контролю выполнения соответствующих нормативов, как и сама эта деятельность. Эта ситуация ставит дорожные организации в зависимое положение в части выполнения требований радиационного контроля, способствуя неконтролируемому финансовым издержкам и не снижает вероятности попадания радиационно-опасных материалов на строительные объекты. И это связано с рядом факторов [2].

Фактор 1. Наличие естественных радионуклидов (ЕРН) в ряде природных материалов, используемых в качестве сырья для производства дорожно-строительных материалов. Прежде всего, это касается щебня из метаморфических и изверженных горных пород.

Фактор 2. Наличие ЕРН в техногенных материалах, образующихся в ходе технологических операций, связанных с процессом обжига сырья либо сжигания различных видов топлива. В результате происходит обогащение материала ЕРН до опасной концентрации вследствие сокращения массы.

Фактор 3. Использование грунтов с повышенным уровнем ЕРН от источников излучения из несанкционированных захоронений. Вероятность наличия та-

Таблица 1

Класс материала	Значение Аэфф	Область применения материала
I класс	Аэфф до 370 Бк/кг;	Для материалов, используемых в строящихся и реконструируемых жилых и общественных зданиях
II класс	Аэфф до 740 Бк/кг;	Для материалов, используемых в дорожном строительстве в пределах территории населенных пунктов и зон перспективной застройки, а также при возведении производственных сооружений
III класс	Аэфф 1,5 кБк/кг.	Для материалов, используемых в дорожном строительстве вне населенных пунктов
IV класс	1,5 кБк/кг < Аэфф < 4 кБк/кг	Вопрос об использовании материалов решается в каждом случае отдельно по согласованию с федеральным органом

Таблица 2

Номер нормативного документа	Наименование материала	Ограничения к применению
ГОСТ 8267–93, ГОСТ 3344–83, ГОСТ 3344–83, ГОСТ 5578–94, ГОСТ 8736–93 ГОСТ 23735–79, ГОСТ 23668–79	«Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ», «Щебень и песок, шлаковые для дорожного строительства», «Щебень и песок из шлаков черной и цветной металлургии для бетонов», «Песок для строительных работ», «Смеси песчано-гравийные для строительных работ», «Камень брусчатый для дорожных покрытий»	В зависимости от значений суммарной удельной эффективной активности естественных радионуклидов применяют: – при Аэфф до 370 Бк/кг - во вновь строящихся жилых и общественных зданиях; – при Аэфф св. 370 до 740 Бк/кг - для дорожного строительства в пределах территории населенных пунктов и зон перспективной застройки, а также при возведении производственных зданий и сооружений; – при Аэфф св. 740 до 1500 Бк/кг - в дорожном строительстве вне населенных пунктов.
ГОСТ 9757–90, ГОСТ 10832–91, ГОСТ 22263–76, ГОСТ 22856–89, ГОСТ 26644–85, ГОСТ 30515–97, ГОСТ 25818–91, ГОСТ 25592–91	«Гравий, щебень и песок, искусственные пористые», «Песок и щебень, перлитовые вспученные», «Щебень и песок из пористых горных пород», «Щебень и песок, декоративные из природного камня», «Щебень и песок из шлаков тепловых электростанций для бетона», «Цементы», «Золы-уноса тепловых электростанций для бетонов», «Смеси золошлаковые тепловых электростанций для бетонов»	В зависимости от величины суммарной удельной эффективной активности естественных радионуклидов применяют: – во вновь строящихся и реконструируемых жилых и общественных зданиях при Аэфф до 370 Бк/кг; – при возведении производственных зданий и сооружений, а также для строительства дорог и аэродромов и пределах территории населенных пунктов и зон перспективного строительства при Аэфф свыше 370 Бк/кг до 740 Бк/кг.
ГОСТ 25607–94, ГОСТ 30491–97, ГОСТ 3344–83, ГОСТ Р 52129–2003, ГОСТ 31015–2002, ГОСТ 9128–97, ГОСТ 23558–94, ГОСТ 30491–97	«Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов», «Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства», «Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства», «Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей», «Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные», «Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон», «Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства», «Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства»	В зависимости от значения суммарной удельной эффективной активности естественных радионуклидов в применяемых минеральных материалах используют при: – Аэфф до 740 Бк/кг – для строительства дорог и аэродромов без ограничений; – Аэфф св. 740 до 1500 Бк/кг – для строительства дорог вне населенных пунктов и зон перспективной застройки
ГОСТ 1581–96, ГОСТ 22266–94	«Портландцементы тампонажные», «Цементы сульфатостойкие»,	Удельная эффективная активность естественных радионуклидов в цементе не должна быть более 740 Бк/кг.
ГОСТ 6139–2003, ГОСТ 530–95	«Песок для испытаний цемента», «Кирпич и камни керамические»	Удельная эффективная активность естественных радионуклидов в песке не должна быть более 370 Бк/кг.
ГОСТ 25820–2000, ГОСТ 7473–94, ГОСТ 26633–91, ГОСТ 20910–90, ГОСТ 379–95	«Бетоны легкие», «Смеси бетонные», «Бетоны тяжелые и мелкозернистые», «Бетоны жаростойкие», «Кирпич и камни силикатные»	Удельная эффективная активность естественных радионуклидов сырьевых материалов, применяемых для приготовления, не должна превышать предельных значений в зависимости от области применения по приложению А ГОСТ 30108

ких захоронений велика вследствие широкого распространения в медицине и технике диагностических приборов с использованием радиоактивных веществ. Поэтому, в частности, в Москве выполняется обязательный контроль ЕРН в каждой партии перемещаемого грунта.

Фактор 4. Использование материалов и грунтов с территорий, подвергнутых радиоактивному заражению в результате техногенных катастроф. До настоящего времени этот фактор был связан с территориями ряда областей РФ, попавших в т. н. «чернобыльский след».

Фактор 5. Современный опыт строительства протяженных автотранспортных тоннелей, других подземных объектов транспортной инфраструктуры поставил новую задачу ограничения облучения от радона при строительстве и эксплуатации таких сооружений.

Риск от негативного воздействия ионизирующего излучения на объектах транспортного строительства носит вероятностный характер, также как и проявление неблагоприятных последствий такого воздействия. Учет этого фактора характерен для всей деятельности защиты от облучения населения. Поэтому особое значение имеет задача обеспечения полноты радиационного контроля. Гарантию полноценного и достоверного отражения радиационно-гигиенических свойств материалов может обеспечить только постоянный входной контроль сырья на предприятиях по производству дорожно-строительных материалов, что и предписывается действующими документами.

Главными причинами, препятствующими широкому внедрению методов радиационного контроля, являются следующие.

1. Рекомендательный действующими нормативными документами гамма-спектрометрический метод контроля активности ЕРН предполагает использование относительно дорогих и сложных приборов – гамма-спектрометров.
2. Проведение измерений требует определенного уровня подготовки в области основ ядерной физики и знания методов контроля радиационных свойств, что бывает затруднительно для персонала.
3. Малые текущие значения активности ЕРН в рутинных измерениях при достаточном редких случаях измерения сверхнормативных значений.

ГОСТ 30108–94 «Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов» устанавливает методы определения и порядок проведения контроля удельной эффективной активности ЕРН для каменных материалов. Учет радиационной опасности ведется по активности ^{40}K , ^{226}Ra и ^{232}Th по их собственному фотонному излучению; активность ^{226}Ra определяется по гамма-излучению его дочерних радионуклидов – ^{214}Pb , ^{214}Bi , а ^{232}Th – ^{228}Ac и ^{208}Tl в предположении радиоактивного равновесия между ними. Из радионуклидов техногенного происхождения в строительных материалах может присутствовать ^{137}Cs – практически «чистый» бета-излучатель с периодом полураспада 30,2 лет. В итоге анализируемый радионуклидный состав включает: ^{137}Cs и ^{40}K , активность которых измеряется по их собственному гамма-излучению; ^{232}Th , измеряемый по гамма-излучению ^{227}Ac , ^{208}Tl , и ^{226}Ra . То есть в рутинных пробах по гамма-излучению ^{137}Cs , ^{40}K , ^{214}Pb и ^{214}Bi и ^{228}Ac + ^{208}Tl , определяется активность нормируемых ^{137}Cs , ^{40}K , ^{226}Ra и ^{232}Th . Обработка спектрограмм проб выполняется по специальным алгоритмам, реализованным в пакете прикладных программ «Прогресс». Значения активности нормируемых радионуклидов находят путем решения системы соответствующих уравнений, а затем рассчитывается фактическое значение Аэфф по формуле:

$$A_{\text{эфф}} = K_{\text{попр}} \cdot q_{\text{Ra-226}} + 1,31 \cdot q_{\text{Th-232}} + 0,085 \cdot q_{\text{K-40}} \quad (1)$$

где $q_{\text{K-40}}$, $q_{\text{Ra-226}}$, $q_{\text{Th-232}}$ – активности радионуклидов; $K_{\text{попр}}$ – поправочный коэффициент равный $1/(1-K_{\text{эм}})$; $K_{\text{эм}}$ – эманулирующая способность образца. Для уменьшения влияния фона внешнего гамма-излучения детектор размещается в специальной защитной оболочке, для сборки которой используются стандартные свинцовые блоки и кольца. Полученное значение Аэфф^{факт} сравнивается с регламентированной предельно допустимой величиной Аэфф.

Поскольку гамма-спектрометрические измерения занимают продолжительное время, требуют существенных затрат, ГОСТ 30108–94 допускает использование методов приближенного экспресс-контроля радиоактивности строительных материалов с помощью гамма-дозиметров при условии, что интерпретация полученных результатов будет учитывать связанные с этим дополнительные погрешности измерений.

Дозиметрический контроль существенно проще и дешевле. Для приближенной оценки величины удельной эффективной активности ЕРН каменных материалов могут быть использованы дозиметры гамма-излучения, прошедшие метрологическую аттестацию и имеющие «ход с жесткостью» не более 25% в диапазоне энергий от 0,05 до 3 МэВ. Показания таких дозиметров прямо пропорциональны величине Аэфф. Экспресс-контроль заключается в измерении мощности поглощенной в воздухе дозы гамма-излучения, создаваемой массивом стройматериала в процессе его добычи, хранения, переработки и транспортировки.

Мощность дозы гамма-излучения от стройматериала (P_{γ} , мкГр/ч), в общем случае связана с активностью содержащихся в нем ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K соотношением:

$$P_{\gamma} = \frac{\varphi}{4\pi} \cdot K_{\text{ТС}} \cdot (K_{\text{ЭС}} \cdot A_{\text{Ra}} + 0,085 \cdot A_{\text{K}}) \cdot 10^{-3} + P_{\gamma}^{\Phi} \quad (2)$$

где φ – «геометрия» (телесный угол) регистрации гамма-излучения стройматериала; $K_{\text{ТС}}$ – поправка на толщину слоя, отн. ед.; $K_{\text{ЭС}}$ – поправка на эманулирующую способность стройматериала, отн. ед.; P_{γ}^{Φ} – фоновое значение мощности дозы собственного фона прибора, мкГр/ч.

Значения мощности дозы, соответствующие предельным значениям удельной эффективной активности ЕРН определяются расчетным путем [3].

Рассмотренная оценка радиационно-гигиенических свойств каменных материалов в дорожном строительстве показывает необходимость разработки методики оптимизации объемов радиационного контроля, стратегии измерений низкоактивных проб и составление рекомендаций по приборному оснащению служб лабораторного контроля предприятий для того, чтобы сделать входной радиационный контроль непрерывным, достоверным и относительно малозатратным.

Ключевые слова: радиационно-гигиеническая оценка, активность ЕРН, контроль радиационных свойств.

Список литературы

1. Юмашев В.М., Панфилов Ф.В. Производство щебня. Технология и оборудование для производства щебня узких фракций кубовидной формы // Строительная техника и технология. 2002. № 4.
2. Лукутцова Н.П. Естественные радионуклиды в строительных материалах. // Строительные материалы. 2002. № 1. С. 20–22.
3. Чернобровкин П.В., Курденкова И.Б. Методы измерения радиационно-опасных факторов на предприятиях по производству асфальтобетона. // Сборник научных трудов Ассоциации исследователей асфальтобетона. М.: 2007. С. 99–104.

З.У. АСАДУЛЛИНА, инженер (gossu@list.ru), В.В. ЯКОВЛЕВ, д-р техн. наук, Уфимский государственный нефтяной технический университет

Механизм старения и пластификации вторичного битума гудроном

В России ежегодно образуется около 130 млн м³ твердых отходов. Из этого количества промышленной переработке подвергают не более 3%, остальное вывозят на свалки и полигоны для захоронения.

Ежегодно на предприятиях республики (гг. Учалы и Ишимбай, республика Башкортостан) производят около 100 млн м² мягких кровельных материалов [1]. При средней массе 3–4 кг/м² в год производят 350 тыс. т материалов. Все материалы используют в строительной отрасли республики, и можно допустить, что без учета ввозимых кровельных материалов из других регионов, примерно половину этого объема составляют снимаемые с крыш старые гидроизоляционные ковры. Можно предположить, в республике ежегодно вывозят на полигоны для захоронения более 200 тыс. т отходов, состоящие примерно на 50% из битума.

Технически несложно выделить битум, входящий в состав снимаемого кровельного покрытия (ранее такие установки были разработаны и успешно испытаны) [2]. Сложность решения данного вопроса представляет использование полученного битума. За время эксплуатации кровельного покрытия битум претерпевает значительные превращения, приводящие к ухудшению его свойств, что делает невозможным его дальнейшее использование без специальной обработки, которая заключается в восстановлении изначальных характеристик за счет введения в состарившийся битум специальных пластифицирующих добавок.

В процессе старения битума происходит изменение его качественных характеристик не только за счет протекания окислительных процессов, но и за счет рекомбинации коллоидной структуры.

В общем виде реакции, протекающие при низкотемпературном окислении битума представлены на рис. 1 [3].



Рис. 1. Схема реакций, протекающих при низкотемпературном окислении битума

На основании исследований [4] можно заключить:

– температура активирует процесс окисления по всей толщине битумной пленки вследствие увеличения интенсивности броуновского движения в битуме;

– солнечное (ультрафиолетовое) облучение также стимулирует процесс окисления, при этом окислительное воздействие не распространяется глубоко из-за возникновения плотной окисной пленки на поверхности, которая препятствует диффузии кислорода в массу битума;

– вода, попадая на битум, диффундирует и аккумулируется в нем. Она способна растворять и вымывать из него водорастворимые соединения, смывая образующуюся окисную пленку, облегчая доступ кислорода в массу битума, тем самым ускоряя дальнейший процесс старения.

Процесс старения битумов сопровождается изменением группового химического состава, выражающегося в увеличении количества асфальтенов, смол, уменьшении содержания реакционноспособных ароматических углеводородов. Подтверждением служит проведение исследований изменения группового состава проб битумов.

Для определения группового состава битума порошок, полученный переработкой кровельных отходов, был расплавлен при 180°C и после выдержки при данной температуре расплав был отфильтрован. Полученный чистый битум исследован на хроматографе «Градиент-М». Методика основана на принципах жидкостно-адсорбционной хроматографии с градиентным вытеснением и предназначена для определения группового состава тяжелых нефтепродуктов с разделением на семь групп: парафино-нафтеновые, легкие, средние и тяжелые ароматические углеводороды, смолы I, II и асфальтены. Изменение группового состава битумов в процессе старения приведены в табл. 1.

Из результатов анализа следует, в состарившемся битуме присутствуют все основные группы соединений, характерные для битумов свежеприготовленных, однако, в состарившемся образце наблюдается пониженное содержание масел и повышенное количество смол и асфальтенов.

Соотношение основных групп соединений определяет показатели качества битумов. Асфальтены придают битумам твердость и теплостойкость, смолы определяют

Таблица 1

Соединения	Количество, %	
	БНК 90/10 свежеприготовленный	БНК 90/10 состарившийся
Парафино-нафтеновые	11,7	9,1
Легкие ароматические	14,2	9,9
Средние ароматические	7,8	6,3
Тяжелые ароматические	24,5	15,4
Смолы I	8,8	9
Смолы II	11,2	14,2
Асфальтены	21,8	36

Таблица 2

Соединения	Количество, %		Исходное вяжущее
	Разбавлено гудроном, мас. %		
	40	50	
Парафино-нафтеновые	12,6	16,6	9,1
Легкие ароматические	12,4	15,2	9,9
Средние ароматические	9,2	8,7	6,3
Тяжелые ароматические	28,8	24,7	15,4
Смолы I	9,7	9,9	9
Смолы II	12,8	13,2	14,2
Асфальтены	14,5	11,7	36

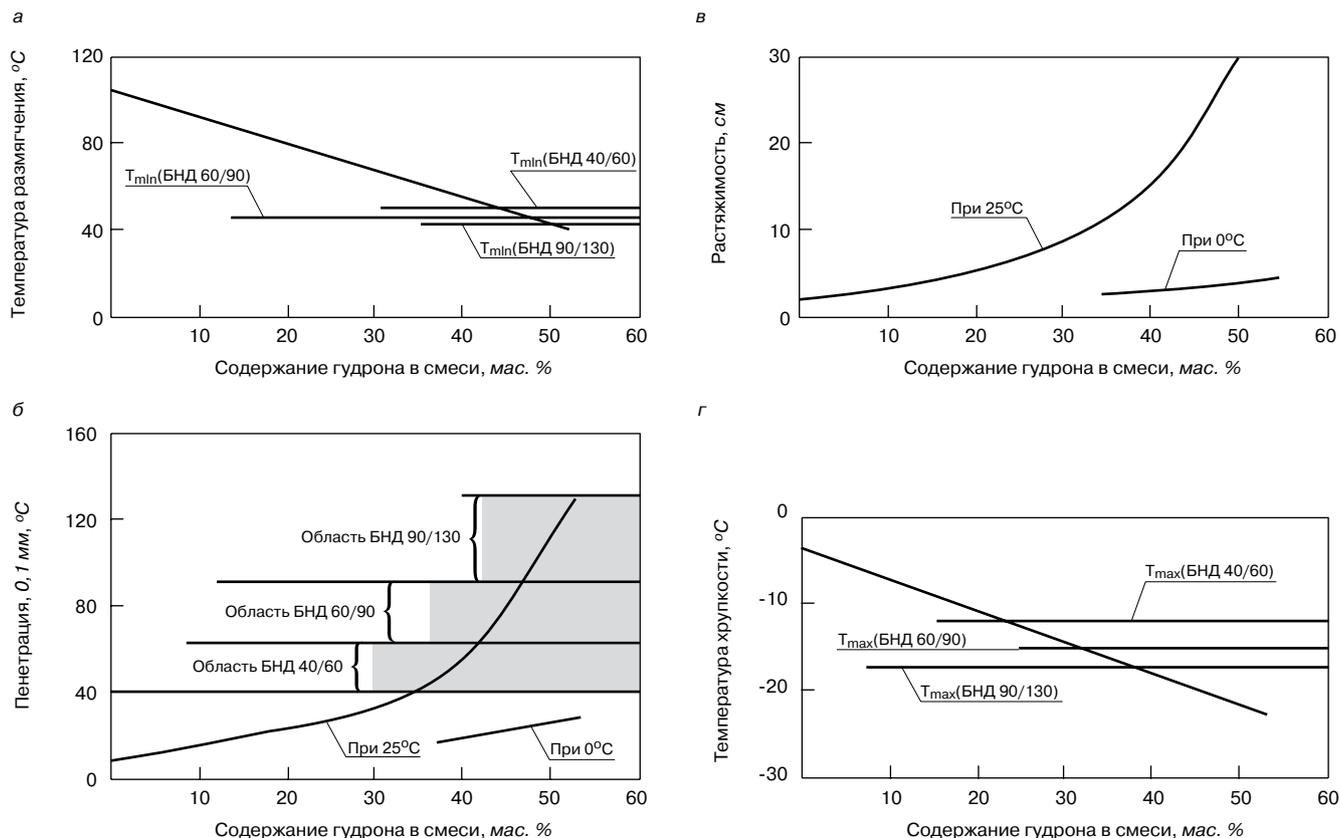


Рис. 2. Изменение показателей температуры размягчения (а), пенетрации (б), вязкости (в) и температуры хрупкости (г) вторичного битума в зависимости от степени разбавления гудроном

ют пластичность и растяжимость, а масла оказывают пластифицирующее действие.

В процессе старения битумов, когда имеет место низкомолекулярное окисление, наблюдается интенсивное обогащение битума кислородом. Количество свободных радикалов уменьшается. При старении снижение интенсивности спектра является следствием рекомбинации свободных радикалов, протекающей в битуме, в том числе с участием кислорода, приводя к повышению концентрации в нем кислородных соединений.

Наряду с ростом истинной плотности, происходит уменьшение кажущейся плотности, что связано с образованием пор в массе битума [5]. Появление пор вызва-

но, во-первых, улетучиванием и испарением более легких продуктов деструкции, образующихся при окислении битума в процессе старения (уменьшение содержания групп $-CH_3$). Продукты деструкции испаряясь из массы битума оставляют в нем каналы микропор. Во-вторых, увеличение пористости можно объяснить вымыванием из битума водорастворимых соединений, которые постоянно образуются в процессе старения. Образование микропор облегчает доступ кислорода и воды в массу битума, увеличивая поверхность окисления и интенсифицируя процесс вымывания водорастворимых соединений. Эти явления приводят к расширению и разветвлению пор, к уменьшению механической прочности битума и ускорению процесса его старения.

В процессе старения битумов происходит совокупность физических и химических изменений, приводящих к изменению его коллоидной структуры и, как следствие, реологических свойств.

Одним из способов восстановления изначальных характеристик битума, состарившегося в составе кровельного материала в течение длительного срока эксплуатации, является восстановление его коллоидной структуры.

Битумное вяжущее, качественные характеристики которого приведены ниже, после растворения в спирто-толуольной смеси и полного выпаривания растворителя имеет следующие показатели:

- глубина проникания иглы при 25°C – 8 дмм;
- температура размягчения – 104,4°C;
- температура хрупкости – минус 3°C;
- растяжимость при 25°C – 2,2 см

Для использования вторичного битума в дорожном строительстве необходимо снизить его вязкость, увеличить растяжимость и понизить температуру хрупкости.

Восстановление первоначальных свойств битума возможно с помощью добавок-пластификаторов комбинированного действия, при котором и групповой со-

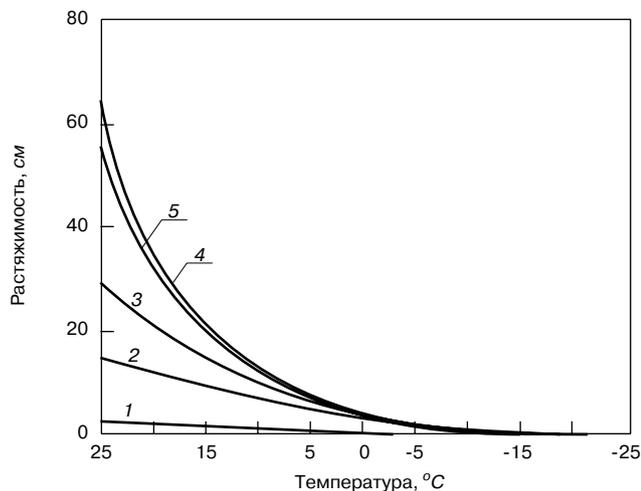


Рис. 3. Изменение растяжимости битумов в зависимости от температуры: 1 – исходное вяжущее; 2 – разбавлено гудроном на 40%; 3 – разбавлено гудроном на 50%; 4 – БНД 90/130 по ГОСТ 22245-90; 5 – БНД 60/90 по ГОСТ 22245-90

Таблица 3

Показатели	Требования ГОСТ 22245–90			Фактические показатели	
	БНД 40/60	БНД 60/90	БНД 90/130	Разбавлено гудроном, мас. %	
Глубина проникания иглы, 0,1 мм, при 25°C 0°C	40–60 не менее 13	61–90 не менее 20	91–130 не менее 28	54 21	114 27
Температура размягчения, °C	не ниже 51	не ниже 47	не ниже 43	52,6	44
Растяжимость, см, при 25°C 0°C	45 –	55 3,5	65 4	15 3,2	29,2 3,8
Температура хрупкости, °C	не выше -12	не выше -15	не выше -17	-19	-21,5
Растворимость, %	не менее 99	–	–	–	–

Таблица 4

Показатели	Ед. изм.	Величина показателей для асфальтобетона на вяжущем		Требования ГОСТ 9128–97
		стандартном (битум БНД 90/130)	полученном из отходов	
Средняя плотность	г/см ³	2,35	2,34	–
Водонасыщение	%	3,5	4	1,5–4
Предел прочности при сжатии при 20°C 50°C	МПа МПа	2,95	5,95	≥2
		0,72	1,38	≥0,9
Коэффициент водостойкости		0,97	0,93	≥0,75

став и структура относительно нормализуются. Известны следующие основные критерии подбора регенерирующих добавок [6]:

- способность к восстановлению дисперсной системы за счет изменения соотношения объемов дисперсной фазы и дисперсионной среды, приводящего к образованию мелкодисперсных частиц фазы;
- совместимость пластификаторов с отработанными битумами при невысокой температуре;
- приоритетное восстановление пластичности, деформативности и теплостойкости отработанных битумов;
- рентабельность и доступность;
- пожаробезопасность и экологическая чистота.

Одним из возможных способов модификации является пластифицирование битума гудроном [7]. Результаты экспериментов по определению качественных показателей вторичного битума, модифицированного различным количеством гудрона, приведены в табл. 2, 3 и на рис. 2. В табл. 2 показано изменение состава битумов в результате пластификации гудроном. В табл. 3 приведены характеристики вторичных битумов, модифицированных гудроном в сопоставлении с требованиями стандартов.

В соответствии с экспериментальными результатами, представленными в табл. 3, можно рекомендовать в качестве технического приема восстановления эксплуатационных характеристик состарившихся в кровле битумов, пластифицировав их гудроном до получения битумов дорожных марок, рекомендуемых для использования при строительстве и ремонте дорожных покрытий в определенной дорожно-климатической зоне.

Пластифицированные битумы характеризуются пониженным показателем растяжимости при 25°C (рис. 3). Однако эластичные свойства пластифицированного битума изменяются с изменением температуры менее резко, чем у стандартных битумов, т. е. восприимчивость вторичного битума к изменениям температуры ниже и вследствие этого трещиностойкость их выше, т. е. у них ниже температура хрупкости.

Испытания асфальтобетонных образцов проведены в соответствии с ГОСТ 9128–97. Из анализа полученных данных следует, что асфальтобетон на вяжущем, получен-

ном из битумосодержащих отходов, удовлетворяет требованиям стандарта для асфальтобетона типа Б марки III по показателям водонасыщения, прочности при 20 и при 50°C, а также коэффициенту водостойкости. Свойства асфальтобетона на различном вяжущем приведены в табл. 4.

Таким образом, показана возможность производить асфальтобетонные смеси, отвечающие требованиям ГОСТ 9128–97, на битумном вяжущем, полученном из кровельных отходов.

Ключевые слова: кровельные отходы, битумное вяжущее, асфальтобетонная смесь, пластификация битума.

Список литературы

1. ТКП 2.48740114.001 механическая переработка отходов битумосодержащих кровельных материалов // ООО фирма «Олимп-Дизайн» г. Калининград, 2004. С. 13.
2. Состояние строительной индустрии и промышленности строительных материалов республики на 01.11.2007 // Бюллетень строительного комплекса Республики Башкортостан. 2007. № 4. С. 11–12.
3. Куангалиев З.А., Теляшев Э.Г., Хайрудинов И.Р., Кутын Ю.А., Ризванов Т.М. Качественные характеристики битумов, применяемых в дорожном строительстве Казахстана // Мир нефтепродуктов. 2010. № 8. С. 14–15.
4. Печеный Б.Г., Ахметова Л.А. Исследование механизма старения битумов в эксплуатационных условиях // Сб. «Труды БашНИИ НП». Уфа. 1976. № 15. С. 90–100.
5. Печеный Б.Г., Ахметова Л.А. Исследование битумов дилатометрическим методом // Сб. «Труды БашНИИ НП». Уфа. 1977. № 16. С. 81–86.
6. Гуреев А.А., Бондаренко Б.И. Очистка и разделение нефтяного сырья, производство товарных нефтепродуктов. Москва: Химия, 1978. 424 с.
7. Яковлев В.В., Кутын Ю.А., Урманов Д.Р., Фархутдинова К.И. Органические вяжущие из битумосодержащих отходов ремонта кровельных покрытий // Проблемы строительного комплекса России: материалы XII Междунар. научн-техн. конф. Т. 1. Уфа: УГНТУ, 2008. С. 54–56.

Е.А. ДАНИЛЬЯН, канд. техн. наук, Северо-Кавказский государственный технический университет (Ставрополь); Б.Ш. АСЕЛЬДЕРОВ, инженер (levass@mail.ru), Дагестанский государственный технический университет (Махачкала, Республика Дагестан); Б.Г. ПЕЧЕНЬИЙ, д-р техн. наук, Северо-Кавказский филиал Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (Минеральные Воды, Ставропольский край)

Оптимизация качества асфальтобетонов с прерывистой гранулометрией заполнителей

Гранулометрический состав минеральных заполнителей и минерального порошка в асфальтобетонных смесях подбирается из принципа достижения наиболее плотной их упаковки. Этот принцип выполняется, если диаметры зерен заполнителей последовательно уменьшаются в соотношении 1:16, при этом получаемые кривые гранулометрического состава заполнителей имеют прерывистую зависимость. Однако асфальтобетонные смеси, приготовленные из заполнителей прерывистого зернового состава, отличаются расслаиваемостью и неоднородностью при их транспортировке и укладке. В связи с этим для обеспечения требуемой удобоукладываемости асфальтобетонных смесей в отечественных стандартах и нормативной документации зарубежных стран предусмотрены зерновые составы минеральных заполнителей менее прерывистой гранулометрии и с меньшей плотностью упаковки зерен [1, 2]. В ГОСТ 9128–2009 для верхних слоев предусмотрено пять видов плотных непрерывных зерновых составов типов А, Б, В, Г и Д, а также два вида плотных прерывистых зерновых составов типов А и Б и один высокоплотный прерывистый зерновой состав. В практике дорожного строительства асфальтобетонные смеси прерывистых зерновых составов из-за их недостатков практически не применяют, хотя по физико-механическим характеристикам асфальтобетоны с прерывистой гранулометрией заполнителя значительно превосходят асфальтобетоны с заполнителями непрерывных зерновых составов. Так, согласно [3] температура растрескивания асфальтобетонных образцов с прерывистой гранулометрией типа А на 9–11°С ниже, чем у асфальтобетонов такого же типа с непрерывной гранулометрией, и на 10–16°С ниже, чем у асфальтобетонов непрерывной гранулометрии типов Б, В, Г и Д.

Появившиеся в последнее время на российском рынке строительства асфальтобетонных покрытий щебеночно-мастичные асфальтобетоны (ЩМА) также имеют прерывистую гранулометрию минерального заполнителя (ГОСТ 31015–2002). Однако проблема расслаивания и стабильности щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей решена за счет применения стабилизирующих добавок, представляющих собой пористые или волокнистые гранулы, способные сорбировать и удерживать битум равномерно на поверхности заполнителя по всему объему смеси. Такими добавками-стабилизаторами являются обработанные битумом и спрессованные в гранулы целлюлозные волокна Виатоп, Геницел, Хризотол, Тапсел, резиновая крошка, полученная упругодеформационным методом измельчения шинной резины Унирем, керамзит, асбест, перлит, кремневая кислота и др. [4, 5].

Вызывает практический интерес изучение технологических и физико-механических свойств асфальтобетонов с прерывистой гранулометрией заполнителя, содержащих стабилизирующие добавки. С этой целью были

изучены асфальтобетонные смеси с прерывистой гранулометрией заполнителя типов А и Б, а также для сравнения асфальтобетонные смеси типов А и Б с непрерывной гранулометрией заполнителей по ГОСТ 9128–2009 и для сравнения щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси ЩМА-20 по ГОСТ 31015–2002.

В качестве минеральных заполнителей использовали дробленый гравий Надзорненского карьера. Марка щебня по дробимости 1100, марка по морозостойкости F50, содержание зерен пластинчатой и игольчатой формы 7,2%, содержание дробленых зерен в щебне 94%. Песчаные фракции дробленого гравия соответствовали требованиям ГОСТ 8736 при содержании глинистых частиц 0,4%. В смесях использовали гидрофобизированный минеральный порошок Усть-Джегутинского карьера, по физико-механическим показателям он соответствует требованиям ГОСТ Р 52129–2003.

Смеси готовили на битуме БНД 60/90 Саратовского нефтеперерабатывающего завода.

В качестве стабилизирующей добавки использовали Виатоп на основе целлюлозного волокна, которая может оказывать не только стабилизирующее действие на структуру асфальтобетонных смесей, но и положительно влиять на показатели теплотрещиностойкости асфальтобетонов. Для выявления этого эффекта готовили асфальтобетонные смеси как со стабилизирующей добавкой, так и без нее.

Зерновые составы минеральной части прерывистой и непрерывной гранулометрии асфальтобетонных смесей были подобраны по средним значениям содержания фракций, указанных в ГОСТ 9128–2009 и ГОСТ 31015–2002, и представлены в табл. 1 и на рис. 1.

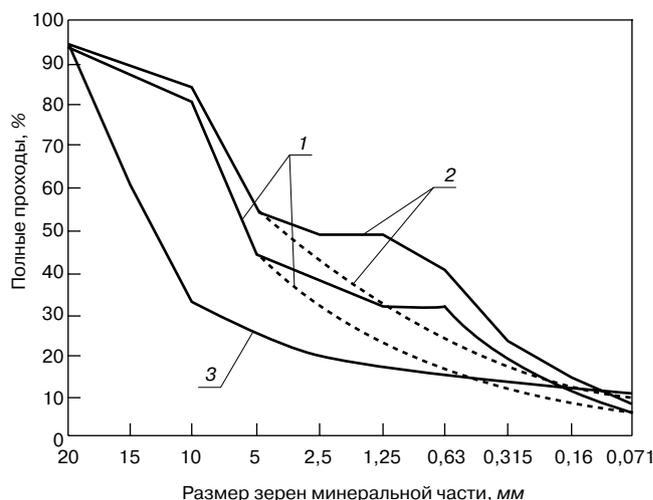


Рис. 1. Зерновые составы прерывистой (—) и непрерывной (---) гранулометрии минеральной части асфальтобетонных смесей типа: 1 – А; 2 – Б; 3 – ЩМА-20

Таблица 1

Тип гранулометрии смеси	Размер зерен мельче, мм									
	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071
Прерывистая гранулометрия										
А	95	88	81	45	39	32	32 (13)	19	11	7
Б	95	90	85	55	49	49	40 (19)	24	15	9
ЩМА-20	95	60	33	25	20	18	16 (9)	14	12	11
Непрерывная гранулометрия										
А	95	88	81	45	32	24	17 (28)	13	9	7
Б	95	90	85	55	43	32	24 (31)	18	13	10

Примечание. В скобках – содержание фракции 5–0,63 мм в смеси, мас. %.

Как следует из данных табл. 1 и рис. 1, особенно большое различие (примерно в два раза) в содержании фракции 5–0,63 мм в зерновых составах типов А и Б прерывистой и непрерывной гранулометрии. Содержание этой фракции в смесях типов А и Б прерывистой гранулометрии примерно на 50–100% больше, чем в смеси ЩМА-20.

Содержание фракции заполнителя 5–0,63 мм влияет на раздвижку зерен щебня в асфальтобетонной смеси и, естественно, ее большее содержание не позволяет образовать щебеночный каркас, в значительной степени определяющий сдвиг-, трещиностойкость асфальтобетонов в смесях типов А и Б непрерывной гранулометрии.

В [6] показано приготовление асфальтобетонных смесей по технологии, согласно которой в смеситель загружают сначала щебень, песок, битум, перемешивают в течение 15 с, а затем добавляют минеральный порошок и перемешивают еще 20 с. Это приводит к снижению продолжительности перемешивания смеси и повышению качества асфальтобетонов. В настоящей работе асфальтобетонные смеси готовили по традиционной технологической схеме I: введение компонентов в смеситель в последовательности щебень → песок → минеральный порошок → битум (перемешивание в течение 60 с) и по схеме II: щебень → песок → битум (перемешивание 15 с) → минеральный порошок (перемешивание 20 с).

Были определены физико-механические показатели свойств асфальтобетонных смесей и асфальтобетонов, предусмотренных в ГОСТ 9128–2009 и ГОСТ 31015–2002, а также показатели трещиностойкости: внутреннее напряжение и температура растрескивания при охлаждении заземленных по концам образцов по методике, представленной в [7].

Определение устойчивости асфальтобетонных смесей к расслаиванию по показателю стекания вяжущего предусмотрено только для щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей по ГОСТ 3105–2002. Сущность метода заключается в определении содержания вяжущего, оставшегося на дне стеклянного стакана после выдерживания в нем в течение 1 ч щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси при температуре ее приготовления и опрокидывания вверх дном в течение 10 с. Однако эта методика не лишена существенных недостатков. Приготовление щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси в отдельном смесителе (в стандарте не оговорено в каком) и тщательное ее перемешивание с последующей загрузкой в количестве 0,9–1,2 кг в стеклянный стакан не исключает расслаивания смеси еще в смесителе, что всегда можно наблюдать по остатку на дне емкости смесителя. При расслаивании асфальтобетонных смесей стекает не вяжущее, а асфальтовяжущее. В связи с изложенным определение устойчивости смесей к расслаиванию производили по стандартной и усовершенствованной методикам. Асфальтобетонную смесь готовили в жестяном стакане емкостью 1 л в количестве 1 кг. Минеральные заполнители, загруженные в жестяной стакан, нагревали до 170°C и вводили в требуемом количестве битум и стабилизатор. Смесь перемешивали механической мешалкой. Стакан с готовой смесью сразу устанавливали в сушильный шкаф и выдерживали при 165°C в течение 1 ч, после чего смесь из стакана выгружали опрокидыванием и определяли содержание оставшегося на дне остатка.

Как следует из рис. 2, показатели стекания, определенные по стандартной и модифицированной методи-

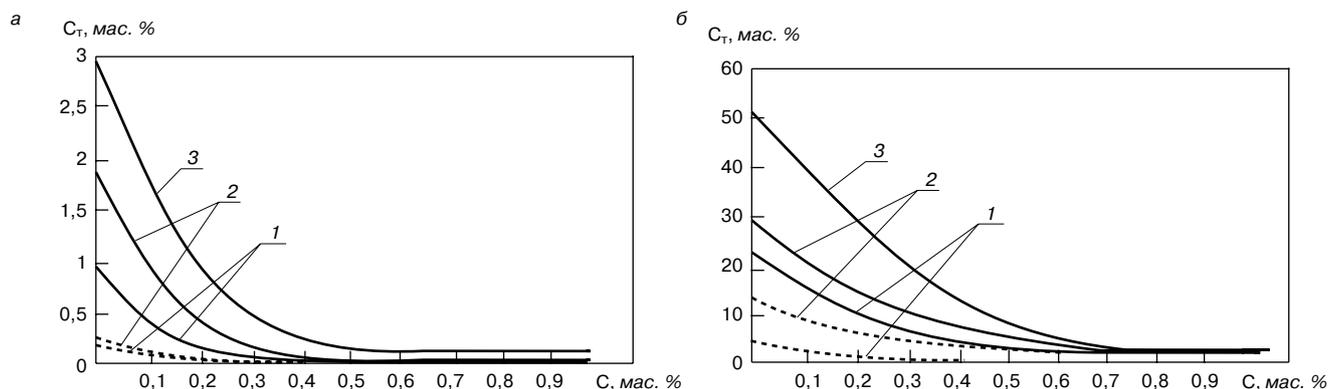


Рис. 2. Зависимость показателя стекания (C_t) асфальтобетонных смесей с прерывистой (—) и непрерывной (---) гранулометрией заполнителя от содержания стабилизатора C , определенного по стандартному (а) и модифицированному (б) методам. Тип гранулометрии: 1 – Б; 2 – А; 3 – ЩМА-20

Таблица 2

Показатели	Схема приготовления смеси	Тип гранулометрии заполнителя				
		прерывистая			непрерывная	
		А	Б	ЩМА	А	Б
Предел прочности при сжатии, МПа при 50°C	I	0,8/1	0,9/1,2	0,6/0,7	1/1,1	1,1/1,3
	II	0,9/1,1	1,1/1,3	0,7/0,9	1,1/1,2	1,3/1,4
при 20°C	I	2,7/2,9	2,8/3,1	2,6/2,9	2,8/3,2	3/3,4
	II	2,9/3,1	3,1/3,4	3/3,3	3,1/3,5	3,3/3,7
при 0°C	I	10/10,1	9,9/10,2	10,1/11	11,2/12	12/12,2
	II	11/11,4	10,6/10,9	11/11,5	11,8/12	12/12,3
Водонасыщение, %	I	4,4/3,9	3,6/2,9	2,9/2,5	3,2/2,9	3/2,6
	II	4/3,2	2,9/2,4	2,4/2	2,7/2,5	2,5/2,2
Водостойкость	I	0,81/0,88	0,82/0,89	0,83/0,9	0,86/0,9	0,88/0,9
	II	0,84/0,91	0,89/0,43	0,8/0,94	0,9/0,94	0,9/0,95
Водостойкость при длительном водонасыщении	I	0,74/0,85	0,75/0,82	0,7/0,81	0,74/0,8	0,8/0,85
	II	0,79/0,95	0,84/0,88	0,8/0,9	0,8/0,88	0,85/0,9
Коэффициент внутреннего трения	I	0,89/0,92	0,84/0,86	0,9/0,94	0,87/0,9	0,8/0,85
	II	0,91/0,93	0,87/0,89	0,9/0,97	0,9/0,92	0,8/0,87
Сцепление при сдвиге при 50°C, МПа	I	0,16/0,2	0,2/0,26	0,1/0,12	0,2/0,22	0,2/0,25
	II	0,18/0,21	0,23/0,27	0,1/0,16	0,2/0,22	0,28/0,3
Предел прочности при растяжении при расколе при 0°C, МПа	I	4,1/4,5	4,1/4,6	4,2/5	4,1/4,4	4,3/4,7
	II	4,8/5	4,7/5,1	4,9/5,4	4,8/5,2	5/5,3
Температура растрескивания, °C	I	–	–	–	–	–
	II	-36/-42	-30/-38	-38/-44	-30/-38	-24/-33
Содержание стабилизатора, мас. % (стандартный метод)	I	–	–	–	–	–
	II	-/0,25	-/0,2	-/0,37	-/0,13	-/0,06
То же (модифицированный метод)	I	–	–	–	–	–
	II	-/0,22	-/0,12	-/0,37	0	0

Примечание. Перед чертой – без стабилизатора; после черты – со стабилизатором Виатоп.

кам, как и следовало ожидать, существенно различаются. Показатели стекания, определенные по модифицированной методике, значительно превышают показатели стекания, определенные по стандартной методике. Причем значения показателей стекания асфальтобетонных смесей, определенные по модифицированной методике, различаются в большей степени в зависимости от гранулометрического типа заполнителя в смеси при меньшем разбросе результатов испытаний.

Согласно ГОСТ 31015–2002 показатель стекания в щебеночно-мастичных смесях должен находиться в пределах 0,07–0,15 мас. %, то есть остаток от 1000 г смеси должен быть в пределах 0,7–1,5 г. Столь малые значения остатка могут быть случайными, что и приводит к большому разбросу показателей стекания. Содержание стабилизатора (С), определенное по графикам на рис. 2, а при стандартном значении показателя стекания 0,15%, в ЩМА-20 составляет 0,37 мас. % и по мере перехода прерывистых гранулометрий заполнителей от типа А к типу Б составляет 0,32 и 0,25 % соответственно, а для типов А и Б с непрерывной гранулометрией – 0,07 и 0,01%. При определении показателя стекания по модифицированному методу и содержании стабилизатора 0,5% в ЩМА-20 остаток C_T равен 7,1% (рис. 2, б), и содержание стабилизатора при этом значении C_T в смесях с прерывистой гранулометрией равно для типа А – 0,39 % и для типа Б – 0,25 %, а для типов А

и Б с непрерывной гранулометрией – 0%. Значительное различие показателей стекания, определенных по стандартному и модифицированному методам, обусловлено тем, что при стандартном методе определения стекания смесь предварительно готовят в отдельном смесителе, а затем загружают в стакан. На дне, стенках и на валу смесителя остается часть отслоившегося асфальтовяжущего смеси в количестве порядка 1,4–3,2% от массы смеси даже при самой тщательной очистке смесителя. Этот остаток снижает показатели стекания смеси, определенные в стеклянном стакане.

Показатели физико-механических свойств асфальтобетонных смесей закономерно меняются в зависимости от типа гранулометрии заполнителя в них. Так, показатели теплостойкости: прочность при 50°C наиболее высокая у асфальтобетонов с непрерывной гранулометрией типа А и типа Б и наиболее низкая у асфальтобетонов ЩМА-20, а асфальтобетоны с прерывистой гранулометрией типов А и Б имеют средние значения прочности при 50°C (табл. 2). По этому показателю асфальтобетоны с прерывистой гранулометрией типов А и Б не укладываются в требования ГОСТ 9128–2009.

Сдвигоустойчивость асфальтобетонов, характеризующая коэффициентом внутреннего трения, наиболее высока у щебеночно-мастичных асфальтобетонов, несколько ниже у асфальтобетонов с прерывистой грану-

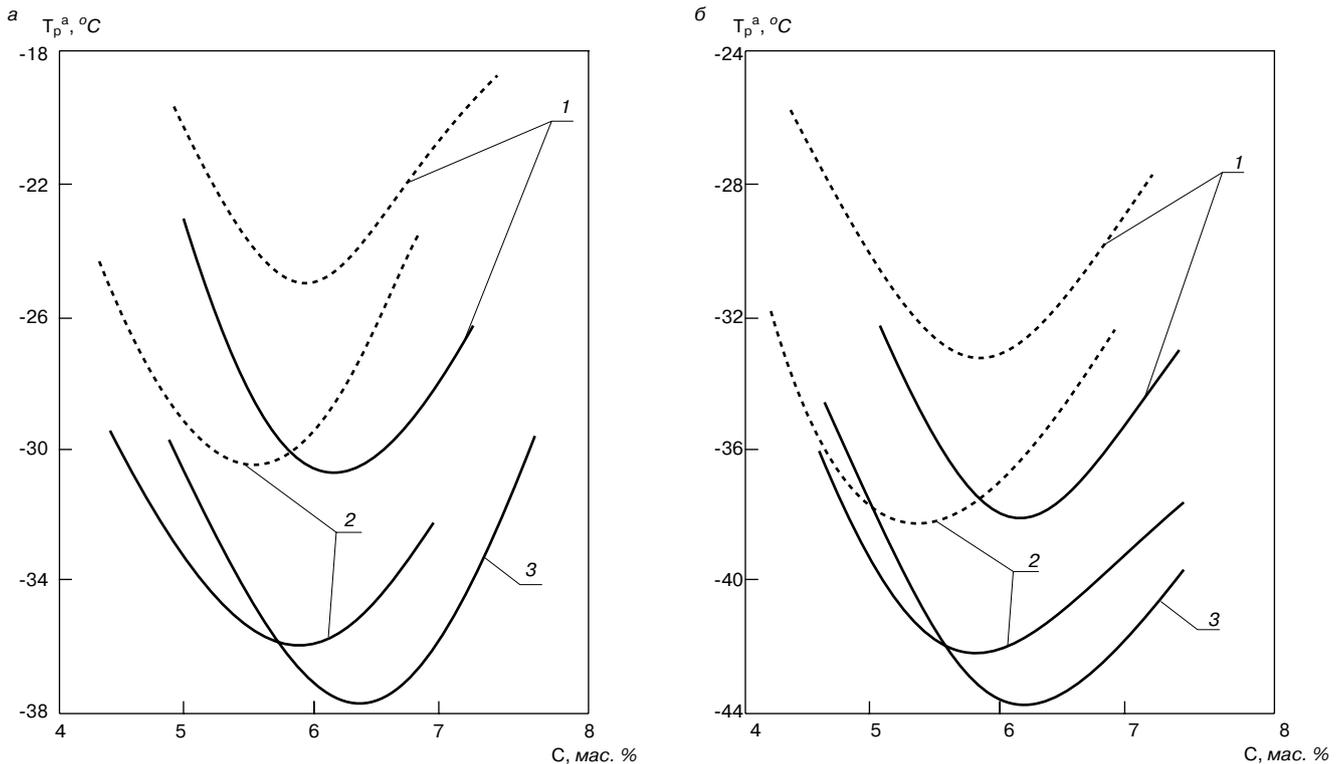


Рис. 3. Зависимость температуры растрескивания асфальтобетонов T_p без стабилизатора (а) и со стабилизатором Виатоп (б) от содержания вяжущего C в смеси с прерывистой (—) и непрерывной (---) гранулометрией заполнителя типа: 1 – Б; 2 – А; 3 – ЩМА-20

лометрией типов А и Б и наиболее низкая у асфальтобетонов с непрерывной гранулометрией типов А и Б (табл. 2). Тем не менее по этому показателю все исследованные асфальтобетоны укладываются в требования ГОСТ 9128–2009 и ГОСТ 31015–2002.

Другой показатель сдвигоустойчивости: сцепление при сдвиге имеет наиболее высокие значения у асфальтобетонов непрерывной гранулометрии и наиболее низкие у щебеночно-мастичных асфальтобетонов ЩМА-20 (табл. 2). По этому показателю ЩМА-20, как и все другие исследуемые составы асфальтобетонов, не укладываются в требования ГОСТ 9128–2009 и ГОСТ 31015–2002. Сцепление при сдвиге (C_{cl}) согласно ГОСТ 12801 определяют по формуле:

$$C_{cl} = \frac{1}{6} (3 - 2 \operatorname{tg} \varphi) R_c, \quad (1)$$

где $\operatorname{tg} \varphi$ – коэффициент внутреннего трения; R_c – прочность при сжатии при 50°C асфальтобетона. Из этого уравнения следует, что чем выше $\operatorname{tg} \varphi$, тем ниже сцепление при сдвиге и в принципе показатель при сдвиге C_{cl} определяется значениями $\operatorname{tg} \varphi$ и R_c , предельные значения которых оговорены в ГОСТ 9128–2009 и ГОСТ 31015–2002. Указанные предельные значения C_{cl} также оговорены в этих стандартах, но они намного превышают пределы, которые определяются по формуле (1) при подставлении стандартных предельных значений $\operatorname{tg} \varphi$ и R_c в эту формулу. Отсюда следует необходимость снижения предельного значения сцепления при сдвиге в указанных стандартах или исключения этого показателя из стандартов.

Из данных, представленных в табл. 2, следует, что все показатели свойств рассматриваемых асфальтобетонов, приготовленных по схеме II, значительно превышают показатели свойств асфальтобетонов, приготовленных по традиционной схеме I. Наряду с этим введение стабилизатора в асфальтобетонные смеси кроме улучшения показателей стабильности и одно-

родности повышает качество асфальтобетонов (табл. 2). Особенно это проявляется в повышении показателей трещиностойкости асфальтобетонов. Как следует из данных табл. 2 и графиков на рис. 3, в асфальтобетонах с прерывистой гранулометрией заполнителя температура растрескивания на $5\text{--}6^\circ\text{C}$ ниже, чем у асфальтобетонов с непрерывной гранулометрией. Введение стабилизатора Виатоп в асфальтобетонные смеси приводит к дополнительному понижению температуры растрескивания на $6\text{--}8^\circ\text{C}$.

Ключевые слова: асфальтобетон, прерывистая гранулометрия, повышение качества.

Список литературы

1. Гезенцевей Л.Б. Дорожный асфальтовый бетон. М.: МинКоммухозиздат РСФСР, 1960. 402 с.
2. Кирюхин Г.Н. Проектирование состава асфальтобетона и методы его испытаний // Обз. инф. Автомобильные дороги и мосты. Вып. 6. М.: Информавтодор, 2005. 68 с.
3. Печеный Б.Г. Битумы и битумные композиции. М.: Химия, 1990. 256 с.
4. Костин В.И. Щебеночно-мастичный асфальтобетон для дорожных покрытий. Нижний Новгород: ННГАСУ, 2009. 66 с.
5. Методические рекомендации по устройству верхних слоев дорожных покрытий из щебеночно-мастичных асфальтобетонов (ЩМА). М.: Согаздорнии, 2002. 37 с.
6. Печеный Б.Г., Данильян Е.А., Галдина В.Д. Влияние режимов приготовления асфальтобетонных смесей на свойства асфальтобетонов // Строительные материалы. 2009. № 11. С. 36–39.
7. Печеный Б.Г., Курбатов В.Л., Данильян Е.А., Потемкин В.Г. Устройство для определения трещиностойкости материалов в покрытиях // Строительные материалы. 2011. № 10. С. 48–49.

Н.Е. КОКОДЕЕВА, канд. техн. наук (kokodeewa@mail.ru),
 О.Ю. МОСКАЛЕВ, инженер (moskalev-oleg@rambler.ru),
 Саратовский государственный технический университет

Расчет срока службы дорожной одежды переходного типа, армированной геоячейками (на основе теории риска)

В последние годы в дорожном строительстве все чаще применяются геосинтетические материалы. Эффективность их применения доказана мировой и отечественной практикой [1]. Использование геосинтетики, в частности геоячеек (объемной георешетки), – это один из наиболее простых способов улучшения транспортно-эксплуатационных качеств дороги, не требующих от дорожной организации использования сложных, дорогих технологий и оборудования.

Если практическая эффективность применения геосинтетических материалов не вызывает вопросов, то с экономическим обоснованием и расчетами дорожных конструкций при использовании этих материалов дело обстоит сложнее. Например, на практике в дорожных одеждах, армированных геоячейками, возникает меньше разрушений (колейность, просадки) и соответственно увеличивается срок службы, но рассчитать это увеличение существующими (детерминированными) методами не представляется возможным.

Решение этой задачи возможно в рамках научного направления «Проектирование, строительство и эксплуатация автомобильных дорог по условию обеспечения безопасности движения с учетом теории риска», основателем которого является профессор СГТУ В.В. Столяров. В этом случае основным критерием оценки дорожной одежды будет риск ее разрушения на определенный год эксплуатации дороги и его соотношение с допустимым риском. Такой подход отвечает цели Федерального закона № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а также основным положениям технического регламента Таможенного союза ТР ТС 014/2011 «Безопасность автомобильных дорог».

Рассмотрим пример влияния геоячеек на срок службы дорожной одежды переходного типа. Выбрана типовая конструкция дорожной одежды в соответствии с ВСН 26-90 «Инструкция по проектированию и строительству автомобильных дорог нефтяных и газовых промыслов Западной Сибири» (Министерство транспортного строительства СССР. М.: Транспорт, 1990. 94 с.) и рассчитана по ОДН 218.046–01 «Проектирование нежестких дорожных одежд» [2]. Такие конструкции используются на промысловых дорогах в Западной Сибири (рис. 1).

По результатам расчета общий эквивалентный модуль упругости конструкции без геоячеек составил 162 МПа при минимальном требуемом модуле упругости для дорожных одежд переходного типа – 100 МПа [2]. Конструкция удовлетворяет требованиям прочности по критериям упругого прогиба и сдвигустойчивости подстилающего грунта.

Расчетный модуль упругости конструкции с геоячейками был вычислен исходя из результатов испытаний, проведенных СоюздорНИИ [3], которые показали, что модуль упругости щебня, помещенного в геоячейки, увеличивается в 1,2 раза. Таким образом, расчетный модуль упругости, рассмотренный в примере конструкции с геоячейками, равен 194,4 МПа, т. е. $162 \times 1,2 = 194,4$ МПа.

Методика расчета срока службы дорожной одежды нежесткого типа

1. Устанавливается коэффициент вариации эквивалентного модуля упругости, соответствующий текущему году эксплуатации t по формуле:

$$C_{V(t)}^{\text{ЭТ}} = C_V^{\text{ЭТ}} + \gamma \cdot t, \quad (1)$$

где γ – коэффициент, учитывающий снижение однородности эквивалентного модуля упругости во времени. В работе [4] установлено, что коэффициент γ зависит от влажности грунта земляного полотна (W_p) и коэффициента вариации требуемого модуля упругости. Для рассматриваемых конструкций $\gamma = 0,22$; t – текущий год эксплуатации, годы; $C_V^{\text{ЭТ}}$ – коэффициент вариации приведенного к расчетной температуре эквивалентного модуля упругости на момент пуска дороги в эксплуатацию, $C_V^{\text{ЭТ}} = 0,05$.

2. Вычисляется среднее значение эквивалентного модуля упругости $E_{\text{ЭТ}(t)}$, приведенное к расчетной температуре, спустя t лет после обследования дорожной одежды по формуле:

$$E_{\text{ЭТ}(t)} = E_{\text{ЭТ}} \cdot \left(1 - \frac{C_V^{\text{ЭТ}}}{C_{V(t)}^{\text{ЭТ}}} \cdot \gamma \cdot t\right), \quad (2)$$

где $E_{\text{ЭТ}}$ – среднее значение эквивалентного модуля упругости в момент пуска дороги в эксплуатацию, МПа.

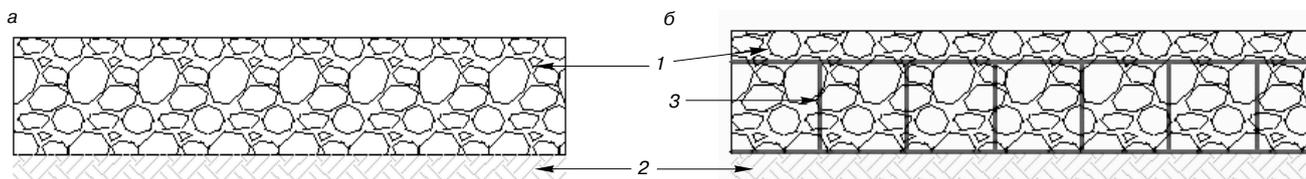


Рис. 1. Схемы конструкций дорожных одежд: а – без геоячеек; б – с геоячейками; 1 – покрытие – щебень фракционированный 40–80 мм с заклиной мелким щебнем, $h=20$ см; 2 – подстилающий слой – песок пылеватый с расчетной влажностью $W_p=0,59$ W_r ; 3 – геоячейки высотой 15 см, со стороной ячейки 21 см, $h=20$ см

Основные показатели дорожной конструкции	Грунт земляного полотна – песок пылеватый, $W_p = 0,59 W_T$									
	Дорожная конструкция									
	без геоячеек					с геоячейками				
	годы эксплуатации					годы эксплуатации				
	0	1	2	3	0	1	2	3	4	
$C_{V(t)}$	–	0,27	0,49	0,71	–	0,27	0,49	0,71	0,93	
$E_{ЭТ(t)}$	162	155,4	154,73	154,47	194,4	186,48	185,67	185,82	185,36	
$\sigma_{ЭТ(t)}$	–	41,96	75,82	109,67	–	50,35	90,98	107,23	131,61	
$r_{(t)}$	→0	0,0206757	0,1313573	0,2206502	→0	0,0101710	0,080273	0,1400715	0,1894300	

3. Определяется среднее квадратическое отклонение эквивалентного (общего) модуля упругости после t лет эксплуатации дороги:

$$\sigma_{ЭТ(t)} = C_{V(t)}^{ЭТ} \cdot E_{ЭТ(t)}. \quad (3)$$

4. Устанавливается значение минимального модуля упругости, при котором разрушение одежды будет достигать 50%:

– при $C_V^{ЭТ} \neq 0,2$

$$E_M = \frac{\sqrt{E_{ТР}^2 + [(C_V^{ЭТ})^2 - 1] \cdot (E_{ТР}^2 - 25\sigma_{ТР}^2)} - E_{ТР}}{25 \cdot (C_V^{ЭТ})^2 - 1}; \quad (4)$$

– при $C_V^{ЭТ} = 0,2$

$$E_M = \frac{E_{ТР}^2 - 25\sigma_{ТР}^2}{2 \cdot E_{ТР}}. \quad (5)$$

5. Вычисляется среднее квадратическое отклонение минимального модуля упругости:

$$\sigma_M = C_V^{ЭТ} \cdot E_M. \quad (6)$$

6. Определяется риск разрушения дорожной одежды спустя t лет эксплуатации дороги:

$$r_{(t)} = 0,5 - \Phi \left(\frac{E_{ЭТ(t)} - E_M}{\sqrt{\sigma_{ЭТ(t)}^2 + \sigma_M^2}} \right). \quad (7)$$

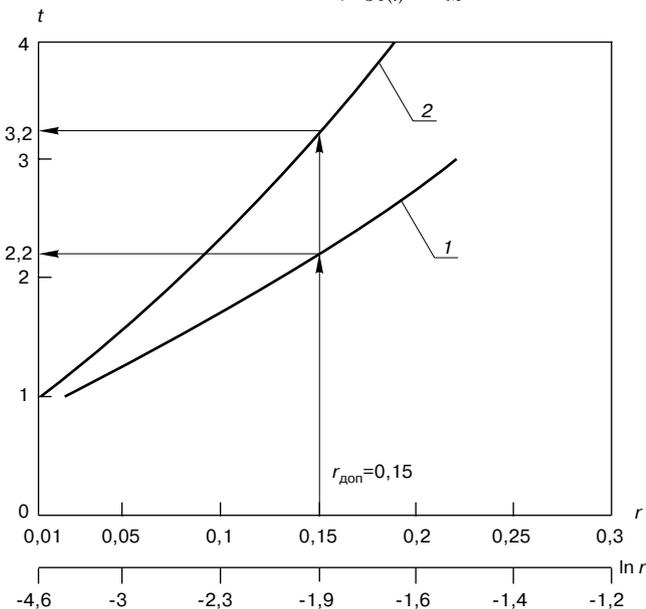


Рис. 2. Зависимость срока службы дорожной одежды от риска ее разрушения: t – срок службы дорожной одежды; r – риск разрушения дорожной одежды; $\ln r$ – натуральный логарифм риска разрушения: 1 – без геоячеек; 2 – с геоячейками

Если риск разрушения дорожной одежды в какой-либо год эксплуатации равен или превышает допустимый риск, то фактическим сроком службы дорожной одежды является период до этого года. Допустимый риск вычисляется по зависимости:

$$r_{доп} = 1 - K_H, \quad (8)$$

где K_H – требуемый минимальный коэффициент прочности, принимаемый для дорожных одежд переходного типа 0,85. Следовательно, допустимый риск расщепленных выше конструкций (с геоячейками и без них) равен: $r_{доп} = 1 - 0,85 = 0,15$. Результаты расчета приводятся в таблице.

В результате проведенных расчетов при совместном использовании предложенной выше методики и исследований СоюздорНИИ [3] установили, что срок службы дорожной одежды переходного типа (при $r_{доп} = 0,15$) без применения в ней геоячеек составляет 2,2 года, а с использованием геоячеек – 3,2 года.

Дальнейшие исследования по оценке риска разрушения дорожных конструкций должны быть направлены на изучение работы слоя «геоячейки + щебень» в защемленном состоянии, т. е. когда слой «геоячейки + щебень» не является верхним в конструкции. Модель, описывающая защемленное состояние, представлена Н.Н. Ивановым [5]. Принципы конструирования, описанные им, до сих пор применяются на практике и заложены в действующие нормативные документы.

Ключевые слова: допустимый риск, срок службы, геоячейки, дорожная одежда, эквивалентный модуль упругости, теория риска.

Список литературы

1. Львович Ю.М. Геосинтетические и геопластиковые материалы в дорожном строительстве // Автомобильные дороги. Обзорная информация / М.: Информавтодор, 2002. Вып. 7.
2. Проектирование нежестких дорожных одежд (ОДН 218.046–01) / Гос. служба дор. хоз. Министерства транспорта РФ. М.: Транспорт, 2001. 145 с.
3. Пшеничникова Е.С., Хусаинов И.Ж. Метод расчета прочности дорожной одежды с объемной георешеткой // Дороги. Инновации в строительстве. 2011. № 7. С. 28–30.
4. Коккодева Н.Е. Определение срока службы дорожной одежды и темпов ее разрушения с учетом изменения влажности грунта в расчетный период года (с позиции теории риска) // Строительство и реконструкция. 2009. № 6/26 (574). С. 86–90.
5. Иванов Н.Н. Конструирование и расчет нежестких дорожных одежд. М.: Транспорт, 1973. 328 с.

III научно-практическая конференция «Материалы для дорожного строительства: ДОР-СМ 2011»



состоялась 29 ноября 2011 г. в Москве. Ее организатором традиционно выступает редакция научно-технического и производственного журнала «Строительные материалы»[®] совместно с кафедрой дорожно-строительных материалов МАДИ при поддержке Федерального дорожного агентства «Росавтодор». В работе конференции приняло участие около 100 специалистов в области производства строительных материалов и проектирования и строительства дорог из Москвы и Московской области, Санкт-Петербурга, Белгорода, Волгограда, Иванова, Калуги, Перми, Саратова, Сочи, Улан-Удэ, Ярославля.



Участников конференции ДОР-СМ 2011 приветствует проректор МАДИ В.В. Ушаков



Л.А. Хвоинский



А.Е. Мерзликин

Открывая конференцию проректор МАДИ В.В. Ушаков отметил актуальность ее тематики. Виктор Васильевич подчеркнул, что к важнейшим задачам в дорожном строительстве относятся продление эксплуатационного срока службы автомобильных дорог, увеличение межремонтных периодов. Значительную роль в решении этих задач играют дорожно-строительные материалы.

Генеральный директор НП МОД «Союздорстрой» Л.А. Хвоинский подробно остановился на вопросе разработки технической документации для дорожной отрасли. Он отметил, что в целях гармонизации стандартов организации МОД «Союздорстрой», которые должны в дальнейшем стать основой национальных стандартов, с европейскими стандартами были изучены несколько сот зарубежных нормативных документов в области дорожного строительства, 31 стандарт переведен на русский язык. Сформирована программа разработки СТО МОД «Союздорстрой», в том числе на дорожно-строительные материалы, созданы временные творческие коллективы.

При разработке стандартов принят принцип дифференцирования, т. е. каждый вид работ – устройство оснований, земляное полотно для автомобильных дорог, асфальтобетонные покрытия – разделены на несколько видов работ, для каждого из которых разрабатываются стандарты организации. В 2011 г. выпущено шесть стандартов. В план 2012 г. включено 12 стандартов. Разработка стандартов финансируется, к сотрудничеству приглашаются строительные и научные организации.

Основные задачи при создании технической документации – обеспечение долговечности дорог, их стойкости к колебанию, увеличению межремонтного периода. Руководством к действию всех дорожников России может стать процитированное Леонидом Адамовичем высказывание В.В. Путина: «Плохое состояние дорог является объективным ограничителем роста экономики России».

Тему совершенствования нормативной базы отрасли продолжил канд. техн. наук, **заведующий лабораторией ФГУП «РОСДОРНИИ» А.Е. Мерзликин**. Он отметил, что нормы проектирования дорожных одежд, созданные более 20 лет назад, не отвечают современным требованиям, предъявляемым к автомобильным дорогам. Требуется разработать новый метод расчета дорожной одежды, включающий детальный анализ напряженно-деформированного состояния; уточнить классификацию дорожных одежд, где предусмотреть композиционные дорожные одежды. При оценке прочности дорожной одежды помимо трех критериев предельного состояния необходимо прогнозировать развитие колеи и температурных трещин; при проектировании нежестких дорожных одежд необходимо вводить переменную величину коэффициента динамичности, которая увеличивается в соответствии с ухудшением ровности в процессе эксплуатации и т. п.

Доклад Н.С. Левковой, канд. техн. наук, заведующей отделом исследования не-рудных строительных материалов и стандартизации ФГУП «ВНИПИИстромсырье»



В.П. Носов



В.Н. Свежинский

(Москва) был посвящен частному, но весьма актуальному для дорожников вопросу – новому межгосударственному стандарту ГОСТ 31424–2010 (Межгосударственный стандарт) «Материалы строительные нерудные из отсевов дробления плотных горных пород при производстве щебня. Технические условия».

В.П. Носов, д-р техн. наук, заведующий кафедрой строительства и эксплуатации дорог МАДИ рассказал о проблемах строительства цементобетонных покрытий дорог, к которым в последнее время возник большой интерес в связи с необходимостью создания альтернативы асфальтобетонным покрытиям, вызванной ограниченностью запасов нефти и постоянным ростом цен на битум. Главные задачи научных работ и практических разработок – повышение долговечности и увеличение межремонтных сроков службы цементобетонных покрытий, основными дефектами которых являются трещины, как усадочные, так и силовые. Трещинообразование зависит от многих факторов. К материаловедческим задачам относятся разработка составов быстротвердеющих бетонов, так как закрывать движение на 28 суток практически невозможно; повышение морозостойкости покрытий, снижение риска шелушения, применение различных модифицирующих добавок направленного действия и т. д.

Традиционно считается, что на цементобетонных покрытиях практически не образуется колея. Однако на опытном участке автодороги М4 «Дон» на 49–70 км выявлена колея глубиной 4–9 мм. Предстоит разобраться в причинах. Ведь на качество цементобетонных покрытий оказывают влияние конструктивное решение дорожной одежды, технология производства работ, качество компонентов бетонной смеси. Например, большое значение имеет вид горной породы и форма изготовленного из нее щебня.

Несмотря на то что цементобетон дешевле асфальтобетона, его применение в нашей стране сдерживается рядом факторов: недостатком практических данных об эксплуатации цементобетонных покрытий в различных климатических условиях и при различных нагрузках, соответственно не отработаны конструкции дорожных одежд и технология, недостаточно специальной дорожной техники. Имеющихся в настоящее время несколько комплектов импортных машин для укладки цементобетона недостаточно. Они обеспечивают укладку 20–30 км/год, а строить необходимо не менее 300 км в год.

С нетерпением ждали участники конференции доклад **Е.В. Зинченко, заместителя начальника ОЛКисС ФКУ ДСД «Черноморье», доцента Сочинского филиала МАДИ**. На предыдущей конференции Елена Владиленовна докладывала о разработке резинированных асфальтобетонов, полученных на основе исследований Б.М. Слепой. На данном мероприятии доклад был посвящен применению резинированных асфальтобетонов для массового строительства дорог в Сочи.

Резинированные асфальтобетоны получают путем введения резинового порошка в количестве 2–3% непосредственно в минеральный материал до его объединения с битумом. При этом резина не подвергается деструкции и в наибольшей степени сохраняет эластические свойства. Вводимый таким способом резиновый порошок создает в асфальтобетоне развитую систему центров эластичности, способствующую существенно улучшению ее структурно-механических свойств. Резиновый порошок оказывает структурирующее действие, упрочняя асфальтобетон.

В составы вводили также модификатор – полиэтилен высокого давления. Характерно, что все компоненты асфальтобетонных смесей местные. Проведенные испытания показали повышенные характеристики усталостной долговечности, демпфирующей способности, что особенно важно там, где возникают значительные динамические воздействия, и шумопоглощающих свойств резинированных асфальтобетонов.

Применение резинового порошка в силу возможности его взаимодействия с битумом позволяет изменить поровую структуру, а также коррозионные свойства асфальтобетонов: на порядок понижается коэффициент фильтрации и на 20–30 % увеличивается коэффициент морозостойкости.

Полученные составы в три раза дешевле обычных. На них имеется патент. Укладку можно выполнять вибротромбованием. Перемешивание смеси дробленой



В перерыве есть что обсудить Н.С. Левковой (ВНИПИИстромсырье) и генеральному директору компании «ГС-Эксперт» А.А. Семенову



Зам. заведующего кафедрой дорожно-строительных материалов МАДИ Э.В. Котлярский выступил с докладом о научно-методических основах оценки структурно-механических свойств композиционных материалов на основе органических вяжущих



Т.А. Артамонова, заместитель директора по НИР и развитию ООО «Завод герметизирующих материалов» (г. Дзержинск Нижегородской обл.), представила линейку герметизирующих материалов серии Абрис для защиты транспортных сооружений



Е.В. Зинченко



К.А. Босхолов



И.Г. Шашков



Е.А. Мальхина



Оборудование немецкой фирмы МАЗА ГмБХ для производства мелкочтучных бетонных элементов при строительстве дорог и благоустройстве территорий представил заместитель главы представительства С.Ю. Моchnый



Директор малого инновационного предприятия «МАДИ – дорожные технологии» Ю.Э. Васильев рассказал о совершенствовании испытаний асфальтовых бетонов

резины с битумом при 170–200°C и не менее 5 мин и не более 3 ч. При перевозке смесь не течет.

Интересный доклад сделал **К.А. Босхолов, главный инженер ФКУ Упрдор «Южный Байкал» (Улан-Удэ, Республика Бурятия)**. Он рассказал о проблемах, с которыми специалисты столкнулись при строительстве дороги из Улан-Удэ в Китай через Монголию. Как и во многих регионах проблемы возникли из-за возросшего потока транспорта, при котором грунты основания дороги оказались не достаточно прочными. Было решено применять для их укрепления имеющиеся в большом количестве вблизи от строительства невостребованные отходы – золы уноса в смеси с цементами низкого водопоглощения (ВЦВ). Первоначально построили участок Улан-Удэ–Кяхта.

Исследования свойств смесей грунт–зола–унос–ВЦВ проводились совместно специалистами Восточно-сибирского государственного технологического университета. Исследовали золы углей разных месторождений, их фракционный состав, проводили гранулометрическую микроскопию, рентгенофазовый анализ. Исследования проводили на пылеватых песчаных и пылеватых суглинках. Полученные составы при испытаниях не отвечали требованиям ГОСТа по морозостойкости. Затем в ВЦВ стали добавлять стеарат Са. Новые составы имели достаточно высокие показатели по прочности и морозостойкости, т. е. отвечали требованиям ГОСТа.

Оптимальные составы содержали 20–30 мас. % ВЦВ что дает значительную экономию цемента. В настоящее время разрабатываются технические условия и рекомендации по укреплению грунтов основания дорог с применением зол гидроуноса с ВЦВ.

Дебютантом конференции стало ООО «**СпецПолимерНефтеГазстрой**» (г. Подольск Московской обл.), которое выпускает геоматрицы для укрепления земляного полотна на слабых, заболоченных, обводненных грунтах, на раскисших участках мерзлоты. **Ведущий специалист предприятия Е.А. Мальхина** рассказала, что конструкция геоматриц и оригинальная технология их укладки позволяет вести непрерывное строительство дорог в сложных условиях, в том числе и при прокладке нефте- и газопроводов по непроходимой местности.

Геоматрица изготавливается из тканого полиэфирного полотна. Она представляет собой шитую конструкцию из ячеек прямоугольной формы с гибким дном. Высота ячейки до 1,5 м в зависимости от конструкции дорожного полотна и состояния грунта, на котором ведется строительство.

Перед укладкой геоматрицы монтируют на рамы, которые устанавливают, чтобы обеспечить прокладку участка трассы на всю проектную ширину. Затем матрицы засыпают грунтом, который может быть переувлажненным, так как ткань матрицы является дренажом. На поверхность заполненной матрицы дополнительно насыпается около 10 см грунта. После заполнения рамы демонтируют и используют для установки следующего ряда матриц. Грунт уплотняется. Заполненные ячейки давят друг на друга, получается плотный слой грунта, надежно удерживаемый матрицами. При необходимости можно укладывать слои матриц с грунтом друг на друга. По заполненным матрицам может проходить транспорт, например трубоукладчик. Основание выдерживает нагрузку до 100 т/м².

Первоначально такие дороги строили временными, только для прокладки трасс газ- и нефтепроводов, но после испытаний и наблюдений технологию стали использовать для устройства постоянных дорог на Крайнем Севере, Дальнем Востоке, на заболоченных почвах в других регионах. Также принято решение строить такие дороги вдоль всех трассовых проездов Газпрома.

Испытания матриц специалисты компании проводили совместно с СоюздорНИИ в 2008 г. Срок службы материала более 50 лет. Материал матрицы не гниет, не боится УФ-излучения. Заполненная грунтом конструкция обладает высокой прочностью. Два года наблюдения за газопроводом Ярославль–Кириши показали, что конструкция полностью сохранилась на заболоченной местности. Большая экономия достигается при ремонте и реконструкции таких дорог.



Доклад С.В. Овсянникова, директора ООО «Дефшов» (Москва), был посвящен современным конструкциям деформационных швов для мостовых сооружений



У Н.Е. Кокодовой из Саратовского государственного технического университета всегда много вопросов к докладчикам

М.Н. Богданов, главный специалист технического отдела ООО «Габиионы Маккаферри СНГ» (Москва), также впервые участвовал в конференции ДОР-СМ. Он посвятил доклад вопросу армирования асфальтобетона сеткой Родмеш из стальной проволоки двойного кручения с цинковым антикоррозионным покрытием, укрепленной армирующим прутком, расположенным в поперечном направлении. Разработанная технология применяется фирмой с 1996 г. Раньше сетку импортировали из Бразилии, в настоящее время организованы производства в г. Дмитрове Московской области и Кургане.

Использование сетки Родмеш в новом дорожном строительстве увеличивает несущую способность дорожного покрытия, особенно на слабых грунтах, предотвращает образование колеи и отраженных трещин. Сетку можно укладывать на предварительно огудроненные бетонные плиты. При капитальном ремонте, вначале проводят фрезерование изношенного слоя, затем укладывается сетка и заливается асфальтом. В любом случае рекомендуется укладывать сетку Родмеш между асфальтобитумными слоями.

Применять технологию можно также и для устройства взлетно-посадочных полос аэродромов. При укладке сетки на щебень под асфальт она выполняет роль компенсатора разности модулей упругости.

В настоящее время в мире успешно эксплуатируется более 200 объектов с применением сетки Родмеш, уложено 1,6 млн м² дорог. В России таких объектов пока только 14, в основном в Татарстане. Также планируется применение сетки Родмеш при реконструкции аэропортов в Томске и Нижнем Новгороде. Компания «Маккаферри» финансирует устройство опытных участков.

Доклад **генерального директора Центра инженерно-технических исследований «Дорконтроль» В.Н. Свежинского** был посвящен сравнительным полевым испытаниям материалов и изделий для горизонтальной дорожной разметки, проводимым с 2009 г. на автомобильной дороге М-4 «Дон» в Воронежской области, с 2010 г. – на автомобильной дороге М-51 «Байкал» в Новосибирской области (участки с асфальтобетонным и цементобетонным покрытием) и с 2011 г. – на автомобильной дороге М-18 «Кола».

Особенностью возобновленных в 2009 г. сравнительных полевых испытаний является отсутствие бюджетного финансирования, проведение исключительно инструментального контроля и подтверждение серийного выпуска представленных на испытания материалов. В испытаниях участвуют отечественные и зарубежные производители и поставщики разметочных материалов изделий – красок (эмалей), термопластиков, холодных пластиков, штучных форм, противоскользких элементов. При нанесении контрольных линий используются различные технологии, в том числе нанесение холодных пластиков с формированием разметки со структурной поверхностью, двойное нанесение красок.

Результаты сравнительных полевых испытаний были рассмотрены и одобрены на секции № 7 НТС Росавтодора. Отчетные материалы передаются участникам испытаний, в Федеральный дорожный департамент Минтранса РФ, Департамент ОБДД МВД России, Ассоциации РАДОР, публикуются в профессиональных печатных СМИ.

Всего участники конференции заслушали и обсудили более 20 докладов. По ряду вопросов завязались эмоциональные дискуссии. Коллеги пришли к выводу, что новые материалы и инновационные технологии с трудом внедряются в практику массового строительства, что, конечно, не приближает отрасль к решению главных задач – повышению долговечности российских дорог, повышению их надежности и безопасности.



Президент Академии бизнеса и управления (Волгоград) Г.М. Кондрашов активный участник дискуссии



М.Н. Богданов

**В.Л. Козина, канд. техн. наук,
Т.А. Абакумова, инженер,
РИФ «Стройматериалы»**

Л.С. СКАМНИЦКАЯ, старший научный сотрудник, Т.П. БУБНОВА, научный сотрудник, Институт геологии Карельского НЦ РАН (Петрозаводск)

Композиты на основе анортозитов и их свойства

Минералонаполненные пластмассы – композиты в последнее десятилетие демонстрируют высокие темпы промышленного производства. Мировое потребление минеральных наполнителей составляет до 30 млрд т. Ежегодно растет спрос на этот вид продукции и в России, которая в значительных количествах импортирует наполнители из Турции и Чехии [1]. Применяют минералонаполненные пластмассы, главным образом как конструкционные материалы, механическая прочность которых определяется прочностными и деформационными характеристиками полимерной матрицы и применяемого наполнителя. Наиболее широко в качестве минеральных наполнителей в мире используют карбонат кальция, каолин, слюда, тальк [2–4].

В этой связи поиски новых сырьевых источников для производства наполнителей с высокими механическими характеристиками актуальны. Для расширения сырьевой базы минерального сырья в Карелии в качестве возможного источника сырья многоцелевого использования изучены в качестве наполнителей терморезистивных полимеров анортозиты Котозерского массива, расположенного в Лоухском районе республики, недалеко от железнодорожной станции Котозеро.

В России анортозиты относятся к нетрадиционному виду полевошпатового сырья, однако в мировой практике такие породы, в составе которых плагиоклазовая часть сложена лабрадором или битовнитом, имеют промышленное применение.

В мире анортозиты широко используются [5] в производстве минеральной ваты, дорожных покрытиях, в качестве наполнителей в бетон, как декоративный щебень для ландшафтного дизайна (табл. 1).

Состав природных перерабатываемых анортозитов имеет следующие пределы, %: SiO₂ – 45–47; Al₂O₃ –

30–32; Fe₂O₃ – 2,5–3; Na₂O – 1–1,5; CaO – 14,5–17 [6]. Средний состав продуктивных разновидностей анортозитов Котозерского массива несколько отличается от перерабатываемых, по SiO₂ и Al₂O₃ имеет незначительные вариации состава по массиву, что определяется преобладающим плагиоклазом в его составе (табл. 2).

Основными рудообразующими минералами породы являются плагиоклазы, состав которых варьирует от An₅₂ до An₆₈ (лабрадор) и амфибол (роговая обманка). Количество плагиоклаза колеблется от 70 до 90%. Плагиоклаз в анортозите представлен крупными, удлиненными пластинами – Pl-1 (до 4–5 мм) и мелкими вторичными зернами Pl-2 (0,1–0,4 мм). Встречаются равномерно зернистые разности (0,2–0,6 мм) (рис. 1).

Таблица 1

Области использования	Спецификация продукции
Щебень	Светлоокрашенное дорожное покрытие, садовые дорожки
Строительный материал	Наполнитель в бетон, облицовочный камень, промышленная половая плитка
Минеральное волокно	Шлаковата
Абразив	Полировочная пудра, зубная паста, песок в пескоструйных аппаратах
Наполнители	Краски, пластик, резина, полиэфир и эпоксидные смолы
Связующее	Асфальт
Керамическое производство	Половая и стеновая плитка, электрофарфор, биокерамика, керамическая глазурь

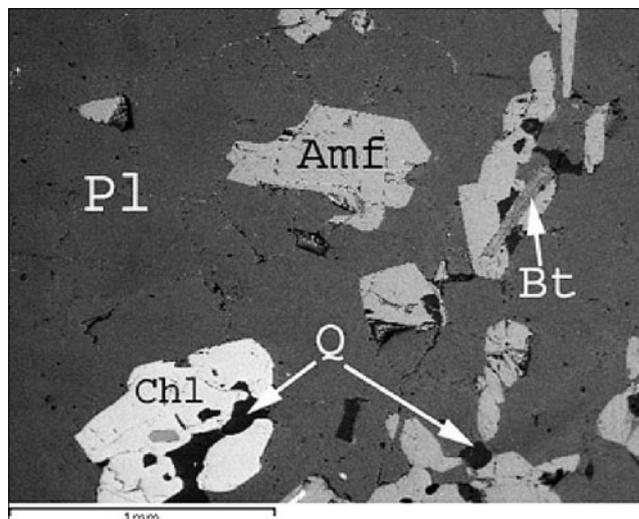
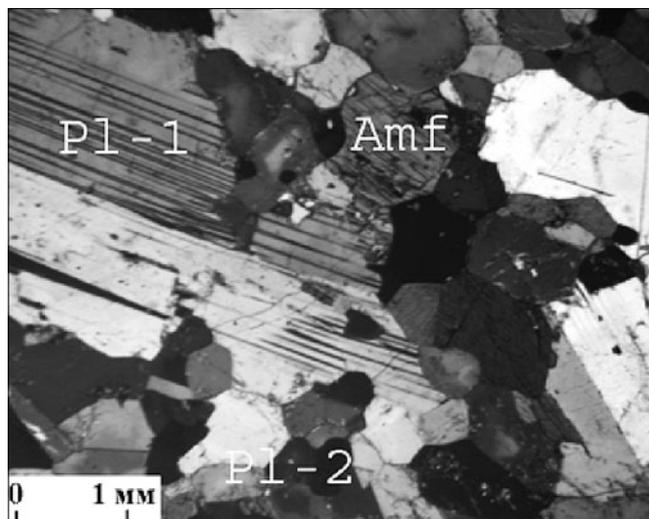


Рис. 1. Микроструктура анортозита: Pl – плагиоклаз; Amf – амфибол; Q – кварц; Bt – биотит; Chl – хлорит

Таблица 2

Оксиды	Состав по разновидностям породы, мас. %		
	Анортозит	Метаанортозит	Средний по массиву
SiO ₂	50,53	50,18	50,39
TiO ₂	0,22	0,24	0,23
Al ₂ O ₃	28,45	27,63	28,13
Fe ₂ O ₃	0,75	1,14	0,91
FeO	1,57	2,08	1,78
Fe _{общ} в пересчете на Fe ₂ O ₃	2,49	3,45	2,88
MnO	0,03	0,04	0,035
MgO	1,38	1,71	1,51
CaO	11,68	11,29	11,52
Na ₂ O	3,78	3,89	3,82
K ₂ O	0,45	0,58	0,50
H ₂ O	0,14	0,16	0,14
ППП	0,83	0,86	0,84

Таблица 3

Маркировка наполнителя в рецептурах	Описание	Крупность, мм	Влажность, %
№ 1	Исходная порода	< 0,1	0,095
№ 2	Анортозитовый концентрат	< 0,056 мм	0,074
№ 3	Анортозитовый концентрат	< 0,04 мм	0,065

Анализ вещественного состава и структурных особенностей породы показал, что в промышленных целях может использоваться как необогащенная порода, так и анортозитовый концентрат, при этом получение высокочистых концентратов не является проблемой [7]. Технология обогащения анортозитового сырья зависит как от назначения получаемых при обогащении продуктов, так и от геологических особенностей исходного сырья [8]. Вещественный состав и текстурно-структурные особенности руды Котозерского массива позволяют ис-

пользовать при обогащении методы сухой магнитной сепарации, обеспечивающие получение маложелезистых плагиоклазовых концентратов.

Анортозиты Котозерского массива изучены в качестве наполнителей терморезистивных полимеров, при этом установлены пределы наполнения композитов, определены прочностные характеристики полученных композитов при сжатии, водопоглощение и прочность при растяжении. Испытания выполнены в заводских условиях лаборатории пластмасс ООО «Буммаштехнолог» (Петрозаводск).

В качестве терморезистивных полимеров были выбраны связующие, широко применяемые в различных областях промышленности: эпоксидная смола марки ЭД-20; полиэфирная смола марки АРОPOL M 105 ТВ; полиуретан марки СКУ-ПФЛ.

Испытания проводили как на исходной породе (неизмененный роговообманковый анортозит), так и на микронизированных анортозитовых концентратах, полученных при обогащении анортозита методом магнитной сепарации (табл. 3).

Анортозитовые наполнители отличались по крупности и содержанию оксидов титана, железа, магния и марганца (табл. 4).

Наполнители вводили в следующих количествах, мас. ч. на 100 мас. ч. связующего: в эпоксидную композицию – 5, 10, 20 и 100; в полиэфирную композицию – 20, 40, 60, 100, 150, 200 и 300; в полиуретановую композицию – 5, 10, 20.

Характеристики получаемых композитов определяли по стандартным методикам [9].

Разрушающее напряжение при сжатии определяли по ГОСТ 4651–82 на цилиндрических образцах диаметром 10 мм и высотой 15 мм. Изготавливали образцы методом свободной заливки в металлическую форму. Производили заливку двух партий по 10–12 образцов в каждой партии. Испытания производили на универсальной испытательной машине FP-100, обеспечивающей измерение нагрузки с погрешностью не более 1% при скорости 1 мм/мин. Испытания образцов проводили через 3 сут после их заливки. Допускаемые отклонения отдельных определений не превышали 5% среднеарифметических значений.

Прочность при растяжении определяли для композиций из полиуретана по ГОСТ 11262–80 с наполнителем № 1 на универсальной испытательной машине FP-10 при скорости 50 мм/мин.

Таблица 4

Наполнитель	Содержание оксидов, мас. %											
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	ППП
№ 1	49,75	0,19	28,69	0,98	1,02	0,066	2,08	11,89	4,12	0,4	0,05	0,74
№ 2, 3	52,42	0,01	29,44	0,19	0,02	0,004	0,15	12,23	4,53	0,18	0,04	0,48

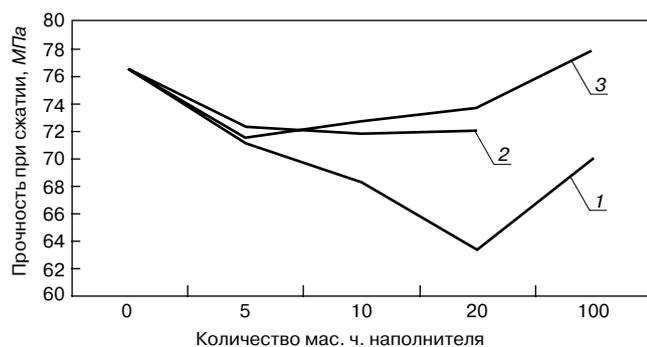


Рис. 2. Результаты прочности при сжатии для композиций с эпоксидной смолой: 1 – наполнитель № 1; 2 – наполнитель № 2; 3 – наполнитель № 3

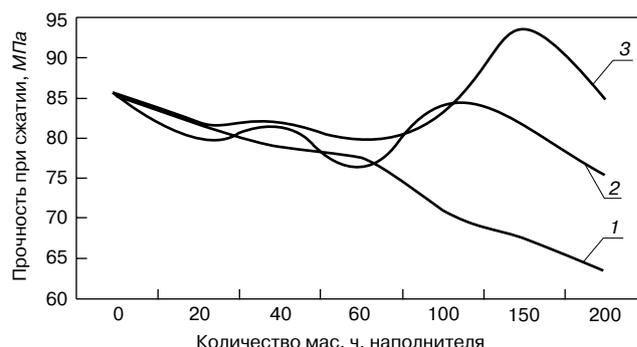


Рис. 3. Прочность при сжатии для композиций с полиэфирной смолой: 1 – наполнитель № 1; 2 – наполнитель № 2; 3 – наполнитель № 3



Рис. 4. Принципиальная технологическая схема переработки анортзитов Котозерского проявления

Водопоглощение полученных композитов определяли по ГОСТ 4650–80 (метод А) на цилиндрических образцах диаметром 10 мм и высотой 15 мм при 7-дневной экспозиции в дистиллированной воде.

Абразивный износ композиций, полученных на основе эпоксидной и полиэфирной смол, определяли по ГОСТ 11012–69 на машине типа АР-40. Истирание производили по шкурке 15АМ40ПМ964 ГОСТ 6456–87. Показатель истирания предназначен для сравнительной оценки износа пластмасс при абразивном истирании без смазки.

В композициях на основе эпоксидной смолы в качестве отвердителя использовали полиэтиленполиамин ТУ 2413–357–00203447–99 в количестве 14 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы; в качестве пластификатора применяли жидкий тикол ГOST 12812–80 в количестве 15 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы. Наполнители вводили в количестве 5, 10, 20 и 100 мас. ч. на 100 мас. ч. связующего.

Прочностные характеристики при сжатии полученных образцов представлены на рис. 2.

Композиция из чистой эпоксидной смолы ЭД-20 заливается легко и имеет показатель напряжения при сжатии в 75,7 МПа (рис. 2). При введении наполнителей до 20 мас. ч. они вводятся легко, без комкования с легкой заливкой композиции в целом. Для наполнителя № 1 из исходного анортзита и № 3 на основе концентрата крупностью -0,04 мм возможно введение их в композицию до 50% количества смолы (100 мас. ч.) с получением более густой массы, но которая заливается без дефектов. Наибольшие вариации напряжения при сжатии у масс, содержащих наполнитель № 1 (необогатенный анортзит), – понижение показателей на 7–17%. При введении наполнителей № 2 и 3 значения $\sigma_{сж}$ более стабильны, отклонение в пределах 5%. Чем тоньше анортзитовый наполнитель, тем выше показатели.

В композициях на основе полиэфирной смолы М105 ТВ в качестве отвердителя применяли бутанокс М50 в количестве 3 мас. ч. на 100 мас. ч. смолы. Прочность при сжатии полученных образцов приведена на рис. 3.

Композиция на основе чистой полиэфирной смолы М105 ТВ заливается легко и имеет показатель напряжения при сжатии в 85,2 МПа (рис. 3). При добавлении наполнителя в количестве до 150 мас. ч. они вводятся легко, без комкования, с легкой заливкой композиции в целом. Для наполнителя № 1 с увеличением количества наполнителя прочность при сжатии снижается до

Таблица 5

Рецептура (количество мас. ч.)		σ_p , МПа	$\sigma_{сж}$, МПа
СКУ-ПФЛ	Наполнитель		
100	0	35,9	1026
Наполнитель № 1			
100	5	30,2	837
100	10	28,9	825
100	20	18,3	820
Наполнитель № 2			
100	5	30,5	960
100	10	30,2	795
100	20	29,4	720
Наполнитель № 3			
100	5	31,6	936
100	10	30,5	900
100	20	27	769

Таблица 6

Рецептура (количество мас. ч.)		Истирание V_i , мм ³ /м	Водопоглощение, %
Смола	Наполнитель		
ЭД-20	100 0	119,05	0,29
	100 № 1 100	112,17	
	100 № 1 20		0,31
	100 № 3 20		0,45
М 105 ТВ	100 0	21,46	0,29
	100 № 1 100	15,65	
	100 № 1 20		0,35
	100 № 2 100	14,69	
	100 № 3 100	118,12	
	100 № 3 20		0,36

67,4 МПа. При введении в качестве наполнителей анортзитовых концентратов наполнитель вводится без комкования, композиция довольно густая, но заливается хорошо, без дефектов. Чем тоньше анортзитовый наполнитель, тем выше показатели $\sigma_{сж}$.

При изготовлении композиций на основе преполимера СКУ-ПФЛ-100 в качестве отвердителя использовали куамин ТУ 6–14–980–84 в количестве 19,6 мас. ч. на 100 мас. ч. преполимера. Термообработку проводили при температуре 120°C. Прочностные характеристики полученных образцов представлены в табл. 5.

Композиция из чистого полиуретана СКУ-ПФЛ-100 имеет показатель напряжения при сжатии 1026 МПа, при растяжении 35,9 МПа. При введении наполнителей в количестве 5, 10 и 20 мас. ч. прочность при сжатии снижается в пределах 10–20%. Для показателя напряжения при растяжении показатели снижаются на 16–20%, за исключением варианта композиции с введением 20 мас. ч. наполнителя № 1, где прочность при растяжении уменьшилась практически в 2 раза.

За показатель истирания образца пластмассы (V_i) принимается величина уменьшения его объема в кубических миллиметрах на 1 м пути истирания. Результаты определения абразивного износа и водопоглощения различных композиций представлены в табл. 6.

Выводы. В результате проведенных исследований возможности использования анортзитов в качестве наполнителя пластмасс установлены следующие факты.

Образцы наполнителя из анортозита хорошо вводят- ся в эпоксидную и полиэфирную смолу холодного отверждения и могут быть использованы в качестве на- полнителей для заливочных композиций с целью сни- жения стоимости и увеличения износостойкости.

В эпоксидных композициях возможно введение на- полнителей до 100 мас. ч., в полиэфирные — до 200 мас. ч., при этом падение прочности при сжатии наибольшее у наполнителя № 1 (исходная анортозитовая порода) — от 18% для эпоксидных композиций и до 25% для поли- эфирных композиций. Наименьшее падение прочности у композиций с наполнителем № 2 и 3 из анортозитового концентрата. Существенной разницы между крупностью анортозитовых концентратов и характеристиками эпок- сидных композиций не установлено.

С увеличением наполнения (100–200 мас. ч.) наблюда- ется увеличение прочности при сжатии на образцах с на- полнителями № 2 и 3 (анортозитовые концентраты).

Прочность при растяжении полиуретановых компо- зиций понижается с увеличением количества наполни- теля № 1 от 16 до 49%, с наполнителями № 2 и 3 (анор- тозитовые концентраты) — на 15–25%.

В соответствии с возможностью использования анортозитов в качестве наполнителей разработана ком- плексная технологическая схема производства требуе- мых по крупности и качеству продуктов для различных направлений использования (рис. 4).

Укрупненные технико-экономические расчеты по- казателей экономической эффективности освоения ме- сторождения свидетельствуют о его инвестиционной привлекательности при отработке в два этапа с исполь- зованием на первом этапе различной по крупности про- дукции в естественном необогащенном виде. Этап про- мышленной эксплуатации анортозитов включает строи- тельство обогатительного цеха с получением обезжелез-

ненного концентрата, пригодного для широкого круга потребителей. Предлагаемые решения отвечают совре- менному уровню развития техники и технологии и обе- спечивают максимально возможное комплексное ис- пользование горной породы при минимальном экологи- ческом ущербе.

Ключевые слова: анортозиты, наполнители, композит.

Список литературы

1. Герасимова Л.Г., Скороходова О.Н. Наполнители для лакокрасочной промышленности. М.: ЛКМ-пресс, 2010. 224 с.
2. Гроссман Ф. Разработка композиций на основе ПВХ. СПб.: НОТ, 2009. 608 с.
3. Рахматуллин Э.Х. Минеральное сырье. Наполнители. М.: Геоинформмарк, 1999. 21 с.
4. Функциональные наполнители для пластмасс / Под ред. Марино Ксантос / Пер. с англ. под ред. В.Н. Кулезнева. СПб.: НОТ, 2010. 500 с.
5. Wanvik J.E. // NGU-Bull 436, 2000. С. 103–112.
6. Кужварт М. Неметаллические полезные ископае- мые. М.: Мир, 1986. 472 с.
7. Щипцов В.В., Скамницкая Л.С., Бубнова Т.П. и др. Геолого-технологическая характеристика крупного проявления анортозитов Котозерского участка (Северная Карелия) // Геология и полезные ископа- емые Карелии. 2004. Вып. 7. С. 151–163.
8. Тохтасьев В.С. Полевошпатовое и кварцевое сырье России и перспективы его промышленного исполь- зования. М.: Геоинформмарк, 1992. 53 с.
9. Шах В.В. Справочное руководство по испытаниям пластмасс и анализу причин их разрушения / Пер. с англ. под ред. А.Я. Малкина. СПб.: НОТ, 2009. 732 с.

16-Я СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

СТРОИТЕЛЬСТВО.

ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ. ДИЗАЙН. 2012

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ МИНИСТЕРСТВА СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ



18 - 21 апреля

Флагман
отделочные материалы
ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР ВЫСТАВКИ

- СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, КОНСТРУКЦИИ.
- ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ. ДИЗАЙН. ИНТЕРЬЕР.
- ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.
- ИНДИВИДУАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО. КОТТЕДЖИ.
- ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.
- СПЕЦИАЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ ВЫСТАВКИ «СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ».
- СПЕЦИАЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ ВЫСТАВКИ «УМНЫЙ ДОМ. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ».

САРАТОВ

Стройка группа газет
ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНТЕГРАЦИОННЫЙ СПОНСОР

КОМЮИ
Официальный информационный партнер

ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР СОФИТ-ЭКСПО
ТЕЛ.: (8452) 205-470, 206-926
<http://expo.sofit.ru>

В издательстве «Стройматериалы» Вы можете приобрести специальную литературу

Учебное пособие «Практикум по технологии керамики»

Авторы – коллектив ученых РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Рассмотрены основные методы отбора проб, испытаний сырьевых материалов, контроля и исследования технологических процессов, а также определения свойств готовой продукции, применяемые в керамической, огнеупорной и смежных отраслях промышленности. Пособие может быть использовано не только как учебное, но и в качестве полезного руководства для инженеров заводских и научно-исследовательских лабораторий.

Книга «Керамические пигменты»

Авторы – Масленникова Г.Н., Пищ И.В.

В монографии рассмотрены физико-химические основы синтеза пигментов, в том числе термодинамическое обоснование реакций, теория цветности, современные методы синтеза пигментов и их классификация, методы оценки качества. Приведены сведения по технологии пигментов и красок различных цветов и кристаллических структур. Описаны современные методы декорирования керамическими красками изделий из сортового стекла, фарфора, фаянса и майолики.

Книга предназначена для научных сотрудников, студентов, специализирующихся в области технологии керамики и стекла, а также для инженерно-технических работников, занятых в производстве керамических изделий и красок. Будет полезна для специалистов других отраслей промышленности, где применяются высокотемпературные пигменты.

Монография «Пестроцветные глины Гжельского месторождения»

Авторы – Русович-Югай Н.С., Логинов В.М.

Под редакцией д-ра техн. наук Г.Н. Масленниковой

Монография посвящена изучению глин Гжельского месторождения с целью их использования в производствах тонкой керамики, майолики, народных промыслах, а также в архитектурной и художественной керамике. Представлены результаты геолого-разведочных работ. Показана структура и свойства глин, влияние гранулометрического, химического и минерального составов, структуры и текстуры на пластичность, пористость, огнеупорность. Изложены результаты исследования влияния различных технологических факторов и добавок на поведение различных глин Гжельского месторождения, предложена классификация глин.

Книга «Сухие строительные смеси. Состав, свойства»

Авторы – Корнеев В.И., Зозуля П.В.

Изложены основы современных представлений о сухих строительных смесях и растворах. Приведены основные определения и классификации сухих смесей. Охарактеризованы составляющие: вяжущие, заполнители, наполнители, функциональные добавки. Показана методика проектирования составов. Описаны основные группы ССС, их состав и свойства. В приложении даны основные применяемые термины и определения, наиболее употребляемые единицы измерения, перечень российских и зарубежных стандартов и др.

Книга «Сырьевые материалы, шихта и стекловарение»

Авторы – Маневич В.Е., Субботин К.Ю., Ефременков В.В.

В книге подробно рассмотрены сырьевые материалы для производства стекла различного назначения, влияние технологических факторов на качество шихты и варку стекла, приведены последние разработки в области автоматизации производства стекольной шихты и других многокомпонентных смесей. Представлено различное оборудование, разработанное ЗАО «Стромизмеритель», которое успешно работает не только в России, но и других странах СНГ и дальнего зарубежья.

Книга «Отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки»

Автор – Ишук М.К.

Обобщен отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки. Показана история проектирования и строительства таких зданий. На конкретных примерах зданий, возведенных в конце 1990-х гг. рассмотрены различные дефекты наружных стен с лицевым слоем из кирпичной кладки. Приведены результаты экспериментальных и расчетно-теоретических исследований наружных облегченных стен, инженерные методы расчета различных воздействий на наружные многослойные стены и др.

Книга «Бетонovedение: лексикон»

Автор – д-р техн. наук, профессор Ушеров-Маршак А.В.

Издание подготовлено в виде толкового словаря, ориентированного на формирование понятийно-терминологического аппарата бетонovedения. Учтены тенденции международной интеграции науки о бетоне и его технологии. Особенность издания состоит в насыщенности информацией физико- и коллоидно-химического характера в связи с возрастающей ролью этих знаний при обосновании составов, структур, свойств, технологических процессов получения и службы бетона.

Монография «Производство деревянных клееных конструкций»

Автор – заслуженный деятель науки России, д-р техн. наук Ковальчук Л.М.

В книге рассмотрены основные вопросы технологии изготовления ДКК, показаны области их применения, описаны материалы для их изготовления. Особое внимание уделено вопросам оценки качества, методам испытаний, приемке и сертификации клееных конструкций. В книге приведен полный перечень отечественных и зарубежных нормативных документов, регламентирующих производство и применение ДКК



Подробнее на www.rifsm.ru

Для приобретения специальной литературы обращайтесь в издательство «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ»

Тел./факс: (499) 976-22-08, 976-20-36 E-mail: mail@rifsm.ru



**5-7
сентября
2012 г.
Пермь**

Оргкомитет:
140050, Московская обл.,
п. Красково,
ул. К. Маркса, д. 117,
ВНИИСТРОМ
Телефоны:
(495) 557-30-11
E-mail: gips@rescom.ru
www.rosgips.ru

Российская гипсовая ассоциация
Московский государственный строительный университет
ВНИИСТРОМ им. П.П. Будникова
Научно-исследовательский институт строительной физики
ГУП «НИИМосстрой»

Шестая Международная конференция «Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий»

Тематика конференции:

- технический прогресс в области гипсовых материалов и изделий (исследования, производство и применение)
- ангидритовые вяжущие
- гипсовые материалы в малоэтажном строительстве
- привлекательность и механизмы инноваций в гипсовой отрасли
- современное оборудование для производства гипсовых вяжущих, материалов и изделий на их основе
- лаборатории, менеджмент качества, экологический менеджмент и их роль в обеспечении качества и долговечности гипсовых материалов
- нормативно-техническая документация в соответствии с современными требованиями
- обучение и переподготовка специалистов в области производства и применения гипсовых материалов и изделий

Генеральный информационный спонсор: журнал

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ**

XVII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ВОЛГАСТРОЙЭКСПО



**24-27
АПРЕЛЯ**

**2012
КАЗАНЬ**



Россия, 420059, г. Казань, Оренбургский тракт, 8,
Выставочный центр "Казанская ярмарка"
т./ ф.: (843) 570-51-07, 570-51-11, e-mail: d4@expokazan.ru,
www.volgastroeyexpo.ru, www.expokazan.ru

КОЛЛЕГИ



В соответствии с объявлением Российской академии наук от 17.06.2011 г. о проведении выборов действительных членов и членов-корреспондентов РАН научными организациями, высшими учебными заведениями и научными советами РАН выдвинуты 318 кандидатов в действительные члены и 1151 кандидат в члены-корреспонденты РАН. 21–22 декабря 2011 г. состоялось общее собрание Российской академии наук, на котором согласно Уставу РАН были избраны действительные члены и члены-корреспонденты РАН.

Мы рады сообщить, что членом-корреспондентом РАН по отделению наук о Земле избран **Леонид Абрамович Вайсберг**, доктор технических наук, председатель Совета директоров и научный руководитель научно-производственной корпорации «Механобр-техника», профессор кафедры обогащения полезных ископаемых Санкт-Петербургского государственного горного института, член редакционного совета журнала «Строительные материалы»®.

Л.А. Вайсберг является одним из ведущих специалистов России в области обогащения минерального и техногенного сырья, а также горно-обогатительного машиностроения, теории, расчета, проектирования, практики использования и эксплуатации вибрационных машин и устройств, применяемых в горном деле и обогащении, строительстве, переработке промышленных и бытовых отходов. При его непосредственном участии и на основе его технологических подходов был спроектирован, построен и пущен в эксплуатацию ряд крупных промышленных объектов.

Л.А. Вайсберг автор более 200 научных трудов, в том числе трех монографий и справочника «Вибрации в технике», а также более 20 патентов. Руководит Координационным советом директоров Ассоциации «Объединенный институт машиноведения» Российской академии наук. Является вице-президентом организации «Горнопромышленники России», возглавляет Горный совет Северо-Западного федерального округа, член Высшего горного совета России. Действительный член Академии горных наук. Дважды лауреат премии Правительства РФ. Как автор научного открытия имеет медаль имени П.Л. Капицы.

В Московской области будет больше цементно-песчаных смесей

В декабре 2011 г. машиностроительная компания ВСЕЛУГ закончила монтаж технологического оборудования линии по производству цементно-песчаных смесей компании «ЭКС МОРЭ».

Компания «ЭКС МОРЭ», производственная база которой расположена в г. Подольске Московской области, известна как производитель сухих строительных модифицированных смесей под торговой маркой Perfekta.

Комплекс оборудования производительностью 40–45 т/ч сухих смесей выполнен по индивидуальному проекту.

Планируется, что промышленная эксплуатация установки начнется в начале строительного сезона 2012 г.

По материалам компании ВСЕЛУГ

Рынок кирпича может пострадать

Аналитиками агентства RBK.research в аналитическом обзоре российского рынка керамического и силикатного кирпича был разработан прогноз развития отрасли в случае наступления в 2012 г. второй волны мирового финансово-экономического кризиса. Финансовый кризис будет способствовать спаду мировой экономики соответственно сокращению спроса на энергоресурсы и неизбежного падения их мировых цен, что в конечном итоге самым негативным образом скажется на финансовых поступлениях в российский бюджет.

Согласно такому сценарию развития по итогам 2011 г. объем производства керамического и силикатного кирпича составит около 9,4 млрд шт. усл. кирпича, что выше значения аналогичного показателя в 2010 г. на 11%. В 2012 г. рынок не успеет почувствовать влияние второй волны мирового финансово-экономического кризиса, поэтому объем производства керамического и силикатного кирпича продолжит свой рост по инерции, достигнув отметки в 10,2 млрд шт. усл. кирпича, что больше значения аналогичного показателя в 2011 г. только на 8%.

Однако уже в 2013 г. объем производства будет неизбежно падать и составит 6,7 млрд шт. усл. кирпича. В 2014–2015 гг. ситуация в отрасли все еще будет оставаться напряженной, но согласно оценкам аналитиков все-таки дальнейшего падения темпов производства керамического и силикатного кирпича ожидать не стоит. Объем производства составит в 2014 г. 7,4 млрд шт. усл. кирпича, а в 2015 г. – 8,8 млрд шт.

По материалам «РБК. Исследования рынков»

НОВЫЕ КНИГИ

Снижение рисков в строительстве при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера

А.Г. Тамразян, С.Н. Булгаков, И.А. Рахман, А.Ю. Степанов
М.: Изд-во АСВ, 2012. 304 с. Издание 2-е.

Реализация предлагаемых решений охватывает комплекс проблем интегральной оценки риска, экономической оценки эффективности различных методов управления проектными и инвестиционными рисками. Предлагаемые способы снижения риска будут способствовать повышению безопасности и технико-экономической эффективности реконструкции, сохранения и обновления жилищного фонда России. Результаты исследований могут быть востребованы инвестором, определяющим целесообразность вложения средств в строительство жилья, а также страховой компанией при назначении величины страховой премии.

Книга предназначена для студентов вузов, аспирантов строительных специальностей, ученых, занимающихся вопросами оценки риска и обеспечения безопасности зданий и сооружений от различных воздействий ЧС природного и техногенного характера; научно-исследовательских и проектных организаций, строительных предприятий, а также руководителей администраций.

Программа энергосбережения в Москве будет пересмотрена

Несколько лет назад Москва стала пионером широкомасштабного внедрения энергосберегающих мероприятий в жилищном строительстве, в первую очередь в области утепления существующего жилого фонда и нового строительства зданий с повышенной теплозащитой. С этой целью был выпущен ряд нормативных актов, стимулирующих применение энергоэффективных технологий. Однако получить планируемый материальный и энергетический эффект от проведенных мероприятий не удалось. В настоящее время предстоит детальное изучение опыта реализации энергосберегающих мероприятий и разработка новой концепции энергосбережения и повышения энергоэффективности строительства и эксплуатации жилого фонда. При этом отменен ряд нормативных актов.

6 декабря 2011 г. вышло постановление правительства Москвы за подписью мэра Москвы С.С. Собянина № 583-ПП «О признании утратившими силу правовых актов (отдельных положений правовых актов) города Москвы», в котором говорится, что в связи с утверждением первоочередных государственных программ города Москвы, предусмотренных постановлением правительства Москвы от 2 февраля 2011 г. № 23-ПП «Об утверждении

перечня первоочередных государственных программ города Москвы», и в соответствии с законом города Москвы от 8 июля 2009 г. № 25 «О правовых актах города Москвы» правительство Москвы постановляет:

...2. Признать утратившими силу с 1 января 2012 г.:

2.1. Постановление правительства Москвы от 11 декабря 2007 г. № 1078-ПП «О Концепции городской целевой программы «Энергосбережение в городе Москве на 2009–2013 гг. и на перспективу до 2020 года и о первоочередных мероприятиях на 2008 год».

2.2. Постановление правительства Москвы от 28 октября 2008 г. № 1012-ПП «О Городской целевой программе «Энергосбережение в городе Москве на 2009–2011 гг. и на перспективу до 2020 года».

...2.5. Постановление правительства Москвы от 9 июня 2009 г. № 536-ПП «О Городской программе «Энергосберегающее домостроение в городе Москве на 2010–2014 гг. и на перспективу до 2020 года».

...2.15. Постановление правительства Москвы от 5 октября 2010 г. № 900-ПП «О повышении энергетической эффективности жилых, социальных и общественно-деловых зданий в городе Москве и внесении изменений в постановление правительства Москвы от 9 июня 2009 г. № 536-ПП».

Собственная информация

Новое оборудование на заводе «Гранит»

В декабре 2011 г. Уралмашзавод завершил отгрузку последней машины – щековой дробилки ШДП-15х21У для дробильно-сортировочного завода РУПП «Гранит» (Республика Беларусь). Она будет использоваться в качестве головной машины на новой технологической линии. Ранее были отгружены две дробилки среднего дробления КСД-2200Гр-ДМ и две дробилки мелкого дробления новой конструкции – КМД-2200Г7-Д. Все дробилки оснащены агрегатными автоматизированными системами управления на базе программируемых контроллеров. Впервые был заключен контракт на строительство завода «под ключ» с поставкой полного комплекта оборудования технологической линии, включающей пять дробилок, более 40 конвейеров, агрегаты грохочения, систему аспирации. Новая технологическая линия будет ежегодно выпускать 3 млн м³ щебня улучшенной формы – материала для производства высококачественных бетона и дорожного покрытия.

Головная машина дробильно-сортировочного завода ШДП-15х21У – самая крупная из размерного ряда щеко-

вых дробилок, выпускаемых Уралмашзаводом. Она оснащена системой дистанционного регулирования щели, системой автоматической густой смазки, информационной системой. Важное для РУПП «Гранит» отличие новой щековой дробилки от машин, находящихся в эксплуатации, – усиленный главный вал с подшипниками повышенной грузоподъемности. Это новая разработка конструкторов отдела дробильно-размольного оборудования с использованием продукции производителя подшипников качения и уплотнений – фирмы SKF (головной офис в Швеции). Такое конструктивное решение позволяет увеличить ресурс работы главного вала за счет двукратного увеличения грузоподъемности подшипников, а также облегчить их демонтаж и замену во время ремонтов.

Монтаж оборудования новой технологической линии дробильно-сортировочного завода ведется под авторским надзором специалистов отдела дробильно-размольного оборудования Уралмашзавода.

По материалам РУПП «Гранит»

В Каракалпакстане выявлено 142 месторождения сырья для строительных материалов

На территории Республики Каракалпакстан (входит в состав Республики Узбекистан) ученые выявили 142 месторождения 12 видов минерального сырья для производства строительных материалов. Наибольшее количество месторождений богато сырьем для производства стеновых материалов и цемента. В настоящее время специалисты ведут исследования по получению различных вяжущих и строительных материалов на их основе.

Наиболее перспективным районом является плато Устюрт, где выявлены месторождения гипса, известняка, карбонатных пород, соли (Караумбет и Барсакельмес), газа (Куаныш и Шахпахты).

Создание на основе имеющейся сырьевой базы развитого производства вяжущих строительных материалов мо-

жет полностью удовлетворить потребности не только республики, но и соседних областей за счет местных ресурсов, что даст значительный экономический эффект.

Учеными Каракалпакстана открыто пока единственное в стране Тебинбулакское месторождение вермикулита. Его разработка и применение в производстве дадут возможность качественно улучшить строительные работы за счет внедрения новых теплоизоляционных материалов в сочетании с различными минеральными волокнами. Материалы, созданные на этой основе, позволяют отказаться от применения асбеста. Значительный дефицит пористых заполнителей и теплоизоляционных материалов, имеющих место в Республике Узбекистан, ставит в число первоочередных вопросов развития производства вермикулита.

По материалам газеты «Правда Востока»

Как подготовить к публикации научно-техническую статью



Журнальная научно-техническая статья – это сочинение небольшого размера (до 3-х журнальных страниц), что само по себе определяет границы изложения темы статьи.

Необходимыми элементами научно-технической статьи являются:

- постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими задачами;
- анализ последних достижений и публикаций, в которых начато решение данной проблемы и на которые опирается автор, выделение ранее не решенных частей общей проблемы, которым посвящена статья;
- формулирование целей статьи (постановка задачи);
- изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных результатов;
- выводы из данного исследования и перспективы дальнейшего поиска в избранном направлении.

Научные статьи рецензируются специалистами. Учитывая открытость журнала «Строительные материалы»® для ученых и исследователей многих десятков научных учреждений и вузов России и СНГ, представители которых не все могут быть представлены в редакционном совете издания, желательно представлять одновременно со статьей отношение ученого совета организации, где проведена работа, к представляемому к публикации материалу в виде сопроводительного письма или рекомендации.

Библиографические списки цитируемой, использованной литературы должны подтверждать следование автора требованиям к содержанию научной статьи.

В список литературы НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ:

1. Включать ссылки на федеральные законы, подзаконные акты, ГОСТы, СНИПы и др. нормативную литературу. Упоминание нормативных документов, на которые опирается автор в испытаниях, расчетах или аргументации, лучше делать непосредственно по тексту статьи.
2. Ссылаться на учебные и учебно-методические пособия; статьи в материалах конференций и сборниках трудов, которым не присвоен ISBN и которые не попадают в ведущие библиотеки страны и не индексируются в соответствующих базах.
3. Ссылаться на диссертации и авторефераты диссертаций.
4. Самоцитирование, т. е. ссылки только на собственные публикации автора. Такая практика не только нарушает этические нормы, но и приводит к снижению количественных публикационных показателей автора.

В списках литературы ОБЯЗАТЕЛЬНО следует:

1. Ссылаться на статьи, опубликованные за последние 2–3 года в ведущих отраслевых научно-технических и научных изданиях, на которые опирается автор в построении аргументации или постановке задачи исследования.
2. Ссылаться на монографии, опубликованные за последние 5 лет. Более давние источники также негативно влияют на показатели публикационной активности автора.

Несомненно, что возможны ссылки и на классические работы, однако не следует забывать, что наука всегда развивается поступательно вперед и незнание авторами последних достижений в области исследований может привести к дублированию результатов, ошибкам в постановке задачи исследования и интерпретации данных.

Статьи, направляемые для опубликования, должны оформляться в соответствии с техническими требованиями изданий:

- текст статьи должен быть набран в редакторе Microsoft Word и сохранен в формате *.doc или *.rtf и не должен содержать иллюстраций;
- графический материал (графики, схемы, чертежи, диаграммы, логотипы и т. п.) должен быть выполнен в графических редакторах: CorelDraw, Adobe Illustrator и сохранен в форматах *.cdr, *.ai, *.eps соответственно. Сканирование графического материала и импорт его в перечисленные выше редакторы недопустимо;
- иллюстративный материал (фотографии, коллажи и т. п.) необходимо сохранять в формате *.tif, *.psd, *.jpg (качество «8 – максимальное») или *.eps с разрешением не менее 300 dpi, размером не менее 115 мм по ширине, цветовая модель CMYK или Grayscale.

Материал, передаваемый в редакцию в электронном виде, должен сопровождаться: рекомендательным письмом руководителя предприятия (института); лицензионным договором о передаче права на публикацию; **распечаткой, лично подписанной авторами**; рефератом объемом до 500 знаков на русском и английском языках; подтверждением, что статья предназначена для публикации в журнале «Строительные материалы»®, ранее нигде не публиковалась и в настоящее время не передана в другие издания; сведениями об авторах с указанием полностью фамилии, имени, отчества, ученой степени, должности, контактных телефонов, почтового и электронного адресов. Иллюстративный материал должен быть передан в виде оригиналов фотографий, негативов или слайдов, распечатки файлов.

В 2006 г. в журнале «Строительные материалы»® был опубликован ряд статей «Начинающему автору», ознакомиться с которыми можно на сайте журнала www.rifsm.ru/files/avtoru.pdf

Подробнее можно ознакомиться с требованиями на сайте издательства <http://www.rifsm.ru/page/7>

10
лет
Международному информационно-аналитическому проекту

ОРГАНИЗАТОР КОНФЕРЕНЦИИ
научно-технический и производственный журнал

СТРОИТЕЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ®



МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«РАЗВИТИЕ КЕРАМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ»

КЕРАМТЭКС

27–28 июня 2012 г.
РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
Отель Sokos Olympia Garden



ПОСЕЩЕНИЕ РЯБОВСКОГО ЗАВОДА КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Спонсоры конференции:



Кирпичное объединение «Победа ЛСР»



Рябовский завод керамических изделий

Руководитель проекта – Юмашева Елена Ивановна
Менеджер проекта – Лескова Елена Львовна

Россия, 127434, Москва, Дмитровское шоссе, д. 9, стр. 3
Тел./факс: +7 (499) 976-22-08, 976-20-36, моб. +7 (910) 437-03-98

www.rifsm.ru

mail@rifsm.ru

www.keramtex.ru

ВСЕЛУГ

ЗАВОДЫ ПО ПРОИЗВОДСТВУ СУХИХ СМЕСЕЙ

- фасовочные машины
- интенсивные смесители
- весовые дозаторы
- виброклассификаторы
- рукавные фильтры
- системы управления на базе PC и PLC



Телефон: +7 (495) 727-4466 (многоканальный) • Факс: +7 (495) 727-4467 • E-mail: vselug@vselug.ru • www.vselug.ru