

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>

Керамические строительные материалы

А.Ю. СТОЛБОВУШКИН, А.И. ИВАНОВ, Г.И. СТОРОЖЕНКО, С.И. УРАЗОВ

Получение морозостойкого керамического кирпича полусухого прессования из промышленных отходов 4

Представлены результаты опытно-промышленных испытаний по получению керамического кирпича из промышленных отходов. Установлено, что на основе отходов обогащения железных руд можно получать качественные керамические изделия. Условием получения таких изделий является создание матричной структуры керамического камня путем грануляции тонкодисперсных отходов и опудривания поверхности гранул тонким слоем глины. После прессования такой массы при давлении 15–20 МПа, обжига кирпича-сырца при температуре 1000–1050°C получается керамический кирпич с высокими эксплуатационными свойствами (прочность, водопоглощение, морозостойкость).

Л.И. ХУДЯКОВА, О.В. ВОЙЛОШНИКОВ

Строительная керамика на основе местного сырья Республики Бурятия 8

Рассмотрена возможность использования дунитов в качестве добавки при производстве строительной керамики. Показано, что полученные материалы обладают хорошими физико-механическими показателями. Установлено, что добавка в состав шихты мелкой фракции дунита позволяет снизить температуру обжига керамических материалов.

Г.Д. АШМАРИН, В.А. КОНДРАТЕНКО, В.Г. ЛАСТОЧКИН, А.П. ПАВЛЕНКО

Керамические экологически чистые теплоэффективные стены – реальность современного строительства 10

Показано, что в результате структурной перестройки и модернизации кирпичная промышленность России освоила серийный выпуск широкой номенклатуры пустотелых, а также пустотно-поризованных изделий, физико-технические показатели которых вполне отвечают современным требованиям энергоэффективности. В качестве примера рассматривается тенденция активного вовлечения в производство широко распространенных кремнистых пород, которые позволяют получать стеновые материалы с высокими теплотехническими свойствами. Представлен новый легковесный керамический теплоизоляционно-конструкционный материал, который может производиться на существующем технологическом оборудовании. В сочетании с лицевым керамическим кирпичом эти материалы позволяют значительно уменьшить (до 38 см) толщину стен возводимого жилья при сохранении комфортного микроклимата с высокими теплозащитными свойствами. Рассчитано, что затрат на строительство заводов по производству поризованной и теплоизоляционно-конструкционной поризованной керамики мощностью 50 тыс. м³ в год и по производству лицевого кирпича мощностью 30 млн шт. нормального формата в год окупятся через 3 и 2,5 года соответственно.

Г.Н. МАЛИНОВСКИЙ, В.Ю. МЕЛЕШКО, О.А. СЕРГИЕВИЧ

Стеновые блоки на основе карбонатсодержащего трепела месторождения Стальное Республики Беларусь 12

Представлены результаты физико-химических и лабораторно-технологических исследований трепела месторождения Стальное Республики Беларусь. На его основе и в смеси с глинистым сырьем были получены трепельные стеновые блоки, соответствующие требованиям СТБ 1719–2007 «Блоки керамические поризованные пустотелые. Технические условия». Показано, что трепел можно вводить в качестве поризующей добавки вместо опилок при производстве пустотелых поризованных блоков, а также расширить область использования трепела для производства стеновых изделий и тем самым заменить привозные сырьевые материалы на местные.

К.А. ЛАПУНОВА, В.Д. КОТЛЯР, Ю.В. ТЕРЕХИНА

Фигурный керамический кирпич на основе опок: классификация и производство 17

Представлены основные проблемы, препятствующие развитию производства фигурного керамического кирпича. Обоснована возможность производства фигурного кирпича по технологии компрессионного формования из шихт на основе кремнистых опокovidных пород. Предложена классификация фигурного кирпича по форме и назначению. Показано, что определение марки по прочности фигурного кирпича можно проводить на масштабных образцах-параллелепипедах, выпиленных из фигурного кирпича.

ТОРСТЕН БЕРТЕЛЬС

Особенности технологической разработки и детального проектирования кирпичного завода с учетом континентального климата Сибири на примере завода ЛИКОЛОР, Новосибирск (Информация) 20

Открытие представительства компании SABO S.A. (Греция) в Москве (Информация) 21

А.П. ПИЧУГИН, А.С. ДЕНИСОВ, В.Ф. ХРИТАНКОВ, В.И. БАРЕЕВ

Прогрессивная концепция формирования стеновых блоков из легкого бетона на обжиговой связке 22

Представлена математическая модель крупнопористого материала с интегральной пористой структурой, способного поглощать шумовые воздействия в широком интервале звуковых частот, а также обладающего высокими теплозащитными свойствами. Приведены результаты экспериментов, подтверждающие адекватность модели. Кратко описана технологическая схема производства крупноразмерных стеновых блоков из легкого бетона на обжиговой связке и керамзитовом фракционированном заполнителе. В сравнении с распространенными стеновыми материалами показано, что полученный легкий бетон перспективен для возведения однослойных ограждающих стен.

А.М. САЛАХОВ, Л.Р. ТАГИРОВ, Р.А. САЛАХОВА, В.В. ПАРФЕНОВ, Н.М. ЛЯДОВ

Поры и прочностные характеристики строительных материалов 25

Изучено влияние среднего диаметра пор и удельной поверхности пор на прочностные характеристики некоторых строительных материалов. Установлено, что модификация керамического сырья различными кремнистыми породами позволяет в достаточно широком диапазоне изменять структуру порового пространства, что, в свою очередь, меняет важнейшие характеристики изделий. Показана возможность производства при соответствующей модификации сырья как высокопрочных материалов, так и материалов с малой плотностью.

В.А. КЛЕВАКИН, О.А. ИВАНОВА

Применение добавок-разжижителей органической природы в керамическом производстве 30

Рассмотрен производственный опыт применения органических добавок-разжижителей в керамическом производстве. Проведена серия заводских испытаний, которые подтвердили целесообразность использования данного вида добавок.

В.Я. ТОЛКАЧЕВ

Реальные сушильные процессы и новые решения оценки трещинообразования 33

Представлено теоретическое обоснование причин трещинообразования при сушке керамических изделий, сделанное на основе результатов использования методов АТА. Доказано, что закономерности распространения тепла или изотермической поверхности внутри изделия имеют экстремальный характер и зависит от продолжительности и скорости нагрева, а также от минералогического состава глин. На основании теории отработаны режимы бездефектной сушки в условиях действующего производства.

Фирма LINGL завершает строительство крупнейшего кирпичного производства в Великобритании (Информация) 36

Испания – страна кирпичного строительства (Информация) 38

Материалы и конструкции

НИИКерамзит торжественно отметил 50-летний юбилей! (Информация) 45

В.П. ПЕТРОВ, С.А. ТОКАРЕВА

Пористые заполнители из отходов промышленности 46

Несмотря на резкое уменьшение выпуска, пористые заполнители продолжают занимать значительную долю в валовом выпуске строительных материалов. Долговечность пористых заполнителей и бетонов на их основе, технологичность производства, широкая сфера применения в народном хозяйстве, высокие утилизационные возможности позволяют утверждать: данная подотрасль строительных материалов будет развиваться и дальше, но на новой технической и организационной основе.

**Флизен, Флекс и другие плиточные клеи от КНАУФ
 И плитку держат крепко, и работа клеится!** (Информация) 52

Российские дни сухих строительных смесей-2011 (Информация) 54

Результаты научных исследований

С.В. ФЕДОСОВ, В.И. БОБЫЛЕВ, А.М. СОКОЛОВ

**Температурные характеристики электротепловой обработки бетона
 посредством электродного прогрева** 56

Выполнены экспериментальные исследования температурных характеристик и величины температурных градиентов в объеме материала в ходе электротепловой обработки бетона методом электродного прогрева на стандартных образцах 100x100x100 мм. Показано, что достижение величины температурных градиентов области опасных значений, определяемой по ранее предложенной расчетной методике, влечет недопустимое снижение механической прочности бетона. Рассмотрены условие и способы обеспечения безопасных температурных режимов электротепловой обработки бетона.

В.В. ЛЕСОВИК, В.В. ПОТАПОВ, Н.И. АЛФИМОВА, О.В. ИВАШОВА

Повышение эффективности вяжущих за счет использования наномодификаторов 60

Рассмотрена возможность повышения эффективности вяжущих за счет использования наномодификаторов, полученных путем совместного мокрого помола с электролитами кварцсодержащих пород определенного состава и генезиса и выделенных из гидротермальных растворов по двухстадийной технологической схеме.

В.И. ЛОГАНИНА, О.А. ДАВЫДОВА, Е.Е. СИМОНОВ

**Исследования закономерностей влияния золя кремниевой кислоты
 на структуру и свойства диатомита** 63

Методом атомно-силовой микроскопии исследована поверхность диатомита, активированного золем кремниевой кислоты. Обнаружено изменение высоты поверхностного рельефа диатомита в зависимости количества кремнезоля, пошедшего на активацию. Получены числовые значения фрактальной размерности поверхностного фрактала. Выявлено увеличение в 1,95 прочности при сжатии известковых составов на основе диатомита, активированного золем кремниевой кислоты в соотношении 1:1,125.

А.А. СМИРНЫХ, Ю.В. КРАСОВИЦКИЙ

**Битумно-полимерные гидроизоляционные и герметизирующие клеящие композиции
 для строительных материалов и конструкций** 66

Предложен рецептурный состав и приведены технологические показатели битумно-полимерных гидроизоляционных и герметизирующих клеящих композиций для строительных материалов и конструкций и показаны преимущества предлагаемых решений перед существующими композициями. Приведены зависимости клеящих свойств предлагаемых композиций от их состава. Разработаны рекомендации по применению полученных результатов в производстве строительных материалов.

В.А. УШКОВ, В.В. АБРАМОВ, Л.С. ГРИГОРЬЕВА, Л.В. КИРЬЯНОВА

Термостойкость и пожарная опасность эпоксидных полимеррастворов 68

Рассмотрено влияние минеральных наполнителей и галогенсодержащих антипиренов на физико-механические и термические свойства, показатели пожарной опасности. Показано, что применение антипирена Редант 1 в растворе N,N-диметил-2,4,6-триброманилина позволяет получать слабогорючие с умеренной дымообразующей способностью эпоксидные полимеррастворы, обладающие высокими эксплуатационными показателями.

Новости 72

Указатель статей, опубликованных в журнале «Строительные материалы»® в 2011 г. 74

А.Ю. СТОЛБОУШКИН, канд. техн. наук, А.И. ИВАНОВ, инженер, Сибирский государственный индустриальный университет (Новокузнецк, Кемеровская обл.);
 Г.И. СТОРОЖЕНКО, д-р техн. наук, директор ООО «Баскей» (Новосибирск);
 С.И. УРАЗОВ, главный технолог, ООО «Бердский кирпичный завод» (г. Бердск, Новосибирская обл.)

Получение морозостойкого керамического кирпича полусухого прессования из промышленных отходов

Получение способом полусухого прессования керамических стеновых изделий с высокими показателями по морозостойкости всегда являлось сложной технологической задачей из-за несовершенства технологии. Еще более сложной задачей было производство качественного керамического кирпича полусухого прессования из промышленных отходов. И в этом случае недостатки способа также являются одной из причин, мешающих широкому использованию техногенного сырья в керамическом производстве.

Основными проблемами технологии полусухого прессования на заводах средней и малой мощностей до настоящего времени остаются: низкое качество помола сырья по сравнению с пластическим формованием; неоднородность пресс-порошка по влажности и гранулометрическому составу; низкий уровень автоматизации производства.

Российскими специалистами за последние годы разработаны инновационные технологические решения, позволяющие значительно улучшить качество сырья, уменьшить производственные затраты и добиться высокого качества кирпича полусухого прессования. Эти решения касаются в первую очередь совершенствования процесса подготовки пресс-порошка [1, 2] и конструкции технологического прежде всего прессового оборудования [3].

Для производства полусухим способом прессования облицовочного керамического кирпича высокого качества очень важно обеспечить тонкий помол сырья. При пластическом формовании можно добиться помола до 0,8–1 мм за счет применения современных валцов, но для глинистого сырья, содержащего карбонатные включения, такого помола недостаточно. Как показали исследования ЗАО «ЮжНИИСтром» на поверхности кир-

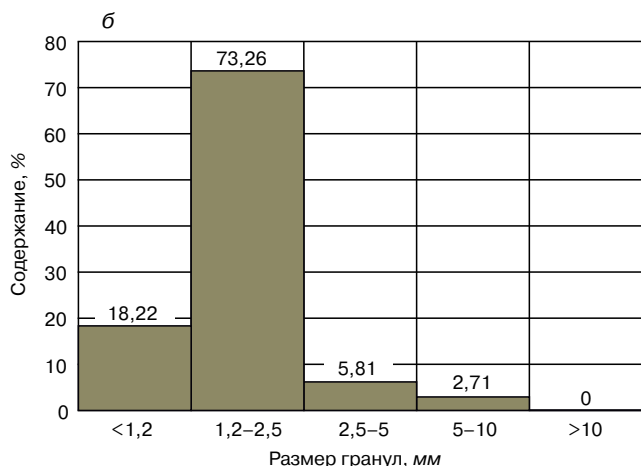


Рис. 1. Внешний вид (а) и распределение фракций гранулята (б) на основе шламистой части отходов обогащения железных руд АОАФ при скорости вращения лопастей гранулятора 1200 об/мин и влажности 9,3%

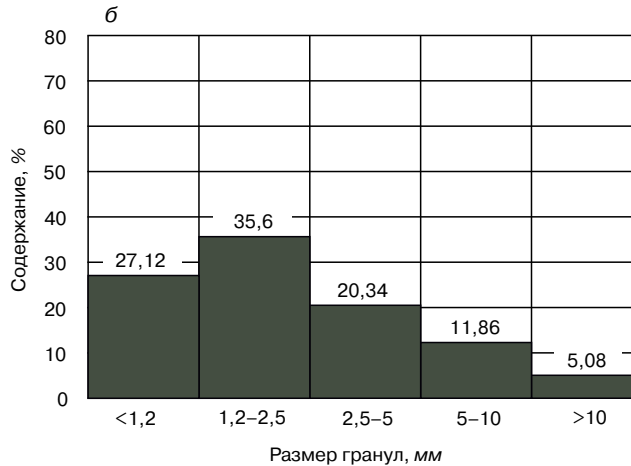


Рис. 2. Внешний вид (а) и распределение фракций гранулята (б) на основе шламистой части отходов обогащения железных руд МОФ при скорости вращения лопастей гранулятора 1200 об/мин и влажности 9,9%

Таблица 1

Наименование сырья	Содержание оксидов в % на сухое вещество									
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	ППП
Шлам отходов обогащения железных руд МОФ	33,23	0,35	9,8	17,21	1,36	5,59	23,83	0,41	0,86	10,26
Шлам отходов обогащения железных руд АОАФ	34,99	0,36	8,99	19,69	0,59	11,88	14,97	0,4	0,75	10,9
Углеотходы Абашевской ЦОФ	54,99	0,72	16,9	3,68	–	1,99	5,63	1,43	2,25	13,6
Суглинок новокузнецкий	59,9	0,9	14,2	4,9	0,2	2,4	4,4	Σ3,8		5,4

пича остаются поверхностные дефекты, если карбонаты не будут помолоты до класса менее 0,3 мм [4]. Единственно возможный метод, позволяющий добиться такой дисперсности глинистого сырья, – метод сухого помола, который является также необходимым условием для получения в дальнейшем однородного по влажности и гранулометрическому составу пресс-порошка и, как следствие, морозостойкого керамического кирпича.

На фоне истощения запасов качественных природных глин использование техногенных отходов в производстве керамических стройматериалов, способствующее решению экологических проблем, является перспективным направлением развития полусухого способа прессования. Это связано с тем, что, во-первых, сырье из отходов в 2–3 раза дешевле, чем природное, а во-вторых, большинство отходов является уже измельченными до класса – 300 мкм и ниже (шламы, золы и др.).

Для выпуска высококачественных морозостойких изделий стеновой керамики из отходов необходима не только разработка технологических основ производства, но и проверка их в промышленных условиях. Это и явилось целью настоящей работы применительно к

Таблица 2

Состав №	Наименование компонентов шихты	Содержание, мас. %
1	Шлам отходов обогащения железных руд Абагурской агломерационно-обогатительной фабрики	70
	Суглинок новокузнецкий	20
	Стеклобой	10
2	Шлам отходов обогащения железных руд Мундыбашской обогатительной фабрики	60
	Суглинок новокузнецкий	30
	Стеклобой	10
3	Отходы углеобогащения Абашевской ЦОФ	85
	Суглинок новокузнецкий	15

наиболее распространенным и массовым промышленным отходом Сибири – отходам обогащения железных руд и углеобогащения.

Химический состав сырьевых материалов приведен в табл. 1. Минеральный состав шламистой части отходов обогащения железных руд Абагурской (АОАФ) и Мундыбашской (МОФ) обогатительных фабрик Кузбасса (ОАО «Евразруда») представлен полевыми шпатами, кварцем, слюдой, пироксеном, амфиболами, хлоритами железистого типа с небольшим содержанием смешанослойных образований. Отходы углеобогащения Абашевской ЦОФ (Новокузнецк) содержат в основном кварц, полевые шпаты, карбонаты и смешанослойные глинистые минералы иллит-каолинит-монтмориллонитового типа. По гранулометрии железорудные шламы представляют собой тонкодисперсный материал со средним размером частиц 15–50 мкм. Углеотходы состоят в основном из песчаных и пылеватых фракций, количество алевролитовых частиц – менее 30%. Используемый в качестве корректирующей добавки суглинок новокузнецкий относится к глинистому сырью гидрослюдисто-монтмориллонитового типа, с низким содержанием крупнозернистых включений [5, 6].

Проведение опытно-промышленных испытаний осуществлялось в два этапа. Сначала готовились сухие тонкодисперсные порошки. Сухой помол новокузнецкого суглинка и отходов осуществлялся на установке УСП-С-04.55 ООО «Баскей», промышленная партия стеклобоя нарабатывалась в лабораторных условиях. На турболопастном смесителе-грануляторе периодического действия ТЛ-100 «Дзержинсктехномаш» были наработаны опытно-промышленные партии гранулированных пресс-порошков, вещественный состав которых приведен в табл. 2.

Технология получения пресс-порошков из опудренных гранул состояла в следующем. Основное техногенное сырье – шламистая часть отходов обогащения железных руд Абагурской и Мундыбашской обогатительных фабрик (ОАО «Евразруда»), отходы углеобогащения Абашевской ЦОФ в сухом состоянии активно смешивались в грануляторе со стеклобоем и частью новокузнец-

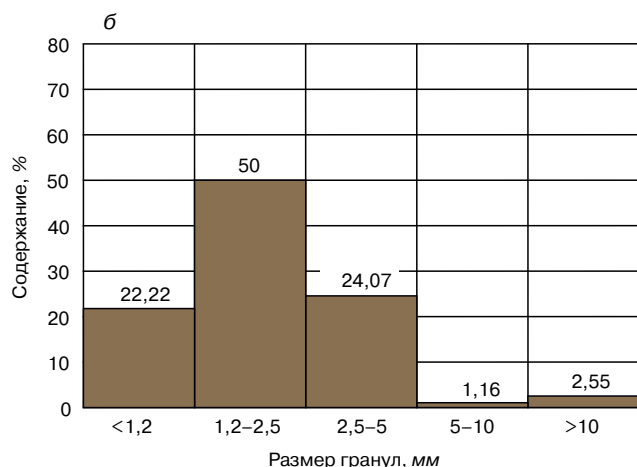


Рис. 3. Внешний вид (а) и распределение фракций гранулята (б) на основе отходов углеобогащения Абашевской ЦОФ при скорости вращения лопастей гранулятора 1200 об/мин и влажности 9,8%

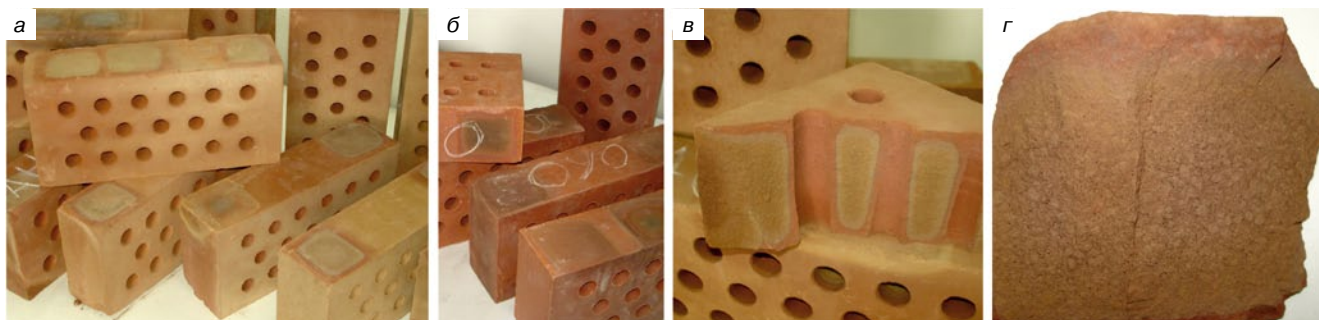


Рис. 4. Керамический кирпич формата 1 НФ на основе гранулированных шламистых железорудных отходов (а) и отходов углеобогащения (б) и его макроструктура при испытаниях на прочность при сжатии (в) и после 50 циклов объемного замораживания и оттаивания (г)

Таблица 3

Состав №	Средняя плотность, кг/м ³	Предел прочности, МПа		Водопоглощение, %	Морозостойкость, циклов
		при сжатии	при изгибе		
1	1742	24,9	3,1	12,6	>50
2	1787	19,2	2,35	13,2	>50
3	1589	15,5	3,49	14,1	>50

кого суглинки (для шихт 1–3 соответственно 10, 15 и 10 мас. %), увлажнялись до формовочной влажности и гранулировались. Для получения керамического композиционного материала ячеисто-заполненной структуры остатки сухого новокузнецкого суглинки после грануляции вводились в гранулятор и гранулы покрывались равномерным слоем глины. Характеристика полученных пресс-порошков приведена на рис. 1–3. Готовые пресс-порошки упаковывались в биг-бэги с полиэтиленовыми вкладышами для сохранения влажности и доставлялись в ООО «Бердский кирпичный завод», где осуществлялось прессование керамического кирпича полусухим способом на прессах СМ-1085Б. Отпрессованные кирпичи в количестве 4 тыс. шт. имели нормальный внешний вид без сколов и трещин перепрессовки.

Сушка и обжиг кирпича осуществлялись в туннельной печи при температуре 1000°С, обжиг проводился по 42-часовому режиму, установленному в соответствии с технологическим регламентом по выпуску кирпича на заводе.

Обожженные кирпичи желто-коричневого (из шихт 1–2) и красного (из шихты 3) цвета имели четкие грани, правильную геометрию, не имели сушильных и обжиговых трещин, вздутий и искривлений (рис. 4 а, б). Структура керамического камня была однородной мелкозернистой, при этом по поперечному сечению кирпича можно отметить изменение окраски вследствие повышенного влияния газовой среды печи на формирование керамического камня из отходов (рис. 4, в) и ячеисто-заполненную структуру керамического матричного композита (рис. 4, г). Результаты физико-механических испытаний партий кирпича, проведенных в заводской лаборатории (табл. 3), позволили сделать заключение, что керамический кирпич на основе техногенных отходов соответствует требованиям ГОСТ 530–2007 на кирпич пустотелый, рядовой, одинарный размера 1НФ. Марка по прочности изделий М150; класс средней плотности 1,4; марка по морозостойкости F50.

Для определения причин высокой морозостойкости изделий был проведен анализ пористой структуры керамического черепка, так как именно соотношение опасных (от 200 до 1 мкм) и безопасных (менее 1 мкм) пор определяет сопротивление материала попеременному замораживанию и оттаиванию.

Результаты изучения пористой структуры керамического камня на основе шламистой части отходов обогащения железных руд АОАФ, МОФ и отходов углеобогащения показали, что средний размер пор составля-

ет соответственно 0,8; 0,7 и 0,006 мкм (рис. 5). Отсутствие опасных и резервных пор в керамическом камне подтверждается данными ртутной порометрии (рис. 5) и обуславливает высокую морозостойкость керамического кирпича. Причинами образования нанопор в керамическом кирпиче на основе отходов углеобогащения

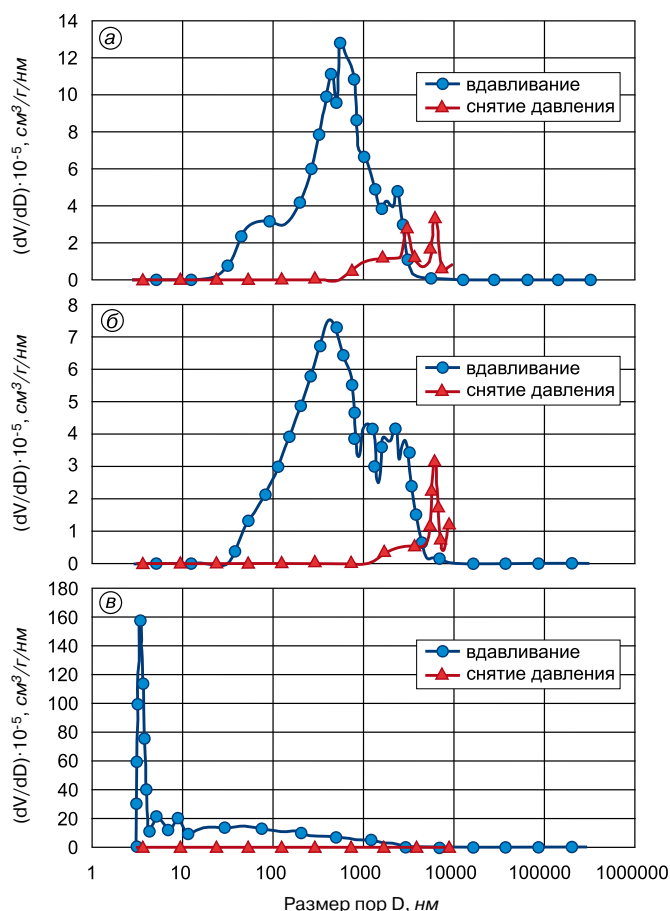


Рис. 5. Дифференциальное распределение объема пор по размерам в керамическом камне на основе шламистой части отходов обогащения железных руд АОАФ (а); то же МОФ (б); отходов углеобогащения (в)

(рис. 5, в) является тонкий помол и механоактивация исходного сырья, в результате чего остатки угля переходят в тонкодисперсное состояние, а также грануляция порошка, обеспечивающая плотную закрытую упаковку гранул при прессовании кирпича-сырца. Основываясь на данных по кумулятивному изменению объема пор в керамических изделиях опытно-промышленной партии, можно вычислить объем межзернового пустого пространства в керамическом камне. Для кирпича на основе шламов АОАФ, МОФ и отходов углеобогащения он составляет соответственно 25,5; 25,99 и 22,21%, что соответствует оптимальной модели структуры керамического изделия в случае закрытой упаковки гранул монофракционного состава с координационным числом 12 [7].

Высокие показатели морозостойкости опытно-промышленной партии кирпича на основе отходов, а также предела прочности при изгибе, которые на 12–60% превышают нормативные показатели, объясняются объемным армированием композиционного керамического материала. В качестве армирующего каркаса выступает спекшаяся поверхность контакта гранул, которая образует на границе раздела фаз матрицу, препятствующую развитию микротрещин, возникающих в дисперсной фазе при предельных деформациях изгиба.

Таким образом, промышленные испытания технологии производства керамических изделий ячеистой-заполненной структуры показали следующее. Основными условиями получения морозостойких керамических изделий полусухого прессования являются тонкий помол сырьевых материалов сухим способом и использование в технологии получения пресс-порошков агломерационных процессов (агрегирование и грануляция), что позволяет решить проблему неравноплотности кирпича-сырца. Благодаря реализации нового способа массоподготовки и инновационной технологии получения пресс-порошка в заводских условиях была получена пар-

тия керамического кирпича из малопластичных неспекающихся отходов обогащения железных руд и углеобогащения Кузбасса морозостойкостью более 50 циклов.

Ключевые слова: сырьевые материалы, руда, углеобогащение, керамический кирпич.

Список литературы

1. Ашмарин Г.Д., Курносов В.В., Ласточкин В.Г. Энерго- и ресурсосберегающая технология керамических стеновых материалов // Строительные материалы. 2010. № 4. С. 24–27.
2. Кондратенко В.А., Пешков В.Н. Проблемы кирпичного производства и способы их решения // Строительные материалы. 2002. № 3. С. 19–21.
3. Шлезель И.Ф., Шаевич Г.Я., Носков А.В. и др. Новое поколение глиноперерабатывающих установок «Каскад» // Строительные материалы. 2008. № 4. С. 34.
4. Гуров Н.Г. Заводы керамических стеновых материалов третьего поколения как современная база жилищного строительства в российской провинции // Строительные материалы. 2011. № 4. С. 6–8.
5. Столбоушкин А.Ю., Сайбулатов С.Ж., Стороженко Г.И. Технологическая оценка шламистой части отходов обогащения железных руд АОАФ как сырья для промышленности керамических строительных материалов // Комплексное использование минерального сырья. 1992. № 10. С. 67–72.
6. Столбоушкин А.Ю., Стороженко Г.И. Отходы углеобогащения как сырьевая и энергетическая база заводов керамических стеновых материалов // Строительные материалы. 2011. № 4. С. 43–46.
7. Storozhenko G., Stolboushkin A. Ceramic bricks from industrial waste // Ceramic & Sakhteman. Seasonal magazine of Ceramic & Building. Teheran, Iran. 2010 Winter. № 5. P. 2–6.



Активатор
измельчение активация синтез

**Лабораторные мельницы “Активатор”
для заводских и исследовательских лабораторий.**



Активатор-2SL



Для пробподготовки материалов



Активатор-4M



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

Реклама

Л.И. ХУДЯКОВА, О.В. ВОЙЛОШНИКОВ, кандидаты техн. наук, Байкальский институт природопользования Сибирского отделения РАН (г. Улан-Удэ, Республика Бурятия)

Строительная керамика на основе местного сырья Республики Бурятия*

В различных регионах России наблюдается дефицит качественного глинистого сырья для получения строительных керамических изделий. В то же время в стране скопилось значительное количество отходов горнодобывающих производств, которые необходимо перерабатывать. Поэтому вопросы получения керамического кирпича на основе отходов промышленности низкой себестоимости и высокого качества являются актуальной задачей.

В настоящее время проводятся исследования по получению строительной керамики с использованием магнезиальных отходов горноперерабатывающих предприятий [1]. Магнийсиликатные породы, в частности дуниты, являясь вмещающими породами, образуют отвалы горнодобывающих предприятий. Проводятся исследования по использованию их при производстве смешанных цементов [2] и тяжелых бетонов [3].

Целью настоящей работы явилось изучение возможности использования отходов горнодобывающей промышленности в виде дунитов Йоко-Довыренского дунит-троктолит-габбрового массива, входящего в состав Северо-Байкальской рудной зоны. При разработке месторождения открытым способом дуниты представляют собой вскрышные и вмещающие породы и хранятся в отвалах. Запасы дунитов на месторождении, по данным геологоразведки, составляют миллиарды тонн. В аспекте комплексного освоения месторождений полезных ископаемых перспективным считается использование отвальных пород, имеющих низкую себестоимость. Поэтому одним из направлений использования дунитов является применение их в строительной керамике.

Основными сырьевыми материалами являлись глина карьера Тимлюйский (Республика Бурятия) и дуниты Йоко-Довыренского массива, химический состав которых представлен в табл. 1.

По результатам рентгенофазового анализа установлено, что дунит состоит из минералов группы оливина – оливина, форстерита, фаялита, а также незначительного количества водных силикатов магния в виде хризотила, парасепоилита и миннесотаита.

Для снижения количества основного компонента глины и интенсификации спекания массы в состав шихты вводили мелкую фракцию дунита. Дунит является малоактивной породой и для перевода его в активное состояние применяли метод механоактивации при грубом и тонком помоле. На стадии тонкого помола использовали стержневой вибрационный измельчитель типа 75Т-ДрМ. Его преимущества: большая скорость измельчения породы; возможность образования прочных структурных связей измельчаемых минералов; повышение качества полученных веществ комбинирован-

ным способом обработки материалов. При этом измельчаемая композиция остается в активном состоянии.

Исследование влияния тонины помола дунита на физико-механические свойства образцов керамики. Отмечено, что при увеличении удельной поверхности при измельчении более 280 м²/кг физико-механические свойства меняются незначительно. Поэтому данная тонина помола принята за оптимальную и в дальнейшем исследования проводились с использованием дунита, размолотого до величины удельной поверхности 280 м²/кг.

При изучении физико-химических и структурных взаимодействий дунита с глиной использован комплексный метод, включающий химический, рентгенофазовый анализ. При этом определялись фазовый состав и процессы спекания керамических материалов.

Дисперсность полученных материалов определялась на измерителе удельной поверхности ПСХ-2. Рентгенофазовый анализ проводился на порошковом автоматическом дифрактометре D8 Advance фирмы Brukeraks с соответствующим программным обеспечением со скоростью угломера 2° в минуту в интервале от 4 до 30°. Режим съемки рентгенограмм для всех проб оставался постоянным. Расшифровка производилась по справочным данным.

Для изучения зависимости механической прочности образцов от количества вводимой добавки и температуры обжига готовили образцы-кубы с размером ребра 20 мм пластическим формованием. После сушки обжигали в лабораторной электропечи с изотермической выдержкой 3 ч при различной температуре. Испытания проводили по ГОСТ 473–81 «Изделия химически стойкие и термостойкие керамические». Результаты физико-механических испытаний образцов представлены в табл. 2.

Полученные данные показывают, что количество вводимой добавки в состав шихты оказывает влияние на зависимость прочности образцов от температуры их обжига. Увеличение доли дунита до 20% положительно влияет на спекание керамической массы при температуре 950°C. При температуре 1000°C хорошие показатели имеют образцы керамики с добавкой до 40% дунита.

Так как дуниты содержат безводные силикаты магния, с увеличением количества их добавки уменьшается огневая усадка и водопоглощение образцов. Повышение температуры обжига не вызывает деформации образцов ввиду того, что в состав дунита входит до 97% оливина, температура плавления которого составляет 1890°C. В то же время происходит значительное увеличение прочности образцов, которая имеет наибольшие показатели при меньшем содержании добавки, что объясняется подплавлением глинистой составляющей, значительным накоплением стеклофазы и связыванием ею

Таблица 1

Порода	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ +FeO	MgO	CaO	Na ₂ O+K ₂ O	ППП
Глина	61,8	16,15	6,84	0,88	5,58	3	4,6
Дунит	37,4	1,25	15,7	40,81	0,4	0,16	2,84

* Работа выполняется по программе ОХНМ РАН № 5.5.2 «Получение новых видов материалов с высокими эксплуатационными характеристиками из отходов горнодобывающей промышленности».

Таблица 2

Количество добавки, мас. %	Температура обжига, °С	Средняя плотность, г/см ²	Огневая усадка, %	Водопоглощение, %	Предел прочности при сжатии, МПа
10	950	1,69	4,2	8	10,8
	1000	1,81	5	7,8	15,4
	1050	1,89	5,8	7,1	28,4
	1100	2	6,3	6,5	59,5
20	950	1,76	3,5	7,9	8,3
	1000	1,84	4	7,5	13,5
	1050	1,93	4,5	7,1	23,4
	1100	2,12	4,9	6,5	50,6
30	950	1,83	2,6	7,6	7
	1000	1,89	3	7,3	9,8
	1050	1,98	3,6	7	15,7
	1100	2,23	4,1	6,3	40,8
40	950	1,92	2,1	7,2	6,2
	1000	1,96	2,5	7	7,5
	1050	2,04	2,8	6,6	14
	1100	2,28	3,5	6,1	31,4
50	950	1,96	1,7	6,9	4,8
	1000	1,99	2	6,6	6,1
	1050	2,09	2,4	6,1	8,6
	1100	2,33	3	5,8	21

Таблица 3

Количество добавки, мас. %	Предел прочности при сжатии образцов керамики, МПа, при температуре, °С					
	900	950	1000	1050	1100	1150
10	11,5	21,4	32	46,5	68,8	71,6
20	9,2	20,8	30,5	45	59,4	66,8
30	7,9	18,9	29,2	43,3	53,3	63,3
40	6,5	17,4	26,6	36,7	47,7	59,2
50	5,1	15,5	23,9	34,4	45,5	54,9

кристаллической фазы. Образцы имеют ровный красно-коричневый цвет.

Рентгенофазовый анализ обожженных образцов с добавкой дунита показал, что в их составе присутствуют линии, принадлежащие как глине, так и дуниту, подвергнутых обжигу при соответствующей температуре. Появляются новые пики, принадлежащие гематиту (d/n 0,365 нм) и кристобалиту (d/n 0,401 нм). Кристаллические новообразования позволяют сформировать новую структуру керамического камня. Все это определяет физико-механические свойства полученных образцов, обеспечивает их высокую прочность и низкое водопоглощение.

Были проведены исследования по получению строительной керамики полусухим способом формования при давлении прессования 60 МПа. Для этого образцы-цилиндры диаметром и высотой 25 мм подвергали обжигу в лабораторной электропечи с изотермической выдержкой 3 ч при температуре от 900 до 1150°С. Полученные результаты представлены в табл. 3.

Представленные данные показывают, что при полусухом способе формования изделий с добавкой дунитов получается керамический камень хорошего качества. Прочность полученных образцов также зависит от температуры их обжига и количества добавки. Следует отметить, что при данных условиях можно получить керамические образцы высокой прочности при низкой температуре. При 900°С и количестве добавки до 30% образцы удовлетворяют требованиям ГОСТ 530–2007 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия» (прочность при сжатии 7,5–30 МПа).

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о возможности получения облицовочного керамического кирпича, а также фасадной керамики на основе местных сырьевых ресурсов Республики Бурятия. Для подтверждения полученных результатов целесообразно изготовление и исследование опытных образцов в натуральную величину, а также сотрудничество с действующими промышленными предприятиями. Однако в относительной близости от месторождения кирпичных заводов нет. В перспективе освоения месторождений Северо-Байкальской рудной зоны возможно строительство кирпичного завода. Также возможна доставка данного вида сырья на кирпичные заводы Иркутской области.

Ключевые слова: строительная керамика, дуниты, температура обжига, огневая усадка, водопоглощение.

Список литературы

1. Гурьева В.А. Применение магниесодержащего техногенного сырья в производстве декоративно-отделочной керамики // Стекло и керамика. 2009. № 3. С. 18–20.
2. Худякова Л.И., Войлошиников О.В., Котова И.Ю. Отходы горнодобывающих предприятий как сырье для получения строительных материалов // Вестник ДВО РАН. 2010. № 1. С. 81–84.
3. Худякова Л.И., Войлошиников О.В. Практическое использование вмещающих пород медно-никелевых месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. № 3. С. 143–145.

Г.Д. АШМАРИН, канд. техн. наук, генеральный директор,
В.А. КОНДРАТЕНКО, канд. техн. наук, Почетный строитель России,
зав. отделом новых технологий, В.Г. ЛАСТОЧКИН, научный сотрудник,
ЗАО «ВНИИСТРОМ им. Петра Петровича Будникова»; А.П. ПАВЛЕНКО, инженер,
Кудиновский комбинат стройматериалов (Московская обл.).

Керамические экологически чистые теплоэффективные стены – реальность современного строительства

Коллектив ВНИИСТРОМ им. Петра Петровича Будникова внимательно ознакомился со статьей «Третье обсуждение СНиП 23-02 «Тепловая защита зданий»: грани разумного», опубликованной в журнале «Строительные материалы» № 11-2011 г. Мы искренне надеемся, что Министерство регионального развития РФ примет во внимание доводы ученых и представителей различных отраслей промышленности и утвердит актуализированную редакцию СНиП 23-02 «Тепловая защита зданий».

В этом случае появится возможность решать задачи энергосбережения не только путем повышения сопротивления теплопередаче стен любой ценой, но и с использованием альтернативных, возможно более эффективных решений: повышением энергоэффективности окон, установкой различных инженерных систем, созданием рациональных объемно-планировочных решений. Повышение энергозащиты стен в рамках комплексных мероприятий позволит наиболее полно использовать потенциал различных стеновых материалов, обеспечить долговечность конструкций, комфортность и экологичность жилья.

Анализ многих опубликованных статей показывает, что их авторы по незнанию или с умыслом часто сравнивают теплозащитные свойства стены из полнотелого кирпича со стенами с эффективной теплоизоляцией, т. е. сравнивают давно неприменяемую конструкцию с активно внедряемой в практику строительства.

При этом совершенно не учитывается, что в кирпичной промышленности России ускоренная структурная перестройка началась в конце 90-х гг. прошлого века, когда весь строительный комплекс страны был поставлен перед необходимостью практически в единое время перейти на строительство зданий с повышенной теплозащитой. С тех пор в отрасли произошли существенные изменения: построены новые заводы, оснащенные самым современным энергоэффективным производственным оборудованием; на многих заводах проведена реконструкция основных агрегатов, в первую очередь печей; применяются многокомпонентные сырьевые составы и т. д. Комплекс реализуемых в промышленности мероприятий позволил наладить не на отдельных предприятиях, а по всей стране серийный выпуск широкой номенклатуры пустотелых, а также пустотно-поризованных изделий, физико-технические показатели которых вполне отвечают современным требованиям энергоэффективности.

Работа по созданию эффективных видов стеновых керамических материалов продолжается. Значительные резервы кроются в возможности снижать среднюю плотность изделий (повышать теплотехнические свойства), при этом сохраняя и даже увеличивая прочность (конструкционные свойства).

Поиск новых технологических решений неразрывно связан с использованием новых сырьевых материалов. В последнее время большое внимание уделяется использованию кремнистых пород (опок, трепелов, диатомитов), запасы которых в России колоссальны, но востребованы мало. Во ВНИИСТРОМе большое внимание уделялось изучению кремнистых пород, в том числе карбонатистых трепелов, и в последнее время получены хорошие результаты как по технологии пористой керамики, так и плотной высокопрочной лицевой, и даже клинкерной [1].

В работах Г.И. Стороженко, А.Ю. Столбоушкина и других авторов [2, 3, 4] дан анализ опыта работы заводов полусухого прессования с эффективной массоподготовки сырьевых материалов, описаны технологические достоинства и потенциальные возможности заложенных технологических решений, изучено влияние технологических факторов на формирование рациональной структуры керамических изделий полусухого прессования из минеральных отходов Кузбасса.

В.Д. Котляр с соавторами обосновал перспективность развития производства керамического кирпича полусухого прессования, как рядового, так и лицевого, изучил свойства различных кремнистых опал-кристобалитовых опоковидных пород, определил параметры производства строительных изделий на их основе [5, 6].

С учетом большой потребности в легких теплоизоляционных строительных материалах во ВНИИСТРОМе разработана технология производства легковесного керамического теплоизоляционно-конструкционного материала от большеформатных блоков до кирпича нормального формата на существующем в настоящее время технологическом оборудовании [7]. В сочетании с лицевым керамическим кирпичом эти материалы позволяют значительно уменьшить (до 380 мм) толщину стен возводимого жилья при сохранении комфортного микроклимата с высокими теплозащитными свойствами.

Разработанный способ получения легковесного керамического теплоизоляционного и теплоизоляционно-конструкционного строительного материала основан на свойствах природных сырьевых материалов (трепела, диатомита или опоки), содержащих активный кремнезем, который при обжиге в диапазоне температуры 650–750°C за счет разложения кальцинированной соды с выделением углекислого газа (CO₂) в присутствии каустической соды позволяет получать пористый (с плотностью 200–800 кг/м³) прочный керамический материал. Получаемый материал имеет нулевую влажность, низкую теплопроводность и достаточно высокую прочность (см. таблицу).

Возможность реализации способа получения легковесного керамического теплоизоляционно-конструкци-

Физико-технические свойства	Вид материала			
	Вспученный легковесный керамический материал (ВНИИСТРОМ)	Пенодиатомит ГОСТ 2694	Ячеистый бетон ГОСТ 5742	Поризованная керамика
Прочность при сжатии, МПа	1,5–21	0,6–0,9	0,8–2,5	10–12,5
Плотность, кг/м ³	200–800	350–500	350–600	1000–1100
Теплопроводность, Вт/(м·°К)	0,055–0,165	0,072–0,1	0,093–0,14	0,25–0,26
Водопоглощение, %	2–10	15–25	15–25	8–14
Морозостойкость, циклы	Не менее 100	Не морозостоек	Не нормируется	25–50

онного строительного материала подтверждается исследованиями многих месторождений кремнистых пород (опок, трепелов и диатомитов).

Вместе с тем, если использовать сырьевые материалы, насыпная плотность которых не превышает 1000 кг/м³, то возможно существенно снизить плотность керамического кирпича. В качестве такого сырьевого природного материала с успехом могут использоваться чистые кремнистые породы или в сочетании с добавками глин, суглинков и отходов промышленности [8, 9, 10]. Во ВНИИСТРОМе разработана технология производства керамического кирпича методом компрессионного формования с использованием трепелов Брянской, Калужской, Тульской областей, Республики Чувашия и получены образцы плотностью 750–1300 кг/м³ с пределом прочности при сжатии до 25 МПа, при этом образцы выдерживают до 100 циклов попеременного замораживания и оттаивания. При изготовлении керамического кирпича с пустотностью даже 10–15% его средняя плотность не превысит 1000 кг/м³, а при пустотности 43% – 750 кг/м³.

В ближайшее время планируется приступить к проектированию и строительству кирпичных заводов и заводов по выпуску легковесного керамического теплоизоляционного и теплоизоляционно-конструкционного материалов в Брянской, Калужской, Тульской областях и Республики Чувашия.

Расчеты показывают, что при строительстве завода по производству поризованной и теплоизоляционно-конструкционной поризованной керамики мощностью 50 тыс. м³ в год затраты составляют около 300 млн р., срок окупаемости капитальных вложений около 3 лет. При строительстве завода по производству трепельного лицевого кирпича мощностью 30 млн шт. нормального формата в год требуется около 500 млн р. капитальных вложений, срок окупаемости около 2,5 лет.

Исследования показали, что методом компрессионного формования при модификации глин кремнистыми породами возможно производство при определенном давлении прессования и температуре обжига клинкерной керамики высокой прочности и морозостойкости. Электронно-микроскопические исследования показали, что изделия, сформованные из пресс-порошков при давлении 40–50 МПа имеют более совершенную структуру керамического камня по сравнению с изделиями экструзионного формования, что существенно повышает прочность, плотность, твердость и износостойкость. Получаются клинкерные изделия с водопоглощением до 5% и прочностью более 30 МПа, плотностью до 2000 кг/м³.

Сочетание легковесного теплоизоляционно-конструкционного керамического строительного материала «Конпазит» с керамическим облицовочным кирпичом пониженной плотности на основе трепелов позволит возводить **керамические экологически чистые теплоэффективные стены, которые смогут обеспечить**

необходимую теплозащиту, но являются при этом пожаро-безопасными и долговечными.

Ключевые слова: *кремнистые породы, поризованная керамика, теплоизоляционно-конструкционная керамика, компрессионное формование, пресс-порошок, клинкер.*

Список литературы

1. Ашмарин Г.Д., Ласточкин В.Г., Илюхин В.В., Минаков А.Г., Татьяначиков А.В. Инновационные технологии высокоэффективных керамических строительных изделий на основе кремнистых пород // Строительные материалы. 2011. № 7. С. 28–30.
2. Стороженко Г.И., Болдырев Г.В. Опыт работы кирпичных заводов полусухого прессования с эффективной массоподготовкой глинистого сырья // Строительные материалы. 2011. № 2. С. 3–5.
3. Стороженко Г.И., Столбоушкин А.Ю. Формирование ячеисто-заполненной структуры керамических композиционных материалов на основе промышленных отходов // Строительные материалы. 2010. № 4. С. 31–33.
4. Столбоушкин А.Ю., Дружинин С.В., Стороженко Г.И., Завадский В.Ф. Влияние технологических факторов на формирование рациональной структуры керамических изделий полусухого прессования из минеральных отходов Кузбаса // Строительные материалы. 2008. № 5 / Technology. С. 95–97.
5. Котляр В.Д., Терехина Ю.В., Небезжо Ю.И. Перспективы развития производства керамического кирпича полусухого прессования // Строительные материалы. 2011. № 2. С. 6–7.
6. Котляр В.Д. Кремнистые опоквидные породы Краснодарского края – перспективное сырье для стеновой керамики // Строительные материалы. 2010. № 4. С. 34–35.
7. Кондратенко В.А., Павленко А.П. Способ изготовления легковесного керамического теплоизоляционного и теплоизоляционно-конструкционного материала. Решение о выдаче патента по заявке на изобретение № 201037606/03 от 18.10.2011 г.
8. Ашмарин Г.Д., Курносов В.В., Ласточкин В.Г. Технологическая линия для производства керамических строительных изделий методом компрессионного формования. Патент № 2397068. Б.И. № 23 от 20.08.2010 г.
9. Ашмарин Г.Д., Курносов В.В., Беляев С.Е., Ласточкин В.Г. Туннельная печь-сушилка. Патент № 2406049. Б.И. № 34 от 10.12.2010 г.
10. Ашмарин Г.Д., Илюхин В.В., Илюхина Л.Г., Ашмарин Д.Г. Сырьевая смесь для изготовления керамических теплоэффективных стеновых изделий. Решение о выдаче патента по заявке на изобретение № 2010110474/03(014749) от 09.07.2010 г.

Г.Н. МАЛИНОВСКИЙ, д-р техн. наук, генеральный директор,
В.Ю. МЕЛЕШКО, заведующий НИЛ керамических материалов,
О.А. СЕРГИЕВИЧ, научный сотрудник НИЛ керамических материалов,
Государственное предприятие «Институт НИИСМ» (Минск, Республика Беларусь)

Стеновые блоки на основе карбонатсодержащего трепела месторождения Стальное Республики Беларусь

В настоящее время в промышленности строительных материалов одним из приоритетных направлений является производство экологически чистых и долговечных стеновых изделий с повышенными теплоизоляционными характеристиками. В этой связи Государственным предприятием «Институт НИИСМ» были разработаны и внедрены в производство на ряде предприятий керамические поризованные блоки, где в качестве поризующей добавки используются древесные опилки, являющиеся отходом переработки древесины. Однако опилки стали активно использовать в качестве топлива при производстве теплоэнергии, что обусловило их дефицит для других отраслей промышленности. В этой связи актуальной стала задача замены опилок на другой компонент, позволяющий получать стеновые блоки с высокой пористостью, а следовательно, с низкой теплопроводностью.

Трепел, диатомит, опока образуют особую группу кремнеземистых пород. Общим для всех этих пород является то, что они в значительной мере сложены опалом. Входящие в состав этой группы породы можно разделить на:

а) породы, сложенные органическими остатками (диатомиты, сложенные скорлупками диатомовых водорослей, обломками спикул губок и остатками радиоларий; спонголиты, сложенные обломками спикул кремниевых губок, и радиолариты);

б) породы без явно выраженной органогенной структуры (трепелы – рыхлые породы и опоки – плотные породы), сложенные мельчайшими зернышками опала и халцедона и содержащие иногда незначительное количество органических остатков [1].

На территории Республики Беларусь выявлены значительные запасы известковых трепелов месторождения Стальное, расположенного в Хотимском районе Могилевской области. Общие запасы месторождения на Северном и Южном участках по категориям В+С₁+С₂

составляют 78 млн т (48,2 млн м³). Наиболее предпочтительным для первоочередной разработки является Северный участок [2]. Гидрогеологические условия месторождения относятся к типу сложных, и для обеспечения разработки карьера необходима организация постоянного водопонижения на 1 м ниже подошвы полезного ископаемого либо извлечение породы с естественной влажностью на поверхность с ее дальнейшей подсушкой на воздухе. Разработка месторождения и выбор метода обезвоживания трепела должны быть экономически целесообразным и обоснованным исходя из широкой области его использования. Это может быть производство жаростойких теплоизоляционных плит, использование в качестве активной минеральной добавки в производстве цемента, регулирующего компонента почвы, антислеживающей добавки в производстве удобрений, адсорбента и т. д.

Качество полезного ископаемого по всему месторождению по химическому и минералогическому составу неоднородное, мощность залегания полезного ископаемого изменяется от 0,9 до 18 м с подстилающей породой (мелом) на глубине от 18 до 27,3 м.

Для проведения исследований по получению поризованных трепельных стеновых блоков была отобрана представительная проба трепела месторождения Стальное в количестве 3 т из куста скважины № 26А-Д. Проба трепела на разной глубине залегания породы неоднородна. На глубине 0,2–4 м это – супесь зеленоватосерая, известковая, грубая, плотная с включениями гравия и гальки осадочных и изверженных пород 3–5%, малопластичная; 4–9 м – трепел темно-серый с зеленоватым оттенком, известковый с включениями опоки 15–20% и прожилками обводненного песка; 10,5–15 м – трепел серый с зеленоватым оттенком, известковый с включениями опоки 20–25%, влагонасыщенный; 15–20 м – трепел темно-серый с зеленоватым оттенком, известковый,

Таблица 1

Истинный и расчетный химический состав проб трепела месторождения Стальное

Глубина отбора пробы, м	Содержание оксидов, %												
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	ППП	св.SiO ₂	ам.SiO ₂
4–9	58,28	6,53	2,07	0,26	0,02	14,82	0,92	0,37	0,38	0,88	15,91	44,02	34,42
9–10,5	77,32	6,28	1,71	0,33	0,04	5,42	1,13	0,16	0,6	1,16	6,3	68,59	6,29
10,5–15	60,33	5,86	2,17	0,3	0,04	14,26	1,02	0,39	0,41	0,89	14,8	50,63	25,14
15–20	59,24	5,8	2,32	0,29	0,03	16,2	0,9	0,29	0,41	0,94	13,99	40,11	24,72
20–25	6,3	1,17	0,58	0,15	0,1	50,41	0,65	0,2	0,24	0,2	40,48	0,75	–
Средняя проба 4–20	60,94	6,09	2,14	0,29	0,03	14,21	0,96	0,33	0,42	0,93	14,09	46,97	26,14

Таблица 2

Сводные показатели физико-химических исследований проб трепела месторождения Стальное

Показатель		Глубины отбора, м									
		4–9		9–10,5		10,5–15		15–20		20–25	
Содержание Al_2O_3 , %		6,53		6,28		5,86		5,8		1,17	
Содержание красящих оксидов ($Fe_2O_3+TiO_2$), %		2,33		2,04		2,47		2,61		0,73	
Минералогический состав, %	кварц	54,8		98,7		51,4		43,9		0,7	
	кальцит	36,1		1,2		48,3		52,6		96,5	
	каолинит	9,1		0,1		0,3		0,3		2,8	
Содержание тонкодисперсных фракций, %		>10 мкм	>1 мкм	>10 мкм	>1 мкм	>10 мкм	>1 мкм	>10 мкм	>1 мкм	>10 мкм	>1 мкм
		41,44	17,36	28,22	14,2	47,2	15,9	50,6	19,52	74,7	9,74
Содержание крупнозернистых включений, %		14,5		8,8		15,11		10,2		4	
		Агломераты трепела плотных разновидностей, включения кварца, полевого шпата, известняка и органические примеси									
Пластичность		7,9		3,1		6,6		7,7		–	
Содержание свободного кварца, %		44,02		68,59		50,63		40,11		0,75	
Содержание карбонатных включений ($CaCO_3+MgCO_3$), %		3,64		1,8		4,23		2,55		2,55	
Запесоченность, %		34,9		59,5		42,6		39,6		13,9	

с включениями опоки 25–30%; 20–25 м – трепел светло-серый, с включениями опоки 20–25% (меловая порода).

Естественная влажность представленных проб трепела месторождения Стальное составляет 16,4–35%.

В воздушно-сухом состоянии трепел представляет собой рыхлую слабосцементированную глинистым веществом кремнистую породу серого цвета землистой структуры. Исходя из того что добывать полезное ископаемое селективно по уровням нецелесообразно, пробы трепела были объединены по интервалу глубины залегания 4–20 м в среднюю пробу, расчетный химический состав которой приведен в табл. 1.

Сводные показатели физико-химических исследований проб трепела месторождения Стальное приведены в табл. 2.

В соответствии с ГОСТ 9169–75 «Сырье глинистое для керамической промышленности. Классификация» представленные пробы трепела месторождения Стальное относятся:

- в зависимости от содержания Al_2O_3 в прокаленном состоянии – к группе кислого сырья;
- в зависимости от количества красящих оксидов – к группе со средним содержанием;
- по гранулометрическому составу – к группе низко- и грубодисперсного по размеру частиц менее 10 и 1 мкм;
- по пластичности – к группе малопластичного (9–15 м), умеренно пластичного (4–9 м, 15–20 м) и непластичного сырья (20–25 м);
- по количеству крупнозернистых включений – с высоким содержанием включений размером более 0,5 мм (свыше 5%);
- по минералогическому составу – к полиминеральному сырью с примесями кварца и кальцита;
- в зависимости от содержания свободного кварца – к группе с высоким содержанием за исключением интервала залегания 20–25 м;
- по суммарному содержанию карбонатных включений их количество в пробах составляет 1,8–4,23%,

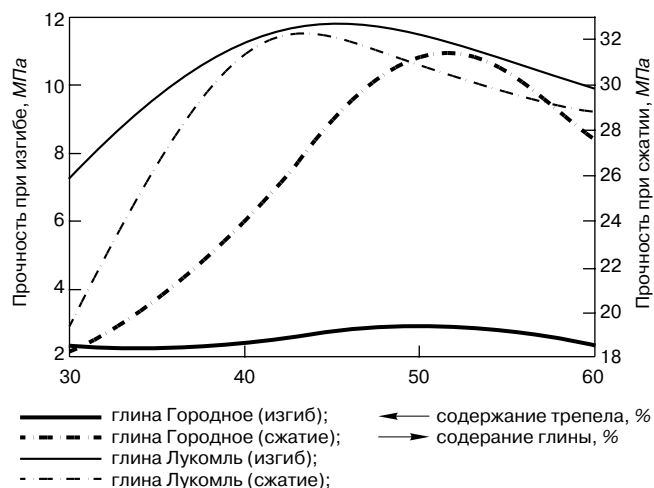


Рис. 1. Зависимость предела прочности при сжатии и изгибе исследуемых лабораторных образцов от количества вводимого трепела месторождения Стальное при температуре обжига 950°C

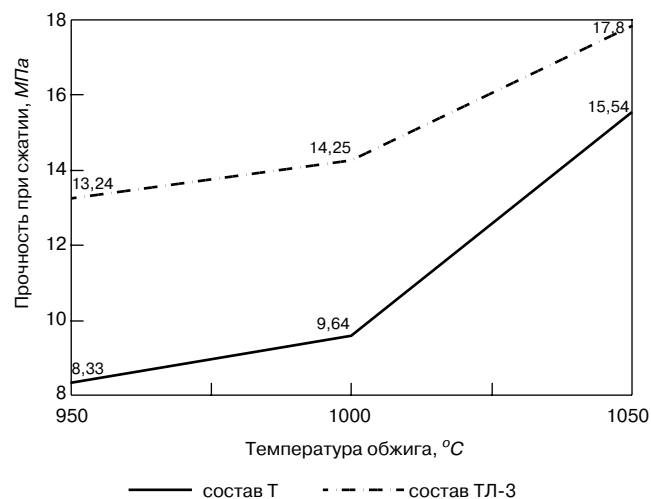


Рис. 2. Зависимость изменения прочности при сжатии трепельных блоков с пустотностью 34% от температуры обжига

Таблица 3

Лабораторно-технологические показатели проб трепела месторождения Стальное

Показатель		Глубина отбора, м									
		4–9		9–10,5		10,5–15		15–20		20–25	
Формовочная влажность, %		28,5		13,9		28,2		28		25,9	
Чувствительность к сушке по Носовой/Чижскому		K _ч	с	K _ч	с	K _ч	с	K _ч	с	K _ч	с
		0,12	182,1	0,17	181,5	0,12	183	0,18	182,1	0,06	194
Воздушная усадка, %		3,5		3,2		4,1		4,1		2,9	
Общая усадка, %, при температуре, °С	900	8,2		2,1		7,7		6,8		-	
	950	8,5		2,2		8		7			
	1000	9,1		3,2		8,2		7,3			
	1050	9,2		4,3		8,3		7,9			
	1100	15,9		5,4		15,4		12,3			
	1150	22,9		7,7		21		20,4			
	1200	Образцы оплавилась									
Водопоглощение, %, при температуре, °С	900	38,8		16,9		33,6		31,1		-	
	950	38,7		15,9		33,5		30,9			
	1000	38,6		15,2		33,3		30,8			
	1050	38		14,6		33,1		30,7			
	1100	20,1		10,8		18,8		14,4			
	1150	1,26		6,18		1,31		1,84			
	1200	Образцы оплавилась									
Пористость открытая, %, при температуре, °С	900	49		27,7		45,4		43,2		-	
	950	48,9		27,2		45,4		43			
	1000	48,6		27		45		42,8			
	1050	48,4		26,6		44,9		42,7			
	1100	31,9		20,4		30,9		24,7			
	1150	2,76		12,26		2,88		3,95			
	1200	Образцы оплавилась									

основная часть которых сосредоточена во фракции более 5 мм.

Исследование представительной усредненной пробы трепела проводилось в двух направлениях:

- установление возможности получения трепельных стеновых изделий;
- установление возможности замены выгорающих добавок в глинистой шихте при производстве керамических поризованных блоков.

Лабораторно-технологические испытания проводились на образцах—плиточках, балочках и кубиках с последующим определением чувствительности к сушке, спекаемости и усадки. Полученные результаты лабораторных исследований приведены в табл. 3 и позволяют сделать следующие выводы.

Исследуемые образцы проб сырья в естественном состоянии обладают удовлетворительными формовочными свойствами при влажности 14–28,5%.

По чувствительности к сушке, определяемой по экспресс-методике А.Ф. Чижского и по методике З.А. Носовой, представленные пробы трепела месторождения Стальное являются малочувствительными к сушке.

По степени и температуре спекания исследуемое сырье относится к группе неспекающегося.

Воздушная линейная усадка образцов изменяется в пределах 1,6–4,8%.

Ожидаемая температура обжига составит 1000–1050°С.

С целью установления возможности замены выгорающих добавок и влияния вводимого трепела на свойства

Таблица 4

Шихтовые составы масс

Наименование компонента	Содержание компонентов, %														
	Лабораторный индекс														
	Т	ТГ-1	ТГ-2	ТГ-3	ТГ-4	ТГО-1	ТГО-4	Г	ТЛ-1	ТЛ-2	ТЛ-3	ТЛ-4	Л	ТЛО-1	ТЛО-4
Глина (Городное)	-	70	60	50	40	50	50	100	-	-	-	-	-	-	-
Глина (Лукомль)	-	-	-	-	-	-	-	-	70	60	50	40	100	50	50
Трепел (Стальное)	100	30	40	50	60	50	50	-	30	40	50	60	-	50	50
Древесные опилки, сверх 100%	-	-	-	-	-	1	4	-	-	-	-	-	-	1	4

Таблица 5

Структурные характеристики лабораторных образцов

Индекс образцов	Водопоглощение, %			Плотность объемная, г/см ³			Пористость открытая, %		
	950°C	1000°C	1050°C	950°C	1000°C	1050°C	950°C	1000°C	1050°C
Т	25	24,8	24,6	1,556	1,557	1,558	38,9	38,7	38,5
ТГ-1	8,4	8	7,8	1,902	1,903	1,916	16	15,3	14,9
ТГ-2	10,4	10,1	9,7	1,818	1,827	1,842	18,9	18,5	17,8
ТГ-3	12,8	12,5	12,2	1,75	1,753	1,768	22,4	22	21,6
ТГ-4	14,5	14	13,9	1,703	1,71	1,715	24,6	24	23,8
ТГО-1	16	15,9	15,3	1,647	1,642	1,66	26,1	26	25,5
ТГО-4	18,9	18,8	18,5	1,543	1,545	1,554	29,2	29	28,4
Г	5,9	4,8	1,5	2,023	2,056	2,063	12,1	9,8	3
ТЛ-1	16,5	16,3	14,4	1,72	1,722	1,759	28,4	28,1	25,4
ТЛ-2	17,9	17,8	15,9	1,67	1,672	1,704	29,8	29,7	27
ТЛ-3	18,7	18,3	16,4	1,64	1,645	1,679	30,8	30	27,5
ТЛ-4	21,1	19,9	17,7	1,587	1,595	1,635	33,4	31,7	29
Л	13,8	13,4	10,9	1,847	1,856	1,917	25,5	24,9	20,9
ТЛО-1	20,9	20,7	19,5	1,571	1,572	1,591	32,5	32,3	30,7
ТЛО-4	21,2	21	19,6	1,533	1,541	1,565	32,8	32,5	31,2

легкоплавких и тугоплавких глин были исследованы составы: тугоплавкая глина месторождения Городное – средняя проба трепела месторождения Стальное, легкоплавкая глина Лукомль – средняя проба трепела Стальное, а также древесные опилки. Выбор глин обусловлен тем, что они являются исходным сырьем для производства поризованных блоков и на предприятиях имеются железнодорожные подъездные пути для доставки трепела. Исследуемые шихтовые составы масс представлены в табл. 4.

Изготовление лабораторных образцов с формовочной влажностью 20–26,9% осуществлялось на экструдере шнековым лабораторном марки МД1-008 при разрежении 0,092–0,095 МПа, давлении в головке пресса 0,4–0,6 МПа. Общая продолжительность сушки образцов 6 ч, при этом значения воздушной усадки уменьшаются с увеличением содержания трепела от 9,8% до 8,7% для образцов на основе тугоплавкой глины и от 9,1% до 7,6% – на основе легкоплавкой. С введением трепела снижается чувствительность к сушке, определяемая по ускоренной методике А.Ф. Чижского, от 91 с (состав Г)

до 114 с (состав ТГ-4) для образцов на тугоплавкой глине, т. е. масса переходит в класс средней чувствительности к сушке. И от 114,9 с (состав Л) до 175,9 с (состав ТЛ-4) для образцов на легкоплавкой глине.

Общая усадка образцов, обожженных при температуре 950°C, 1000°C и 1050°C, составляет соответственно 7,9–10,5; 8–10,9 и 8,6–11%. Ввод трепела приводит к снижению общей усадки для обоих типов глинистого сырья.

Структурные характеристики обожженных при указанной температуре образцов приведены в табл. 5.

Анализ полученных данных показывает, что с увеличением количества вводимого трепела до 60% средняя плотность керамического камня в среднем снижается до 1,7 г/см³ для образцов на основе глины Городное и до 1,59 г/см³ – для глины Лукомль. При пустотности изделий 45–50% и плотности керамического камня 1,59 г/см³ может достигаться возможность получения пустотелых блоков со средней плотностью 800–850 кг/м³ и высокими теплозащитными свойствами.

Зависимость изменения механической прочности образцов от количества вводимого трепела представлена на рис. 1.

Исследование прочностных характеристик показывает закономерность увеличения механической прочности исследуемых образцов, которая достигает максимального значения при содержании в составе 50% трепела $\sigma_{сж} = 31,2–38,9$ МПа; $\sigma_{изг} = 2,9–9,2$ МПа для тугоплавкой глины и $\sigma_{сж} = 30,8–46$ МПа; $\sigma_{изг} = 11,5–13,7$ МПа для легкоплавкой глины, что, вероятно, обусловлено флюсующим действием СаО. Низкая прочность образцов при изгибе на основе глины Городное обуславливается высокой чувствительностью к сушке и наличием дефектов структуры керамического камня обожженных образцов.

С целью уточнения полученных данных лабораторно-технологических исследований в полувальцовых условиях проводился выпуск опытных партий изделий в натуральную величину, как из чистого трепела (состав Т), так и из смеси с глиной Лукомль (состав ТЛ-3).

Учитывая возможное влияние карбонатов, имеющих в трепеле, на свойства керамического камня [3], под-

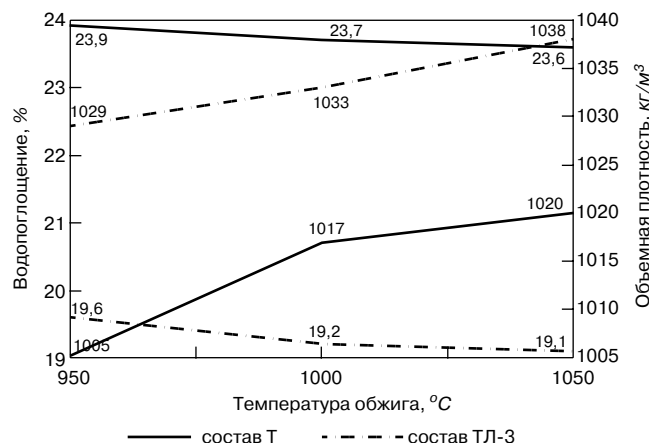


Рис. 3. Зависимость изменения водопоглощения и объемной плотности трепельных блоков с пустотностью 34% от температуры обжига

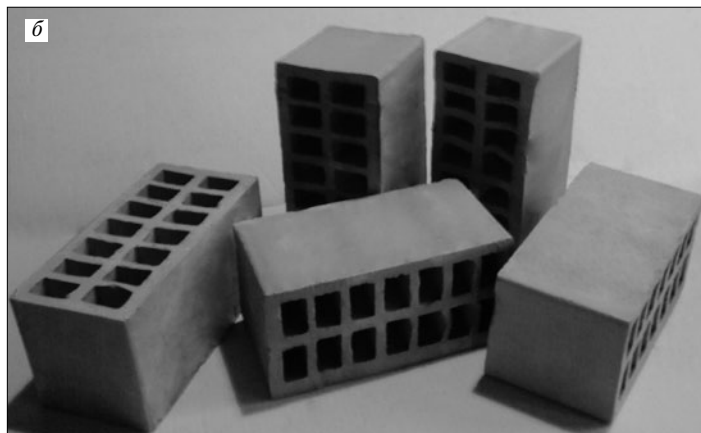
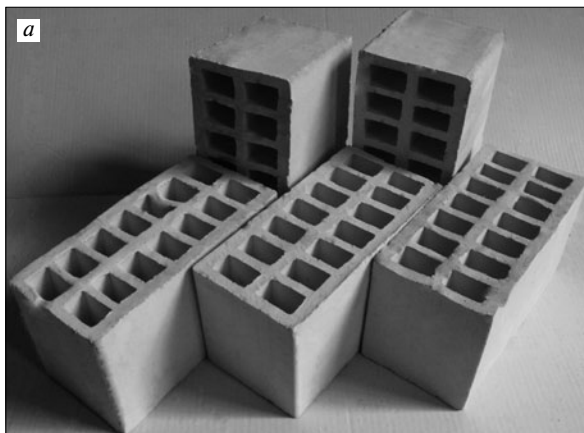


Рис. 4. Образцы трепельных стеновых блоков, обожженных при температуре 1050°C: а – состав Т (100% трепел месторождения Стальное); б – состав ТЛ-3 (50% трепел, 50% глина Лукомль)

готовка сырьевых материалов велась в следующей последовательности. Высушенные пробы трепела первоначально измельчались в молотковой дробилке и усреднялись в среднюю пробу. Проба для формовки из чистого трепела увлажнялась из расчета получения формовочной влажности и дважды была переработана на прессе, оборудованном решеткой с ячейками $\varnothing 10-12$ мм.

Глина месторождения Лукомль измельчалась в вальцах тонкого помола с зазором между валками 1–3 мм, а затем составлялась шихта путем перемешивания глины с порошком средней пробы трепела в соотношении 1:1 и дальнейшей ее переработкой на шнековом прессе, оснащенный решеткой. С целью усреднения по влажности подготовленные массы вылеживались в течение суток.

Формование пустотелых блоков размером $250 \times 120 \times 138$ мм как из чистого трепела, так и из смеси с глиной осуществлялось на вакуум-прессе RUR-20 при следующих технологических параметрах: давление в головке пресса 0,85–1 МПа при пустотности 34% и 1,1–1,25 МПа при пустотности 52%, вакуум при этом составил 0,09–0,095 МПа. При формовании контролировалась формовочная влажность. Для половины свежесформованных изделий обоих составов дальнейший технологический процесс сушки и обжига осуществлялся на линии производства лицевого кирпича Минского керамического завода ОАО «Керамин».

В условиях опытного производства института НИИИСМ сушка отформованных изделий проводилась в два этапа: подвялка сырья в естественных условиях при относительной влажности воздуха 56,9–67,6% и температуре 18,6–20,5°C с последующей сушкой изделий в камерной сушилке в течение 48 ч при медленном подъеме температуры до 80–100°C. Значения воздушной усадки для изделий состава Т составили 4,1–4,3%; для состава ТЛ-3 – 6,2–6,4%. Высушенные блоки с пустотностью 34% и остаточной влажностью 1,7–3,1% обжигались в электропечи при температуре 950, 1000, 1050°C.

Большое содержание карбонатной породы в материале способствует уменьшению интервала спекания, и, как следствие, возрастает опасность возникновения деформации изделий. Данные по спекаемости трепела месторождения Стальное представлены в табл. 3.

Закономерности изменения физико-механических характеристик (прочности, водопоглощения, средней плотности) обожженных изделий составов Т, ТЛ-3 от температуры обжига приведены на рис. 2, 3.

Экспериментально установлена оптимальная температура обжига – 1050°C для состава ТЛ-3, при этом скорость подъема температуры 45°C/ч с выдержкой при максимальной в течение 1 ч, общее время обжига без учета охлаждения составляет 24,3 ч.

Обожженные при данных условиях образцы трепельных блоков и с глиной Лукомль при пустотности 52% представлены на рис. 4.

В результате исследований представленных проб трепела месторождения Стальное установлена возможность получения трепельных стеновых блоков с пустотностью 52% методом экструзии, а также поризованных пустотелых блоков на основе глин с добавкой трепела, соответствующих требованиям СТБ 1719–2007 «Блоки керамические поризованные пустотелые. Технические условия».

Состав Т (100% трепел месторождения Стальное) – блок керамический поризованный пустотелый размерами $250 \times 120 \times 138$ мм, марка по прочности М50, марка по средней плотности D750, марки по морозостойкости F50 (КПП $250 \times 120 \times 138-50-750-50$ СТБ 1719–2007).

Состав ТЛ-3 (50% трепел месторождения Стальное, 50% глина Лукомль) – блок керамический поризованный пустотелый размерами $250 \times 120 \times 138$ мм, марка по прочности М100, марка по средней плотности D800, марка по морозостойкости F50 (КПП $250 \times 120 \times 138-100-800-50$ СТБ 1719–2007).

Обожженные в условиях Минского керамического завода ОАО «Керамин» образцы блоков обоих составов соответствуют требованиям СТБ 1719–2007.

Разработка трепелов месторождения Стальное позволит организовать в Хотимском районе Могилевской области выпуск долговечных материалов для строительной отрасли, а также реализовать трепел как сырье для других производств индустрии республики и тем самым заменить привозные сырьевые материалы на местные.

Ключевые слова: кремнистое сырье, трепел, поризованные блоки.

Список литературы

1. Григорович М.Б. Требования промышленности к качеству минерального сырья: Справочник для геологов. М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр, 1962. С. 3–26.
2. Отчет о детальной разведке месторождения известковых трепелов Стальное Хотимского района Могилевской области, проведенной в 2001–2004 гг. с подсчетом запасов по состоянию на 01.06.2004 г. (Хотимский объект № 1). Отчет РУП «Белгеология». Слуцк, 2004.
3. Чумаченко Н.Г., Кузьмин В.В. Особенности влияния вида карбонатных включений на дутикообразование // Строительные материалы. 2011. № 4. С. 47–49.

К.А. ЛАПУНОВА, инженер (keramik_kira@mail.ru),
В.Д. КОТЛЯР, канд. техн. наук, Ю.В. ТЕРЕХИНА, инженер (yuliya-2209@mail.ru),
Ростовский государственный строительный университет (Ростов-на-Дону)

Фигурный керамический кирпич на основе опок: классификация и производство

В последнее время в гражданском строительстве наблюдается увеличение спроса на изделия архитектурно-строительной керамики, и прежде всего на лицевой кирпич разнообразной формы. Это обусловлено стремлением застройщика к индивидуальности, а именно: фигурный кирпич дает возможность выразить многообразие решений, придать выразительность отдельным зданиям и архитектурным комплексам в целом, подчеркнуть их индивидуальность и красоту. Характеристики фигурного кирпича позволяют использовать его как стеновой материал, способный воспринимать нагрузки; как облицовочный, выполняющий декоративные функции, и как элемент для внутренней отделки помещений без последующей обработки стен. Область применения фигурного кирпича обширна: украшение фасадов зданий, декорирование стен, оформление оконных и дверных проемов, лестничных маршей, парапетов, выкладка сложных орнаментов, применение при отделке внутреннего интерьера и в ландшафтном дизайне.

В настоящее время спрос на фигурный кирпич в основном удовлетворяется за счет импортной продукции. В России фигурный кирпич выпускается на единичных предприятиях в весьма ограниченном ассортименте. Проведенный анализ ситуации позволил выявить ряд проблем, связанных между собой и препятствующих производству фигурного кирпича, а также предложить пути их решения.

Главной, по нашему мнению, является технологическая проблема при выпуске фигурного кирпича. Большинство современных автоматических технологических линий пластического формования предусматривает в основном выпуск однотипных изделий. Переход на выпуск изделий другой формы занимает достаточно много времени, что связано с заменой мундштука прессы и отладкой всего технологического процесса. Практически все автоматы-садчики не могут выполнять своих функций при садке фигурного кирпича, следовательно, приходится привлекать ручной труд. Таким образом предприятия могут себе позволить выпуск такого кирпича лишь в зимний период, когда падает спрос на основную продукцию.

Второй по важности проблемой является цвет фигурного кирпича. Наиболее востребованными являются лицевые изделия светлых цветов (бежевый, розовый, желтый) различных оттенков, а также темных цветов — коричневого, темно-серого, черного. Однако светложгущееся глинистое сырье является дефицитным и достаточно дорогим для производства стеновой керамики, а осветлять красножгущееся глины технологически сложно и трудоемко. Получение темного цвета требует ввода керамических пигментов или окрашивающих добавок. Первые в основном импортного производства, вторые часто неоднородны по составу и свойствам, что

затрудняет получение готовой продукции одинаково-го цвета.

Третья сложность возникает в разработке минимально необходимого ассортимента форм кирпича для максимально широкого применения. Необходимо предложить потенциальному потребителю не только тот или иной вид фигурного кирпича, но и варианты архитектурных решений исходя из пожеланий потребителя и характеристик конкретных изделий. С этой задачей, на наш взгляд, можно справиться только коллективно, совместно с архитекторами, проектировщиками, технологами, инженерами и дизайнерами.

Четвертой проблемой является отсутствие общепринятой классификации, нормативно-технической базы для производства и испытаний фигурного кирпича. Например, для изделий, применяемых для оформления фасадов зданий, наряду с декоративно-эстетическими важными являются физико-механические показатели, долговечность, морозостойкость и т. д.

Очевидно, что решение такой многогранной задачи, как производство фигурного кирпича, требует комплексного подхода. Работы, проводимые в Ростовском государственном строительном университете на протяжении последних лет совместно с кирпичными заводами, геологическими, проектными, архитектурными, реставрационными организациями, позволили предложить пути решения данной задачи.

По нашему мнению, рациональным решением является создание отдельных гибких технологических линий по производству фигурного кирпича по технологии полусухого прессования, на которых можно оперативно изменять номенклатуру продукции. При полусухом прессовании быстрая смена вида выпускаемых изделий обусловливается коротким временем замены пресс-формы. Формование изделий предпочтительно производить на гидравлических прессах с возможностью регулирования параметров прессования. Садка фигурного кирпича на печные вагонетки возможна только вручную. Сырьем для производства фигурного кирпича могут стать опоки и опокovidные породы, имеющие широкое распространение во многих регионах России. Они, как показали лабораторно-технологические испытания и промышленная апробация, являются достаточно технологичным сырьем. Изменяя степень измельчения, параметры прессования, температуру обжига, можно в значительных пределах изменять свойства изделий [1]. Изделия на основе опок обеспечивают хорошие теплозащитные свойства стеновых конструкций вследствие пониженной плотности. Для изделий светлых оттенков сырьем могут служить карбонатные опоки, дающие после обжига керамический камень розового, желтого, бежевого цветов [2]. При введении красящих добавок в керамическую массу можно получать самые разнообразные

Классификация лицевого фигурного кирпича по форме и назначению

№№ п/п	Наименование и тип изделия	Описание	Назначение
1	Плашковые или тычковые: а) со скошенными ребрами; б) с закругленными ребрами	Профильный рельеф расположен на тычковой поверхности кирпича	Для фоновой стеновой кладки, декоративных вставок, фризов, карнизов, тяг, подоконников, оконных и дверных проемов
2	Ребровые или ложковые: а) со скошенными ребрами; б) с закругленными ребрами	Профильный рельеф расположен на ложковой поверхности кирпича	Для фоновой стеновой кладки, декоративных вставок, фризов, карнизов, тяг, подоконников, оконных и дверных проемов
3	Постельные	Профильный рельеф расположен на постельной поверхности кирпича	Для фоновой фасадной кладки, декоративных вставок, цоколя, фризов, карнизов, тяг, оконных и дверных проемов, формирования пилястр, пилонов
4	Профильные	Одна из тычковых или ложковых сторон имеет профиль архитектурного облома	Для кладки отдельных выступающих архитектурных элементов, фризов, карнизов, капителей, кронштейнов, подоконников, поясов цоколей, оконных и дверных проемов
5	Лекальные	Сложная, неправильная форма кирпича по специальным лекалам	Для рельефной фасадной кладки, оформления закругленных угловых завершений, эркеров, колонн, полуколонн, оконных и дверных проемов, как переходные элементы
6	Клиновидные	В сечении имеет форму трапеции	Для формирования арок, сводов, колонн, полуколонн, каминной топки, ниш, как переходные элементы
7	Стыковые	С одним скошенным или заovalенным углом	Для перехода от рядового кирпича к фигурному, для угловых стыков фасонных кирпичей; могут использоваться и для фоновой декоративной кладки
8	Угловые: а) внешний наружный угловой; б) внутренний угловой	Г-образной формы	Для формирования углов наружных и внутренних

чистые цвета и оттенки изделий. Для темных цветов более приемлемыми являются опoki с повышенным содержанием оксида железа, цвет которых может усиливаться за счет ввода различных добавок, в том числе и отходов промышленности. Нами проведены перспективные работы по получению керамического кирпича темно-коричневого цвета на основе некарбонатных опок и пыли газоочистки электрометаллургического производства [3].

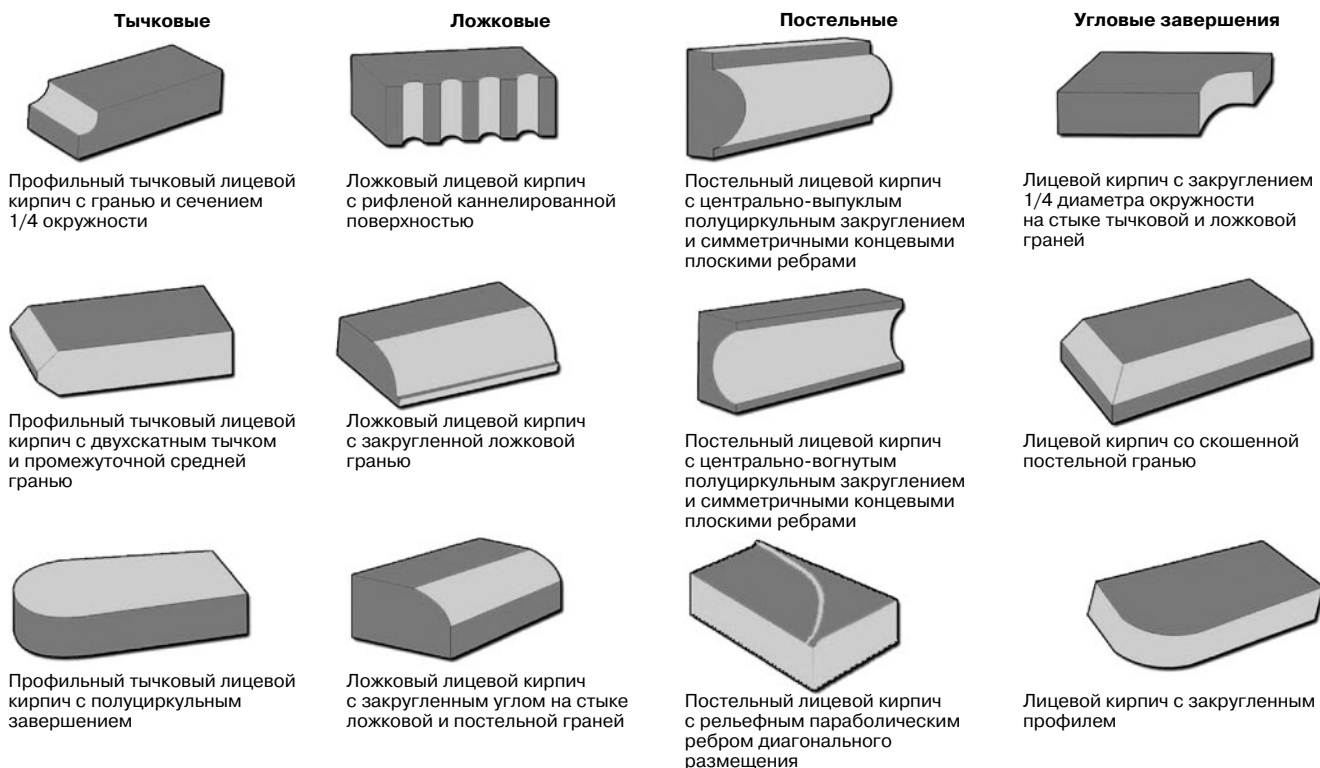
Технология производства фигурного кирпича способом компрессионного прессования на основе опок имеет следующие особенности. Подготовка пресс-порошка осуществляется полусухим способом, при этом наибольшая крупность зерен измельченного сырья не должна превышать 1–1,5 мм. Процесс прессования, в силу микропористости исходного сырья, осуществляется при повышенной влажности. Повышенная влажность пресс-порошка также необходима для хорошей «пропрессовываемости» и получения максимально равномерных изделий. Это особенно важно для изделий сложной конфигурации. Для улучшения прессуемости пресс-порошка возможен ввод пластифицирующих добавок. Это способствует также получению более гладкой поверхности изделия и значительно снижает износ пресс-форм. Обожженный фигурный кирпич, учитывая особенности его применения, для повышения долговечности должен обрабатываться гидрофобными полимерными составами. Разработанная нами технологическая линия по выпуску керамического кирпича на основе опок защищена патентом на полезную модель.

Однако для технологии компрессионного формирования необходима разработка приемлемых форм фигурного кирпича. При этом большие сложности вызывает отсутствие четкой классификации данного вида изде-

лий. В настоящее время не существует единой нормированной или общепринятой классификации фигурного кирпича, что вызывает разночтения в терминологии и создает трудности в изучении данного вопроса. Например, лицевой кирпич нестандартной формы (угловой, полукруглый, П- или Г-образный) называют фасонным, фигурным, модульным, профильным, лекальным. Однако правильными названиями для всей группы данного вида кирпича являются названия «фасонный» и «фигурный». Лицевым «профильным» кирпичом следует называть только кирпич, у которого тычковая или ложковая поверхность имеет форму того или иного архитектурного облома (муллюра).

Один из последних вариантов детальной, систематизированной классификации фигурного кирпича предложен И.Ф. Шлегелем [4]. В предлагаемой им таблице более 200 форм кирпича, упорядоченных по стороне изделия (тычок, ложок, угол) и характеру профиля. Размеры керамических изделий изменяются относительно модуля (длина ложка). Перспективным для фигурного кирпича автор считает укрупненный размер, так называемый старорусский формат (290×140×65 мм). Однако отступление от современного «нормального» размера влечет за собой изменения в архитектурных стандартах, нормах, проектах и т. д.

История кирпича показывает примеры производства и применения кирпича разных линейных размеров, возникавших под влиянием следующих факторов: время, место, национальные местные особенности и традиции, качество глинистого сырья, его количество, опыт в технологии производства, функция строения и влияние извне. В предлагаемом нами варианте разработок форм фигурного кирпича для технологии полусухого прессования размер кирпича вписывается в размер стандартного, следовательно, фигурный кирпич сохраняет поли-



Дизайн наиболее востребованных форм лицевого кирпича компрессионного формования

валентность в сочетании с основным строительным кирпичом.

Выбор формы фигурного кирпича обоснован функцией, конструкцией, архитектурным стилем времени и дизайном общего архитектурного фасада, требованиями к внешнему виду сооружения, способом производства и качеством глинистого сырья. Так как потенциально возможно выпускать практически бесконечное многообразие фигурного кирпича, необходимо, на наш взгляд, выделить конечное количество форм, для которых сделать максимальное количество различных расчетов кладки, примеров использования. Затем следует эту информацию как можно шире донести до архитекторов и проектировщиков.

Метод компрессионного формования позволяет получать достаточно большую палитру форм для фигурного керамического кирпича. Нами предлагается вариант классификации фигурного кирпича по форме и назначению (таблица). Каждый тип изделия может включать 4–8 видов кирпича. Анализ показал, что наиболее рациональным ассортиментом фигурного кирпича для предприятия будет ассортимент из 30–40 видов. При этом наиболее востребованными будут 10–15 видов.

На рисунке представлены наиболее востребованные формы фигурного кирпича, которые можно получить по технологии компрессионного прессования. Ассортимент предлагаемых различных форм кирпича компрессионного прессования, среди которых традиционные и новые, запатентованные нами как полезные модели, позволяет реализовать самые разнообразные архитектурные и дизайнерские решения [5, 6].

Открытым остается вопрос о методиках испытания фигурного кирпича. И в первую очередь это касается определения марки по прочности. Нами предлагается косвенно оценивать прочность всего изделия по прочности керамического камня. Из кирпича, не имеющего дефектов (трещин), выпиливают образцы прямоугольной формы с соблюдением пропорции относительного исходного размера и испытывают на проч-

ность при сжатии и изгибе по стандартной методике (ГОСТ 8462). Полученная марка по прочности образцов распространяется на партию фигурного кирпича.

Ключевые слова: кирпич фигурный, компрессионное формование, полусухое прессование, опоки, опоквидные породы, классификация, архитектура.

Список литературы

1. Котляр В.Д., Талпа Б.В. Опоки – перспективное сырье для стеновой керамики // Строительные материалы. 2007. № 2. С. 31–33.
2. Котляр В.Д., Бондарюк А.Г. Стеновая керамика на основе опоквидных кремнисто-карбонатных пород и искусственных кремнисто-карбонатных композиций // Известия вузов. Строительство. 2010. № 7. С. 18–24.
3. Котляр В.Д., Терехина Ю.В., Устинов А.В. Стеновая керамика на основе опок и отходов электрометаллургического производства // Материалы V Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Теория и практика повышения эффективности строительных материалов». Пенза, 6–8 октября 2010. С. 122–125.
4. Шлегель И.Ф., Шлегель Я.И. Классификация изделий керамических облицовочных // Строительные материалы. 2011. № 4. С. 66–69.
5. Лапунова К.А. Исторические аспекты дизайна изделий стеновой керамики // Дизайн. Материалы. Технология, 2010. № 1(12). С. 89–94.
6. Котляр В.Д., Лапунова К.А., Лещинская А.С. Дизайн и технология фигурного прессованного керамического кирпича на основе кремнистых опоквидных пород // Труды XV Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Современные техника и технология». Томск, 4–8 мая 2009. Т. 3. С. 421–423.

ТОРСТЕН БЕРТЕЛЬС, региональный менеджер по сбыту, КЕЛЛЕР ХЦВ (Германия)

Особенности технологической разработки и детального проектирования кирпичного завода с учетом континентального климата Сибири (на примере завода ЛИКОЛОР, Новосибирск)

Новосибирск является экономическим и культурным центром Сибири, насчитывая почти 3 млн жителей. Новосибирская область – третья по величине в России. В последние годы здесь наблюдается настоящий строительный бум, вследствие чего значительно возрос спрос на высококачественные строительные материалы, и особенно на керамический кирпич.

Инвесторы кирпичного завода ЛИКОЛОР поставили перед собой задачу – обеспечить город и окружающие его регионы качественными керамическими материалами. В результате в конце 2009 г. в присутствии глав администраций города и области непосредственно «пред воротами» Новосибирска состоялось официальное открытие мощного и самого современного кирпичного завода Сибири.

Мощность производственной линии нового завода составляет 63 млн шт. усл. кирпича в год. Благодаря наличию собственного месторождения глины завод обеспечен сырьем, позволяющим производить рядовой и лицевой пустотелый кирпич с трехсторонней фаской, с маркой по прочности до 200, размером 1 НФ и 1,4 НФ. Кроме того, завод обладает возможностью изготовления блоков разных размеров (форматы 2,1 НФ и 10,7 НФ).

Проект был осуществлен в тесном сотрудничестве с немецкой компанией КЕЛЛЕР ХЦВ, которая спроектировала и поставила полный комплекс оборудования для всей производственной линии, запустив его в эксплуатацию, начиная с отделений массоподготовки и формования, машинного отделения, туннельной сушилки и заканчивая туннельной печью.

Учитывая суровые климатические условия Сибири, особенно в зимнее время, рядом с заводом было построено крытое глинохранилище площадью более 9 тыс. м², обеспечивающее бесперебойную подачу сырья для переработки круглый год.

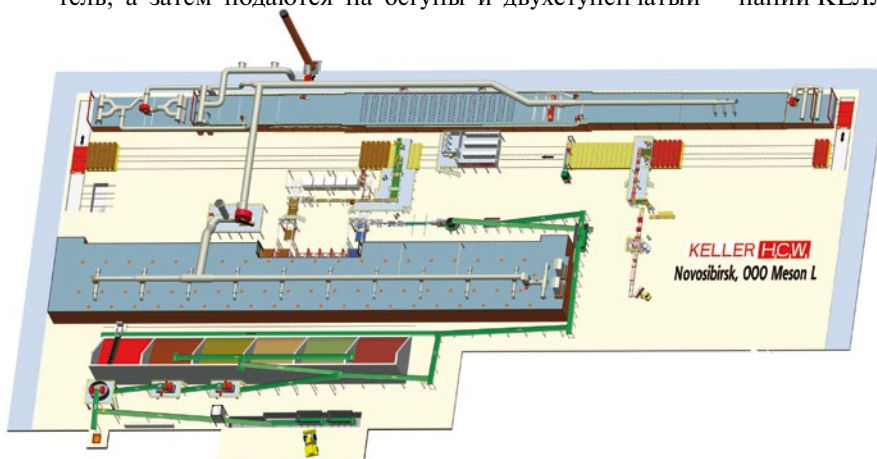
Отсюда глина и песок поступают в ящичный питатель, а затем подаются на бегуны и двухступенчатый

каскад валковых дробилок. После подготовки рабочей массы шихта поступает или в шихтозапасник, или непосредственно к экструдеру.

В зависимости от конкретного формата кирпича универсальное резательное устройство обеспечивает рез от 1080 до 11029 заготовок в час. Высокая степень автоматизации кирпичного завода наглядно продемонстрирована на участке автоматической загрузки и разгрузки несущих элементов и сушильных вагонеток, которые через «мокрый» накопитель перемещаются в туннельную сушилку с воздуходувками. «Мокрый» и «сухой» накопители позволяют обеспечивать бесперебойную работу туннельной сушилки также и в нерабочее время.

Два робота-садчика осуществляют загрузку печных вагонеток в соответствии с предусмотренной схемой садки. По дополнительному рельсовому пути, позволяющему накапливать определенное количество загруженных печных вагонеток, для того чтобы печь была загружена круглые сутки, высушенные заготовки поступают сначала в подогреватель и затем в туннельную печь. Обжиг в основной зоне печи происходит за счет горелок, расположенных на своде печи, при этом последняя группа горелок оснащена оборудованием для редуцирования (флеш-обжиг), что позволяет достигать широкого разнообразия цветовой гаммы на поверхности обожженного кирпича, отвечающее самым изысканным требованиям потребителей. Как садка, так и разгрузка печных вагонеток осуществляются с помощью роботов, которые подают готовую продукцию на линию упаковки. На участке упаковки кирпичи на поддонах комплектуются в готовые пакеты, упаковываются в термоусадочную пленку, затем вилочный погрузчик доставляет готовые для отправки пакеты на склад готовой продукции.

Строительство и запуск в эксплуатацию кирпичного завода ЛИКОЛОР – очередной успешный проект компании КЕЛЛЕР ХЦВ в России.

**KELLER H.C.W.**

KELLER HCW GmbH

Абонентный почтовый ящик 2064 • 49470 г. Иббенбюрен-Лаггенбек Германия

Глава представительства в РФ и СНГ:

Готфрид Ристль

Телефон: +7 495 646 28 21 • Телефакс: +7 495 646 28 34

Сотовый телефон: +7 495 211 47 49

Электронная почта: ristl@keller-hcw.ru • www.keller-hcw.ru

Наш новый адрес:

ООО KELLER Vostok

ул. 2-я Хуторская, д. 38а, стр. 9, офис 31

127287 г. Москва • Россия

Открытие представительства компании SABO S.A. (Греция) в Москве

Оставшийся позади 2011 г. оказался достаточно трудным для экономик многих европейских стран. Экономический кризис, затронувший практически все слои населения, еще раз доказал, что выживает сильнейший.

Именно этот год стал знаменательным для SABO S.A. (неотъемлемой части объединения компаний SABO GROUP): активное продвижение на новом для нее рынке Южной Америки, награждение генерального директора г-на Димитриса Килиариса премией «Предприниматель-новатор 2011 года» и, конечно же, расширение деятельности на уже освоенных рынках. В рамках всего вышесказанного произошло и долгожданное открытие официального представительства SABO S.A. в Москве.



Объединение компаний SABO GROUP расположено в Греции, на о. Эвия, занимая площадь около 10 тыс. м². Объединение SABO GROUP состоит из пяти компаний: SABO S.A., SABO ELECTRIC, SICAP, SABO FILIERE, SABO ENERGY. В них трудится в общей сложности около 350 сотрудников.

SABO S.A. является одним из мировых лидеров в области проектирования и производства оборудования для кирпично-черепичной промышленности.

SABO S.A. проектирует, производит и устанавливает свое оборудование во всех странах мира, являясь одним из проверенных временем и надежных поставщиков заводов «под ключ» по всем видам кирпича и черепицы, а также предоставляет послепродажную поддержку, как техническую, так и информационную. SABO S.A. удается адаптировать каждый проект к индивидуальным требованиям клиента. Именно эта гибкость в сочетании с неизменным высоким качеством, а также способность подобрать максимально эффективное технологическое решение с учетом материальных возможностей клиентов и позволили компании получить должное признание во многих странах, в том числе и в России. Так, самым ярким примером деятельности компании на российском рынке является изготовление и поставка систем автоматизации производства для завода Wienerberger в дер. Кипрево (Владимирская обл.).

SABO S.A. осуществляет также проектирование, производство и установку систем роботизации общего промышленного назначения, т. е. поставляет вспомогательное оборудование, необходимое для транспортировки, сортировки, упаковки и укладки на паллеты продукции (косметики, стеклотары и др.), принадлежащей к самым различным отраслям промышленного производства.

SABO ELECTRIC осуществляет всевозможные электроустановки с использованием компонентов PLC и SCADA, а также низко- и средневольтных распределительных щитов.

SICAP занимается выполнением различных инженерно-строительных работ для возведения заводов, реконструкции существующих производственных помещений, а также объектов гражданского строительства.

SABO FILIERE занимается проектированием и производством шнеков, мундштуков, ядеров и др. (производит запчасти для оборудования массоподготовки).

SABO ENERGY разрабатывает комплексные решения по созданию и установке целых солнечных парков, а также фотоэлектрических модулей, солнечных батарей и иного сопутствующего оборудования для рационального использования солнечной энергии как в промышленности, так и в быту.

Открытие представительства в России будет способствовать более оперативному и результативному обмену информацией между компанией и ее клиентами и еще больше повысит уровень предоставляемого компанией сервиса для новых и уже существующих клиентов.

Создание представительств, которые охватывают весь спектр деятельности объединения компаний SABO GROUP, призвано открыть дверь для тех компаний которые хотят начать сотрудничество с SABO не только в кирпично-черепичной, но и в других отраслях промышленности. Таким образом, создается канал для общения, благодаря которому каждый клиент может узнать всю широту возможностей, предоставляемых компанией SABO GROUP, начиная с создания макета на бумаге и заканчивая установкой оборудования и послепродажной поддержкой.

Тел.: +7 915 190 93 25

E-mail: sabo.sa@mail.ru

А.П. ПИЧУГИН, А.С. ДЕНИСОВ, В.Ф. ХРИТАНКОВ, доктора техн. наук,
В.И. БАРЕЕВ, канд. техн. наук, Новосибирский государственный аграрный университет

Прогрессивная концепция формирования стеновых блоков из легкого бетона на обжиговой связке

Керамический кирпич имеет тысячелетнюю историю применения в различных видах строительства и является универсальным и эффективным строительным материалом, обладающим высокой прочностью, долговечностью, архитектурными достоинствами. Однако кладка из кирпича малых форматов трудоемка, требует большого расхода раствора, возведения лесов или подмостей и т. д. Кроме того, конструкции, возводимые из мелкоштучных изделий, имеют относительно низкие теплозащитные характеристики и не обладают достаточными шумозащитными свойствами, что важно в современных условиях. Устраиваемые в каменной кладке теплоизоляционные вставки из органических или волокнистых теплоизоляционных материалов приводят к усложнению и удорожанию конструкции, но всегда решают задачи по повышению тепло- и шумозащитных характеристик вследствие интенсивного конденсатообразования на границе контакта материалов с резко отличающимися коэффициентами теплопроводности.

Высоких показателей тепло- и шумозащиты можно достичь при возведении стен из крупноразмерных блоков и панелей, которые можно монтировать индустриальным способом. Технология производства крупноразмерных стеновых материалов была разработана в Ростовском инженерно-строительном институте на кафедре строительных материалов под руководством профессора Г.С. Бурлакова. В основе технологии получения крупноразмерных стеновых материалов из легкого бетона на обжиговой связке, состоящей из сырьевой смеси, способной при обжиге (нагреве) образовывать хорошо спекшийся керамический камень, лежит эффект когезии и адгезии к заполнителям. В качестве заполнителя использовались топливные и металлургиче-

ские шлаки, золошлаковые смеси, горелые шахтные породы, природные пористые и другие виды заполнителей, не разлагающиеся при температуре обжига, применение которых экономически оправданно.

На Новочеркасском заводе строительных материалов было налажено изготовление стеновых блоков из легкого бетона на обжиговой связке, имеющих достаточно большие размеры 1200×600×350 мм. Для кладки стен с перевязкой швов были изготовлены также блоки 3/4, 1/2 объема от указанных размеров блока. Для устройства перегородок блоки изготавливались в два раза меньшей толщины. Все блоки имели шельевые пустоты, предназначенные для повышения равномерности обжига, снижения средней плотности блока и улучшения теплозащитных свойств ограждающих конструкций [1].

При всех достоинствах и преимуществах отработанной в то время технологии получаемые крупноформатные изделия были не лишены ряда недостатков по теплофизическим и акустическим показателям.

Предлагаемая технология базируется на получении интегральной крупнопористой структуры материала. Разработаны теоретические положения формирования легких бетонов на крупном пористом заполнителе, эффективно снижающих шумы одновременно на низких, средних и высоких звуковых частотах за счет направленно изменяемой пористой структуры и обладающие при этом высокими теплотехническими свойствами [2–4].

На рис. 1 показана принципиальная схема формирования стенового блока из крупнопористого бетона на обжиговой связке с использованием керамзитового гравия различной granulометрии.

Известно, что звукопоглощение материалов зависит от их физического происхождения и характера пористой структуры. Лучшими звукопоглощающими материалами являются войлок и волокнистая изоляция на основе стеклянного или минерального волокна, худшими – плотные бетоны и каменная кладка (рис. 2) [5]. Следует отметить, что все материалы, используемые в современном строительстве, практически не способ-

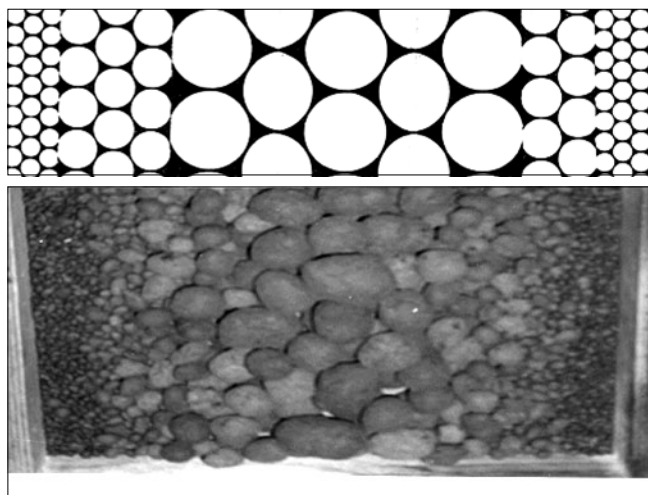


Рис. 1. Схема и фактическое формирование стенового блока с направленно изменяемой пористой структурой легкого бетона на обжиговой связке

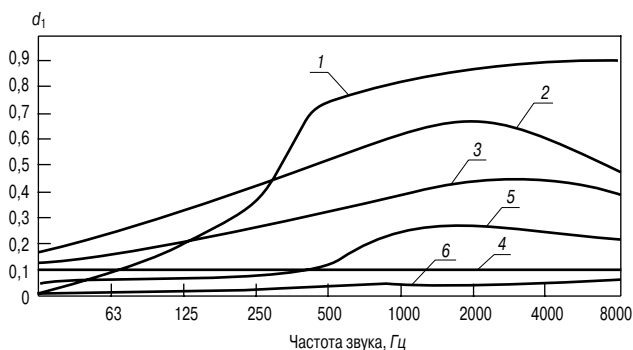


Рис. 2. Звукопоглощающая способность различных строительных материалов: 1 – войлок; 2 – стекловата; 3 – торф; 4 – древесина; 5 – керамзитобетон; 6 – кирпичная стена

ны защитить от шумовых воздействий в интервале низких звуковых частот. Поэтому для поглощения шума с низкими частотными характеристиками устраиваются перфорированные плиты или экраны. Крупнопористый материал с интегральной пористой структурой способен поглощать шумовые воздействия в широком интервале звуковых частот за счет различной пористости.

Теоретическим обоснованием принятой концепции формирования структуры стенового материала является математическая модель, представленная ниже. В качестве акустических параметров материала приняты волновое сопротивление W и постоянная распространения γ ($1/m$).

$$W = W_a - iW_p, \quad (1)$$

где W_a , W_i — действительная и мнимая составляющие величины W .

$$\gamma = \alpha + i\beta, \quad (2)$$

где α — показатель затухания амплитуды звукового давления; β — фазовая постоянная.

Дополнительно в модель вводятся следующие показатели: пористость H ; размер пор D ; извилистость q и безразмерный параметр M , характеризующий структурные особенности материала:

$$M = 10^{-3} \frac{\rho_d}{\rho_0},$$

где ρ_0 — плотность воздуха; 10^{-3} — нормировочный множитель.

Основной задачей построения математической модели является установление аналитических зависимостей: $W = W(H, D, q, M)$ и $\gamma = \gamma(H, D, q, M)$.

Распространение звуковой волны в пористой среде включает два этапа: вначале установлены количественные связи между структурными характеристиками Ω и физическими показателями материала. Поскольку параметр Ω является фрагментом волнового сопротивления W за вычетом единицы, его определение осуществилось по формуле: $\Omega = W_a - 1$.

Согласно теории Рэлея и с учетом толщины вязкого слоя выведено следующее выражение для величины Ω :

$$\Omega = \frac{(1-H)(1+H)^2}{HD} \sqrt{\frac{0,4\mu}{k\rho_0 c_0}},$$

где $k=2\pi f/c_0$ — волновое число в воздухе, $1/m$; f — частота звука, Гц; c_0 — скорость звука в воздухе, м/с; μ — коэффициент динамической вязкости, Па·с.

Дальнейшая разработка математической модели заключается в выборе простых аналитических зависимостей для параметров W и γ в соответствии с фактическими структурными характеристиками и показателями H , D , q и M . Поскольку согласно теории Аттэнборо величина W_a^{cr} равна отношению извилистости к пористости, фактическая зависимость параметра W_a может быть представлена в следующем виде: $W_a = 1 + \Omega$ при $f \leq f_{cr}$; $W_a = q/H$ при $f \geq f_{cr}$, где f_{cr} — критическая частота:

$$f_{cr} = \frac{20\mu(1-H)^2(1+H)^4}{\pi \cdot \rho_0 \cdot D^2 (q-H)^2}. \quad (3)$$

Выведены эмпирические выражения для волновых параметров W , α и β , совокупность которых представляет математическую модель:

$$\sum \Omega = \Omega = \frac{(1-H)(1+H)^2}{HD} \sqrt{\frac{0,4\mu}{k\rho_0 c_0}}, \quad (4)$$

$$\sum W_a = W_a = 1 + \Omega \text{ при } f \leq f_{cr}; \quad (5)$$

$$\sum W_a = W_a = q/H \text{ при } f \geq f_{cr}; \quad (6)$$

$$\sum W_i = W_i = \Omega H / (1+A); \quad (7)$$

$$\sum \alpha = \alpha = k \cdot \Omega H; \quad (8)$$

$$\sum \beta = \beta = k[1 + \Omega H(1+B)]. \quad (9)$$

Аналогичным образом разработана математическая модель тепломассопереноса для ограждения с интегральной (изменяемой) пористой структурой. Для теоретического обоснования работы ограждающей конструкции из легкого бетона с изменяемой гранулометрией крупнопористого заполнителя на обжиговой связке рассмотрен процесс трансмиссионной передачи тепла. Отвод тепла от слоя dx за единицу времени составит, q_x^0 , а приток тепла к слою за это же время — q_{x+dx}^0 . Разность между входящими и выходящими потоками равна:

$$q^0 = q_x^0 - q_{x+dx}^0. \quad (10)$$

Величина q_{x+dx}^0 есть функция x . Если ее разложить в ряд Тейлора и ограничиться двумя первыми членами ряда, то можно записать:

$$q_{x+dx}^0 = q_x^0 + \frac{\partial q_x^0}{\partial x} dx. \quad (11)$$

Согласно закону Фурье:

$$q_x^0 = -\lambda \frac{\partial t}{\partial x}, \quad (12)$$

где t — температура в сечении ограждения, °С; λ — коэффициент теплопроводности материала ограждения, Вт/(м·°С). Тогда:

$$q_{x+dx}^0 = -\lambda \frac{\partial t}{\partial x} - \lambda \frac{\partial}{\partial x} \frac{\partial t}{\partial x} dx. \quad (13)$$

Разность этих потоков будет:

$$q^0 = \lambda \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} dx. \quad (14)$$

Количество тепла, внесенного фильтрующимся воздухом в элементарный слой dx за единицу времени с учетом его удельной теплоемкости, составит $q_x^n = c_b W t_x$, а унесенного из слоя — $q_{x+dx}^n = c_b W t_{x+dx}$.

Разность фильтрующихся потоков тепла составит:

$$q^n = c_b W (t_x - t_{x+dx}). \quad (15)$$

Так как величина t_{x+dx} есть функция от x , то:

$$t_{x+dx}^n = t_x + \frac{\partial t_x}{\partial x} dx, \quad (16)$$

или, подставив это в уравнение (3.6), получим:

$$q^n = -c_b W \frac{\partial t}{\partial x} dx. \quad (17)$$

За интервал времени dz в результате трансмиссионного и фильтрационного переносов тепла в слое будет накапливаться или рассеиваться тепло в количестве, равном:

$$dq = \left(\lambda \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} dx - c_{b0} W \frac{\partial t}{\partial x} dx \right) dz. \quad (18)$$

Это тепло будет изменять температуру слоя. К концу интервала температура слоя материала толщиной dx с объемной теплоемкостью ρ изменится на величину $\frac{\partial t}{\partial z} dz$. При этом:

$$c_p dx \frac{\partial t}{\partial z} dz = \lambda \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} dx dz - c_b W \frac{\partial t}{\partial x} dx dz \quad (19)$$

или

Теплофизические показатели стен из различных материалов

Материал	Плотность, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, λ, Вт/м·°С	Коэффициент теплового расширения слоя, S, Вт/(м ² ·°С)	Толщина слоя, σ ₁ , м	Толщина стены, σ ₂ , м	Термическое сопротивление слоя, R ₁ , м ² ·°С/Вт	Термическое сопротивление стены, R ₂ , м ² ·°С/Вт	Тепловая инерция слоя, D ₁ , Вт/(м ² ·°С)
Сосна (ель)	500	0,14	3,87	0,3	0,3	2,14	2,3	8,29
	500	0,14	3,87	0,15	0,15	1,07	1,07	4,15
Железобетон	2500	1,92	17,98	0,55	0,55	0,286	0,444	3,15
Кирпич керамический полнотелый	1800	0,7	9,2	0,64	0,64	0,914	1,07	8,41
Кирпич керамический пустотный	1600	0,58	7,91	0,12		0,21		1,66
Полистиролбетон	300	0,1	1,68	0,18	0,57	2,57	3,47	4,32
Кирпич керамический пустотный	1600	0,58	7,91	0,25		0,43		3,4
Газобетон	300	0,07	1,68	0,3	0,6	4,29	4,95	7,21
Легкобетонный блок с изменяемой гранулометрией крупного заполнителя на обжиговой связке	450–650	0,12–0,3	0,42–1,25	0,3–0,6	0,3–0,6	3,2–3,5	2,8–4,55	5,6–6,8

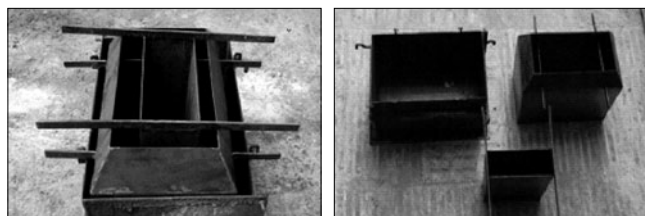


Рис. 3. Специальная форма для отдельного пофракционного формирования легкобетонных блоков на обжиговой связке

$$c_p \frac{\partial t}{\partial z} = \lambda \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} - c_b W \frac{\partial t}{\partial x} \quad (20)$$

Полученная зависимость является дифференциальным уравнением переноса тепла через плоскую стену при нестационарном режиме в условиях возможной фильтрации воздуха в пористой структуре материала.

В экспериментальной работе для изготовления блоков применялось глинистое сырье, представляющее собой мелкие пылеватые суглинки, наиболее широко распространенные в Сибири. Для снижения усадки в их состав вводились мелкие фракции золошлаковой смеси и специальные добавки, обеспечивающие пластифицирующий эффект. В качестве заполнителя в состав бетонной смеси вводился керамзитовый гравий, предварительно разделенный на фракции 5–10; 10–20; 20–40 мм. Для некоторых составов использовались фракционированные топливные шлаки.

Формование крупногабаритных стеновых блоков из легкого крупнопористого бетона на обжиговой связке осуществляется в специальных формах, обеспечивающих отдельную пофракционную укладку приготовленных смесей (рис. 3). Бетонные смеси с заполнителями различных гранулометрических составов послойно укладываются в наружные, средние и внутренние слои, после чего уплотняются на виброплощадке, а внутренние вставки вынимаются. Продолжительность виброуплотнения составляет от 60 до 120 с и зависит от состава и технологических возможностей предприятия. Отформованный блок распалубливается и поступает в отделение сушки, из которого направляется на обжиг при температуре 950–1050°С. Испытания проводили по методике для обычного легкого бетона. Для акустических испытаний изготавливали образцы-цилиндры диаметром 100 мм, длиной 100–400 мм.

Физико-техническая характеристика блоков

Размеры, мм 200×200×400
 Предел прочности при сжатии, МПа 2,5–7,5
 Средняя плотность, кг/м³ 450–720
 Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С) 0,12–0,3
 Водопоглощение, % 25–32
 Морозостойкость, цикл 35–50

Блоки из легкого бетона на обжиговой связке можно укладывать в стену как без дополнительной отделки лицевой стороны, так и с отделкой известково- и цементно-песчаным раствором, облицовкой различными фасадными материалами.

В таблице приведены сравнительные характеристики различных стеновых материалов, широко используемых в современном строительстве.

Данные таблицы показывают, что предлагаемый стеновой материал – легкобетонный блок на обжиговой связке и керамзитовом заполнителе с направленно изменяемой гранулометрией перспективен для возведения однослойных ограждающих стен.

Ключевые слова: крупногабаритный стеновой блок, теплозащита, звукозащита, керамзит, фракционированный заполнитель, обжиговая связка.

Список литературы

1. Бурлаков Г.С. Технология изделий из легкого бетона. М.: Высшая школа, 1986. 296 с.
2. Пичугин А.П., Денисов А.С., Хританков В.Ф., Авраменко В.В. Звукопоглощающий легкий бетон. Патент на изобретение № 2415824 с приоритетом от 26.05.2009.
3. Денисов А.С. Совершенствование технологии производства изделий из легких бетонов // Строительные материалы. 2006. № 3. С. 68–69.
4. Хританков В.Ф. Легкие органоминеральные бетоны с повышенной звукопоглощающей способностью // Строительные материалы. 2009. № 8. С. 60–63.
5. Пичугин А.П., Денисов А.С., Хританков В.Ф., Авраменко В.В. Эффективные органоминеральные бетоны с повышенными тепло- и звукоизолирующими свойствами // Строительные материалы. 2008. № 5. С. 73–75.

УДК 666.61

А.М. САЛАХОВ, канд. техн. наук, Л.Р. ТАГИРОВ, д-р физ.-мат. наук, НПП «Клинкерная керамика КФУ» (Казань); Р.А. САЛАХОВА, канд. техн. наук, ООО «Атомэкспо» (Москва); В.В. ПАРФЕНОВ, д-р физ.-мат. наук, НПП «Клинкерная керамика КФУ»; Н.М. ЛЯДОВ, инженер, Казанский физико-технический институт РАН (Казань)

Поры и прочностные характеристики строительных материалов

Традиционным способом формирования пор в керамических материалах является добавление выгорающих добавок. Путем изменения количества, вида и дисперсности выгорающих добавок можно существенным образом изменять теплотехнические характеристики строительных материалов. Этому научному направлению посвящено значительное количество работ. Однако влияние пор на прочностные характеристики материалов изучено, с нашей точки зрения, недостаточно.

Исследователями НПП «Клинкерная керамика КФУ» совместно с ведущими научными центрами России проведены исследования влияния поровой структуры на прочностные характеристики ряда строительных материалов. Для проведения исследования влияния пористости на прочностные свойства керамических материалов было приготовлено несколько серий образцов, в которых для порообразования использовались выгорающие добавки – древесные опилки и кремнистые минералы (трепел). Полученные образцы испытаны на прочность при сжатии, методом ртутной порометрии исследовано распределение пор по размерам, методом электронной сканирующей микроскопии изучена гранулярность микроструктуры полученной керамики. Результаты сравниваются с результатами исследований образцов строительной керамики, выпускаемой серийно промышленностью.

Ниже представлены результаты исследования керамики, для порообразования в которой использованы выгорающие добавки. На первом этапе выяснялось влияние дисперсности выгорающих добавок на прочностные характеристики образцов.

Известно, что увеличение дисперсности выгорающих добавок и температуры обжига образцов уменьшает размеры пор, что приводит к уменьшению плотности и изменению прочностных характеристик. Нами установлено, что на прочностные характеристики образцов влияет не столько дисперсность выгорающих добавок, сколько соотношение дисперсности исходного сырья и

дисперсности добавок. Работа осуществлялась следующими этапами.

Дисперсность исходного сырья менее 1 мм. Значения прочности образцов в зависимости от дисперсности выгорающих добавок и температуры обжига приведены в табл. 1.

Следует отметить, что лучшие результаты показывают образцы с соотношением дисперсности исходного сырья и выгорающих добавок 1:1.

Дисперсность исходного сырья менее 0,8 мм. Значения прочности образцов в зависимости от дисперсности выгорающих добавок и температуры обжига приведены в табл. 2.

Отметим, что прочностные характеристики образцов, представленные в табл. 2, ниже данных из табл. 1.

Дисперсность исходного сырья менее 0,5 мм. Значения прочности образцов в зависимости от дисперсности выгорающих добавок и температуры обжига приведены в табл. 3.

Анализ данных табл. 1–3 позволяет сделать вывод, что для достижения оптимальной структуры, позволяющей получить изделия с высокой прочностью, необходимо более детальное изучение порового пространства с учетом размера пор и зерен.

Предыдущие исследования [1] показали возможность изменения среднего диаметра пор в керамических материалах в достаточно широком диапазоне от 37 до 3500 нм, то есть почти в 100 раз. Таким образом, можно поставить задачу управления прочностными характери-

Таблица 1

Дисперсность опилок, мм	Прочность образцов при сжатии, МПа, при температуре обжига, °С		
	950	1000	1050
3–5	12,7	12,9	13,4
1–3	14,1	14,3	16,2
Менее 1	13,6	15	17

Таблица 2

Дисперсность опилок, мм	Прочность образцов при сжатии, МПа, при температуре обжига, °С		
	950	1000	1050
3–5	5,6	6,9	7,3
1–3	12,5	15,5	13,3
Менее 1	9,2	12,7	13,5

Таблица 3

Дисперсность опилок, мм	Прочность образцов при сжатии, МПа, при температуре обжига, °С		
	950	1000	1050
3–5	9,7	9,3	10,8
1–3	6,8	8,3	7,6
Менее 1	11,4	13,2	12,3

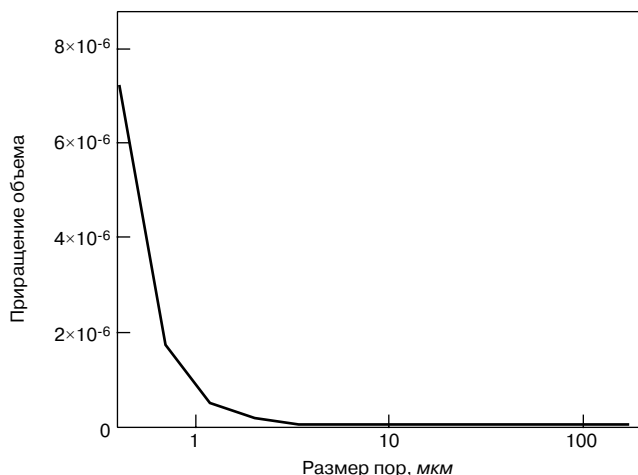


Рис. 1. Распределение пор по размерам в немецкой фасадной плитке

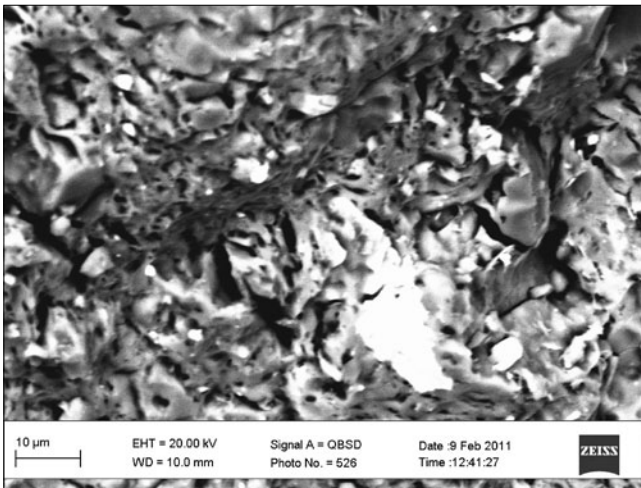


Рис. 2. РЭМ-фото фрагмента немецкой фасадной плитки

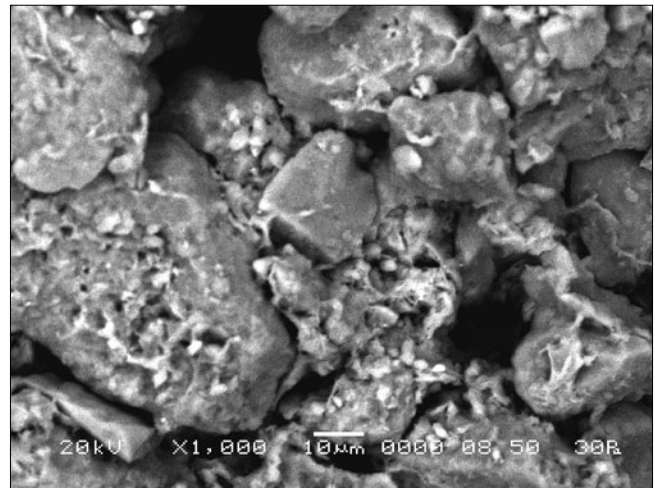


Рис. 3. Грубодисперсная шихта не самый лучший путь к качеству продукции

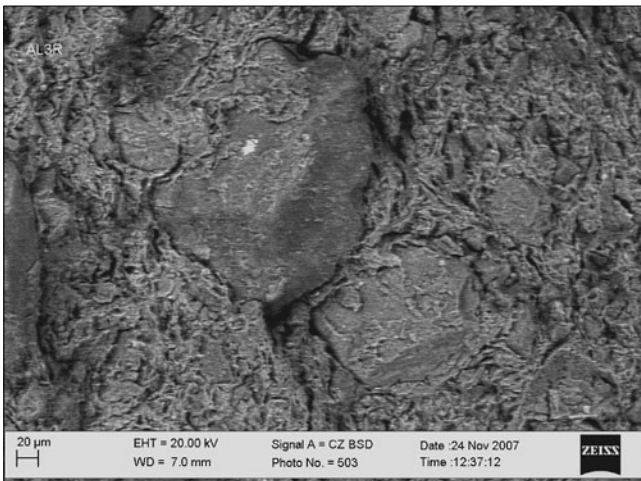


Рис. 4. РЭМ-фото фрагмента керамического кирпича с крупнозернистыми включениями кварца

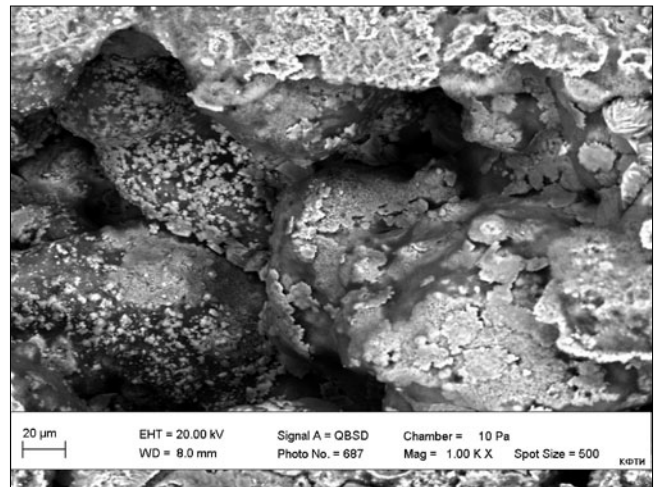


Рис. 5. РЭМ-фото фрагмента силикатного кирпича

стиками керамических материалов путем изменения структуры пор.

В качестве одного из примеров материала, который можно рассматривать как образец керамического материала с хорошими прочностными характеристиками, нами были выбраны фасадные керамические плитки производства Германии, которыми отделан элитный жилой комплекс «Вишневый сад» (Казань). Исследование порового пространства этих плиток показало следующие результаты: средний диаметр пор 159 нм, удельная поверхность пор 1,6 м²/г. Распределение пор по размерам представлено на рис. 1 и 2.

Атомарный состав плитки (с площадки 40×30 мкм) достаточно традиционный: O – 58%; Al – 13%; Si – 23%; Fe – 2,5%.

На рис. 2 видно, что размеры пор преимущественно составляют 1–2 мкм, лишь отдельные поры имеют один

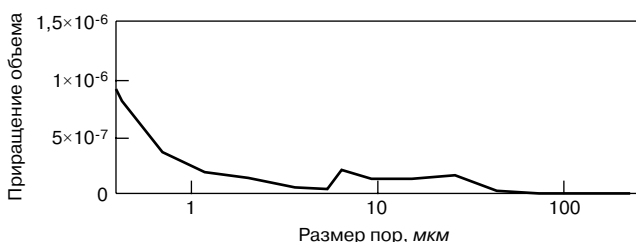


Рис. 6. Диаграмма распределения пор по размерам в силикатном кирпиче

из линейных размеров до 10 мкм. Зерна представлены размером до 10 мкм. Мы полагаем, что подобное сочетание размера зерен и пор обеспечивает высокие прочностные характеристики и высокую морозостойкость.

При рассмотрении причин низкого качества кирпича одного из предприятий мы обратили внимание на гранулометрический состав шихты, характерной особенностью которой является наличие крупных включений – зерен кварца размером 50 мкм и более (рис. 3). Как выяснилось, таким образом пытались снизить чувствительность сырья к сушке.

Не случайно во время IX Международной научно-практической конференции «Развитие керамической промышленности России: КЕРАМТЕКС-2011» при посещении Норского кирпичного завода, известного высоким качеством продукции, главный технолог предприятия А.В. Гушина отметила, что крупнозернистый кварцевый песок – это самый плохой отощитель. Мы согласны с мнением опытного и грамотного специалиста. Также в ряде докладов конференции неоднократно высказывался тезис, что строительная (грубая) керамика постепенно сближается с тонкой керамикой как по составу сырья, так и по методам его подготовки. И это закономерно. Отечественные ученые [2] отмечают, что традиционная технология керамики начиналась с использования в качестве сырья глин, т. е. осадочных пород, в которых размер слагающих частиц находится практически в нанометровом диапазоне. Применение такого сырья позволяло получать плотные и прочные

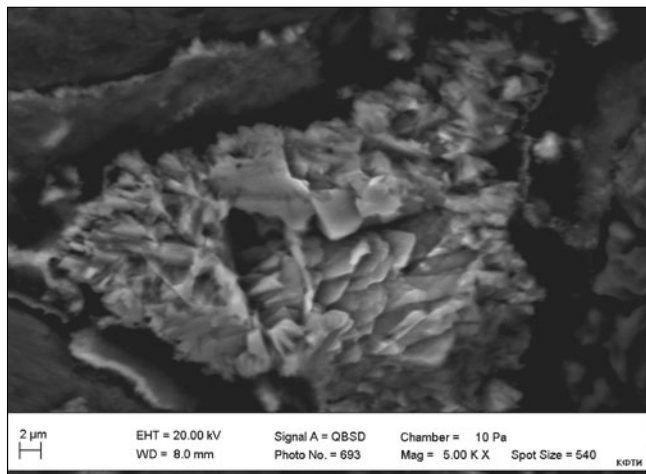


Рис. 7. Лепестки кальцита в межзеренном пространстве силикатного кирпича

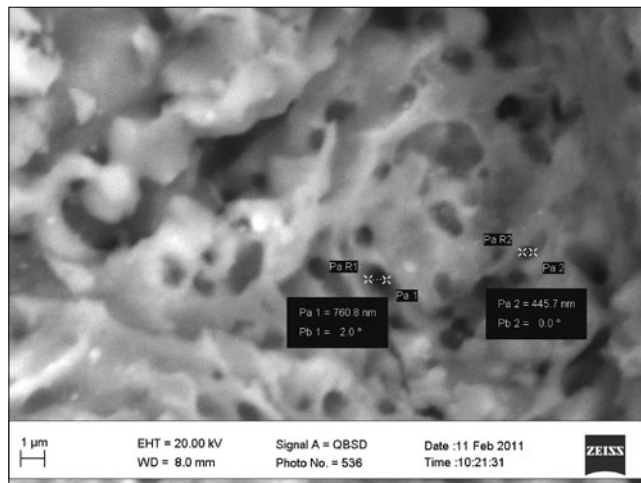


Рис. 8. РЭМ-фото керамики из композиции глины с трепелом

изделия, в том числе и фарфор. Новое время потребовало создания материалов с самыми различными свойствами, для их производства стали использовать и другие виды сырья. Следовательно, для неглинистого грубозернистого сырья необходимо находить другие пути активирования спекания кроме термического. В ходе исследований, проводившихся в разных странах, установлено, что активирование спекания, т. е. увеличение его скорости, снижение температуры и продолжительности, достигается при использовании порошков, измельченных до размера частиц порядка микрометра.

Мы полагаем, что именно крупные включения кварца, сопровождаемые вытянутыми порами (рис. 4), имеют следствием недостаточную прочность при сжатии исследуемого керамического кирпича (7,5 МПа).

Достаточно близкая структура отмечается и в образце силикатного кирпича: зерна кварца и окружающие их поры имеют размеры 40 мкм и более (рис. 5).

Из распределения пор по размерам видно (рис. 6), что межзеренные поры имеют размеры от 5 до 50 мкм. Отметим, что при исследовании пор методом ртутной порометрии средний диаметр пор определяется аналитически как $4V/A$, (где V – объем; A – площадь поверхности). Средний диаметр пор в образце силикатного кирпича составляет 37 нм, а удельная поверхность пор – 15,2 м²/г. Столь высокое значение удельной поверхности пор (в 10 раз выше показателя немецкой фасадной плитки) позволяет предположить наличие в структуре силикатного кирпича новообразований совершенно другого происхождения, отличающихся чрезвычайно высокой удельной поверхностью.

Действительно, такие новообразования присутствуют в виде своеобразных лепестков (рис. 7) размерами 2–3 мкм при толщине несколько десятков нанометров. Атомарный состав новообразований (С – 20%; О – 63%; Si – 2%; Са – 13%) однозначно позволяет идентифицировать их как кальцит, который образуется в результате карбонизации извести углекислым газом. В очертаниях фрактальных узоров новообразованного кальцита усматриваются черты, свойственные продуктам диффузионно-лимитированной агрегации (ДЛА), в результате которой формируется колоссальная удельная поверхность [3].

Столь высокое (15,2 м²/г) значение удельной поверхности силикатного кирпича существенно отличает его от большинства стеновых строительных материалов. Например, удельная поверхность рядового и лицевого керамического кирпича составляет соответственно 0,17 и 0,22 м²/г, т. е. практически в 100 раз меньше. Именно это обстоятельство [4] объясняет многие свойства сили-

катного кирпича, в частности его способность в значительных объемах адсорбировать влагу из воздуха, тем более что большая часть пор носит открытый характер. Таким образом, в межзеренном пространстве силикатного кирпича мы отмечаем или достаточно крупные поры, или новообразования кальцита. Как видно на рис. 7, лепестки кальцита не всегда плотно связаны с зернами кварца и не могут препятствовать развитию микротрещин, а значит, увеличению прочности не способствуют; очевидно, что и крупные межзеренные поры прочностью изделий не увеличивают.

Хорошим примером управления количеством и размером пор, а значит, и прочностными характеристиками служит опыт производства лицевого кирпича на ЗАО «Норский керамический завод». Здесь в исходную глину добавляют необходимое количество карбонатов строго определенной дисперсности, в результате чего в процессе обжига происходит диссоциация карбонатов, а в лицевом кирпиче цвета «слоновая кость» формируется соответствующая структура пор. Высокие прочностные и эстетические характеристики изделий позволяют их реализовать по более высокой цене.

Для получения значительно более прочных изделий строительного назначения представляется перспективным широкое использование в качестве модифицирующей добавки к глинам широко распространенных кремнистых пород [5], отличающихся высокой дисперсностью. Принципиально важным является то обстоятель-

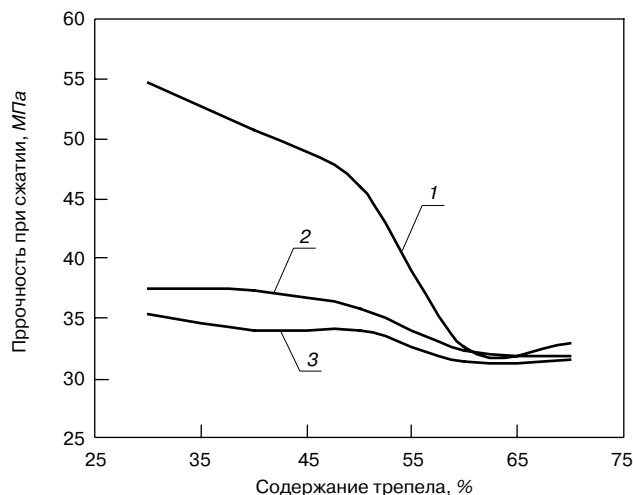


Рис. 9. Зависимость прочности при сжатии керамики из композиции глины и трепела: 1 – t=1050°C; 2 – t=1000°C; 3 – t=950°C

ство, что в процессе обжига таких смесей формируются закрытые поры, соразмерные с зернами образующегося керамического камня.

Закрытые поры округлой формы размером 400–2000 нм (рис. 8) даже при относительно невысокой температуре обжига позволяют получать изделия с достаточно высокими прочностными показателями из композиции глин с кремнистой породой, например с трепелом (рис. 9).

Путем изменения в композиции доли трепела и температуры обжига, открывает возможность производства стеновой керамики с программируемой структурой пор, т. е. с заданными свойствами.

Ключевые слова: керамика, строительные материалы, размеры пор, прочность.

Список литературы

1. *Салахов А.М., Кабиров Р.Р., Салахова Р.А., Нефедьев Е.С., Ильичева О.М.* ОАО «Алексеевская керамика на инновационном пути создания высокотехнологического производства // Строительные материалы. 2010. № 12. С. 16–19.
2. *Третьяков Ю.Д., Путляев В.И.* Введение в химию твердофазных материалов. М.: МГУ «Наука», 2006. 400 с.
3. *Болл Филипп.* Критическая масса. Как одни явления порождают другие / Филипп Болл / Пер. с англ. М.: Гелос, 2009. 528 с.
4. *Черемский П.Г., Слезнев В.В., Бетехтин В.И.* Поры в твердом теле. М.: Энергоатомиздат. 1990. 390 с.
5. *Ашмарин Г.Д., Ласточкин В.Г., Илюхин В.В., Минаков А.Г., Татьяначиков А.В.* Инновационные технологии высокоэффективных керамических строительных изделий на основе кремнистых пород // Строительные материалы. 2011. № 7. С 28–30.

Организована поддержкой:

14-16 МАРТА

Челябинск

Х 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:

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

28-30 МАРТА 2012

КАЗАХСТАН
АСТАНА
Выставочный центр
«КОРМЕ»

13-я КАЗАХСТАНСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

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

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:

ПРАВИТЕЛЬСТВО
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ОРГАНИЗАТОРЫ:

АКИМАТ
ГОРОДА АСТАНЫ

**Для достижения совершенства все должно
сложиться правильно**

Reaching perfection means everything fits together

**Технологические линии «под ключ»
для индустрии керамических
строительных материалов**

Turn key installations for heavy clay industry

**Автоматизированное
оборудование**

Automatizms

Сушилки

Dryers

Роботы

Robots

Печи

Kilns



www.equipceramic.com
info@equipceramic.com

Equipceramic - правообладатель AGEMAC ®

Equipceramic is the owner of AGEMAC ®

Посетите нас

на выставке "Отечественные
Строительные Материалы"
с 25 по 28 января
в ЦВК "Экспоцентр", г. Москва

В.А. КЛЕВАКИН, главный инженер,
ОАО «Ревдинский кирпичный завод» (г. Ревда, Свердловская обл.)

Применение добавок-разжижителей органической природы в керамическом производстве

С июня 2011 г. на ОАО «Ревдинский кирпичный завод» (ОАО «РКЗ») применяются органические добавки в производстве керамического кирпича.

В серию Литопласт-М входит пять видов разжижителей различной органической природы и с физико-химическими свойствами, эффективность действия которых зависит от минералогического состава сырьевого шлама. Данные разжижители представляют собой комплексы поверхностно-активных веществ направленного синтеза: за счет химического модифицирования полиметиленафталинсульфонатов (ПНС) направленно изменяется структура полимеров. Гибридные полимеры формально обладают основными признаками полиэфиркарбоксилатов последних поколений, т.е. длинной основной цепью, состоящей из нескольких типов элементарных звеньев: сульфогрупп для обеспечения высокой адсорбционной активности и снижения зависимости от свободных щелочей и боковых цепей (полиалкиленоксидного или другого типа) для обеспечения стерического эффекта и/или придания дополнительных свойств.

Процессы воздействия на структурно-механические свойства керамического кирпича базируются на явлениях ионного обмена, которые характерны для глинистых минералов.

Способ действия разжижителей и диспергирующих средств основывается на определенном составе, который призван обеспечивать оптимальный ионный обмен с разжижаемой массой. Благодаря этому ионному обмену достигается компенсация заряда, когда между керамическими частицами более не действует сила притяжения.

Эффективность разжижителей и диспергирующих средств наряду с составом твердого вещества и видом применяемого сырья зависит также от других параметров, в частности от: жесткости воды; формы частиц; гранулометрического состава; совместного залегания частиц.

Многообразие параметров воздействия обуславливает необходимость отдельного выставления каждого состава глиняной массы на желаемые реологические показатели при помощи тестов на разжижение.

Как известно, глинистое сырье способно к обменным реакциям и сорбции воды, а также характеризуется

электрокинетическими явлениями. В коллоидной системе, состоящей из твердой фазы, взвешенной в жидкости, поверхностно-активные вещества разжижителей адсорбируются преимущественно на поверхности отдельных частиц.

При введении в глинистое сырье разжижителей на основе фурфурольных олигомеров и триполифосфата натрия (ТПНФ) наблюдается максимальное увеличение электрокинетического потенциала частиц, работы смачивания; наиболее полно проявляется электростатическое отталкивание между частицами; действие структурных сил, преимущественно за счет химической структуры добавки, содержащей объемные ароматические кольца с хорошо сольватируемыми функциональными группами. Это обеспечивает агрегативную устойчивость системы при высокой концентрации дисперсной фазы.

Цель введения в керамическом производстве новой эффективной комплексной органоминеральной добавкой Литопласт-М на основе фтороглюцинофурфурольного модификатора – регулирование реотехнологических свойств керамических масс. Для реализации поставленной цели был проведен ряд исследований на базе основных производственных цехов Ревдинского кирпичного завода.

Получены следующие результаты:

- установлена зависимость между составом комплексной добавки и ее эффективностью в качестве разжижителя;
- исследовано влияние химической добавки Литопласт-М на формирование адсорбционного слоя, изменение электрокинетических свойств, а также на процессы формования и агрегативную устойчивость керамических масс;
- исследовано влияние комплексных добавок на физико-механические свойства отформованного полуфабриката и готовых изделий;
- произведена оценка технико-экономической эффективности применения комплексных добавок в керамическом производстве.

На ОАО «РКЗ» добавка Литопласт-М вводилась на стадии переработки глинистого сырья в цехах № 1 и 2 по производству кирпича.

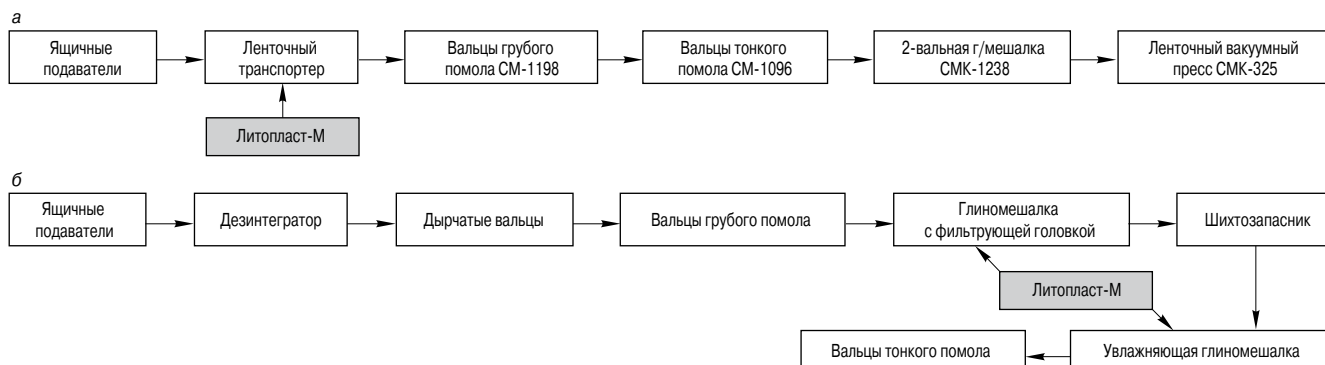


Рис. 1. Введение добавки в сырьевую шихту: а – при производстве полнотелого кирпича (цех № 1); б – при производстве пустотелого кирпича и крупноформатных блоков (цех № 2)

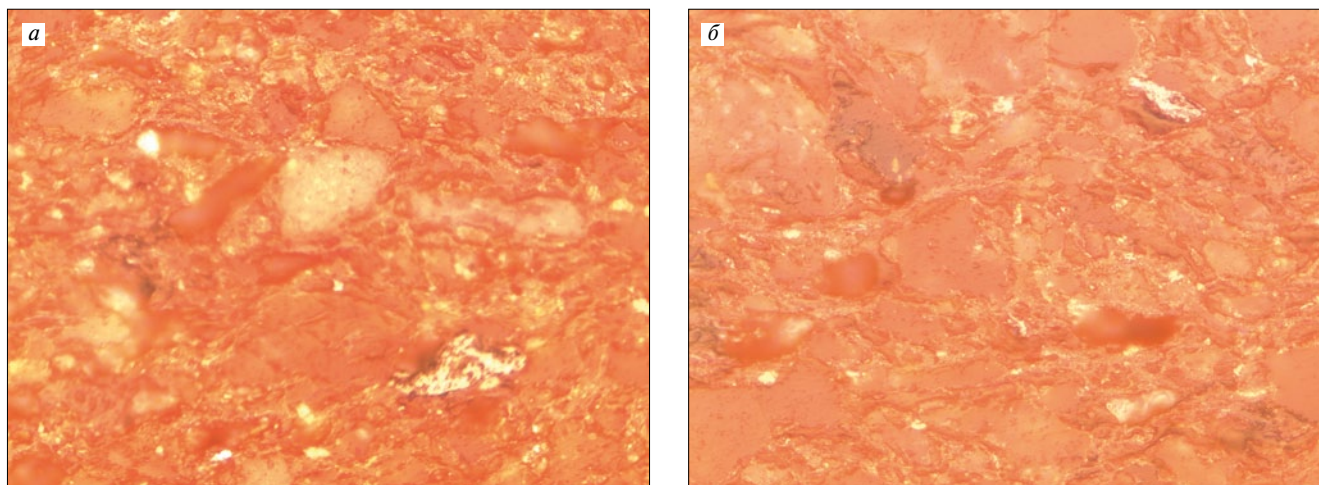


Рис. 2. Структура рядового кирпича (увеличение 1000 крат): а – без добавки; б – с добавкой Литопласт-М

Минерал	Химическая формула минерала	Влияние на свойства керамики
Гематит	$\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$	Интенсивность красного цвета
Кварц	$\beta\text{-SiO}_2$	Повышенная марочность
Стеклофаза	$R_2O \cdot R_2O_3 \cdot nSiO_2$	Повышенная марочность
Анортит	$CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$	Минимальный объемный вес
Диопсид	$CaO \cdot MgO \cdot 2SiO_2$	Высокая морозостойкость

На рис. 1 показана технологическая схема производства кирпича в цехах и указаны места подачи добавки.

Как видно из схем, подача добавки в цехе № 2 осуществлялась двумя способами: на увлажняющей глиномешалке до шихтозапасника; на фильтрующей глиномешалке до вальцов тонкого помола.

Изменение схемы подачи объясняется тем, что жизнеспособность добавки Литопласт-М до конца еще не изучена и при вылеживании глины более 5 дней в шихтозапаснике наблюдалось снижение разжижающей способности, которая связана с ослаблением ионных связей. При подаче Литопласт-М в цехе № 2 перед тонкими вальцами и в цехе № 1 после дозировки состава шихты происходит ее однородное распределение по глиняной массе. Подача добавки в обоих цехах осуществлялась через насос-дозатор Spring с распылительной системой.

Результаты испытаний с добавкой Литопласт-М в цехе № 1.

Добавка использовалась при производстве полнотелого одинарного кирпича. Цель использования: ускорение технологического процесса производства кирпича.

Результаты:

Скорость бруса увеличилась с 19 с до 14 с.

Испытания по прочности, МПа: кирпич без добавки, — среднее значение 17,6–18,7; с добавкой — 21,8.

Испытания на морозостойкость — 50 циклов.

В настоящее время принято решение о переходе на работу с Литопласт-М на длительный срок для более детального изучения воздействия добавки на физико-механические характеристики готовой продукции в цехе № 1.

Результаты испытаний с добавкой Литопласт-М в цехе № 2.

Добавка вводилась при формовании следующих видов продукции.

В количестве 0,1%:

кирпич лицевой пустотелый одинарный «Сахара».

В количестве 0,3%:

кирпич лицевой пустотелый одинарный «Белый город»;
кирпич лицевой пустотелый углощенный «Белый город»;
кирпич лицевой пустотелый углощенный «Красный»;
кирпич рядовой пустотелый углощенный;
камень крупноформатный 8,3 НФ;
камень крупноформатный 14,3 НФ.

При формовании крупноформатного камня отмечается повышение пластических свойств массы, что улучшает внешний вид готовой продукции. Испытание камня 8,3 НФ показало прочность при сжатии 15 МПа.

При испытании кирпича с добавкой отмечались пиковые значения по марочности, достигающие 20 МПа, средние значения по марке находились в пределах 15–17,5 МПа.

Для выяснения влияния добавки на структуру кирпича были проведены исследования минералогического и химического состава керамического камня.

Как видно на рис. 2 произошло изменение распределения минералогических фаз. По проведенному ДТА-анализу обоих образцов обнаружены следующие минералы: кварц, анортит, гематит, но их процентное соотношение изменилось, что связано с введением добавки.

Именно варьирование содержания минералогических фаз в готовой продукции посредством введения различных добавок в состав шихты может позволить специалистам ОАО «РКЗ» добиться возможности прогнозировать заданные физико-механические параметры готовой продукции (см. таблицу).

Экономический эффект от введения добавки в керамическое производство оценивался при расчете трех факторов:

- снижение энергозатрат;
- снижение расхода газа;
- увеличение объемов выпуска.

При введении добавки зафиксировано снижение энергозатрат на 8,5–10,5%, уменьшение расхода газа на 7,8–9,5% и увеличение производительности от 6,5 до 11% в зависимости от вида продукции.

При введении добавки Литопласт-М в количестве 0,1% при суммарном выпуске 60 млн шт. усл. кирпича в год срок окупаемости мероприятия составляет 3,6 месяца.

В настоящее время на предприятии проводятся расширенные исследования влияния добавок на физико-механические свойства керамического кирпича.

Ключевые слова: керамические материалы, кирпич, органические добавки, разжижители.



Messe München
International



CERAMITEC 2012

Technologies | Innovations | Materials



22 – 25 мая 2012
Новая мюнхенская
ярмарка

**Встречи с лучшими профессионалами:
Воспользуйтесь ключевой позицией
всемирной выставки.**

Ведущая всемирная выставка CERAMITEC – это максимальная интернациональность и самый широкий спектр предложений в области машин, оборудования, технологий и сырья для керамики и порошковой металлургии.

**Занесите в Ваш
календарь
22 – 25 мая 2012 г.**

Контакт: ООО «Мессе Мюнхен Консалтинг»
Тел. (495) 697 16 70, 697 16 72 | info@messe-muenchen.ru

www.ceramitec.de

В.Я. ТОЛКАЧЕВ, д-р техн. наук, главный технолог ООО «Сибирский элемент» (Красноярск)

Реальные сушильные процессы и новые решения оценки трещинообразования

Сушка — один из самых важных и сложных этапов производственного процесса. Проблематичный сушильный агрегат может стать тем узким местом, в котором застопорится как производительность, так и рентабельность всего производства. Задача по организации бездефектной сушки актуальна для каждого предприятия.

Настоящее исследование посвящено применению методов адсорбционно-термометрического анализа к технологическому процессу сушки и теоретическому обоснованию полученных результатов, в том числе разработке новых критериев трещинообразования, а также практическому доказательству достоверности сделанного предположения [1, 2]. Исследования проведены на сушильной печи туннельного типа Tera-10 (Испания).

Сушка — достаточно сложный процесс, на который влияют многочисленные факторы: природа глины, степень ее подготовленности и однородности, напряжения, которые могли возникнуть при формовании, конструкция и формат изделия, равномерность или неравномерность сушки. При сушке изделию необходимо проделать путь, обратный, пройденному глиной при смешивании с водой (при затворении).

Считается, что процесс сушки состоит из трех периодов: прогрева, постоянной скорости сушки и падающей скорости сушки. Размеры большинства материалов в процессе сушки уменьшаются, то есть происходит усадка.

Основным препятствием для быстрой сушки многих материалов является их растрескивание. Причиной появления трещин (локальное разрушение), а так же полного разрушения (потеря целостности структуры) является развитие объемно-напряженного состояния сушимого материала свыше предельно допустимого, обусловленного прочностью материала.

В реальных телах местный разрыв всегда возникает при значительно меньших напряжениях вследствие наличия дефектов, слабых мест и трещин, развивающихся в напряженном состоянии. При этом необходимо иметь в виду, что предельные напряжения для деформации растяжения в несколько раз больше, чем для деформации сдвига. Именно эти места — зародыши будущих трещин разрыва, и являются причиной возникновения

опасных касательных напряжений, которые следует рассматривать как единственную причину разрыва.

При производстве керамических стеновых материалов используют природное глинистое сырье, относящееся к дисперсным твердым веществам. При этом чаще всего применяют концентрированные суспензии таких веществ, т. е. системы твердое тело—вода. Вода распределяется по поверхности частиц глины в виде пленок. При этом толщина прослоек воды, образующихся на поверхности частиц глины, достаточно мала. Пленочная вода существенно отличается по свойствам от объемной воды. У нее изменяется структура, плотность, теплоемкость и другие свойства. Например, теплопроводность пленочной воды на поверхности слюды больше, чем у объемной в 100 раз.

Различия в свойствах воды в зависимости от ее состояния положены в основу методов адсорбционно-термометрического анализа дисперсных материалов (методы АТА) [3]. Полученные результаты разработки перенесены в данном случае на процесс сушки.

Глина и вода относятся к полярным веществам. Методами АТА доказано, что теплофизические свойства полярных веществ (глин) можно описать не только традиционными характеристиками, но и скоростью и продолжительностью разогрева (рис. 1). При этом выявленные закономерности распространения тепла или изотермической поверхности внутри изделия имеют криволинейный (экстремальный) характер. Экстремальная точка характеризует состояние системы глина—вода в тот или иной период производства.

Дополнительными исследованиями установлено, что и процесс охлаждения (будь то материал или изделие) также имеет экстремальный характер (рис. 2). При этом возникает вероятность первичного трещинообразования. Причем расположение точки экстремума зависит в каждом случае от начальной температуры разогретого материала.

Таким образом теоретически, чем выше температура разогретого изделия и чем ниже температура окружающей его среды, т. е. чем больше температурный градиент, тем больше вероятность первичного трещинообразования.

Перейдем к реальным (производственным) процессам. Практически процесс сушки начинается еще на этапах формования и загрузки сушильных тележек, то есть до начала собственно этапа сушки [1, 2].

В процессе экструзии масса от трения о стенки экструзионной машины дополнительно нагревается до определенной температуры. Это зависит от технического состояния машины, и в определенные моменты повышение температуры может достигать значительных величин. Повышение температуры бруса оказывает значительное влияние на качественные показатели сформованного полуфабриката и в конечном итоге готовой продукции.

Таким образом, при выходе из экструдера сформованный брус имеет нормальную или повышенную температуру. При этом происходят тепло-массообменные процессы между брусом и окружающей средой (рис. 1, 2). Скорость охлаждения в период транспортировки, резки и загрузки сушильных тележек зависит от температур-

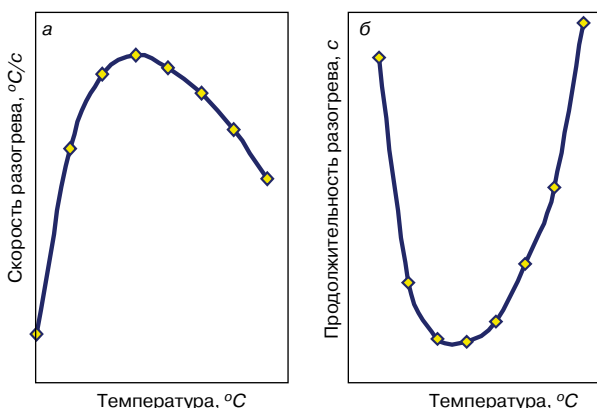


Рис. 1. Характер изменения скорости (а) и продолжительности (б) разогрева от температуры

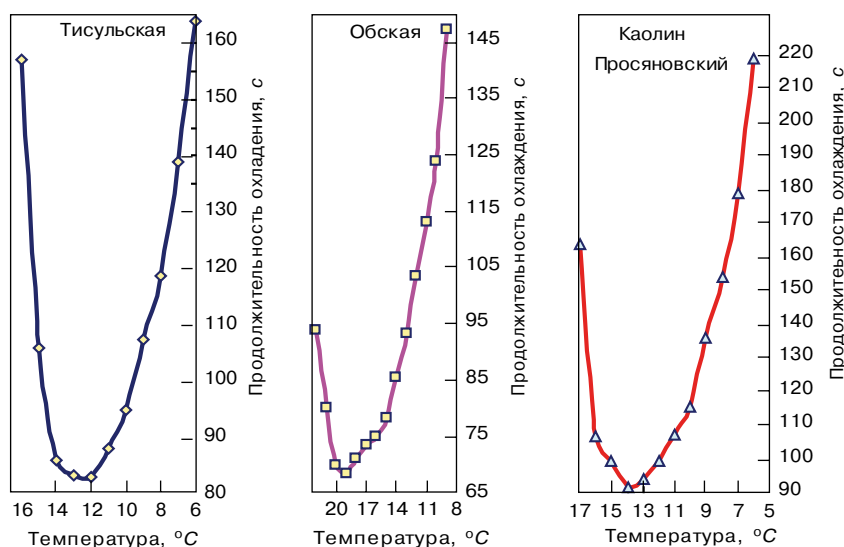


Рис. 2. Кривые охлаждения глинистых материалов Тисульского, Обского месторождений и Просьяновского каолина

ного градиента изделие—окружающая среда. От этого зависит на данном этапе качество полуфабриката и стойкость к первичному трещинообразованию.

Далее загруженная сушильная тележка заходит в сушильную печь на запасной путь. При несовпадении температуры свежеформованного изделия и температуры среды входа происходит дальнейшее охлаждение изделий за счет начавшегося испарения воды затворения (рис. 2.).

При поступлении сушильных тележек на рабочие пути сушилки происходит нагрев и собственно сушка полуфабриката (сырца изделий). При этом разогрев также имеет экстремальный характер (рис. 1.). Так как от величины скорости разогрева зависит скорость продвижения изотермической поверхности внутрь изделия, то ее превышение без учета свойств глинистого материала приводит к проявлению вторичного трещинообразования.

Чтобы предотвратить вторичное трещинообразование необходимо настроить сушилку на режим, который учитывает характеристики глинистого материала и его технологические свойства, а так как глинистые материалы имеют различный состав (химический, минералогический, гранулометрический), то и опасные условия у них будут отличаться друг от друга.

Проиллюстрируем данное утверждение. При исследовании разогрева сухих глинистых материалов по методике АТА получены результаты, качественно характеризующие преобладание того или иного минерала (той или иной группы минералов) или уточняющие результаты предыдущего определения минералогического типа глинистого материала.

Установлено, что повторный разогрев (кривые 2) проходит у различных материалов по-разному (рис. 3). У глинистых материалов экстремальная точка сдвигается вправо. На этом основании можно утверждать, что с одной стороны данный факт свидетельствует о памяти материалов на термическое воздействие, а с другой стороны — о дополнительных возможностях разработанных методов АТА по определению преимущественного содержания того или иного минерала. Метод определения количественного соотношения глинистых минералов приведен в [3]. Кроме того, данное исследование несет дополнительную информацию как критерий трещинообразования [1, 2].

Автором был установлен интервал температуры при разогреве концентрированных керамических суспензий, какими являются сформованные керамические изделия [3], который мог бы служить критерием трещинообразования при сушке. Однако на практике при настройке режимов работы сушильной печи «Teram-10» оказалось, что сушильные дефекты проявлялись при других значениях температуры. Это объясняется тем, что в процессе сушки влажность изделия уменьшается и поэтому температурный интервал трещинообразования, характерный для концентрированных керамических суспензий, становится не критичным. Обоснование этого явления было сделано в результате анализа ранее выполненных исследований при разработке метода определения минералогического типа глинистых материалов. В результате разработана тройная диаграмма (рис. 4) для определения критических значений температуры трещинообразования при сушке керамических изделий в зависимости от минералогического состава глинистой составляющей керамической массы.

Достоверность выполненного исследования подтверждена многолетней эксплуатацией установленных режимов сушки на промышленной сушильной печи Teram-10 в Красноярске [1].

Подтверждением правильности сделанных выводов о новом критерии трещинообразования и механизме процесса сушки также является инструментальное обследование, выполненное специалистами испанской фирмы «Solincer» в декабре 2006 г. (рис. 5) с помощью автоматического прибора серии «DATAPAC& CERIDRY». Результаты проведенных измерений подтвердили теоретическую и практическую достоверность сделанных автором выводов о возможности применения разработанного критерия трещинообразования применительно к на-

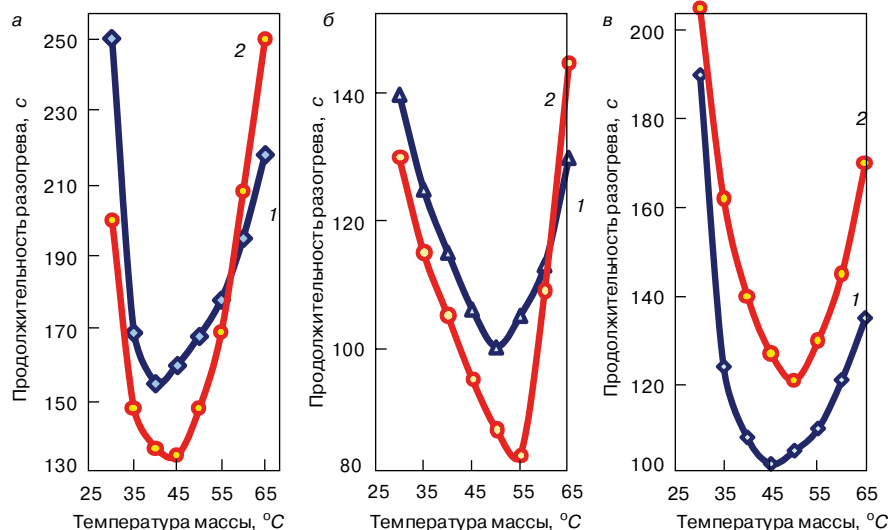


Рис. 3. Изменение продолжительности разогрева глинистых масс по температуре Кривые разогрева мономинеральных глин. а – каолина, б – гидрослюдистой глины, в – монтмориллонитовой глины – бентонита

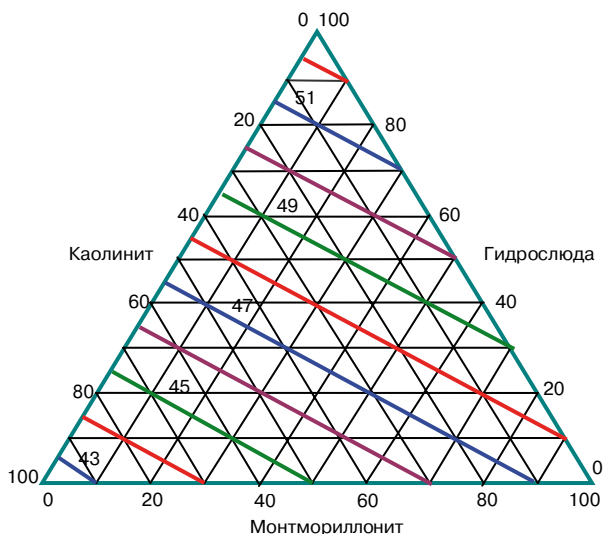


Рис. 4. Взаимосвязь критической температуры трещинообразования и минералогического состава глинистого сырья

стройке и регулировке сушильных печей керамического производства.

Приведенные на рис. 5 результаты измерений графически показывают изменение влажности сушильного агента, его температуры, усадочных характеристик изделий. Пилообразный характер кривых свидетельствуют о конструктивных особенностях сушильной печи и об организованном в ней процессе сушки. Изменение влажности и температуры сушильного агента за относительно небольшой промежуток времени (увеличение показателя с дальнейшим снижением) за счет перемещения поезда рециркуляторов по длине сушильного

канала положительно влияет на процесс сушки, так как создается более мягкий режим сушки изделий после их интенсивного обдува.

Выявленные особенности организации процесса сушки в комплексе со знанием скоростных (температурных) критериев трещинообразования послужили основой для разработки режимов бездефектной сушки.

На основании выполненной отработки технологических параметров сушки керамического кирпича автором доказана принципиальная возможность использования методов АТА при теоретическом обосновании сушильных процессов, что и подтверждено опытом эксплуатации технологии сушки кирпича в сушильной печи Tegam-10.

В результате проведенных исследований установлены дополнительные причины и новые критерии трещинообразования. Данные выводы теоретически обоснованы и подтверждены практически путем отработки режимов сушки в условиях действующего производства.

Ключевые слова: методы адсорбционно-термометрического анализа, сушка керамических изделий, трещинообразование, режим сушки, бездефектная сушка

Список литературы

1. Толкачев В.Я. Технология качественной сушки изделий из глин. Красноярск: Компьютерные технологии, 2008. 142 с.
2. Толкачев В.Я. Технологическая линия производства кирпича «АГЕМАС». Красноярск: Компьютерные технологии, 2009. 602 с.
3. Толкачев В.Я., Бердов Г.И., Толкачева Н.П. Адсорбционно-термометрические методы исследования дисперсных материалов. Изд. 2-е. Красноярск: Компьютерные технологии, 2002. 270 с.

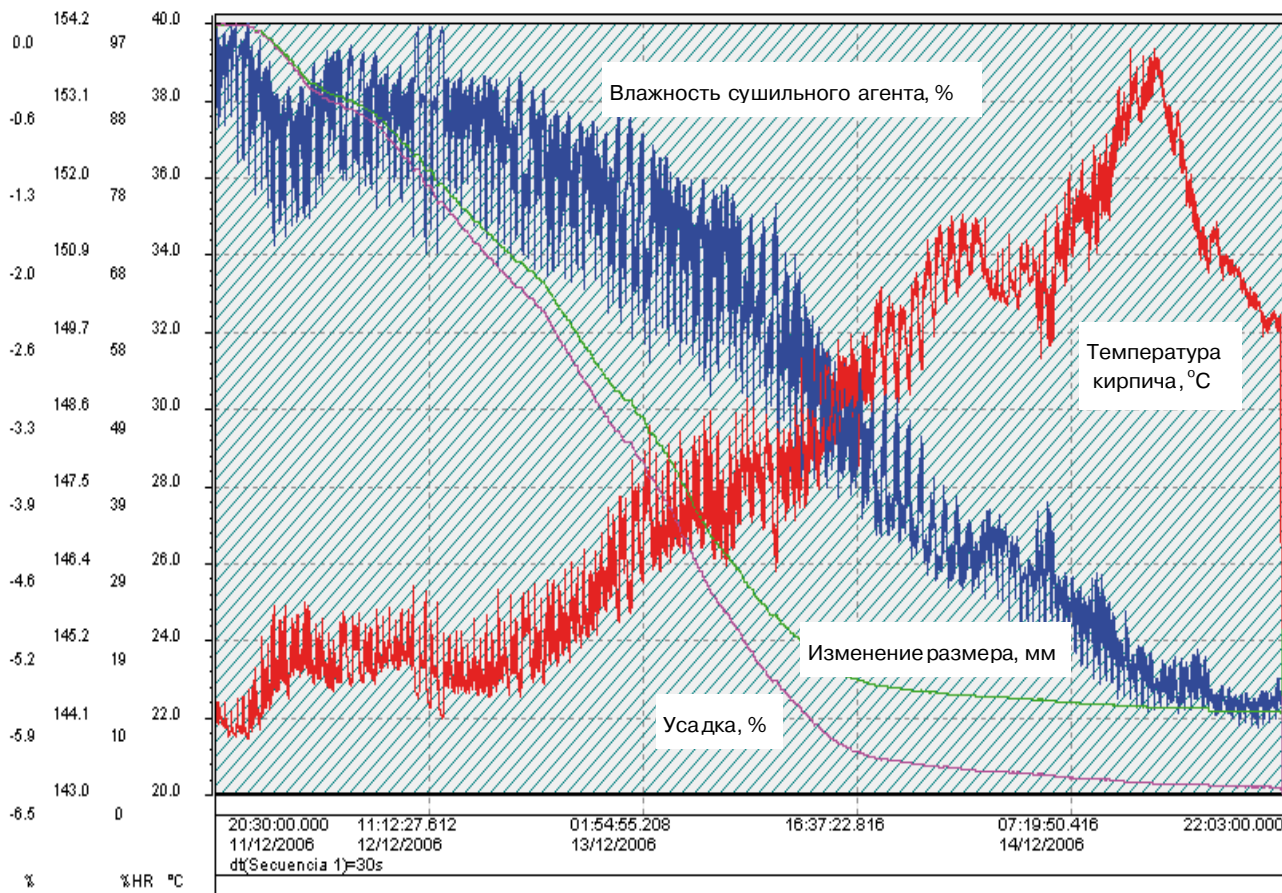


Рис. 5. Поверочные измерения характеристик процесса сушки керамического кирпича в сушильной печи «Tegam-10»

Фирма **LINGL** завершает строительство крупнейшего кирпичного производства в Великобритании

В начале 2011 г. фирмой LINGL был успешно сдан завод компании Hanson Building Products PLC в г. Мишам (Великобритания). Этот завод, оснащенный самой современной техникой, является одним из крупнейших заводов по производству облицовочного кирпича в мире.



Штабеля кирпича, укладываемые на вагонетки



Туннельная печь фирмы Lingl длиной 176 м



Печная вагонетка (32 штабеля)

Фирма Hanson PLC входит в группу Хайделберг Цемент. Возведением нового завода фирма заменила ряд устаревших производств, которые были закрыты. Целью строительства нового завода для фирмы Hanson наряду с увеличением производительности стало комплексное снижение производственных затрат.

Имея производительность более 2 млн шт. усл. кирпича в неделю (что соответствует более чем 650 т в день) с работой в одну смену и общим количеством персонала 30 человек, этот завод устанавливает новую высокую планку для кирпичных производств.

Современный завод, полностью оснащенный энергосберегающим оборудованием, был построен на неиспользуемом участке земли в 40 км от крупного английского города Бирмингема. Производственная площадка в г. Мишам была отмечена наградой Британского комитета по защите окружающей среды за конструкцию здания и использование энергосберегающего оборудования и оснащения.

Производство

На заводе производится три вида кирпича рустикального типа: кирпич ручной формовки, лицевой кирпич «под старину» и кирпич ручной формовки Wasserstrich, цвет красноватый и желто-коричневый, с многочисленными эффектами обработки поверхности. Всего на новом заводе производится ассортимент из 18 продуктов.

Массоподготовка на заводе осуществляется на оборудовании фирмы Händle, размещается она в здании завода, транспортируется к прессу фирмы De-Boer.

Фирма LINGL выполнила проектирование и запуск комплектного завода, начиная с пресса и заканчивая упаковкой кирпича.

Садочная установка

После восьмикамерной сушилки производится садка кирпича с помощью роботов. При разработке садочного устройства фирма LINGL выбрала современное решение, позволяющее укладывать штабеля обожженного кирпича с помощью роботов непосредственно на блоки виадука. После снятия с сушильных носителей с помощью двух роботов высушенный кирпич группируется и распределяется между четырьмя отдельными садочными линиями, он подается к четырем садочным роботам вертикально и горизонтально. В завершение осуществляется садка этого предварительно сгруппированного кирпича с помощью отдельных грейферов непосредственно на блоки виадука.

Как только штабеля обожженного кирпича устанавливаются на четыре садочные линии, производится их захват специальным передаточным грейфером вместе с блоками, а затем садка на печные вагонетки. Этот грейфер выполняет две задачи: он передает подготовленные штабеля с блоками и возвращается обратно с порожними, предварительно очищенными блоками для разгрузки садочной линии. Благодаря этому методу можно гарантировать, что штабеля будут расположены в чистом контролируемом пространстве и переданы на печную вагонетку в полном объеме – это значительное преимущество, если говорить о желаемых эффектах различных форм кирпича рустикального типа.

Это уникальное садочное устройство позволяет осуществлять очень точную садку и эффективный уход за парком печных вагонеток, что придает штабелям обожженного кирпича превосходную устойчивость и значительно продлевает срок службы дорогостоящих печных вагонеток.

Печь и сушилка

Фирма LINGL осуществила поставку сушилки, состоящей из 8 двойных камер, которая хорошо зарекомендовала себя с технической стороны. В сушильные тележки загружаются поддоны длиной 2850 мм, по 22 камня на каждом поддоне, т. е. более 3600 шт. кирпича на тележке. Среднее время сушки составляет 36 ч.

Благодаря использованию программного обеспечения «Expert» фирмы LINGL недельные производственные программы комбинируются с объемом отходящего воздуха печи таким образом, что остающиеся неиспользованными объемы воздуха печи сокращаются до минимума.

После завершения процесса сушки кирпич с помощью платформы перемещения подается к садовой установке.

Для достижения производственной мощности, равной 2 млн шт. усл. кирпича в неделю, была спроектирована туннельная печь с предпечью, ее ширина составила 8,4 м, длина 178 м. На каждую печную вагонетку загружается 32 штабеля кирпича, что равно общему объему около 15400 шт. кирпича на вагонетку.

Время обжига составляет 36 ч; горелочная установка эксплуатируется с использованием предварительно нагретого воздуха для горения, а система циркуляции в зоне охлаждения обеспечивает достижение оптимальных характеристик энергопотребления. Печь оснащена таким образом, что для достижения определенных цветовых эффектов могут использоваться встроенные редуцирующие горелки.

Встроенная гибкая система управления Lingl S7 WinCC обеспечивает регулирование и управление печи и сушилки по последнему слову техники, кроме того, она оснащена высокоскоростным модемом для дистанционной поддержки.

Разгрузка и упаковка

После обжига печные вагонетки с помощью автоматической транспортной системы подаются к месту разгрузки, где кирпич вместе с блоками виадука снимается с вагонетки и подготавливается для послойной разгрузки роботами.

Образцом разгрузочных и упаковочных машин послужили высокопроизводительные разгрузочные машины LINGL, которые были разработаны для США. В комбинации с модернизированной системой снятия кирпича и возврата блоков виадука эта машина становится основополагающим новшеством.

Разгрузочная машина состоит из 4 независимых линий, на которые осуществляется садка пакетов и блоков посредством передаточного грейфера. Затем кирпич послойно разгружается 4 роботами и передается на 4 независимые группировочные линии.

В завершение производится чистка блоков виадука и укладывание их штабелями на печные вагонетки таким образом, чтобы с помощью транспортной системы печных вагонеток их можно было вернуть к автомату садки.

Для визуального осмотра кирпич разбирается, а затем снова группируется для формирования транспортного пакета.

Целью являлась разработка крайне простой и надежной системы с высоким уровнем производительности и низкой потребностью в обслуживающем персонале. Результатом совместных усилий стала разгрузочная установка, функционирующая с впечатляющей надежностью и соответствующая всем требованиям фирмы Hanson.

Кирпич обвязывается пленкой из полиэстера. В заключение автомат формирования колпака пленки надевает на пакеты стрейч-пленку с необходимой маркировкой, образуя надежный пакет для бережной транспортировки кирпича.

Итоги

Сотрудники фирм LINGL и Hanson при разработке и выполнении этого проекта очень тесно взаимодействовали друг с другом, поэтому этот значимый проект стал действительно большим успехом для обеих предприятий.

Установка была спроектирована с учетом второй ступени расширения, поэтому существует возможность расширения имеющейся печи и сушилки либо инсталляция второй печи для производства еще большего объема кирпича.

По словам руководства фирмы Hanson, завод в Мишаме на сегодняшний день является самым современным кирпичным заводом в Европе и служит одним из доказательств активного участия компании в развитии мировой промышленности. Что касается основной темы надежности, экологичности и качества, завод был построен на отдельной территории, предназначенной для строительства, его особенность заключается в том, что производственный процесс полностью механизирован и отличается низким уровнем энергопотребления с незначительным количеством выбросов. При увеличении показателей спроса производство на заводе может осуществляться круглосуточно.

Успешно выполнив проект строительства кирпичного завода в Мишаме, фирма LINGL поднялась на новую ступень в сфере производства керамических строительных материалов.



Разгрузка штабелей с блоками виадука



Группировочные линии



Робот для послойной разгрузки



Руководители компаний LINGL и Hanson (слева направо): г-н Дэвид Зимански, г-н Андрес Лингл, д-р Бернхард Шейфель, г-н Франк Апель, г-н Патрик О'Ши



Hans Lingl Anlagenbau und Verfahrenstechnik GmbH & Co. KG
 Nordstraße 2
 D-86381 Krumbach
 Frank Appel
 Tel: +49 (0)82 82/825-0
 E-Mail: f.appel@lingl.com
 Info: www.lingl.com

Испания – страна кирпичного строительства

В начале октября 2011 г. в рамках международного информационно-аналитического проекта KERAMTEX состоялась традиционная деловая поездка группы руководителей и ведущих специалистов предприятий керамической промышленности России в Европу. Страной-партнером в этом году стала Испания. Выбор этот не случаен. Ведь Испания – страна с богатыми традициями производства и применения керамического кирпича. Нашим гидом по заводам Испании и фактически организатором поездки выступила испанская фирма «Форгестал» (FORGESTAL), которая занимается разработкой и производством огнеупоров для промышленности строительных материалов, а также проектированием и строительством печей. Традиционно в наших поездках насыщенная деловая программа сочетается с экскурсиями.



Дом Бальо

Барселона – город, где жил и творил один из самых знаменитых архитекторов XX в. Антонио Гауди. Конечно, мы не могли не отдать дань уважения и восхищения его творчеству. Дом Бальо – жилой дом, построенный в 1877 г. для текстильного магната Жозепа Бальо-и-Касановаса, который А. Гауди перестроил в 1904–1906 гг. Существует множество толкований символики главного фасада, но в преддверии года Дракона, наиболее привлекательным представляется одна из известных интерпретаций здания как фигуры гигантского дракона – любимого персонажа А. Гауди, возникающего во многих его творениях. Объект всемирного наследия ЮНЕСКО. Фото С.А. Меркушкина.

Дом Мила – жилой дом, построенный в 1906-1910 гг., стал последней светской работой А. Гауди, прежде чем он полностью посвятил себя работе над церковью Саграда Фамилия. В 1984 г. дом Мила стал первым из сооружений XX в., включенным в Список Всемирного наследия ЮНЕСКО. Фото С.А. Меркушкина.



Дом Мила



Вот таким мы увидели Церковь Святого Семейства (полное название Искупительный храм Святого Семейства), строящуюся на частные пожертвования с 1882 г. Первый проект был разработан архитектором Франсиско дель Вильяром, на место которого в конце 1883 г. был приглашен А. Гауди, значительно изменивший первоначальный проект. 7 ноября 2010 г. собор был освящен папой Бенедиктом XVI и официально объявлен готовым к ежедневным богослужениям. Фото С.А. Меркушкина.



В 2004 г. Барселона была объявлена «городом, свободным от корриды», однако силы закона это заявление не приобрело. Лишь в декабре 2009 г. региональным парламентом Каталонии было принято решение о запрете корриды. Знаменитая арена была переоборудована в торговый центр. Фото С.А. Меркушкина.

Фирма «Форгестал» предоставила российским коллегам уникальную возможность познакомиться с разноплановыми керамическими производствами в Испании. Во время рабочей встречи участников группы с руководством компании FORGESTAL, S.L. президент г-н Хуан Поиг Ногера рассказал об истории фирмы, основных направлениях ее деятельности в Испании и заинтересованности продвижения на российский рынок.



По традиции в память о посещении офиса компании наша группа вручает коллегам памятный знак-символ проекта KERAMTEX, девиз которого «Объединение профессионалов гарантирует успех». Мы уверены, что успех фирме «Форгестал» действительно гарантирован, ведь дело старшего поколения в надежных руках (Ногера-сын справа от отца).

Один из старейших заводов Испании CERAMICA ELIAS, который ведет свою историю с 1873 г., в настоящее время является высокотехнологичным и высокопроизводительным предприятием, выпускающим черепицу различной формы. Однако на заводе бережно сохраняются традиции ручной набивки форм для изготовления специальных видов продукции.



Завод INCECOSA brick plant специализируется на выпуске керамического кирпича и блоков.



На заводе CAMPO-Refractarios, расположенном недалеко от г. Сантьяго-де-Компостела производится широкий спектр огнеупорных изделий для керамической промышленности (элементы пола, подвесного свода и т. д.)



Группа KERAMTEX с коллегами из компании «Форгестал» возле головного офиса.

Город Толедо – не только столица средневековой Испании, но и Мекка всех оружейников того времени. Искусство качественнойковки принесли сюда арабы, захватившие город в 712 г. Испанцы вернули город только в 1085 г., после чего Толедо до XVI в. являлся столицей всей Испании. А еще Толедо – кирпичный город.



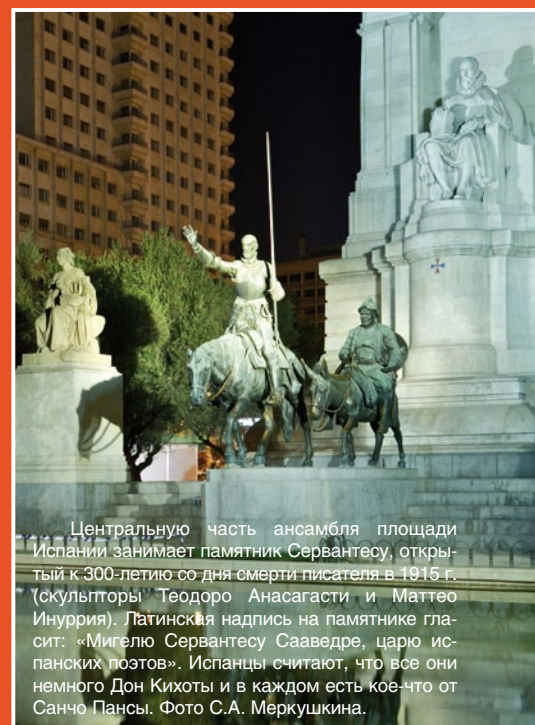
И это не удивительно. Ведь природа подарила одноименной провинции богатейшие залежи высококачественной глины, которую до настоящего времени добывают в огромных количествах. В регионе расположено множество керамических предприятий, на одном из которых благодаря коллегам из фирмы «Форгестал» мы смогли побывать.



На заводе CERASA ceramica espiritu santo, S.A. выпускается широкий спектр керамической продукции. В основном это различные стеновые материалы: кирпич, стеновые блоки, перегородки, блоки для прокладки коммуникаций и т. д. Футеровка печей и вагонеток спроектирована и изготовлена компанией «Форгестал».

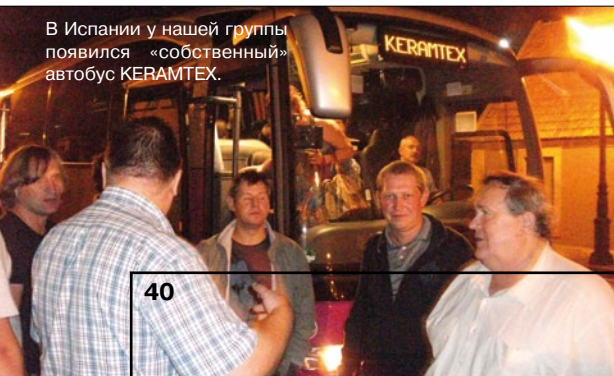


В Мадриде искусство корриды бережно сохраняется. Самая большая и престижная в Испании арена Лас-Вентос используется по назначению. Для участников группы KERAMTEX она представляет интерес как образец кирпичной архитектуры: построенная в 1929 г. в стиле «мудехар» (стиль испано-мавританской архитектуры XIV–XVI вв., соединяющий черты восточного и западноевропейского искусства) которому свойственно использование подковообразных арок и изразцовых орнаментов.



Центральную часть ансамбля площади Испании занимает памятник Сервантесу, открытый к 300-летию со дня смерти писателя в 1915 г. (скульпторы Теодоро Анасагасты и Маттео Инуррия). Латинская надпись на памятнике гласит: «Мигелю Сервантесу Сааведре, царю испанских поэтов». Испанцы считают, что все они немного Дон Кихоты и в каждом есть кое-что от Санчо Пансы. Фото С.А. Меркушкина.

В Испании у нашей группы появился «собственный» автобус KERAMTEX.



Все участники группы выражают благодарность руководству фирмы «Форгестал» за возможность посетить испанские предприятия керамической промышленности. Слова особой благодарности г-ну Жозе Беназару Фастеру, техническому специалисту фирмы, а также Николаю Гулию, официальному представителю в России и СНГ, которые сопровождали нас в течение всей поездки.

Туристический партнер проекта KERAMTEX – компания UTS.



**Господин Димитрис Килиарис,
генеральный директор и член совета директоров компании SABO S.A.,
награжден премией «Предприниматель-новатор 2011 года»**

Премия «Предприниматель-новатор 2011 года» была вручена г-ну Димитрису Килиарису, генеральному директору и члену совета директоров компании SABO S.A., на церемонии награждения, которая была организована одной из крупнейших в мире аудиторских компаний Ernst & Young (штаб-квартира в Лондоне) и состоялась 7 декабря в Афинском мюзик-холле.

Сегодня, после 28 лет успешного развития, SABO S.A. является одной из крупнейших компаний в своей отрасли по таким аспектам, как разработка, производство и установка всего комплекса оборудования для заводов кирпично-черепичной промышленности. SABO S.A. активно развивает деятельность более чем в 25 странах, производя установку своего оборудования в Европе включая Бельгию, Румынию, Россию, Азии (в Турции и Судане), Африке (самый яркий пример – Алжир). В 2011 г. оборот компании достиг 34 млн евро, что на 20% выше показателей 2010 г., при этом показатели чистой прибыли сохранились на прежнем уровне.

Г-н Килиарис в своей торжественной речи подчеркнул, что жизненные ценности и ощущение удовлетворенности никогда не находились в рамках условностей. Это прекрасно, что человеку в жизни дается возможность ставить труднодостижимые цели – и достигать их.

Ставшая уже традицией мирового уровня ежегодная церемония вручения премий «Предприниматель года» дает предприятиям стимул работать еще активнее, поднимая планку все выше и выше, побуждает их не бояться быть пионерами в своем деле и идти путем инновационных решений.

SABO S.A. является неотъемлемой частью объединения компаний SABO GROUP, спектр деятельности которого охватывает различные технические, механические и электроустановки, строительство дорог и объектов, разработку технических решений, создание фотоэлектрических модулей, а также систем автоматизации для промышленности в целом.

Г-н Килиарис завершил свою речь следующими словами: «Существует тенденция персонифицировать славу, известность, однако в нашем случае это несправедливо. Мой вклад действительно сыграл решающую роль, однако без единства, великолепного состава команды, энтузиазма и адекватного подхода мы бы никуда не пришли и ничего бы не достигли».



На фото: г-н Одиссис Кириакопулос (слева), председатель S&B Industrial Minerals, председатель жюри конкурса Предприниматель Года Греции 2011 вручает приз г-ну Димитрису Килиарису, генеральному директору SABO HELLAS S.A.



Ведущий строительный вуз страны отметил 90-летие

19–21 октября 2011 г. официально завершилось празднование 90-летия Московского государственного строительного университета (НИУ МГСУ), в рамках которого в течение года проводились различные мероприятия. На открытие конференции, которое состоялось 19 октября 2011 г. в зале ученого совета МГСУ, были приглашены представители государственных структур, вузов-партнеров, известные российские и зарубежные ученые, журналисты из отраслевых изданий.

Во вступительной речи ректор МГСУ В.И. Теличенко в частности отметил, что опираясь на славную историю и традиции, коллектив вуза в настоящее время решает сложную и не лишнюю амбициозности задачу развития института в новом статусе – национального исследовательского университета. В течение 10 лет НИУ МГСУ должен стать лидером профессионального сообщества, готовящего кадры для строительного комплекса.

В этот день МГСУ лично поздравляли представители власти и бизнеса, коллеги из других вузов, гости из зарубежных стран. Для многих из поздравлявших юбилей МГСУ стал желанной возможностью вновь вернуться в альма-матер. В.И. Теличенко получил множество поздравительных адресов, подарков, писем, телеграмм. Все они теперь также стали частью истории МГСУ и будут бережно храниться в музее.

20 октября 2011 г. в зале Ученого совета МГСУ состоялся **Съезд Международной Ассоциации строительных высших учебных заведений**. Всего в состав АСВ входит 150 вузов, на данном заседании присутствовали более 60 руководителей вузов и 30 доверенных лиц. С отчетным докладом о деятельности АСВ за пять лет выступил Президент АСВ В.И. Теличенко. Он отметил, что работа ассоциации ведется на фоне постоянного реформирования высшего образования. Сообща профессиональному сообществу удавалось сглаживать негативные последствия необдуманных реформ. Было обеспечено участие вузов ассоциации в законодательных проектах и законотворческой деятельности в сфере образования, сформирована комиссия по правовому сопровождению и участию в разработке законов, а также в проведении опросов общественного мнения. За отчетный период образован центр для аккредитации строительных специальностей. Достижением в развитии всестороннего взаимодействия стало создание Открытой сети образования в строительстве и проведение с ее помощью онлайн-трансляций. В настоящее время в сети действует 21 региональный центр, где студенты и преподаватели других университетов, не выезжая из своего региона, могут смотреть лекции ведущих российских и зарубежных ученых, участвовать в конференциях.

Открытым голосованием на пост Президента Ассоциации строительных вузов сроком на пять лет был единогласно избран ректор НИУ МГСУ В.И. Теличенко.

Редакция журнала «Строительные материалы», в которой также работают выпускники МГСУ, искренне поздравляет коллег и желает дальнейшего позитивного развития!



Участники международной научно-технической конференции «Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании» продолжили свою работу на секционных заседаниях. В течение дня во всех корпусах университета работали 10 секций, были проведены 2 семинара и 1 круглый стол.

Секция «Строительство и архитектура» была одной из самых многочисленных, на нее было подано более 70 докладов. По тематике совершенствования нормативной документации по расчету железобетонных конструкций наиболее интересные доклады сделали академик РААСН И.И. Карпенко и Н.Н. Трекин из ЦНИИПромзданий. Генеральный директор ЦНИИЭП жилища С.В. Николаев поднял тему модернизации крупнопанельного домостроения. С докладами также выступили иностранные участники из Польши, Чехии, США, Украины.

На секции «Энергоресурсоэффективность, современные системы и технологии инженерной инфраструктуры» царил атмосфера научной дискуссии. Острота обсуждаемых вопросов и неоднозначность как нормативных, так и практических решений задачи энергосбережения и повышения энергоэффективности привлекли на секцию активных студентов-пятикурсников.

Председатель секции «Строительные материалы и технологии» профессор Ю.М. Баженов, открывая работу секции, отметил, что история материаловедения неразрывно связана с достижениями ученых МИСИ-МГСУ, таких как Б.Г. Скрамтаев, А.И. Волженский и многие другие. Специалисты обсуждали перспективы развития отрасли в части внедрения новых эффективных материалов, в том числе созданных с использованием наномодификаторов.

21 октября в научно-технической библиотеке НИУ МГСУ было подписано **соглашение о взаимодействии в области кадрового планирования для задач строительного комплекса**. Документ подписали министр регионального развития РФ В.Ф. Басаргин, министр образования и науки РФ А.А. Фурсенко, ректор НИУ МГСУ и президент Международной Ассоциации строительных вузов В.И. Теличенко, вице-президент НОСТРОЙ В.С. Опекунов, президент НОП М.М. Посохин, президент НОИЗ Л.Г. Кушнир, а также президент НАМИКС Е.Л. Николаева.

В рамках соглашения стороны будут осуществлять на безвозмездной основе взаимодействие по ряду важнейших направлений, среди которых решение приоритетных государственных задач в строительной отрасли, в том числе, реализация ФЦП «Жилище»; совершенствование российского законодательства в области кадрового планирования для задач строительной отрасли; формирование единого образовательного и информационного пространства с вовлечением профильных региональных учебных и научных организаций, объединений работодателей и др.

Завершили юбилейные мероприятия большой концерт и дружеские встречи в неформальной обстановке.



Участники Съезда Международной Ассоциации строительных вузов

Building Materials & Equipment

Строительные материалы и оборудование

10 – 13 апреля

2012

Неделя архитектуры
и строительства



496 компаний
из 29 стран мира

28 267 посетителей –
специалистов*

Только в
Экспоцентре!

Крупнейшая в России специализированная выставка строительных материалов и оборудования.

Ежегодно проходит в рамках **MosBuild**.

Тематические разделы:

строительная химия, сухие смеси, кровельные материалы, световые конструкции для крыш, водосливы, антиобледенение, мансардные окна, тепло-, звуко-, гидроизоляция, кирпич, строительные блоки, строительные леса, опалубка, инструменты, крепеж.

* По данным официальной статистики выставки MosBuild 2011

Official Publication

asian
ceramics

CERAMICS CHINA 2012

The Largest and Major Ceramics Industry Exhibition in the World with Over 80,000m² Exhibiting Space

May 28-31, 2012

Pazhou Complex, Guangzhou

SPONSOR China Ceramic Industrial Association

ORGANIZER Unifair Exhibition Service Co., Ltd.

Contact  **新之联展览**
UNIFAIR EXHIBITION

TEL: (86 20) 8327 6389 8327 6369

E-mail: overseas@ceramicschina.com.cn

http://www.ceramicschina.com.cn

2012 China International Ceramics Industry Exhibition

НИИКерамзит торжественно отметил 50-летний юбилей!

17 ноября 2011 г. институт НИИКерамзит принимал поздравления с 50-летним юбилеем: от Государственной думы РФ, Федерального собрания РФ, Национального объединения строителей (НОСТРОЙ), Министерства строительства Самарской области, Торгово-промышленной палаты Самарской области, Самарского отделения Российского общества инженеров строительства (СО РОИС), Самарского государственного архитектурно-строительного университета, ОАО «КуйбышевАзот» (г. Тольятти), научно-производственного центра «Стройтех» (Москва), Поволжского центра экспертизы и испытаний «ИМТОС», компании «Лидер групп» (Санкт-Петербург), Группы компаний «Пожоборонпром» (Москва), Института «САМАРАКОНСАЛТ», ОАО «Керамзит» (Самара), ООО «Легкий керамзит» (Самара), ООО ПФК «Спутник» (Самара), ЗАО «Керамзит» (Рязань), ОАО «Якутагропромпроект» (Якутия), ОАО «КСК «Ржевский» (г. Ржев), ООО «Черкесскстром» (г. Черкесск, Карачаево-Черкесская Республика), ООО «Камэнергопромстрой» (г. Нижнекамск), ООО «Варна-Газойль» (г. Тобольск) и предприятий-партнеров.

Сотрудники НИИКерамзит были отмечены почетными грамотами и благодарственными письмами от Министерства строительства и Торгово-промышленной палаты Самарской области. В свою очередь НИИКерамзит наградил дипломами ряд предприятий за многолетнее плодотворное сотрудничество и профессиональную поддержку.

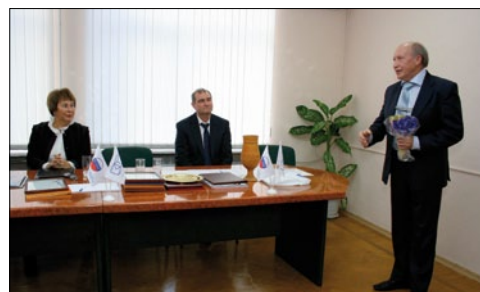
О славной истории института, его значении в развитии отрасли, современных научных разработках и их внедрении в промышленность журнал «Строительные материалы» писал в № 7–2011 г.

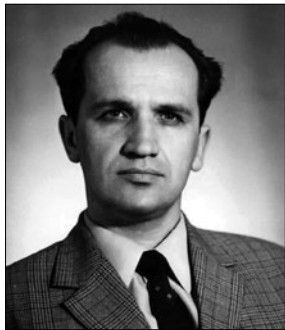
Сегодня редакция еще раз поздравляет коллектив института со знаменательной датой и искренне желает всем сотрудникам личного благополучия и больших успехов.

Замечательно, что в отрасли сохранен научно-исследовательский институт, что его работы востребованы предприятиями, что проверенный временем материал – керамзит во многом благодаря усилиям сотрудников НИИКерамзит не утратил актуальности для современного строительства. Наука способствует постоянному совершенствованию технологий, снижению энергоемкости производства, использованию техногенных отходов других отраслей промышленности и некондиционного природного сырья. Наука дала производителям инструменты управления свойствами и качеством керамзита. Заводы научились выпускать такую продукцию, которая необходима потребителю.

Как показывает практика, у керамзита и керамзитобетона надежное будущее. Использование этого материала позволяет строить долговечное, пожаро- и экологически безопасное жилье, отвечающее требованиям энергосбережения и энергоэффективности.

Здоровья и удачи, коллеги!





Памяти Виктора Павловича Петрова

Как часто радость и горе идут по жизни вместе. Буквально только что, 17 ноября мы вместе отмечали юбилей института НИИКерамзит. Родовались, поздравляли друг друга, планировали новые дела...

А сегодня с нами нет Виктора Павловича Петрова, крупного специалиста в области керамзита и керамзитобетона, ученого и строителя, доктора технических наук, профессора, одного из основателей отраслевого научно-исследовательского института НИИКерамзит.

Виктор Павлович Петров родился в Куйбышеве (в настоящее время Самара) 31 мая 1936 г. После окончания Куйбышевского инженерно-строительного института в 1959 г. приступил к работе по специальности на комбинате производственных предприятий треста № 25 в г. Новокуйбышевске.

Работал вначале мастером, начальником полигона, начальником цеха, а затем главным инженером одного из заводов комбината. С 1962 г. работал на ЖБИ № 2 треста «Железобетон» в Куйбышеве. Заводской опыт стал надежной опорой молодому инженеру, когда в 1963 г. он пришел в Научно-исследовательский институт строительной индустрии КуйбышевНИИСтройиндустрия, в дальнейшем переименованный в Государственный научно-исследовательский институт по керамзиту НИИКерамзит.

Организаторские способности, высокий творческий потенциал быстро выдвинули В.П. Петрова на руководящие должности. Уже в 1968 г. он был назначен заместителем заведующего лабораторией керамзитобетона, в 1971 г. возглавил лабораторию аглопорита, а в 1972 г. — лабораторию технологии производства керамзита.

В 1971 г. В.П. Петров защитил кандидатскую диссертацию на тему «Исследование влияния свойств керамзита на свойства керамзитобетона». В 1976 г. он назначен на должность заместителя директора института по научной работе.

Этот этап жизни Виктора Павловича совпал с этапом расцвета отрасли керамзита. В те годы буквально вся страна строилась из керамзитобетона, в отрасли работало порядка 400 предприятий. Активно развивался и институт — научная база отрасли. Ежегодно в НИИКерамзит проводились семинары-совещания, обсуждалось текущее состояние и выработывалась стратегия дальнейшего развития промышленности.

С участием Петрова В.П. были подготовлены десятки нормативно-технических документов; новое технологическое оборудование, разработанное в НИИКерамзит, серийно внедрено на заводах керамзитовой промышленности при совместной работе института с организациями Минстройдормаша СССР. Внедрены в производство технологии глинозольного керамзита, керамзита из отходов углеобогащения, заполнителя из шлаков ТЭЦ.

Развивая основные направления научной деятельности и изучая связь свойств легких бетонов со свойствами заполнителей, основное внимание В.П. Петров уделял вопросам совершенствования технологии производства керамзитового гравия из углеотходов и отходов химической и нефтехимической промышленности с целью повышения качества и создания высокопрочных особо легких разновидностей керамзита.

В 1988—1997 гг. В.П. Петров трудится в должности заведующего лабораторией технологии стеклотита с направлением использования крупнотоннажных отходов. Результаты его научно-исследовательских работ неоднократно представлялись на международных, всесоюзных, областных конференциях, выставках и конкурсах, отмечались призами и медалями.

С 2002 г. и до последнего дня В.П. Петров работал на кафедре «Строительные материалы» Самарского государственного архитектурно-строительного университета. В 2007 г. он защитил докторскую диссертацию на тему «Теоретические и практические основы получения пористых заполнителей из топливосодержащих отходов промышленности».

Все эти годы Виктор Павлович продолжал сотрудничество с институтом НИИКерамзит, щедро делился своим опытом, помогал решать проблемные задачи.

Научные работы В.П. Петрова имеют большое практическое значение. Он является автором более 150 научных публикаций, авторских свидетельств и патентов на изобретения. В.П. Петров награжден медалями «За доблестный труд», «В ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина», «Ветеран труда», двумя бронзовыми медалями ВДНХ СССР, неоднократно награждался почетными грамотами и благодарностями Госстроя СССР.

Виктор Павлович отличался высокой требовательностью к себе и окружающим, обладал исключительным даром общения, многое успел в жизни. Он останется в сердцах коллег образцом интеллигентности и высокой образованности, честным и добрым человеком.

Благодарная память о Викторе Павловиче Петрове как о светлом человеке, высококлассном специалисте, мудром руководителе всегда будет с нами, его коллегами и последователями.

УДК 666.972.125

В.П. ПЕТРОВ, д-р техн. наук, Самарский государственный архитектурно-строительный университет; С.А. ТОКАРЕВА, директор ЗАО «НИИКерамзит» (Самара)

Пористые заполнители из отходов промышленности

Начало интенсивного развития производства пористых заполнителей приходится на послевоенные 50–60-е гг. Пик строительства новых предприятий отмечен: в странах Запада — начало 70-х, в СССР — конец 80-х гг. Наибольший выпуск пористых заполнителей в СССР достигнут в 1989 г. В настоящее время в России пористых заполнителей выпускают чуть более 20% от объема 1989 г. [1].

Основные причины столь резкого падения производства следующие.

Первая. Возросшие требования к теплозащите зданий и сооружений. В большинстве районов страны однослойные керамзитобетонные конструкции не обеспечивали новых требований к термическому сопротивлению ограждений.

Таблица 1

Область применения	Объем применения, %	
	80-е гг.	2000-е гг.
Теплоизоляционные засыпки	18–22	35–45
Легкие бетоны, в том числе:	78–80	50–65
1. Стеновые панели	36–38	5–15
2. Стеновые блоки	23–25	10–15
3. Перегородочные плиты	8–10	5–10
4. Монолитные конструкции	0,2–0,4	5–15
5. Легкобетонные армированные изделия	1–13	10–20
Прочие сферы народного хозяйства	0,4–0,6	5–10

Таблица 2

Страны	Отходы		
	Всего, млн т	На одного человека	На 1 км ² территории
США	628	2563	69
Япония	312	2578	829
ФРГ	56	933	229
Великобритания	50	900	207
Франция	50	900	91
Россия	2000	14000	820

Вторая. Экологические требования. Предприятия пористых заполнителей выбрасывают в атмосферу ряд вредных веществ – оксиды углерода, азота и серы. Немало выбрасывается пыли. Большинство предприятий очень плохо оснащены средствами пыле- и газоочистки. Некоторые вообще не имели их и не имеют до сих пор.

Третья. Значительная энергоемкость производства. На получение 1 м³ керамзитового гравия марки 500 (плотность зерен 800 кг/м³) расходуется около 90 кг условного топлива и 23,5 кВт·ч электроэнергии. Для сравнения отметим, что на изготовление 1 м³ поризованного цементного камня, например, в пенобетоне плотностью 800 кг/м³ расходуется около 60 кг условного топлива.

В табл. 1 приведена структура применения пористых заполнителей в 80-х гг. и в настоящее время. Как видно, произошли существенные изменения. Уменьшилась доля заполнителей, расходуемая на изготовление ограждающих конструкций; выросла доля применения заполнителей в изготовлении несущих конструкций и теплоизоляционных засыпок.

Такова ситуация в промышленности пористых заполнителей сегодня. Каковы же перспективы ее развития. По мнению авторов статьи будущее у отрасли имеется, и развиваться она будет.

Какие же факторы и условия будут определять развитие промышленности пористых заполнителей на перспективу? Их можно разделить на объективные, которые не зависят от воли организаторов строительства, и субъективные, зависящие от воли, квалификации и прочих качеств участников строительного производства и топливно-энергетического комплекса.

Первый (объективный) фактор. Мощная сырьевая база, включая многотоннажные отходы промышленности, в первую очередь топливосодержащие. Многочисленные эксперименты, выполненные различными исследователями, показали, что замена природного глинистого сырья на топливосодержащие отходы (золы и шлаки ТЭС, углеотходы) может снизить расход топлива на изготовление заполнителей до двух раз.

По данным ООН, в мире ежегодно добывается и перемещается около 150 млрд т горных пород, из которых извлекаются продукты, необходимые для нужд человечества, в том числе около 11 млрд т сырья для изготовления строительных материалов, 3–4 млрд т каменных материалов для дорожного строительства, 3–5 млрд т твердого топлива, после обогащения которого образуется 20–25% различного рода топливосодержащих отходов, а после сжигания – 15–25% отходов в виде зол и шлаков.

Из остальной части добытых горных пород в процессе обогащения на горно-обогажительных комбинатах извлекаются так называемые полезные ископаемые – железная, медная и пр. руды, которые также подвергаются переработке в доменных и мартеновских печах и других агрегатах. Эта доля необходимых человеку продуктов со-

ставляет 1–5% от добытой массы горных пород, остальное (около 100 млрд) – это отходы, химический состав которых близок к среднему химическому составу земной коры. В табл. 2 приведены некоторые данные о выходе промышленных отходов в передовых странах мира.

В табл. 3 приведены данные о среднем химическом составе земной коры и некоторых строительных материалов. Нетрудно заметить, что химический состав пористых заполнителей строительного кирпича практически соответствует химическому составу земной коры.

В мировой практике накоплен богатый опыт получения пористых заполнителей из отходов промышленности. Это шлаковая пемза, которую производят во всех регионах, где имеются крупные металлургические заводы, зольный гравий и зольный аглопоритовый гравий, глинозольный керамзит, шлакозист, пористые заполнители из отходов угледобычи и углеобогащения [2].

В середине 90-х гг. на Тольяттинской ТЭЦ была пущена установка получения пористого заполнителя, названного разработчиками шлакозитом. Особенность технологии состоит в том, что производство шлакозита увязано в единую систему с производством электрической и тепловой энергий. Установка вмонтирована в структуру котельного цеха. Дымовые газы, содержащие пыль и другие вредные компоненты, направляются в котел и затем в существующую систему пыле-газоочистки тепловой станции [3].

Предприятия в составе топливно-энергетических комплексов строятся в странах Запада с 60-х гг. прошлого века. Мировой опыт свидетельствует о том, что переход с одного вида сырья на другой требует значительной перестройки технологии, серьезных инвестиций. Маломощные предприятия, каковыми являются керамзитовые заводы, сделать это не в состоянии.

Второй (объективный). Пористые заполнители, как и все керамические материалы, обладают высокой стойкостью к воздействию агрессивных сред, относятся к долговечным материалам. Мировая практика имеет многочисленные примеры применения легких бетонов на пористых заполнителях в строительстве уникальных сооружений, в том числе гидротехнических, некоторые из них построены не 10–20 и даже не 100–200 лет назад, а 2 тыс. лет назад. Это, например, гидротехнические сооружения в Анконе и Чивитавеклье (Италия), построенные в начале нашей эры и эксплуатируемые по настоящее время.

Третий (объективный). Технология получения пористых заполнителей чрезвычайно проста, отличается высокой механизацией, ее легко автоматизировать. На американских и западноевропейских заводах технологический процесс в смену обслуживают 1–2 человека. Оператор с помощью промышленного телевидения и компьютеров управляет не только технологическим процессом, но и производит отпуск продукции.

К сожалению, наши заводы захламлены, малопривлекательны, слабо компьютеризированы и автоматизиро-

Таблица 3

Наименование материала	Химический состав, мас. %							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Σ
Земная кора	60,3	15,21	7,37	4,66	3,3	3,63	4,43	98,
Керамзит ОАО «Керамзит», Самара	59,55	19,24	10,47	2,17	2,11	1,99	2,93	98,46
Шлакозит, Тольяттинская ТЭЦ	58	22	8	4	2	3	2	99
Пенобетон D600	47	15	6,6	24	3,5	1,7	2,2	100
Кирпич ГОСТ 25594–85	<85	>7	<14	<10	<10	<4	<4	

ваны. Компьютеры пока используют не в полную меру. У предприятий, работающих по старинке, нет будущего.

Четвертый (объективный). Пористые заполнители могут служить экологической нишей для захоронения особо токсичных вредных отходов, например таких, как отходы гальванических производств, содержащих гели тяжелых металлов. В Литве, на Палемонасском керамзитовом предприятии уже более 20 лет производят керамзитовый гравий из шихты, в состав которой входят отходы гальваники. Практически все гальванические шламы машиностроительных заводов Вильнюса и Каунаса утилизируются на этом заводе. Многократные замеры подтверждали тот факт, что тяжелые металлы, введенные в алюмосиликатное стекло керамзитового гравия, не вымываются из него даже при жестких условиях испытания (при воздействии сильных кислот). Палемонасский завод имеет значительную прибыль от утилизации отходов гальваники. Предприятиям пористых заполнителей России с привлечением научной общественности необходимо шире использовать утилизационные возможности керамзита.

Пятый (субъективный). Пористые заполнители имеют широкую сферу применения в строительстве и других отраслях народного хозяйства.

Ограждающие конструкции. В табл. 4 представлены параметры стен из конструкционно-теплоизоляционных легких бетонов класса В3,5 с термическим сопротивлением 3,2 м²·К/Вт. В зависимости от качества применяемого заполнителя можно получать стены с различными характеристиками. Если применяются заполнители со структурным фактором К = 6, то стены из легкого бетона класса В3,5 получают толщиной 50 см; при применении заполнителей со структурным фактором 10 можно получить стеновые конструкции толщиной 40 см.

В проекте актуализированной редакции СНиП 23-02 «Тепловая защита зданий», опубликованной на сайте НИИСФ РААСН, допускается применять стеновые ограждающие конструкции с более низким термическим сопротивлением теплопередаче R_{min} = 0,63 R_{req}. В этом случае для средней полосы (большой части регионов Европейской территории России) предельное значение теплопередаче стеновых конструкций не превысит 2,2 м²·К/Вт. А это значит, что однослойные стены можно изготавливать из керамзитобетона классов В3,5 и В5 плотностью 700–750 кг/м³. Такие бетоны можно получать на основе пористых заполнителей марок 300–350.

Несущие легкобетонные конструкции. Для конструкционных бетонов необходим пористый заполнитель с

Таблица 4

Наименование показателя	Единица измерения	Величина показателя	
Структурный фактор заполнителя***	МПа·см ⁶ /г ²	6	10
Насыпная плотность крупного заполнителя	кг/м ³	250*	220**
Прочность крупного заполнителя при сдавливании в цилиндре	МПа	1,04	1,35
Плотность бетона в сухом состоянии	кг/м ³	625	550
Плотность бетона при эксплуатационной влажности	кг/м ³	657	578
Теплопроводность бетона в сухом состоянии	Вт/(м·К)	0,122	0,104
Теплопроводность бетона при эксплуатационной влажности	Вт/(м·К)	0,146	0,125
Толщина стены	м	0,47	0,4
Масса 1 м ² стены при эксплуатационной влажности	кг	310	231
Стоимость изготовления 1 м ² стены (данные 2003 г.)	р.	1312	1117
Термическое сопротивление	м ² ·К/Вт	3,2	3,2

Примечания:

*Керамзитовый гравий завода ЗАО «Легкий керамзит», Самара.

** Гранулированное пеностекло предприятия ОАО «Бекон», п. Лузино (Омская область).

*** Структурный фактор – отношение прочности заполнителя при сдавливании в цилиндре в МПа к квадрату плотности зерен в г/см³.

Таблица 5

Класс керамзито-бетона	Показатели качества керамзитового гравия		
	Насыпная плотность, кг/м ³ , не более	Прочность зерен при сжатии (марка П), МПа, не менее	Прочность керамзита при сдавливании в цилиндре, МПа
В30	700	250 (П250)	6
В40	750	300 (П300)	7,7
В50	800	350 (П350)	9

прочностью 6–10 МПа. Согласно ГОСТ 25820–2000 для таких бетонов следует применять пористые заполнители марок по прочности П300 и выше. Более предметно, требования к качеству высокопрочного пористого заполнителя гравиеподобной формы (данные НИИЖБ) изложены в табл. 5. Они примерно в 1,75 раза выше показателей, регламентируемых ГОСТ 9759–90 «Гравий, щебень и песок искусственные пористые».

Заполнители с характеристиками, указанными в табл. 5, были получены разными исследователями. Они имеют разные названия: керамзит (насыпная плотность 1200–1400 кг/м³; высокопрочный керамический заполнитель (насыпная плотность 800–1200 кг/м³, прочность при сдавливании в цилиндре 8–12 МПа) [4–7]; термолит (насыпная плотность 800–1200 кг/м³, прочность при сдавливании в цилиндре 8–10 МПа) [5] и пр. [6].

Прочность пористых заполнителей, в общем случае, зависит от пористости и свойств твердой фазы, которая представляет собой композиционный материал, состоящий из различных кристаллов, объединенных алюмосиликатным стеклом. Рассмотрим влияние каждой составляющей в отдельности.

Влияние пористости. Прочность материалов с пористостью от 25 до 50% многие исследователи рекомендуют рассчитывать по формуле Кингери-Рышкевича:

$$R_{сж} = R_0 \exp(-K_1 П); \quad (1)$$

где K_1 – эмпирический коэффициент, определяемый для данного материала, отличающегося конкретным фазовым составом и конкретной структурой. Например, для фарфора $K_1 = 3,8$; для керамики, изготавливаемой из гидрослюдистой глины, $K_1 = 5,5$; R_0 – прочность на сжатие твердой фазы заполнителя (прочность черепка) в МПа. Обработка данных большинства керамзитовых предприятий, работавших в Советском Союзе в период с 1960 по 1978 г., позволила установить, что показатель прочности заполнителя, полученный испытанием на сдавливание в цилиндре, примерно в 4 раза меньше показателя прочности, полученного испытанием на сжатие кубика, выпиленного из зерна этого заполнителя.

Используя формулу, можно на предварительном, организационном этапе выяснить перспективы получения заполнителя с заданными характеристиками.

Влияние кристаллической фазы на прочность заполнителей. Кристаллическая фаза представлена первичными кристаллами, преимущественно кварцем, и вторичными (муллитом, шпинелью, кордиеритом, волластонитом, гематитом и др.). Общее содержание кристаллической фазы зависит от состава массы, количества и химической активности плавней, газовой среды, температуры, длительности обжига и выдержки материала при максимальной температуре. Достигая 40–80% (оптимальное содержание 55–65%) от общего объема твердой фазы, кристаллическая фаза оказывает существенное влияние на физико-технические свойства заполнителей.

Особое место в новообразованиях занимает муллит, поскольку он образуется и при обжиге глин, и при обжиге стекловидных материалов, и при обжиге многих горных пород, которые применяются и могут применяться для получения высокопрочных заполнителей. Благодаря своей игольчатой форме муллит оказывает положительное влияние на прочность твердой фазы стенок поры, если ее толщина составляет 10 мкм и более.

Весьма активной составляющей кристаллической фазы является остаточный кварц. Содержание кварца в твердой фазе заполнителя высокой прочности изменяется от 20 до 26%. Размер зерен кварца колеблется в среднем от 2–3 до 120–200 мкм. Обычно поверхность зерен кварца оплавлена и разъедена полевошпатовым расплавом. При наличии активного полевошпатового расплава и достаточной температуре обжига толщина каймы оплавления зерен остаточного кварца составляет 2–5 мкм. Зерна размером менее 2 мкм, как правило, переходят в расплав.

Установлено, что кварцевые зерна и стекловидная составляющая испытывают равномерное во всех направлениях растяжение: радиальные напряжения во всей области являются растягивающими; тангенциальные напряжения в стеклофазе на границе с кварцевым зерном являются сжимающими. Специальными исследованиями и обработкой результатов с помощью уравнений, характеризующих напряженное состояние и радиальные деформации, определены величина и распределение напряжений в кварцевой составляющей и окружающей стеклофазе [1]. По мере удаления от кварца они уменьшаются, проходят через ноль и на границе области становятся растягивающими. Образующиеся микронапряжения прямо пропорциональны содержанию остаточного кварца. Эти напряжения пропорциональны общей поверхности всех зерен кварца в единице объема черепка и проявляются в наибольшей мере, когда радиус зерен кварца в три раза больше толщины растворенного слоя. Поэтому наиболее опасным местом является межфазная граница соприкосновения зерен кварца со стеклофазой.

Влияние остаточного кварца на показатели физико-технических свойств изделий велико и разносторонне. Оно зависит от количества кварца и размера его зерен. При содержании кварца 22–28% он способствует повышению прочности заполнителей. В больших количествах кварц снижает прочность и особенно термическую стойкость, так как обладает более высоким коэффициентом термического расширения, чем стекловидная фаза.

Отрицательное влияние на прочность заполнителя оказывают кристобалит и гематит. В керамзите кристобалит чаще возникает из аморфного кремнезема. При этом в гранулах образуются крупные каналы проникаемые поры, значительно ослабляющие их структуру [1]. При вводе предварительно полученного кристобалита в шихту плотность и прочность изделий также снижаются. Особенность структуры образцов с добавкой кристобалита – наличие трещин. Зерна искусственно введенного кристобалита в керамическом материале окружены концентрическими трещинами, образовавшимися в результате его превращений, что обуславливает разрушение структуры материала, снижение его плотности и прочности.

Согласно многочисленным исследованиям возникновение гематита на поверхности силикатного расплава или стекла разрушает стеклофазу, понижает ее прочность.

Влияние стекловидной фазы. Представляя собой переохлажденную жидкость, стекловидная фаза обладает избыточным запасом внутренней энергии, способностью к обратимому твердению при переходе из жидкого в твердое состояние. Этот переход наступает при достижении вязкости более 10^{13} Па·с.

Количество стекловидной фазы у различных заполнителей изменяется в широких пределах: от 40–60% (по объему) у заполнителей повышенной прочности; до 15–20% у заполнителей невысокой прочности при одной и той же плотности. Оптимальным по объему можно считать содержание стекловидной фазы порядка 35–45%.

Стекловидная фаза участвует в процессах образования новых кристаллических фаз при обжиге изделий и является связующей для остальных нестекловидных компонентов черепка. Излишек стекловидной фазы снижает прочность и термостойкость заполнителей. Распределяясь между кристаллами в виде тончайших пленок, она обеспечивает их прочную связь и высокие физико-технические свойства. Структурно стекловидная фаза всегда содержит субмикроскопические кристаллы новых образований и главным образом кристаллы муллита, если в массе использовались каолинито-гидрослюдистые глины и каолины. При использовании в массе полиминеральных глин, содержащих карбонаты, стекловидная фаза черепка изделий будет армирована кристаллами волластонита, анортита, галенита и других минералов и в меньшей степени муллита. Соотношение кристаллической и стекловидной фаз оказывает большое влияние на физико-технические свойства заполнителей. Кроме того, влияние определяется также составом и химической активностью в процессах формирования структуры.

Применение пористых заполнителей в других сферах народного хозяйства. Легкие конструкционные бетоны обладают высокой морозостойкостью. Многие наиболее ответственные участки дорожных покрытий в США изготовлены из керамзитожелезобетона, по-

скольку там принято считать, что это покрытие долгие годы служит без ремонта, чем покрытие из бетона на граните.

В Финляндии уже давно в зонах вечной мерзлоты керамзитовый гравий засыпают под здания и под дорожное покрытие в качестве балласта-утеплителя, предотвращающего оттаивание замороженной земли. В нашей стране более половины территории находится в зоне вечной мерзлоты.

Пористые заполнители, особенно мелкие, являются прекрасным адсорбентом. Их используют в качестве зернистых засыпок в фильтры очистных сооружений. Эта особенность заполнителей полезна и для улучшения структуры почв, особенно в парниковых хозяйствах, и для борьбы с нефтяными загрязнениями при авариях.

Выводы

Экономический кризис 1990-х гг., выросшие требования к энерго- и экологической безопасности обусловили достаточно резкое снижение спроса на пористые заполнители и явились основными причинами уменьшения их выпуска, закрытия многих предприятий.


Наличие мощной сырьевой базы, в первую очередь огромный выход топливосодержащих отходов промышленности (зол и шлаков ТЭС, углеотходов и пр.), долговечность и широкая сфера возможного применения в народном хозяйстве позволяют надеяться на восстановление былого производства и строительство новых предприятий пористых заполнителей.

Однако процветание действующих предприятий и строительство новых возможно только на принципиально новой технической и организационной основе. Предприятия должны выполнять не только материаловедческую, но и утилизационную функцию. Лучше, если заводы будут входить в состав топливно-энергетического комплекса страны. Инициатива в этом направлении должна быть обоюдной, как со стороны материаловедов, так и со стороны энергетиков при поддержке и контроле государства.

Ключевые слова: пористый заполнитель, керамзит, конструкции, стеклофаза.

Список литературы

1. Петров В.П., Макридин Н.И., Ярмаковский В.Н. Пористые заполнители и легкие бетоны. Материаловедение. Технология производства. Уч. пособие. Самара: СГАСУ, 2009. 436 с.
2. Горчаков Л.Н., Алфеев А.А., Петров В.П. и др. Организация производства пористых заполнителей в составе тепловых электростанций // Строительные материалы. 1991. № 10. С. 11–12.
3. Петров В.П. Пористые заполнители из отходов промышленности. Самара: СГАСУ, 2005. 152 с.
4. Петров В.П. Физико-химические основы и сырьевая база производства высокопрочных пористых заполнителей // Строительные материалы. 2005. № 8. С. 28–30.
5. Соловьев И.Н. Искусственный заполнитель для гидротехнического бетона – керамлит // Гидротехническое строительство. 1975. № 3. С. 29–52.
6. Землянский В.Н. Строительные материалы с использованием попутных пород бокситовых и титановых руд на севере. Ухта: УГТУ, 2002. 139 с.
7. Шлекин В.П., Павлов В.Ф. Фазовые превращения при термической обработке глинистого сырья Поволжья, и их влияние на свойства керамического шебня // Тр. Вып. 38. М. НИИстройкерамика, 1973. С. 13–18.


ЗАО "НИИКерамзит"

50 лет успешной научно-практической и внедренческой деятельности в области производства искусственных пористых заполнителей и бетона на их основе

- **Обследование технологических линий** и разработка предложений по их модернизации
- **Исследование** физико-химических и технологических свойств глинистого сырья, оценка его пригодности для производства керамзита и кирпича, подбор эффективных технологических решений
- **Разработка научно-технической документации** (технологических регламентов, технических условий и др.)
- **Оказание технической помощи** при модернизации существующих и строительстве новых предприятий
- **Подбор составов керамзитобетона** на местных материалах с обработкой технологии
- **Определение основных физико-механических** и теплотехнических характеристик керамзитового гравия и керамзитобетона
- **Выполнение теплотехнических расчетов** наружных ограждающих конструкций зданий
- **Разработка и внедрение технологий утилизации и переработки** крупнотоннажных отходов: нефтедобычи и нефтепереработки, водоочистных сооружений, зол и шлаков ТЭС и др.

Оказываем помощь по поставкам керамзитового гравия и оборудования для его производства.

Россия, 443086, Самара, Ершовского 3^А оф.202
 Телефон/факс (846) 263-00-79, 263-42-49
 E-mail: keramzit@saminfo.ru www.NIIKeramzit.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 в других странах СНГ и дальнего зарубежья.

Книга «Отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки»

Автор – Ищук 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 «Бетоноведение: лексикон»

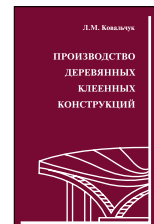
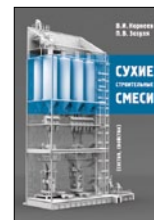
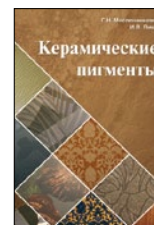
Автор – д-р техн. наук, профессор Ушеров-Маршак А.В.

Издание подготовлено в виде толкового словаря, ориентированного на формирование понятийно-терминологического аппарата бетоноведения. 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

Флизен, Флекс и другие плиточные клеи от KNAUF

И плитку держат крепко, и работа клеится!

Облицовка стен плиткой требует более высокой тщательности и внимания по сравнению с другими процессами ремонта. С одной стороны, дело это довольно затратное, с другой – цена ошибки здесь очень велика. Как правило, на этом этапе не принято экономить, поэтому стоимость работ по облицовке составляет не менее трети от стоимости ремонта. Впрочем, если правильно подобрать материалы, можно избежать лишних расходов и при этом достичь хорошего результата.

Известный производитель высококачественных строительных материалов фирма KNAUF производит широкий ассортимент клеящих смесей для плитки. Главным преимуществом смесей KNAUF является состав, который позволяет при минимальном расходе материала (толщина клеящего слоя составляет не более 2–4 мм) обеспечивать идеальное сцепление плитки с поверхностью.

Производители плитки тоже не стоят в стороне от прогресса. Современная плитка стала прочнее и менее гигроскопичной, чем раньше. Это оказывает влияние на эксплуатационные свойства и качество укладки. В этой связи очень важно правильно подобрать клей, который при разумном расходе обеспечит бы идеальную адгезию.

Современные клеи KNAUF можно использовать для керамогранита, обычного кафеля, мрамора, натурального и искусственного камня, пенобетонных, газосиликатных блоков. При этом плоскость, предназначенная для облицовки, может быть практически любой – бетонной, оштукатуренной и др. Кроме того, смеси KNAUF могут использоваться для монтажа теплоизоляционных пенополистирольных и минераловатных плит. Они подходят для самых разнообразных работ, начиная с наружной облицовки фасадов и заканчивая стандартной укладкой плитки, например в ванных комнатах, кухнях; главное – правильно подобрать необходимую смесь. Ни один из клеев KNAUF не является случайным, появлению на рынке того или иного продукта предшествует напряженная работа ученых, лабораторных специалистов, строителей-практиков, в «полевых» условиях исследующих качества и рабочие свойства каждой новинки.

Самый известный продукт из ассортимента клеев KNAUF – **КНАУФ-Флизен**, сухая смесь на основе цемента со специальными добавками для приклеивания керамической плитки. Он применяется внутри и снаружи зданий для приклеивания впитывающей влагу керамической плитки на все обычные ровные строительные основания – стены и пол, например на бетон, стяжки, гипсокартонные и гипсоволокнистые листы, цементные и цементно-стружечные плиты, гипсовые и цементно-песчаные штукатурки. Водопоглощение керамической плитки должно быть не менее 3% по массе.

Для приклеивания плитки, плохо впитывающей влагу, например из керамогранита – непрозрачного природного и искусственного камня, на рынок выводится новый продукт – **КНАУФ-Флизен плюс**, который представляет собой сухую смесь на основе цемента со специальными добавками.

Состав применяется внутри и снаружи зданий для приклеивания плитки из керамики, керамогранита на ровные основания стен и пола, например на бетон, гипсовые и цементно-песчаные штукатурки, гипсовые и цементные стяжки, гипсоволокнистые и гипсокартонные листы, цементные плиты Аквапанель и др.

Для приклеивания плитки с помощью клея **КНАУФ-Флизен плюс** температура основания и воздуха не должна быть ниже +5°C и выше +25°C. Если приклеивание выполняется по штукатурке, то она должна быть нанесена в один слой при толщине не менее 10 мм. Основание для приклеивания должно быть сухим, поверхность очищена от грязи, пыли и отслоений, если нужно – промыта; с бетона удалены остатки опалубочной смазки. Водостойкую краску с поверхности основания под плитку необходимо зашкурить, а неводостойкую удалить. Впитывающие влагу основания необходимо обработать грунтовкой KNAUF-Тифенгрунд. Сильно впитывающие пористые основания, например из газобетонных блоков, следует обработать грунтовкой KNAUF-Грундирмиттель (разбавленной водой в соотношении 1:4). Во влажных помещениях, а также на неводостойкие основания, например на гипсокартонные и гипсоволокнистые листы, гипсовые пазогребневые плиты, необходимо нанести гидроизоляцию KNAUF Флехендихт в местах прямого попадания воды, например в душе, и полностью обработать поверхность гипсовых стяжек.

Сухую смесь KNAUF-Флизен плюс готовят к употреблению из расчета 1 кг сухой смеси на 0,26–0,3 л воды. Технология приготовления несложна: смесь засыпают в емкость с чистой холодной водой и перемешивают строительным миксером до получения однородной, не содержащей комков массы. Затем выдерживают 5 мин и снова перемешивают. Затворять следует столько материала, сколько можно переработать в течение 3 ч.

На подготовленное основание равномерно наносят клеящую смесь, затем распределяют зубчатым шпателем и укладывают плитку. Размер зубцов шпателя выбирается с тем расчетом, чтобы на обратной стороне плитки находилось не менее 80% поверхности, покрытой клеем, а при наружной облицовке 100%. Для проверки необходимо снять свежеложенную плитку и осмотреть тыльную сторону. Если клея недостаточно, следует использовать шпатель с большим





размером зубцов или наносить клей на основание и на обратную сторону плитки. Максимальная площадь поверхности, покрываемой клеем, определяется исходя из возможности укладки на нее плитки в течение 10 мин. При образовании на поверхности нанесенного клея тонкой подсохшей корочки слой клея убирают и заменяют свежим раствором. Время корректировки уложенной плитки составляет около 10 мин.

Высокая температура воздуха и основания сокращают время работы с раствором клея. Следует также избегать воздействия прямых солнечных лучей и сквозняка. Низкая температура и высокая влажность воздуха удлиняют время укладки и твердения клея

Расход КНАУФ-Флизен плюс

Размер плитки, см	<10	10–20	>20	>30
Высота зубцов шпателя, мм	4	6	8	10
Расход клея, кг/м ²	1,7	2,2	2,9	3,7

Производить затирку швов и ходить по облицованной поверхности можно не ранее двух дней, а максимально нагружать – примерно через семь дней при температуре 23°C и 50% влажности.

Максимальная толщина высохшего клея не должна превышать 5 мм.

Для облицовки стен плиткой большого формата (более 30×30 см) и обогреваемых полов рекомендуется к применению усиленный эла-

стичный клей **КНАУФ-Флекс**. Основное свойство продукта – способность удерживать плитку при линейной деформации основания при нагревании или охлаждении.

Для прозрачной, стеклянной и различного вида дизайнерской плитки у компании КНАУФ есть эксклюзивный продукт – клей **КНАУФ Мрамор**. Это сухая смесь белого цвета на цементной основе с минеральным наполнителем и полимерными добавками, характеризующаяся повышенной адгезией.

Многим строителям также известен быстросохнущий клей **КНАУФ Шнелльклебер** на основе быстросхватывающегося цемента, предназначенный для работ в помещении и на открытом воздухе. Он используется для укладки на стены, полы и любые гладкие поверхности керамической плитки, керамогранита. Его преимущества: высокая скорость приклеивания, возможность использования при отрицательной температуре, отличные адгезионные свойства.

Клеящие смеси КНАУФ гарантируют высокую прочность сцепления плитки с различными основаниями, в том числе нетрадиционными, а также обеспечивают отсутствие разрушений и повреждений облицовки вследствие температурных, усадочных и других деформаций. Все клеи КНАУФ морозостойкие. Выдерживают более 25 циклов замораживания и оттаивания. Смеси изготавливаются из экологически чистого природного сырья и не содержат вредных для здоровья человека веществ. Цены плиточных клеев КНАУФ вполне адекватны высокому качеству продуктов.

www.knauf.ru



По вопросам крупных оптовых поставок обращайтесь в сбытовые организации КНАУФ:

- КНАУФ МАРКЕТИНГ Красногорск, тел. +7 (495) 937 95 95
- КНАУФ МАРКЕТИНГ Санкт-Петербург, тел. +7 (812) 718 81 94
- КНАУФ МАРКЕТИНГ Новомосковск, тел. +7 (48762) 29 291
- КНАУФ МАРКЕТИНГ Краснодар, тел. +7 (861) 267 80 26
- КНАУФ МАРКЕТИНГ Челябинск, тел. +7 (351) 771 02 09
- КНАУФ МАРКЕТИНГ Челябинск, ф-л в Новосибирске, тел. +7 (383) 355 44 36
- КНАУФ МАРКЕТИНГ Челябинск, ф-л в Иркутске, тел. +7 (3952) 290 032
- КНАУФ МАРКЕТИНГ Челябинск, ф-л в Хабаровске, тел. +7 (4212) 31 88 33

**RUSSIAN
MORTAR
DAYS**

**РОССИЙСКИЕ
ДНИ ССС**

2011

**РОССИЙСКИЕ ДНИ
СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ-2011**

Вторая международная конференция «Российские дни сухих строительных смесей» состоялась 28–29 декабря 2011 г. в Москве на базе Московского государственного строительного университета (МГСУ). Основными организаторами конференции выступили МГСУ, Союз производителей сухих строительных смесей, Российская гипсовая ассоциация и председатель Международного сообщества сухих строительных смесей *drymix.info* Фердинанд Леопольдер. Спонсорскую помощь мероприятию оказали такие известные в отрасли ССС компании, как КНАУФ, Wacker и Elotex (Akzo Nobel). В работе конференции приняло участие более 150 специалистов – руководителей и ведущих сотрудников российских и зарубежных предприятий, производящих сухие строительные смеси, поставщиков химических и минеральных добавок, а также компаний, предлагающих оборудование для заводов по производству ССС из различных регионов России, стран СНГ и Западной Европы.



Президент Российской гипсовой ассоциации Ю.А. Гончаров



После выступления А.В. Терняев (слева), фирма «Строй-механика», еще долго отвечал на вопросы специалистов



Размышления в президиуме (Е.В. Беляев, А.П. Пустовгар, Ф. Леопольдер)



Активный участник всех дискуссий руководитель Технического центра компании Wacker Д.В. Назаров

На торжественном открытии конференции участников приветствовал первый проректор МГСУ О.О. Егорычев, который отметил, что обмен мнениями в формате конференции способствует интеграции российских производителей ССС в мировое пространство, получению нового опыта в технологической сфере производства и установлению необходимых контактов.

За два дня работы мероприятия было заслушано около 20 докладов и сообщений, которые представляли несомненную ценность для специалистов отрасли. Выступления охватывали различную тематику, от маркетинговых исследований в области ССС и сырья для их производства до конечного этапа – упаковки. Их отличала актуальность и практическая польза.

Управляющий Союзом производителей ССС РФ **Е.В. Беляев** в кратком выступлении отметил, что рынок ССС очень динамичен. В 2009 г. было выпущено более 5 млн т, в 2010 г. – около 6 млн т, а в 2011 г. по прогнозам производство ССС превысит 7 млн т. Несмотря на кризис последних лет, массового сокращения предприятий отрасли не произошло, и в настоящее время общее число компаний-производителей в России варьируется в пределах 220–240. В пик кризиса закрылись в основном малые производства.

В докладе президента Российской гипсовой ассоциации **Ю.А. Гончарова** «Тенденции и перспективы строительных материалов на гипсовой основе в России и в мире» была дана оценка нынешнего состояния гипсовой отрасли в мире и влияние на него мирового кризиса, а также представлена ситуация в России и странах СНГ. Обзорный доклад с анализом рынка ССС России, Украины, Белоруссии и Казахстана сделал генеральный директор компании «Строительная информация» **Е.Н. Ботка**.

Как известно, многие проблемы использования ССС возникают из-за несовпадения методик их испытания. Это относится и к испытанию открытого времени для плиточных клеев. Руководитель лаборатории ССС группы компаний ЕТС **С.В. Литвиненко** ввиду отсутствия российского стандарта на определение открытого времени плиточных клеев предложил разработанную гибридную методику, учитывающую достоинства и недостатки европейских стандартов EN 1346 и EN 1347.

В докладе канд. техн. наук, профессора МГСУ **А.А. Федулова** «О государственных стандартах России на сухие строительные смеси» проведен анализ действующих ГОСТов на сухие строительные смеси: ГОСТ 31357-2007, 31356-2007, 31358-2007, 31376-2008, 31377-2008, 31386-2008, 31387-2008. Докладчик обратил внимание на приведенные в стандартах термины и определения, введенные разработчиками, а также на методы испытаний сухих смесей. Например, максимальную влажность сухой смеси штукатурных, шпаклевочных, клеевых составов разработчики ГОСТов определили 0,3%. Учитывая, что влажность разных видов гипса колеблется в пределах 0,1–1%, можно с уверенностью констатировать, что требования, выдвинутые разработчиками ГОСТов, невыполнимы. Примерно к такому же выводу можно прийти, если рассматривать методику определения подвижности гипсовых штукатурных, шпаклевочных, клеевых смесей. В ГОСТ 31376-2008 подвижность определяется по диаметру расплыва гипсовой растворной смеси, помещенной в конусное

кольцо прибора Вика после его снятия со стеклянной подложки. Значительно удобнее и точнее подвижность гипсовых растворных смесей определять с помощью цилиндра объемом 1,33 л, диаметром 100 мм и высотой 170 мм, который предложен в DIN EN 13279 (ч. I и II). В конце своего доклада Алексей Алексеевич предложил тщательно переработать существующие ГОСТы или разработать новые.

Во многих технологиях производства строительных материалов, а особенно в технологиях ССС, контроль сырьевых материалов является залогом получения качественной продукции. В докладе канд. техн. наук **А.А. Сандуляк** (Московский государственный технический университет, МАМИ) показано, что при реализации метода магнитоконтроля соединений железа в сыпучем сырье (кварцевом песке, полевом шпате и др.) необходимо прибегать к получению массово-операционной характеристики. Многочисленные эксперименты позволили автору предложить формулу для опытно-расчетного метода магнитоконтроля, следуя которому можно находить текущее значение операционной массы. Было установлено, что при определении ферропримесей в песке по ГОСТ 23789–79 «Вяжущие гипсовые. Методы испытаний. Определение содержания металлопримесей в вяжущем» (актуализирован 22.03.2010 г.) истинное их содержание, определенное по авторской методике, превышает в 1,8 раза. При определении по предлагаемой автором методике истинное содержание ферропримесей в тальке превышает в 3 раза величину, определенную по ГОСТ 25216–82 «Тальк и талькомагнезит. Метод определения железа (III)» (актуализирован 22.03.2010 г.). Анна Александровна выдвинула предложение о необходимости замены ложных методов контроля в ГОСТах и применении точного метода экстраполяционного прогноза.

Введение сульфоалюминатных цементов в раствор портландцемента позволяет ускорить время схватывания и способствует раннему набору прочности бетона. Также сульфоалюминатные цементы снижают усадку и повышают работоспособность растворов при низкой температуре. Представитель компании «Кальтра Голландия bv» **Л. ван Нес** в своем докладе привел классификацию сульфоалюминатных цементов и возможности их применения в составах различного назначения.

Ряд докладов на конференции был посвящен оборудованию для производства ССС. Современные модульные вертикальные конструкции заводов сухих смесей разработаны специалистами компании «Строймеханика». Конечно, такие схемы расположения технологии являются одними из самых эффективных и распространенных, но отраден тот факт, что еще одно российское предприятие готово предложить эффективное технологическое оборудование для отрасли. Возможные варианты технологических схем представил генеральный директор компании **А.В. Терняев**.

О роли автоматической очистки в уменьшении времени изменения рецептуры и препятствии перекрестному загрязнению рассказал специалистам представитель компании SOFRADEN **Ж. Вандефельде**.

Многие участники конференции тесно сотрудничают с МГСУ. О практических примерах технической поддержки сотрудниками МГСУ клиентов компании Sibelco рассказал **С.В. Нефедов**. Он привел практические примеры оптимизации состава сухих строительных смесей с помощью введения в состав кварцевой муки Silverbond. В 2012 г. на Раменском горно-обогатительном комбинате (Московская обл.) запускается вторая линия по производству Silverbond мощностью 170 тыс. т/год. При оптимизации состава сухих строительных смесей российских производителей за счет изменения состава наполнителей, сокращения дозировки вяжущего, введения новейших модифицированных добавок существенно улучшаются эксплуатационные характеристики материалов. Это позволило производителям увеличить объемы продаж своей продукции в некоторых случаях на 25–50%.

В рамках конференции состоялась выставка, в которой свою продукцию представили поставщики сырьевых материалов, оборудования для производства ССС, производители смесей и др. Выставка органично сочеталась с пленарной частью мероприятия и обсуждение докладов активно проходило не только в зале заседания, но и на выставочных стендах.

Следует отметить, что активность участников мероприятия прежде всего свидетельствовала о его полезности и актуальности не только для российских производителей ССС, но и для гостей из стран СНГ. Отличительной особенностью также стала трансляция конференции в режиме онлайн для компаний и вузов, расположенных в различных регионах РФ. Специалисты отметили своевременность и познавательную ценность сочетания конференции и выставки. *Итогом конференции стало решение провести третью конференцию «Российские дни сухих строительных смесей» в 2013 г.*

С.Ю. Горегляд, Л.В. Сапачева



Обсуждения на стенде компании DIAMIX



Выступление Т. Аберле (Элотекс АГ) было посвящено актуальной теме оптимизации составов клеев для пенополистирола с целью снижения их стоимости



Известная немецкая компания в области производства гипса Gebr. Pfeiffer также нашла своих посетителей на мероприятии



На стенде КНАУФ



Один из ведущих специалистов в области гипсовых материалов А.А. Федулов (слева)

С.В. ФЕДОСОВ, д-р техн. наук, академик РААСН,
Ивановский государственный архитектурно-строительный университет;
В.И. БОБЫЛЕВ, ООО «ДСК Инвест+»; А.М. СОКОЛОВ, канд. техн. наук,
Ивановский государственный энергетический университет

Температурные характеристики электротепловой обработки бетона посредством электродного прогрева

Большое практическое значение имеет характер изменения температуры железобетонных изделий при их тепловой обработке. Например, существуют предельные значения скорости нагрева и охлаждения, превышение которых может привести к снижению качества готовых железобетонных изделий из-за возникновения неравномерных тепловых полей в объеме материала [1, 2]. В настоящее время сложились благоприятные условия для широкого применения электротепловой обработки бетона и железобетонных изделий на предприятиях сборного железобетона с использованием источников питания нового поколения, выполненных на основе полупроводниковых (транзисторных) преобразователей напряжения, вместо традиционных методов (тепловлажностная обработка водяным паром, продуктами сгорания газа) [3]. Наиболее эффективным в энергетическом отношении методом электротепловой обработки является электродный прогрев, когда изделие включается в электрическую цепь и разогревается электрическим током, протекающим в объеме бетона [4].

В качестве объектов исследования использовали стандартные образцы 100×100×100 мм (ГОСТ 10180–78), выполненные из бетона В20 (осадка конуса 4–6 см). Для изготовления и электротепловой обработки образцов бетона применяли опалубку (рис. 1), изготовленную из диэлектрических материалов (оргстекло, ламинированная фанера, текстолит, стеклопластик) как при отсутствии, так и при наличии теплоизоляции (пенопласт толщиной 25–30 мм) на ее поверхности.

Боковые стенки опалубки снабжены отверстиями диаметром 1,8 мм для измерения температуры образца с помощью термопары прибором типа DT 9207A в различных точках: в центре образца (Т1), а также на поверхности боковой грани – вверху (Т2), в центре (Т3) и внизу (Т4) (рис. 1). Электроразогрев бетона производили пропусканием электрического тока частотой 20 кГц и 50 Гц через противоположные грани куба с помощью наложенных на них электродов. В экспериментах использовали источник питания на основе транзисторного преобразователя частоты мощностью 400 Вт. Электротепловую обработку выполняли по графику, характерному для производственных условий предприятий сборного железобетона, который содержит стадию нагревания (длительность в опытах 0,25–2 ч), стадию изотермической выдержки (1–11 ч) при температуре 60–100°C и стадию естественного охлаждения. После охлаждения и дальнейшего созревания в течение 1–30 сут при комнатной температуре образцы подвергли испытанию на сжатие.

На рис. 2 представлены характерные зависимости изменения температуры во времени в различных точках, полученные в экспериментах с образцами при от-

сутствии и при наличии теплоизоляции опалубки. В первом случае (рис. 2, а) на всех стадиях электротепловой обработки наблюдается заметное различие в значениях температуры, измеренной в центре образца Т1, где она достигает наибольшей величины, и на поверхности – Т2, Т3, Т4. Во втором случае (рис. 2, б), как показывает анализ, это различие соответствует погрешности измерений и изменение температуры в различных точках в ходе обработки целесообразно представить общей зависимостью. При этом не отмечается заметного влияния на характер температурных зависимостей таких факторов, как длительность стадии нагревания и частота (вид) воздействующего напряжения.

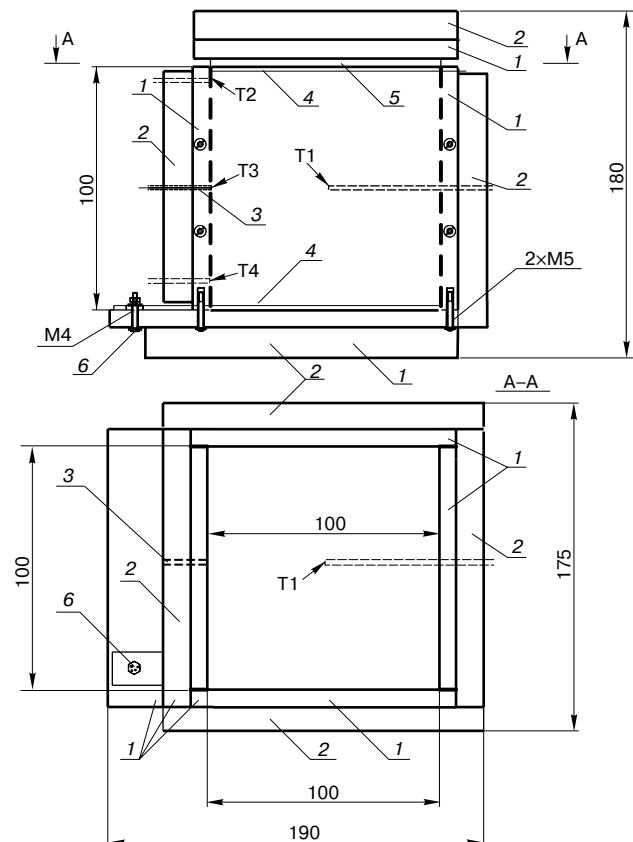


Рис. 1. Опалубка для изготовления и электротепловой обработки образцов бетона 100×100×100 мм: 1 – стенки (ламинированная фанера 12 мм или стеклопластик 10 мм); 2 – теплоизоляция (пенопласт 20–25 мм); 3 – отверстия для термопары; 4 – электроды; 5 – эластичная прокладка; 6 – электрический зажим нижнего электрода. Вид сбоку (верхняя проекция) показан без теплоизоляционного покрытия

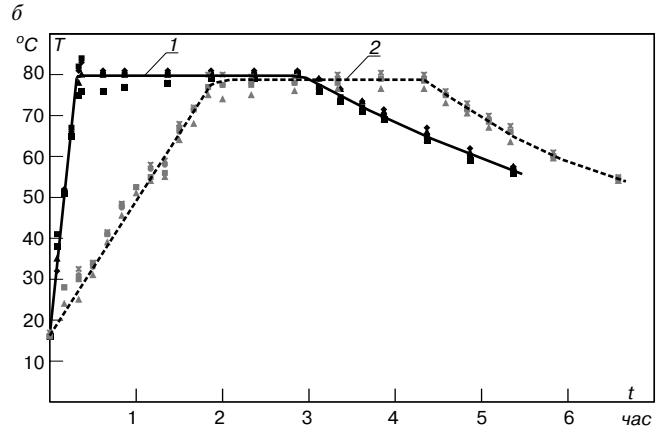
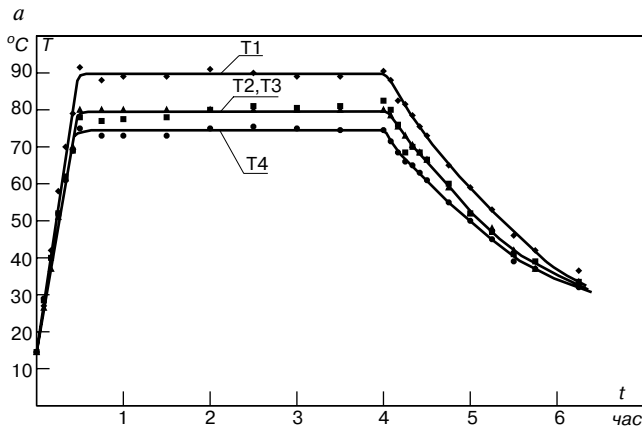


Рис. 2. Изменение температуры в различных точках образца бетона в ходе электротепловой обработки: а – опалубка без теплоизоляции, действующее напряжение 50 Гц, длительность стадии нагрева $\Delta t_{\text{нагр}} = 0,5$ ч; длительность изотермической стадии $\Delta t_{\text{изот}} = 3,5$ ч; б – опалубка с теплоизоляцией при использовании напряжения 50 Гц (кривая 1, $\Delta t_{\text{нагр}} = 0,3$ ч; $\Delta t_{\text{изот}} = 2,5$ ч) и напряжения 20 Гц (кривая 2, $\Delta t_{\text{нагр}} = 2$ ч; $\Delta t_{\text{изот}} = 2,5$ ч)

На представленных зависимостях (рис. 2) отчетливо различаются все стадии электротепловой обработки: нагревания при практически линейном нарастании температуры; изотермической выдержки – горизонтальные участки и охлаждения – участки снижения температуры. Характерно, что при отсутствии теплоизоляции (рис. 2, а) скорость остывания образца достигает 30–35°C/ч и значительно превышает существующие предельные значения по этому показателю [2, 4]. Применение опалубки с теплоизоляцией (рис. 2, б) позволяет уменьшить скорость остывания до величины не более 8–10°C/ч, что считается приемлемым для объектов с высоким модулем поверхности, к числу которых относятся стандартные образцы 100×100×100 мм [2, 4]. Следовательно, применение такой простой меры, как теплоизоляция на поверхности опалубки, позволяет существенно уменьшить неоднородность температурного поля в обрабатываемом изделии, величину вызванных ею внутренних механических напряжений [5] и отрицательное воздействие этого фактора на качество железобетонных изделий при использовании электротепловой обработки методом электродного прогрева.

Сравнение полученных результатов (рис. 2, б) с температурными зависимостями при разогреве железобетонных изделий в электромагнитном поле (индукционный прогрев) позволяет сделать вывод, что этот способ электротепловой обработки также обеспечивает высо-

кую однородность температурного поля, как и электродный прогрев [6]. Однако использование индукционного прогрева требует применения весьма сложного и дорогостоящего оборудования, пригодного для изготовления ограниченного набора изделий, что делает его недоступным или невыгодным для предприятий малого и среднего бизнеса.

Результаты определения предела прочности при сжатии образцов, изготовленных с использованием электротепловой обработки, полностью подтверждают результаты измерения температурных характеристик и выводы, сделанные выше на их основе. На рис. 3 приведены зависимости суточной прочности бетона от длительности изотермической стадии $\Delta t_{\text{изот}}$, полученные в результате испытания образцов, изготовленных и обработанных в опалубке с теплоизоляцией и без нее. Такие зависимости, как известно, необходимы для определения условий электротепловой обработки, например длительности $\Delta t_{\text{изот}}$, с целью достижения оптимальной (распалубочной) прочности бетона (70% марочной прочности – 17,5 МПа) спустя одни сутки после изготовления изделия [7]. Согласно рис. 3 при использовании опалубки с теплоизоляцией результаты испытаний дают четкую зависимость (кривая 1) прочности от $\Delta t_{\text{изот}}$, характер которой подробно объясняется в [7]. Отпускная прочность оказывается достигнутой и превышенной уже при длительности изотермической стадии $\Delta t_{\text{изот}} \geq 1,5$ –2 ч. В случае отсутствия теплоизоляции на-

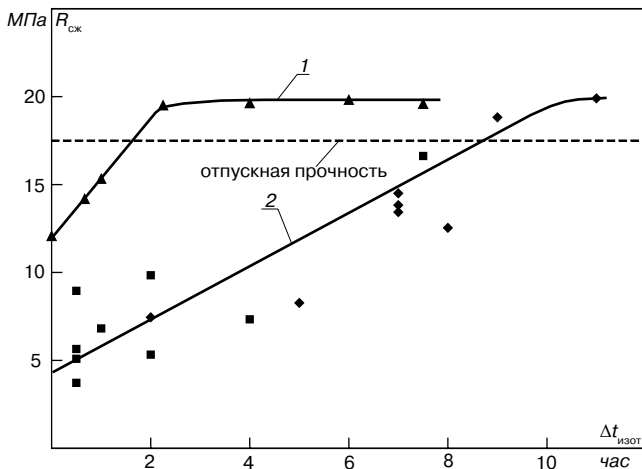


Рис. 3. Зависимости суточной прочности при сжатии образцов бетона от длительности изотермической стадии: 1 – опалубка с теплоизоляцией ($T_{\text{изот}} = 60^\circ\text{C}$); 2 – опалубка без теплоизоляции (◆ – $T_{\text{изот}} = 60^\circ\text{C}$; ■ – $T_{\text{изот}} = 80^\circ\text{C}$)

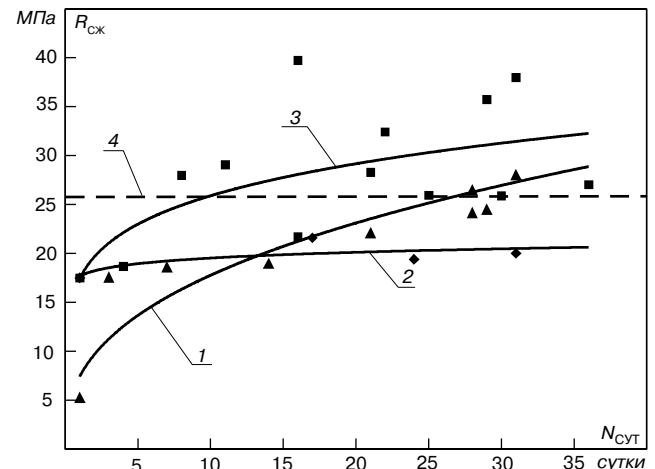


Рис. 4. Зависимости набора прочности: 1 – зависимость для контрольных образцов, созревающих при комнатной температуре (▲); 2 – зависимость для образцов после электротепловой обработки в опалубке без теплоизоляции (◆); 3 – зависимость для образцов после тепловой обработки в опалубке с теплоизоляцией (■); 4 – нормированная (минимально допустимая) прочность бетона класса В20

блюдается большой разброс в результатах испытаний, прочность бетона имеет значительно меньшую величину и намного медленнее нарастает по мере увеличения $\Delta t_{\text{изот}}$ (кривая 2). Отпускная прочность достигается в среднем лишь при $\Delta t_{\text{изот}} \geq 8,5-9$ ч, и характерно, что ни один из образцов, изготовленных при температуре изотермической стадии $T_{\text{изот}} = 80^\circ\text{C}$, не достиг отпускной прочности.

На рис. 4 представлены зависимости изменения предела прочности при сжатии образцов от длительности их созревания при комнатной температуре ($18-23^\circ\text{C}$) после электротепловой обработки, параметры которой соответствовали условию достижения суточной прочности не ниже отпускной согласно рис. 3 ($\Delta t_{\text{изот}} = 2$ ч – для опалубки с теплоизоляцией и $\Delta t_{\text{изот}} = 9$ ч – для опалубки без теплоизоляции, во всех опытах $T_{\text{изот}} = 60^\circ\text{C}$). Там же для сравнения приведена зависимость набора прочности бетоном при комнатной температуре, полученная по результатам испытания контрольных образцов, не подвергавшихся электротепловой обработке.

При построении зависимостей для образцов, набравших прочность после электротепловой обработки, предполагалось, что их суточная прочность равна отпускной (17,5 МПа).

Согласно рис. 4 для контрольных образцов получена типичная кривая 1, когда нормированное значение прочности бетона достигается на 29-е сут после изготовления изделия. Это является подтверждением соблюдения в ходе опытов требуемых рецептуры бетона, технологии его изготовления и качества ингредиентов.

Эксперименты по электротепловой обработке с использованием опалубки без теплоизоляции дали неожиданный результат: образцы, полученные в этих опытах, не набирают нормированной прочности (кривая 2), а их максимальная прочность не превысила 85% нормированной. Таким образом, ухудшение температурных режимов тепловой обработки бетона отрицательно сказывается не только на величине суточной прочности бетона (рис. 3), но еще в большей степени на дальнейшем наборе прочности, делая бетон непригодным к использованию. Причиной этого, как и в случае снижения суточной прочности, является, по-видимому, появление структурных нарушений в объеме материала из-за неравномерных тепловых полей и вызванных ими внутренних механических напряжений [5].

Кривая 3 рис. 4, полученная по результатам испытания образцов, прошедших электротепловую обработку напряжением 50 Гц и 20 кГц соответственно, показывает, что в случае использования опалубки с теплоизоляцией достигается однозначно положительный результат, который подробно обсуждается в [3]. В среднем уже через 9–11 сут после изготовления прочность образцов достигает нормированного значения, а 28-суточном возрасте она на 18–20% выше нормированной.

С целью анализа и объяснения влияния температурных режимов электротепловой обработки бетона на его механическую прочность выполнена обработка и обобщение результатов измерения температуры (рис. 1, 2). При этом для каждого момента измерения температуры в различных точках образца рассчитывали среднее значение градиента температуры на участках между точкой в центре образца (T_1) (рис. 1) и точками на его поверхности по формуле:

$$\text{grad}T = \frac{T_1 - T_i}{\Delta S}, \quad (1)$$

где T_1 – значение температуры в центре образца; T_i – значение температуры на поверхности образца (точки T_2, T_3 или T_4).

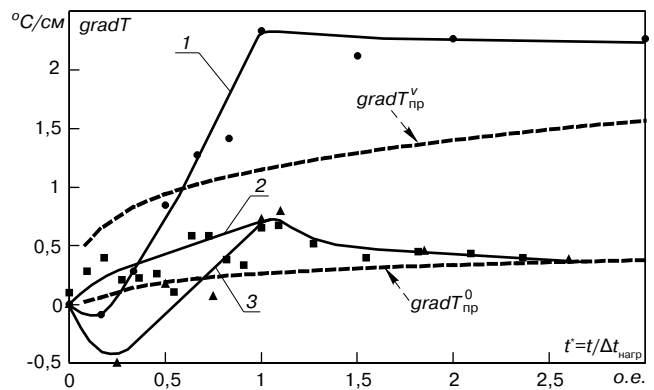


Рис. 5. Зависимости градиента температуры от времени электротепловой обработки: 1 (●) – опалубка без теплоизоляции, действующее напряжение 50 Гц; длительность стадии нагревания $\Delta t_{\text{нагр}} = 0,5$ ч; длительность изотермической стадии $\Delta t_{\text{изот}} = 3,5$ ч; 2 (■) – опалубка с теплоизоляцией, напряжение 50 Гц; $\Delta t_{\text{нагр}} = 0,3$ ч; $\Delta t_{\text{изот}} = 2,5$ ч; 3 (▲) – опалубка с теплоизоляцией, напряжение 20 кГц; $\Delta t_{\text{нагр}} = 2$ ч; $\Delta t_{\text{изот}} = 2,5$ ч

Из полученных значений выбирали наибольшее и использовали для построения зависимостей градиента температуры от времени электротепловой обработки, которое выражали в относительных значениях:

$$t^* = t / \Delta t_{\text{нагр}}. \quad (2)$$

Эти зависимости, полученные на основании результатов измерений температуры (рис. 2, 3), представлены на рис. 5. Там же отмечены характерные граничные значения градиента температуры $\text{grad}T_{\text{пр}}^0$ и $\text{grad}T_{\text{пр}}^V$, рассчитанные по методике [5] с использованием кривой 3 рис. 4, экстраполированной в область времени, соответствующего электротепловой обработке (0–5 ч). Кривая $\text{grad}T_{\text{пр}}^0$ представляет собой верхнюю границу области абсолютно безопасных значений градиента температуры в материале $\text{grad}T \leq \text{grad}T_{\text{пр}}^0$, когда внутренние напряжения находятся в пределах упругой деформации бетона и многократное нагружение материала не приводит к снижению его прочности [5]. Кривая $\text{grad}T_{\text{пр}}^V$ представляет собой нижнюю границу области опасных значений градиента температуры $\text{grad}T \geq \text{grad}T_{\text{пр}}^V$ [5]. Внутренние напряжения, соответствующие этой области, приводят к выраженным разрушениям структуры бетона, сопровождающимся псевдопластическими деформациями. В результате этого материал становится практически негодным для использования. При значениях градиента температуры, находящихся между этими границами $\text{grad}T_{\text{пр}}^0 < \text{grad}T < \text{grad}T_{\text{пр}}^V$, возникающие внутренние напряжения приводят к появлению микро-разрушений в объеме материала, но постепенное снижение прочности наблюдается лишь в случае многократных нагружений.

Результаты, представленные на рис. 5, свидетельствуют, что независимо от вида применяемой опалубки максимальная величина градиентов температуры наблюдается при значении времени обработки вблизи $t^* = 1$, т. е. в конце стадии нагревания и в начале изотермической стадии. В случае опалубки с теплоизоляцией этот максимум значительно (в 3 раза) меньше, чем в случае опалубки без теплоизоляции, а зависимость градиента температуры от времени вначале находится в пределах области значений $\text{grad}T_{\text{пр}}^0 < \text{grad}T < \text{grad}T_{\text{пр}}^V$ и затем уходит из нее в область безопасных значений $\text{grad}T \leq \text{grad}T_{\text{пр}}^0$ при $t^* \geq 2,5$. Это дает основание полагать, что однократное, непродолжительное воздействие опасных градиентов и вызванных ими внутренних напряжений на обрабатываемый материал не должно вызывать отрицательных для него последствий, что объяс-

няет положительные результаты испытания образцов, изготовленных в опалубке с теплоизоляцией (кривая 1, рис. 3 и кривая 3, рис. 4).

В случае использования опалубки без теплоизоляции значение градиента температуры быстро возрастает при электротепловой обработке и уже при $t^* \geq 0,6$ переходит в область абсолютно опасных значений $gradT \geq gradT_{пр}^V$, оставаясь в ней практически вплоть до завершения обработки. Возникающие при этом внутренние напряжения должны вызывать выраженные разрушения структуры материала и снижение его качества, что и подтверждается низкими показателями механической прочности образцов, изготовленных в такой опалубке (кривая 2, рис. 3 и кривая 2, рис. 4).

Нельзя обойти вниманием еще одно наблюдение. Учитывая, что в течение стадии нагревания, т. е. при изменении t^* от 0 до 1 на рис. 5, температура материала равномерно возрастает от начального значения (обычно 10–20°C) до $T_{изот} = 80^\circ\text{C}$; следует ожидать уменьшения величины градиентов температуры и их опасного воздействия при уменьшении температуры изотермической стадии. Например, согласно рис. 5 в случае снижения этого параметра до $T_{изот} = 40\text{--}45^\circ\text{C}$, что соответствует $t^* = 0,3\text{--}0,45$, даже при отсутствии теплоизоляции значение градиента температуры не достигает области опасных параметров и не должно происходить отмеченное выше недопустимое снижение качества материала.

На характер зависимостей рис. 5 в пределах стадии нагревания заметное влияние оказывает ее длительность $\Delta t_{нагр}$, т. е. скорость повышения температуры. При малой длительности (высокой скорости разогрева) градиент температуры в течение всей стадии нагревания имеет положительные значения (кривая 2, рис. 5), т. е. температура внутри образца всегда выше, чем на периферии. При увеличении длительности стадии нагревания (снижении скорости разогрева) в начальный период этой стадии наблюдается появление отрицательных градиентов (кривые 1, 3, рис. 5), т. е. периферийные слои вначале разогреваются быстрее, чем глубинные. Это обстоятельство свидетельствует о возможности управления величиной градиентов температуры изменением режима электротепловой обработки бетона с целью обеспечения благоприятных условий такой обработки.

Таким образом, результаты электротепловой обработки бетона в значительной степени зависят от величины и характера изменения градиентов температуры в объеме материала и динамики набора прочности бетоном. Для получения бетона требуемого качества необходимо, чтобы в ходе тепловой обработки величина градиентов температуры в объеме материала не достигала области опасных значений, т. е. соблюдение условия $gradT < gradT_{пр}^V$ является обязательным.

Наличие теплоизоляции на поверхности объекта электротепловой обработки позволяет не только значительно снизить бесполезные потери энергии (повысить коэффициент полезного действия) электротепловой обработки [8], но также является эффективным средством уменьшения градиентов температуры в объеме материала и опасности их разрушающего воздействия на его структуру.

Существует возможность благоприятного управления величиной температурных градиентов в материале при электротепловой обработке путем изменения ее параметров.

Необходимо продолжение исследования температурных характеристик и других показателей электротепловой обработки бетона для определения целесообразности применения такой обработки при сравнительно невысоких значениях температуры изотермической стадии (40–50°C).

Ключевые слова: электротепловая обработка бетона, набор прочности, температурный градиент.

Список литературы

1. Федосов С.В. Тепломассоперенос в технологических процессах строительной индустрии. Иваново: ПрессСто, 2010. 364 с.
2. Железобетонные и каменные конструкции / Под ред. В.М. Бондаренко. М.: Высшая школа, 2007. 887 с.
3. Федосов С.В., Бобылев В.И., Митькин Ю.А., Соколов А.М., Закинчак Г.Н. Электротепловая обработка бетона токами различной частоты // Строительные материалы. 2010. № 6. С. 4–7.
4. Руководство по прогреву бетона в монолитных конструкциях / Под ред. Б.А. Крылова, С.А. Амбарцумяна, А.И. Звездова. М.: НИИЖБ, 2005. 276 с.
5. Федосов С.В., Бобылев В.И., Ибрагимов А.М., Соколов А.М. Методика расчета предельных температурных градиентов в железобетонных изделиях в процессе электротепловой обработки // Строительные материалы. 2011. № 3. С. 44–45.
6. Волосян Л.Я. Тепло- и массообмен при термообработке бетонных и железобетонных изделий. Минск: Наука и техника, 1973.
7. Федосов С.В., Бобылев В.И., Митькин Ю.А., Соколов А.М. Исследование суточной прочности бетона при электротепловой обработке бетона токами различной частоты // Строительные материалы. 2010. № 3. С. 52–54.
8. Федосов С.В., Бобылев В.И., Соколов А.М. Методика расчета параметров электротепловой обработки бетонных смесей и железобетонных изделий на установках периодического действия // Известия вузов. Строительство. 2010. № 5. С. 104–113.

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

Завершена модернизация производства в г. Видное

На ОАО «ГИПСОБЕТОН», входящем в корпорацию «Главстрой», произведена модернизация дозирующего оборудования на двух линиях по производству ССС. Проект выполнен с применением оборудования Машиностроительной компании ВСЕЛУГ – одной из ведущих в области высокоэффективного оборудования для производства ССС.

Основной специализацией предприятия является выпуск строительного гипса и материалов на его основе. Ассортимент гипсовых смесей включает штукатурные составы ручного и машинного нанесения, шпатлевку, монтажный клей и напольный состав.

В рамках модернизации заменены: винтовые конвейеры, весы бункерные основных компонентов и добавок, измерительный бункер для дозирования перлита.

Для управления процессом в автоматическом режиме изготовлены и установлены автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП).

**По материалам
машиностроительной компании ВСЕЛУГ**

УДК 691.5

В.В. ЛЕСОВИК, д-р техн. наук, член-корр. РААСН,
 Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова;
 В.В. ПОТАПОВ, д-р техн. наук, Научно-исследовательский геотехнологический центр
 Дальневосточного отделения РАН (Петропавловск-Камчатский);
 Н.И. АЛФИМОВА, канд. техн. наук, О.В. ИВАШОВА, инженер,
 Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Повышение эффективности вяжущих за счет использования наномодификаторов

В основу создания бетона с заранее заданными высокими характеристиками положен принцип управления технологией на всех этапах: использование активных компонентов, разработка оптимальных составов, применение химических модификаторов, композиционных вяжущих и некоторых других приемов.

В настоящее время предложена широкая номенклатура композиционных вяжущих с использованием как природного, так и техногенного сырья, а также суперпластификаторов различной природы и различных производителей [1].

Применение композиционных вяжущих приводит к изменению микроструктуры и состава новообразований. При этом уменьшается не только капиллярная пористость, но и размер новообразований, основность гидросиликатов кальция, уменьшается количество микротрещин при твердении системы (рис. 1).

Будущее строительных материалов связано с управлением процессами синтеза новообразований нанодисперсными модификаторами (НМ) [2].

Предлагается повышение эффективности вяжущих веществ за счет НМ, полученных двумя путями.

Первый вид модификатора был получен по технологии, сущность которой заключается в совместном помолу до коллоидного состояния кварцосодержащих пород определенного генезиса с электролитами. Особенно эффективным для получения НМ является кварцитопесчанник зеленосланцевой степени метаморфизма, что объясняется его типоморфными особенностями, дефектностью кристаллической решетки, наличием газовых включений, флюидов и минералообразующей среды, т. е. кварцитопесчанник является генетически активированным материалом. В ходе помолу на определенных стадиях производили контроль выходных параметров суспензии, а также дозагрузку сырья, что позволило получить НМ полифракционного состава (рис. 2).

При этом количество образовавшихся наноразмерных частиц в полученных суспензиях колебалось от 4 до 0,76% в зависимости от вида кремнеземсодержащего сырья.

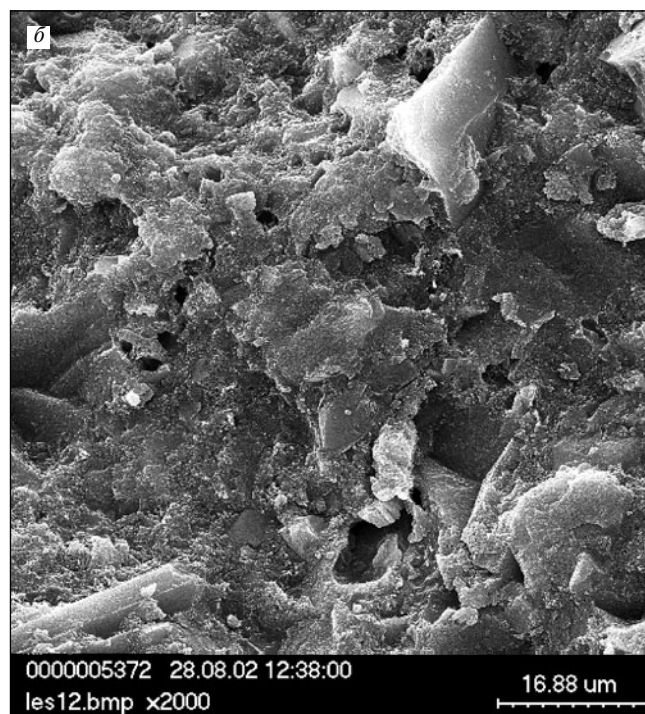
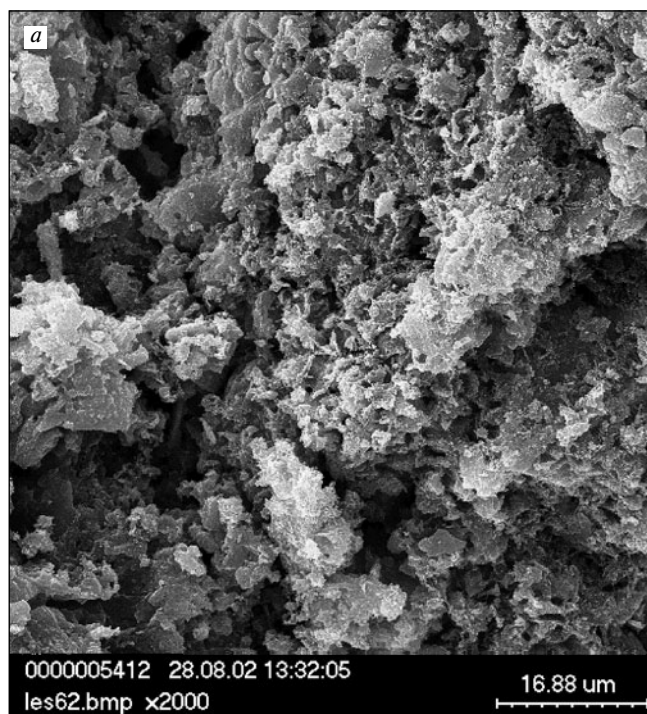


Рис. 1. Микроструктура композитов: а – на основе портландцемента; б – на основе композиционных вяжущих

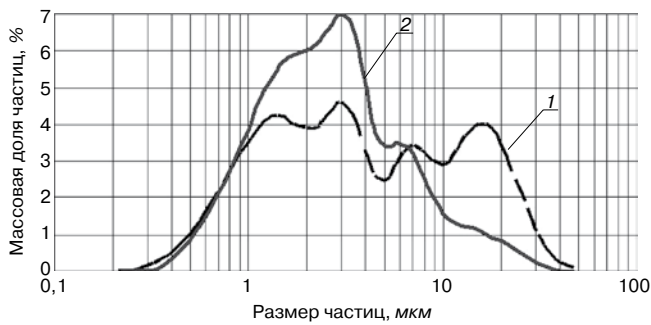


Рис. 2. Кривая распределения частиц НМ по размерам: 1 – НМ на основе кварцевого песка; 2 – НМ на основе кварцитопесчаника

С использованием НМ были изготовлены композиционные вяжущие. Добавку нанодисперсных частиц вводили в состав вяжущего в пределах 0,38–2% массы цемента.

Введение полученного НМ в цементную систему позволяет повысить активность вяжущего на 35% при 50% экономии клинкерной составляющей. Прирост прочности при введении модификатора объясняется улучшением структуры цементного камня. Анализ микроструктуры (рис. 3) показал, что цементный камень с оптимальной дозировкой НМ отличается более плотной матрицей, состоящей из низкоосновных гидросиликатов кальция волокнистого строения, в то время как цементный камень без добавки представлен более высокоосновными гидросиликатами кальция и гексагональными пластинами портландита. Это объясняется тем, что нанодисперсные составляющие модификатора, способствующие более раннему связыванию портландита, интенсифицируют гидратацию клинкерных минералов. В то же время более крупные частицы НМ выступают в качестве центров кристаллизации, а также выполняют роль микронаполнителя, снижая усадочные деформации, улучшают эксплуатационные характеристики композита. Характерной чертой структуры цементного камня с НМ является существенно меньшее количество микротрещин.

Второй вид НМ был получен путем выделения из гидротермального раствора наночастиц кремнезема по двухстадийной технологической схеме. Для получения наночастиц кремнезема в качестве исходной среды использовали природные гидротермальные растворы. В условиях повышенного давления и температуры в недрах земли за счет растворения алюмосиликатных

Возраст образца, сут	Количество введенного нанодисперсного кремнезема, мас. % по отношению к цементу			
	0	0,0075	0,04	0,18
3	21,5	32,7	27,5	35,6
7	30,8	46,6	43,8	47,8
28	42,7	59,1	50,4	59

минералов пород в гидротермальные растворы поступают молекулы ортокремневой кислоты (ОКК). После вывода раствора на поверхность давление и температура снижаются, раствор становится перенасыщенным и в нем проходят нуклеация и поликонденсация молекул ОКК, приводящие к формированию сферических наночастиц кремнезема радиусом 5–100 нм.

В различных сериях испытаний получили порошки с насыпной плотностью 10–35 кг/м³ и высокой удельной площадью поверхности 110·103–400·103 м²/кг. Определения были проведены путем низкотемпературной адсорбции азота на порометре ASAP-2010 N Micromeritics. Порошок, который вводили как нанодобавку в цементные образцы, имел удельную поверхность, равную 156·103 м²/кг.

Порошок кремнезема вводили в воду затворения. Однородность распределения частиц порошка в объеме жидкости достигали ультразвуковой обработкой.

Испытания образцов проводили на изгиб и сжатие. Ввод наночастиц кремнезема приводил не только к увеличению конечной прочности при сжатии, но и к увеличению скорости набора прочности образцами с нанодобавками. Эксперименты показали, что введение нанодисперсного кремнезема в количестве тысячных долей массового процента от цемента приводит к повышению активности вяжущего до 38% (см. таблицу).

Повышение активности вяжущего объясняется действием нанодисперсного кремнезема, который вступает в реакцию с гидроксидом кальция, освобождаясь при гидратации портландцемента. При этом синтезируется гидросиликат кальция второй генерации. Очень высокая удельная поверхность кремнезема способствует более эффективной и быстрой реакции. При надлежащем рассеивании тысячи реактивных сферических частиц окружают каждое зерно цемента, уплотняя цементный камень, заполняя пустоты проч-

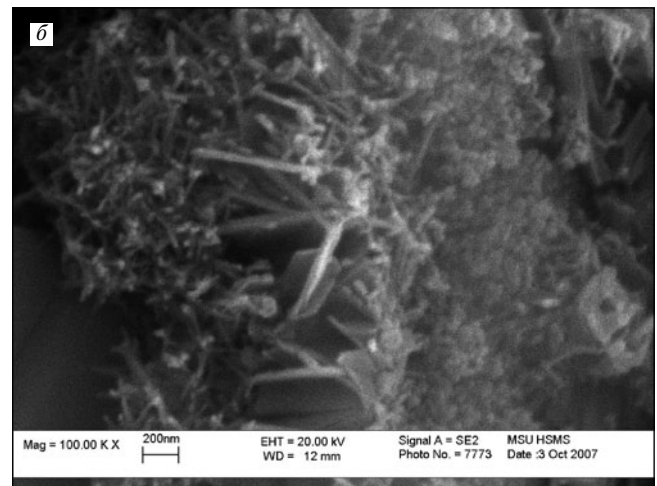
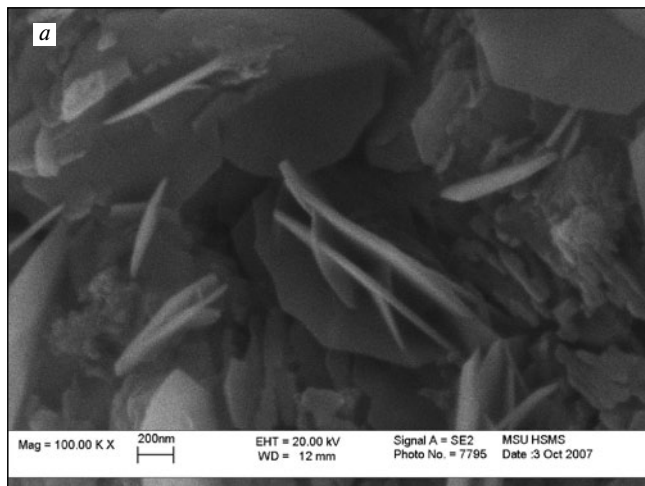


Рис. 3. Характер новообразований: а – цементный камень; б – цементный камень с оптимальной дозировкой НМ

ными продуктами гидратации и улучшая сцепление с заполнителями.

Эффект заполнения пор гидросиликата кальция второй генерации способствует значительному уменьшению капиллярной пористости и проницаемости бетона. Фактически непроницаемый бетон можно получить при умеренном содержании НМ и сравнительно низком содержании обычного портландцемента.

Следует отметить универсальность добавки как дисперсии, влияющей на тиксотропные свойства системы, — изменение протяженности структурных элементов-цепочек и их перехода при контактных взаимодействиях в пространственные каркасные ячейки. Это условие соответствует минимальным значениям межфазного натяжения при максимальном развитии граничных поверхностей, что предполагает существование большого числа точечных коагуляционных контактов, вплоть до создания предельно наполненной системы, в которой коллективный переход к сцеплению в ближнем порядке вызывает резкое упрочнение. Такой этап гидратообразования с коллоидацией кремнеземных частиц, за счет которых формируются пространственные упаковки, приводит к самоармированию твердеющей цементной системы композита. В целом добавка нанодисперсного кремнезема является высокоэффективным модификатором структуры бетона как композиционного материала, полученного на основе наукоемкой технологии.

Таким образом, увеличение прочности композита при введении наночастиц кремнезема, полученных механической активацией в водной среде и выделенных из гидротермальных растворов, обеспечивается ускорением начальной стадии твердения за счет наличия дополнительных центров кристаллизации; образованием до-

полнительных контактов между кристаллогидратами за счет связывания, выделяющейся извести; обеспечением высокоплотной упаковки за счет полидисперсного состава добавки.

Работа выполнена в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (госконтракт № 14.740.11.0012 по теме «Создание нового класса минеральных наноструктурированных вяжущих негидратационного типа твердения для производства высококачественных строительных материалов различного функционального назначения»).

Ключевые слова: композиционное вяжущее, наномодификатор, гидротермальные растворы, композиционные материалы.

Список литературы

1. Лесовик В.С., Алфимова Н.И., Лесовик Р.В. Проблемы расширения номенклатуры вяжущих веществ: В мат. Междунар. конгресса производителей цемента. Белгород, 9–12 октября. 2008. С. 30–34.
2. Алфимова Н.И., Лесовик Р.В., Яковлев Е.А. и др. К проблеме повышения эффективности композиционных вяжущих // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2009. № 1. С. 30–33.
3. Лесовик В.С., Алфимова Н.И., Вишневская Я.Ю. и др. Высокоэффективные композиционные вяжущие с использованием наномодификатора // Вестник Центрального регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. 2010. С. 90–94.

БЕЛГОРОДСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА
БЕЛЭКСПОЦЕНТР

14 - 16 марта 2012

XVI межрегиональная
специализированная выставка

БЕЛЭКСПОСТРОЙ

Т./ф.: (4722) 58-29-51, 58-29-66, 58-29-68, 58-29-48, 58-29-41
E-mail: belexpo@mail.ru; www.belexpocentr.ru г. Белгород, ул. Победы, 147а

В.И. ЛОГАНИНА, д-р техн. наук, О.А. ДАВЫДОВА, канд. техн. наук,
Е.Е. СИМОНОВ, инженер, Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства

Исследования закономерностей влияния золя кремниевой кислоты на структуру и свойства диатомита

С целью повышения эффективности использования диатомита как сырья для производства теплоизоляционных строительных материалов, наполнителей для сухих строительных смесей, адсорбентов, фильтров и т. д. применяют различные способы его активации. Увеличения активности диатомита можно достичь, производя специальную его активацию, заключающуюся в увеличении содержания аморфного кремнезема. В данной работе представлены результаты исследований оценки активации диатомита путем добавления к нему веществ, содержащих также аморфный кремнезем.

В работе применяли диатомит Инзенского месторождения. Результаты количественного химического анализа, проведенного на спектрометре СРМ 25, показали, что содержание кремнезема составляет до 82%, при этом около 33–36% находится в аморфном виде. В качестве добавки, увеличивающей содержание аморфного кремнезема в диатомите, применяли золь кремниевой кислоты [1]. Технология введения золя предусматривала смешивание молотого диатомита с удельной поверхностью $S_{уд} = 10982,58 \text{ см}^2/\text{г}$ с золом кремниевой кислоты в соотношении 1:1,1–1,8. Полученную суспензию выдерживали в течение 1 ч, после чего высушивали до постоянной массы и измельчали до той же величины удельной поверхности. Установлено, что содержание SiO_2 в модифицированном диатомите увеличилось и составляет до 89,29%.

Выявлено, что активация диатомита способствует гидрофилизации поверхности. Теплота смачивания активированного золом диатомита при соотношении

диатомит:золь кремниевой кислоты = 1:1,1 равна $Q = 0,029 \text{ кДж}$, в то время как контрольного – $0,013 \text{ кДж}$. Увеличение содержания кремнезоля способствует дальнейшей гидрофилизации поверхности. Теплота смачивания поверхности при соотношении диатомит:золь кремниевой кислоты = 1:1,7 составляет $Q = 0,042 \text{ кДж}$.

Для оценки шероховатости и локальной структуры поверхности диатомита применяли методы сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ), в частности атомно-силовой микроскоп, работающий в контактном режиме с использованием кремниевых кантилеверов, имеющих радиус закругления острия 15 нм [2].

Характерный вид исходной поверхности диатомита, активированного кремнезолом в соотношении 1:1,5, показан на АСМ-изображении (рис. 1, а) вместе с поперечным сечением рельефа вдоль линии (рис. 1, б).

Хорошо видно периодическое чередование светлых и темных полос в изображении, что соответствует изменению высоты поверхностного рельефа. Шероховатость поверхности равна $R_a = 55,9 \text{ нм}$. Перепад высот на гладких участках поверхности не превышает 100 нм на пути длиной 2,88 мкм; 50–95% приходится на высоту рельефа поверхности, составляющей 80,1 нм, а 10–50% – 128 нм. Значение фрактальной размерности поверхностного фрактала составляет $D = 2,05$ [3].

Установлено, что поверхность содержит определенное количество пор, отличающихся друг от друга по размерам и форме. В основном присутствуют поры диаметром 75–150 нм.

Уменьшение количества кремнезоля, пошедшего на активацию диатомита, способствует повышению неод-

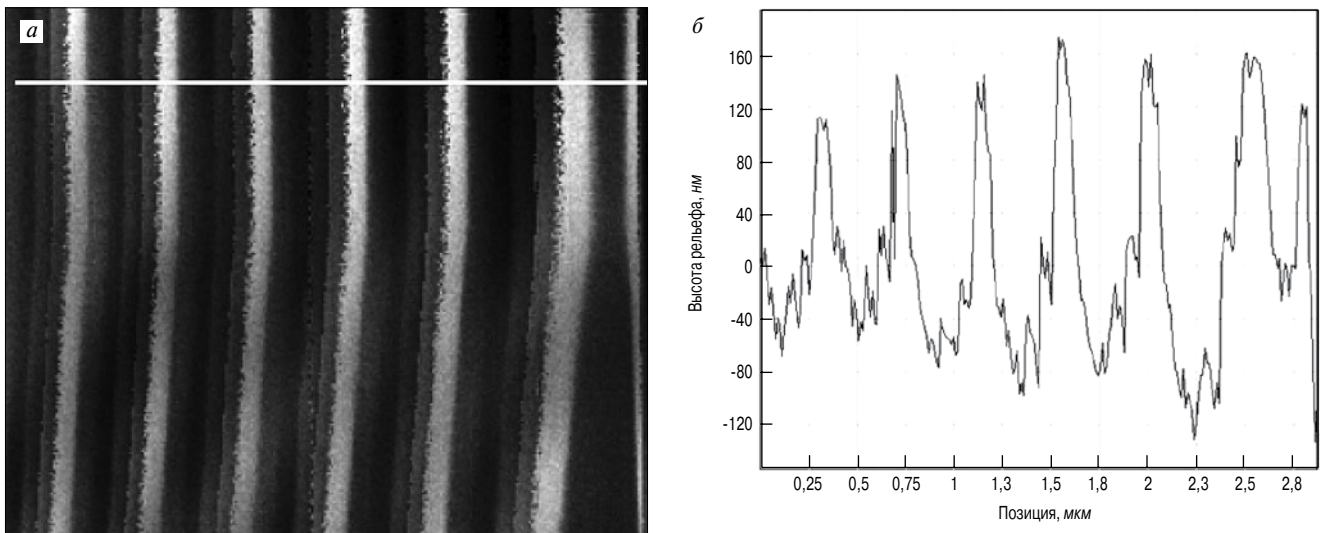


Рис. 1. АСМ-изображение поверхности диатомита, активированного золом кремниевой кислоты, в соотношении 1:1,5 (а) и рельефа поверхности (б), построенного вдоль соответствующей линии

Прочность при сжатии известково-диатомовых композиций в зависимости от вида активации диатомита

Сорт извести	Водоизвестковое отношение, В/И	Состав	Прочность при сжатии, МПа		
			Возраст твердения, сут		
			7	14	28
III	2,8	Контрольный	1,23	1,35	1,6
II	2,8	Диатомит, активированный в соотношении диатомит: золь = 1:1,125	2,28	2,76	3,12
II	6	Контрольный	1,3	1,52	1,82
II	6	Диатомит, активированный в соотношении диатомит: золь = 1:1,1	2,76	2,76	2,88
II	6	Диатомит, активированный в соотношении диатомит: золь = 1:1,3	2,82	2,88	3,72
II	6	Диатомит, активированный в соотношении диатомит: золь = 1:1,5	3,12	3,36	3,92

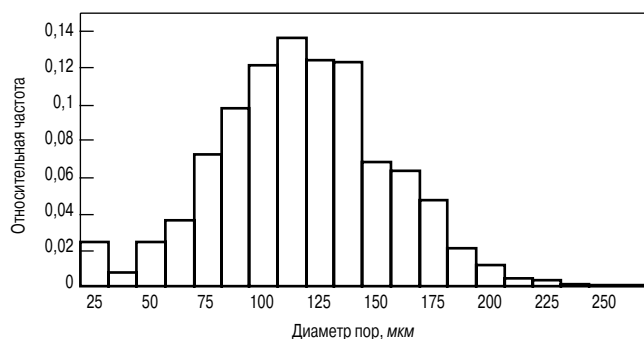
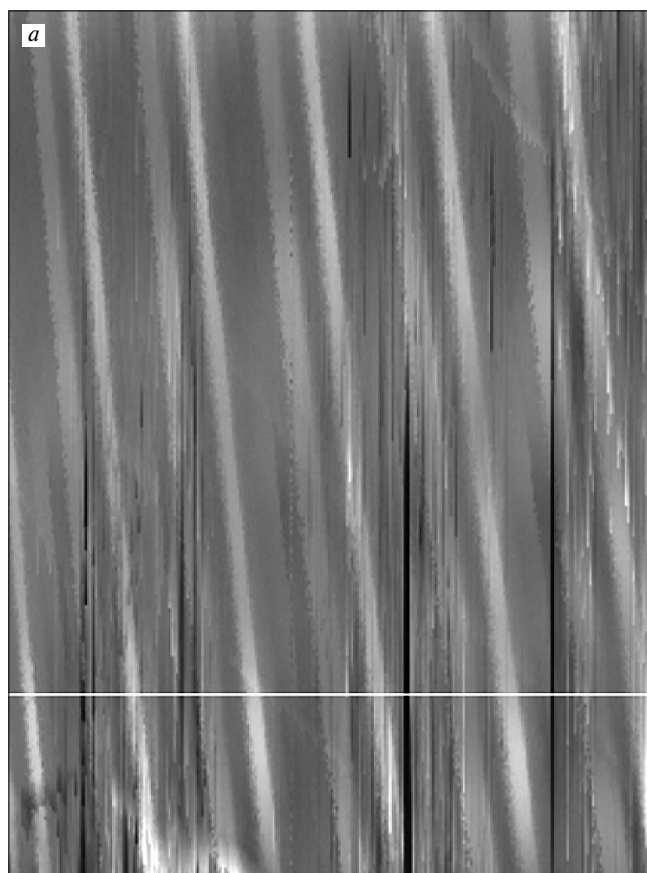


Рис. 2. Гистограмма распределения диаметра пор диатомита, активированного кремнезолью в соотношении 1:1,5



нородности его поверхности. Значение фрактальной размерности поверхностного фрактала составляет $D = 2,26$, что свидетельствует о неоднородной шероховатой поверхности. Значение шероховатости R_a составляет $R_a = 142$ нм; 50–95% приходится на высоту рельефа поверхности, составляющей 208 нм, а 10–50% – 271 нм.

Полученные данные свидетельствуют о большей однородности структуры модифицированного диатомита, что, несомненно, будет оказывать влияние на изменение физико-механических показателей строительных композитов. Эффективность активации оценивали по показателям прочности известково-диатомовых композитов. Предварительными исследованиями установлено оптимальное соотношение известь:диатомит, составляющее 1:4. В работе применяли известь II и III сортов с активностью соответственно 84 и 72%. Образцы формовали с различным водоизвестковым отношением В/И, они твердели 28 сут в воздушно-сухих условиях при относительной влажности воздуха 60–70% и температуре 18–20°C. В таблице приведены числовые значения прочности при сжатии известково-диатомовых композитов.

Анализ полученных данных (таблица) свидетельствует, что составы на извести III сорта с В/И=2,8 на основе диатомита, активированного золью кремниевой кислоты в соотношении 1:1,125, имеют прочность при

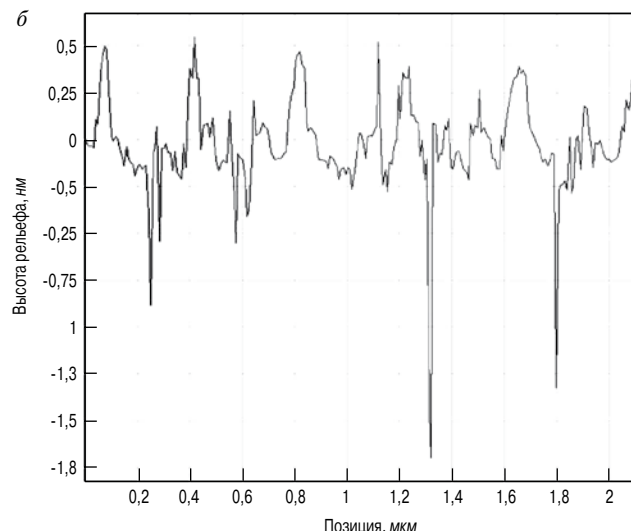


Рис. 3. АСМ-изображение поверхности диатомита, активированного золью кремниевой кислоты в соотношении 1:1,3 (а), и рельефа поверхности (б), построенного вдоль соответствующей линии

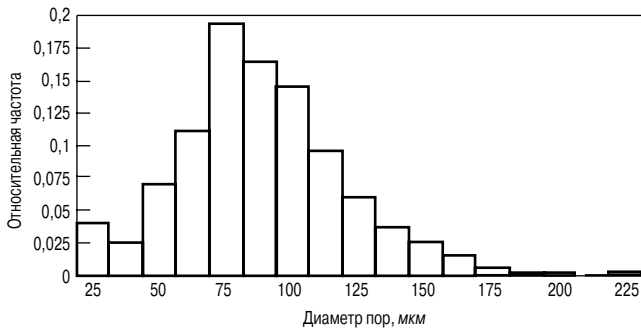


Рис. 4. Гистограмма распределения диаметра пор диатомита, активированного кремнезольем в соотношении 1:1,3

сжатию в возрасте 28 сут воздушно-сухого твердения $R_{сж} = 3,12$ МПа, в то время как контрольного – 1,6 МПа. В соответствии с DIN 18550 такие составы являются трещиностойкими.

Аналогичные закономерности характерны и для составов с другим водоизвестковым отношением В/И и применением извести II сорта.

Повышение прочности обусловлено скорее всего снижением напряженного состояния известкового композита, вызванного более однородной структурой модифицированного диатомита, а также вследствие более активного химического взаимодействия с известью. Полученные данные РФА и ДТА свидетельствуют о формировании более прочной структуры известкового композита на основе активированного кремнезолью диатомита. Данные рентгенофазового (РФА) анализа свидетельствуют, что на рентгенограмме известково-диатомовых образцов с применением диатомита, акти-

вированного зольем кремниевой кислоты, идентифицируются линии, относящиеся к гидросиликатам, однако по сравнению с контрольным составом (без активации диатомита) интенсивность пиков увеличена. Кроме того, уменьшается интенсивность пиков, относящихся к порландиту.

На основании комплекса проведенных исследований установлено оптимальное соотношение диатомит:золь, составляющее 1:1,5.

Результаты испытаний свидетельствуют, что применение модифицированного диатомита позволяет получить сухие строительные смеси, покрытия на основе которых обладают трещиностойкостью, необходимой когезионной и адгезионной прочностью.

Работа выполнялась в рамках госконтракта с Министерством образования и науки РФ № 13. G25.31.0092.

Ключевые слова: диатомит, золь кремниевой кислоты, метод сканирующей зондовой микроскопии, прочность, шероховатость, теплота смачивания.

Список литературы

1. Логанина В.И., Давыдова О.А. Известковые отделочные составы на основе золь-гель-технологии // Строительные материалы. 2009. № 3. С. 50–52.
2. Арутюнов П.А., Толстихина А.Л., Демидов В.И. Система параметров для анализа шероховатости поверхности материалов в сканирующей зондовой микроскопии // Законодательная и прикладная метрология. 1999. Т. 65. № 8. С. 27–37.
3. Олемской А.И., Флат А.Я. Использование концепции фрактала в физике конденсированной среды // Успехи физических наук. 1993. Т. 163. № 12. С. 1–50.

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 ИНВЕСТИЦИОННЫЙ СПОНСОР

ДОМОЙ
Специальный информационный портал

EXPO

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

А.А. СМИРНЫХ, канд. техн. наук, Ю.В. КРАСОВИЦКИЙ, д-р техн. наук,
Воронежская государственная технологическая академия

Битумно-полимерные гидроизоляционные и герметизирующие клеящие композиции для строительных материалов и конструкций

Цель работы – изучение характера изменения основных свойств битумно-полимерных композиций, применяемых совместно со строительными материалами. Композиционные материалы, включающие высокомолекулярные соединения (ВМС) или материалы, полученные на их основе, представляют особый интерес, так как свойства таких композиций и покрытий можно варьировать в самом широком диапазоне.

Было установлено, что существует принципиальная возможность получения битумно-полимерных композиций на основе полимерных отходов производства бутадиен-стирольных каучуков (БСК) и отработанных промышленных масел [1–3]. Вначале исследовали модельные смеси, изготовленные с использованием кондиционных ингредиентов, аналогичных по свойствам предлагаемым к применению отходам. Модельные композиции на основе бутадиенового каучука (СКД), бутадиен-стирольного (СКС 30 АРКП), а также отходов БСК представлены в табл. 1.

Установлено, что композиции на основе БСК в сравнении с полученными при использовании бутадиенового каучука и при одинаковом по величине водопоглощении (табл. 1) имеют более высокие значения прочности, относительное удлинение и меньшую вязкость при температуре переработки (423–473 К).

По комплексу эксплуатационно-технологических свойств более предпочтительными для дальнейших исследований являются композиции на основе БСК и технологических отходов его производства.

При моделировании рецептурного состава и для оценки влияния компонентов на эксплуатационно-технические свойства герметизирующих клеящих композиций были применены математические методы планирования эксперимента, позволяющие получить адекватные интерполяционные модели [4–6].

В состав базового рецепта с последующей оптимизацией были включены: каучук СКС 30 АРКП (или отходы БСК), наполнитель мел, битум БН IV, пластификатор – веретенное масло (отходы). При исследовании реологических свойств композиций температуру меня-

ли от 293 до 473 К; динамику водопоглощения оценивали в интервале 1–30 сут (при T=293 К).

Приготовление смесей осуществляли в дисковом экструдере по двухстадийной схеме смешивания. На первой стадии загружали механическую смесь битум–каучук (отходы производства каучука). После первого смешивания композицию охлаждали, измельчали и аналогично проводили второе смешивание. Затем смеси подвергали дополнительной механотермической обработке.

Значительное влияние эластомеров на свойства битумно-полимерных композиционных материалов, даже при их относительно низких концентрациях в смесях, подтверждают результаты испытаний на прочность и относительное удлинение. Анализ полученных результатов эксперимента свидетельствует об увеличении количества поглощаемой влаги в зависимости от содержания отходов производства БСК, а также битума и мела (табл. 2).

Адгезия гидроизоляционных и герметизирующих клеящих композиций к бетону, металлу, их клеящая способность представлены на рис. 1, анализ которого позволяет заключить, что композиция, имеющая состав 3 (табл. 2), наиболее оптимальна по комплексу данных свойств.

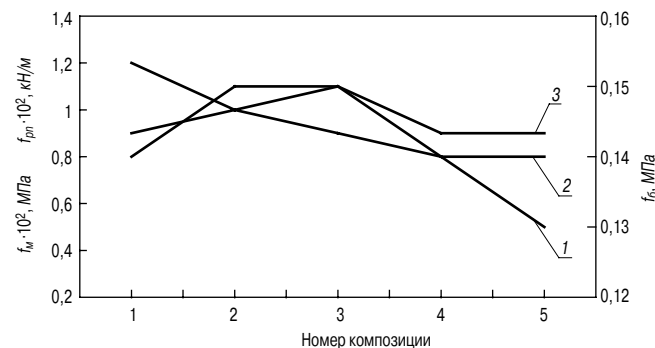


Рис. 1. Зависимость адгезионных свойств композиций: 1 – прочность связи с бетоном при отрыве f_b , МПа; 2 – прочность связи с пергаментом при расслаивании $f_{рп}$, кН/м; 3 – прочность связи с металлом при отрыве f_m , МПа

Таблица 1

Показатели	Соотношение каучук-мел-битум-масло, мас. %						
	28,7:15,3:42,8:13,2			17,5:14,7:60:7,8			
	СКД	СКС-30 АРКП	отходы БСК	СКД	СКС-30 АРКП	отходы БСК	
Водопоглощение W, мас. %, 24 ч.	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	
Условная прочность при разрыве (f_b), МПа	0,08	0,12	0,11	0,06	0,14	0,12	
Относительное удлинение при разрыве (ϵ_p), %	14	70,2	62,1	17,6	57,7	51	
Эффективная вязкость $\eta_{эф} \cdot 10^{-4}, \text{Па} \cdot \text{с}$ при $Dr = 11,1 \text{ с}^{-1}$	T=29 K	33	23,2	22,3	38,9	26,1	21,7
	T=353 K	26,8	12,7	11,8	27,4	12,5	9,8
	T=423 K	5,8	4	3,6	4,8	5,3	5
	T=473 K	6,1	3,2	2,8	4	2,8	3

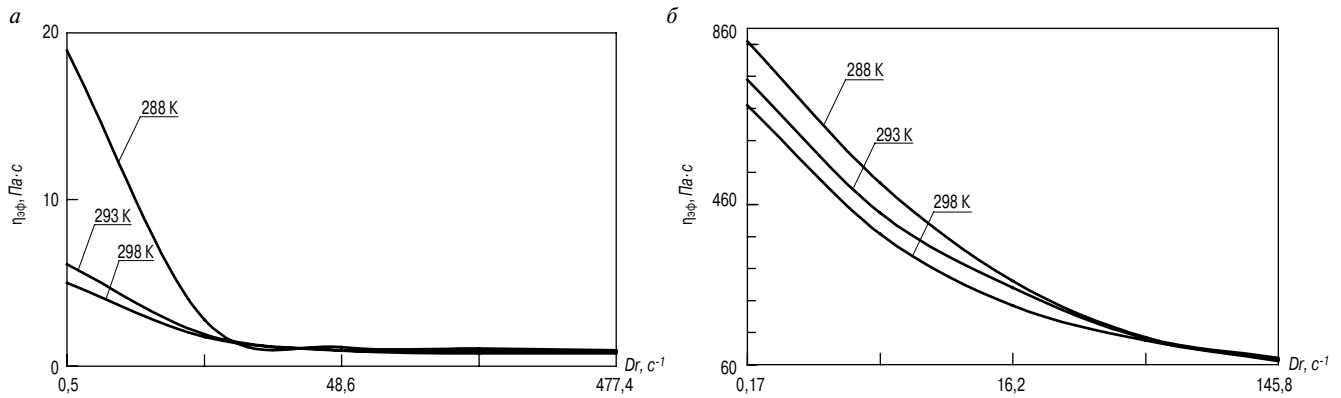


Рис. 2. Зависимость эффективной вязкости $\eta_{эф}$ композиции от температуры и градиента скорости сдвига Dr : а – 28,3 мас. %; б – 60,7 мас. %

Таблица 2

Компоненты	Композиция, мас. %				
	1	2	3	4	5
Отходы БСК	22	23	24	25	25
Битум БН-IV	16	21,5	20	13,5	16
Мел	23	15	16	23,5	17,3
Отходы масла	39	40,5	40	38	41,7

Битумно-полимерные материалы дороже битумных, но расход их меньше, а темпы выполнения строительных работ, их качество и срок службы возрастают в 5–10 раз.

Добавление полимеров, особенно отходов производства каучуков, до 15–30 мас. % позволяет улучшить свойства битумных композиционных материалов. Использование таких модифицированных полимерами материалов повышает качество и сроки службы покрытий.

В другом варианте применения предлагаемых композиций рассматривали возможность их использования в виде растворов, содержащих композиции с температурой размягчения 353 К (до растворения), что позволяет использовать данные материалы без самопроизвольного растекания при эксплуатации в средней полосе РФ. Растворитель – нефрас добавляли порциями на второй стадии приготовления в клеемешалке до получения раствора, по консистенции сходного с лакокрасочными материалами (ЛКМ). Все параметры пленок после сушки практически соответствовали исходным композициям. Поэтому использование предлагаемых растворов композиций расширяет возможность их применения, например нанесением с помощью краскопульта или другими способами, используемыми в технологии ЛКМ.

Оптимальные условия нанесения растворов композиций были выбраны по результатам их реологических исследований (рис. 2). Растворы содержали 28,3–60,7 мас. % сухого остатка при соотношении отходов производства БСК–мел–битум–масло 1:1,2:0,6:1,4. Исследования проводили в интервале температуры 288–303 К и градиентах скорости сдвига (Dr) 0,17–145,8 c^{-1} на ротационном вискозиметре Rheotest II в ячейке, представляющей собой соосные цилиндры. Анализ зависимостей $\eta_{эф}=f(Dr)$, представленных на рис. 2, показал, что при градиенте скорости сдвига выше 30 c^{-1} и температуре выше 288–303 К эффективная вязкость растворов резко снижается. Поэтому их переработку и нанесение необходимо осуществлять в условиях, превышающих данное значение градиента скорости сдвига.

На основании анализа экспериментальных данных можно сделать заключение, что разработанные гидроизоляционные и герметизирующие композиции имеют низкое водопоглощение по сравнению с прототи-

пом, меньшую условную прочность при разрыве, но значительно более высокие значения относительного удлинения при разрыве. Разработанные материалы более устойчивы к механическим воздействиям, прототип является менее термостойким материалом (при 353 К эффективная вязкость значительно снижается). Адгезионные свойства разработанных композиций по отношению к бетонным и металлическим поверхностям выше, чем у прототипа. Это обусловлено, по мнению авторов, наличием в разработанных материалах полимера с расширенным молекулярно-массовым распределением в сочетании с отработанными промышленными маслами.

Результаты исследований легли в основу рекомендаций по получению и применению полученных гидроизоляционных и герметизирующих композиций в строительной индустрии.

Ключевые слова: битумно-полимерные, гидроизоляционные, герметизирующие, клеящие композиции, технология получения, сферы применения.

Список литературы

1. Смирных А.А. Экологические аспекты переработки отходов каучуков и шин // Молодежь и проблемы информационного и экологического мониторинга: Рос. молодежный науч. симпоз. Воронеж. гос. технол. акад. Воронеж, 1996. 124 с.
2. Смирных А.А. Экологически целесообразный способ утилизации отходов производства СК и шин. Физико-химические основы пищевых и химических производств. // Тез. докл. Всероссийской науч. практ. конф. Воронеж, 1996. 123 с.
3. Смирных А.А. Герметизирующе-клеящие композиции на основе отходов СК и шин // Материалы XXXIV отчетной науч. конф., 1994. Воронеж. гос. технол. акад. Воронеж, 1994. 300 с.
4. Грачев Ю.П. Математические методы планирования экспериментов. М.: Пищевая пром-сть, 1979. 199 с.
5. Рузинов Л.П. Статистические методы оптимизации химико-технологических процессов. М.: Химия, 1972. 200 с.
6. Draper N.R. «Ridge analysis» of Response Surfaces // Technometrics. 1963, № 4. Pp. 183–197.
7. Бурмистров Г.Н. Кровельные материалы. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1990. 176 с.
8. Кисина А.М., Куценко В.И. Полимер-битумные кровельные и гидроизоляционные материалы. Л.: Стройиздат, 1983. 218 с.
9. Дмитриев С.М., Кац Б.И., Афанасьева Т.А. Использование отходов производства синтетических каучуков и латексов для получения гидроизоляционных мастик // Строительные материалы. 1991. № 11. С. 22–23.

В.А. УШКОВ, канд. техн. наук, В.В. АБРАМОВ, инженер (wirus82@yandex.ru), Л.С. ГРИГОРЬЕВА, канд. хим. наук, Л.В. КИРЬЯНОВА, канд. физ.-мат. наук, Московский государственный строительный университет

Термостойкость и пожарная опасность эпоксидных полимеррастворов

Основным средством защиты от коррозии строительных конструкций, эксплуатирующихся в средне- и высокоагрессивных парогазовых средах и не подвергающихся механическим воздействиям, является использование защитных покрытий. Покрытия на основе эпоксидных олигомеров технологичны, обладают высокой адгезией к различным подложкам, прочностью, водонепроницаемостью и химической стойкостью при повышенной температуре. Широкое применение в строительстве получили эпоксидно-каменноугольные, эпоксидно-битумные и эпоксидно-каучуковые эмали, эпоксидно-сланцевое покрытие ЭСД-2 и эпоксидно-оксилиновая эмаль ЭП-7100. Рациональное применение эпоксидных покрытий позволяет на 40–50% снизить потери от коррозии, повысить эксплуатационную надежность и долговечность строительных конструкций, сберечь значительное количество цветных металлов и сократить трудоемкость антикоррозионных работ [1].

Эпоксидные полимеррастворы широко используют для ремонта и восстановления строительных конструкций, работающих в агрессивных средах [2]. Применение эпоксидных монолитных покрытий вместо традиционных облицовок, выполненных из штучных кислотоупорных материалов на различных химически стойких связующих по непроницаемому подслою, позволяет в 2–5 раз повысить производительность труда с одновременным снижением в 1,5–2 раза стоимости покрытия. При использовании полимерных покрытий пола на площади 100 м² снижается масса строительных конструкций на 11–19 т, а при отделке стен – на 7–13 т [3].

Существенным недостатком полимеррастворов на основе эпоксидных смол является их повышенная пожарная опасность [4, 5]. Эффективным методом снижения горючести таких композиционных материалов является использование галогенсодержащих антипиренов [6], механизм действия которых подробно рассмотрен в статье [7]. Поэтому в данной работе исследовали влияние бромхлорсодержащих алкилароматических соединений на прочность, термостойкость и показате-

ли пожарной опасности эпоксидных полимеррастворов. Объектом исследования служили полимеррастворы на основе эпоксидной смолы марки ЭД-20 (ГОСТ 10587–84), отвержденные полиэтиленполиамин (ПЭПА). Для повышения упругоэластических характеристик эпоксидных полимеррастворов в исходные композиции вводили низкомолекулярные бутadiен-нитрильные карбоксилатные каучуки марок СКН-18-1А или СКН-26-1А. В качестве антипиренов использовали как промышленные бромсодержащие соединения, так и синтезированные бромхлорсодержащие антипирены серии Редант, 44–66% брома и 15,5–26,5% хлора [8], а в качестве тонкодисперсных минеральных наполнителей с диаметром частиц 8–40 мкм – гетит, маршаллит, андезит, лимонит, кварцевый песок, гидроксиды алюминия и магния.

Термический анализ минеральных наполнителей, бромхлорсодержащих антипиренов и эпоксидных композиций на воздухе и в токе азота проводили термогравиметрическим методом с помощью автоматизированной модульной термоаналитической системы «DuPont-9900» при скорости нагрева 10°С/мин. Кислородный индекс (КИ) и коэффициент дымообразования (D_m) в режиме пиролиза и пламенного горения, температуры воспламенения (T_v) и самовоспламенения ($T_{св}$), теплоту сгорания отвержденных эпоксидных связующих и полимеррастворов на их основе определяли по ГОСТ 12.1.044–89, критическую поверхностную плотность теплового потока воспламенения ($g_{кр}$), предельное содержание кислорода ($c_{пр}$) и скорость распространения пламени ($v_{пр}$) по горизонтальной поверхности при концентрации кислорода в окислителе 30–60% – по методике, приведенной в работе [5].

Строительные материалы на основе смолы ЭД-20 относятся к горючим материалам с высокой дымообразующей способностью [4]. Применение низкомолекулярных соединений, повышающих упругоэластические показатели полимеррастворов, увеличивает воспламеняемость и дымообразующую способность. Например,

Таблица 1

Показатели	Минеральные наполнители, мас. %				
	–	Гетит 51	Маршаллит 54	Al(OH) ₃ 44	Лимонит 52
Температура, °С					
начала интенсивного разложения	262	250	264	266	240
10% потери массы	268	277	284	278	268
максимальной скорости разложения на:					
– 1-й стадии	289	265	292	299	263
– 2-й стадии	525	553	463	480	476
Максимальная скорость разложения, %/мин, на:					
– 1-й стадии	14,7	5,4	6,3	8,8	6,8
– 2-й стадии	2,9	2,1	8,8	2	4,5
Потеря массы при 700°С, %	97,4	42,4	40,7	64,7	52,1

Таблица 2

Показатели	Минеральные наполнители							
	–	Мел	Диабаз	Гетит	Кварцевый песок	Андезит	Mg(OH) ₂	Al(OH) ₃
Температура, °С								
T _в	270	280	290	290	290	290	300	310
T _{св}	470	480	480	500	480	480	500	520
КИ, %	19,3	19,8	20,4	21,5	21,6	21,8	22,1	22,3
g _{кр} , кВт/м ²	10,3	10,6	11,2	12,4	12,7	12,8	13,2	14,3
D _м , м ² /кг, в режиме:								
– пиролиза	1350	790	840	760	840	740	730	740
– горения	890	390	440	500	540	450	360	360

КИ и коэффициент дымообразования в режиме пиролиза и горения смолы ЭД-20, отвержденной ПЭПА, составляют 22–22,3%, 890–1060 и 950–1020 м²/кг соответственно. При введении в смолу ЭД-20 в качестве пластификатора диоктилфталата (15,4 мас. %) КИ и D_м в режиме пиролиза и горения равны 19,3%, 1350 и 890 м²/кг. Минеральные тонкодисперсные наполнители не только повышают физико-механические свойства полимеров, но и влияют на термостойкость и пожарную опасность полимеррастворов. В табл. 1 даны показатели термостойкости эпоксидных полимеррастворов.

Влияние минеральных наполнителей на термостойкость эпоксидных полимеррастворов неоднозначно. Так, например, маршаллит и Al(OH)₃ незначительно повышают, а гетит и лимонит снижают термостойкость полимеррастворов (табл. 1). Это обусловлено как различной устойчивостью наполнителей к действию повышенной температуры, так и различной концентрацией гидроксильных групп на их поверхности [9]. При этом потеря массы полимеррастворов при 700°С линейно снижается с ростом степени наполнения композитов. При содержании минеральных наполнителей ≤45 мас. % химическая природа наполнителей слабо влияет на показатели пожарной опасности эпоксидных полимер-

растворов. В табл. 2 приведена горючесть и дымообразующая способность эпоксидных полимеррастворов, содержащих 43,5% минеральных наполнителей: КИ равен 19,8–22,3%; T_в – 280–310°С; T_{св} – 480–520°С; g_{кр} – 10,6–14,3 кВт/м², а D_м в режиме пиролиза и горения составляет 730–840 и 360–500 м²/кг. Причем в режиме пиролиза D_м превышает коэффициент дымообразования в режиме горения более чем в 1,5 раза.

Значительное снижение горючести и дымообразующей способности эпоксидных полимеров наблюдается при содержании минеральных наполнителей более 50 мас. %. Наполнители Mg(OH)₂ и Al(OH)₃, разлагающиеся в условиях горения полимерных материалов с образованием паров H₂O, превосходят по эффективности пламегасящего действия неразлагающиеся наполнители.

С ростом степени наполнения исходной композиции закономерно снижается пожарная опасность эпоксидных полимеррастворов. Так, с увеличением содержания минеральных наполнений до 60,6 мас. % КИ полимеррастворов возрастает с 19,3 до 29,9%; T_в – с 270 до 290–320°С; T_{св} – с 470 до 490–530°С, а g_{кр} линейно повышается с ростом степени наполнения – с 10,3 до 12,2–18,5 кВт/м². Коэффициент дымообразования D_м в режиме пиролиза и пламенного

Таблица 3

Показатели	Марка антипирена			
	Редант 1–2	Редант 2–1	Редант 2	Редант 1
Разрушающее напряжение при растяжении, МПа	13,2	23,9	27,7	29,45
Относительное удлинение при разрыве, %	1	1,58	1,23	1,95
Кислородный индекс, %	32,3	33,2	30,5	33,7
Температура, °С				
начала интенсивного разложения	284	252	253	264
10% потери массы	309	311	307	298
максимальной скорости разложения на%				
– 1-й стадии	317	322	322	333
– 2-й стадии	447	445	447	440
Скорости разложения, %/мин на:				
– 1-й стадии	6,71	6,53	6,16	8,15
– 2-й стадии	7,23	7,55	7,52	7,19
Коксовый остаток при 600°С, %	43,3	46,7	42,6	41,3
V _{рп} по горизонтальной поверхности, мм/с, при концентрации кислорода в окислителе:				
40%	–	0,27	–	0,27
50%	0,48	0,5	0,56	0,46
Теплота сгорания, кДж/кг	29900	–	29030	31570
Коэффициент дымообразования, м ² /кг, в режиме:				
пиролиза	770	870	760	850
горения	650	730	690	630

Примечание. Содержание антипирена в полимеррастворах равно 8,6 мас. %.

Таблица 4

Показатели	Концентрация антипирена в N,N-диметил-2,4,6-триброманилине				
	10	20	30	40	50
Разрушающее напряжение при растяжении, МПа	$\frac{25,1}{27,3}$	$\frac{21,6}{38}$	$\frac{23,7}{21,5}$	$\frac{28}{25,5}$	$\frac{29,1}{-}$
Относительное удлинение при разрыве, %	$\frac{1,58}{1,81}$	$\frac{1,54}{1,4}$	$\frac{1,46}{1,41}$	$\frac{1,9}{1,65}$	$\frac{1,8}{-}$
Модуль упругости при растяжении, МПа	$\frac{3350}{3510}$	$\frac{3676}{3920}$	$\frac{3084}{3186}$	$\frac{3371}{3168}$	$\frac{354}{-}$

Примечание. Над чертой содержание антипирена 4,5 мас. %, под чертой – 8,6 мас. %.

горения снижается с 1350 и 890 м²/кг до 460–570 и 200–310 м²/кг соответственно.

Большое влияние на эффективность наполнителей оказывает их дисперсность. Следует отметить, что применение только минеральных наполнителей не позволяет перевести материалы из одной группы горючести в другую.

Одним из наиболее распространенных и эффективных методов снижения горючести эпоксидных полимеррастворов является использование аддитивных броморганических антипиренов. Это обусловлено прежде всего широким ассортиментом и относительно невысокой стоимостью промышленных марок бромсодержащих антипиренов. У промышленных марок броморганических антипиренов КИ, как правило, превышает 90%, а теплота сгорания составляет 9,4–10,8 кДж/кг. Бромсодержащие антипирены снижают воспламеняемость эпоксидных полимеррастворов, наполненных кварцевым песком (41 мас. %): КИ и с_{пр} возрастают с 21,6 и 29,4% до 27,2–28,9 и 36,1–39,6% соответственно, а v_{пр} при концентрации кислорода в окислителе 45% уменьшается с 0,41 до 0,23 мм/с. Как правило, T_в снижается с 290–300 до 270–280°C, а T_{св} практически не зависит от химического строения антипирена и составляет 460–480°C. У эпоксидных полимеррастворов D_м в режиме пиролиза незначительно возрастает с 410 до 440–490 м²/кг, а в режиме пламенного горения увеличивается с 570 до 890–990 м²/кг, т. е. более чем в 1,5 раза при содержании 5,7 мас. % броморганических антипиренов. Причем D_м в режиме горения превышает коэффициент дымообразования в режиме пиролиза более чем в 2 раза.

Химическое строение ароматических броморганических антипиренов аддитивного типа практически не влияет на горючесть эпоксидных полимеррастворов. Основным фактором, определяющим их эффективность, является близость температуры интенсивного разложения полимера ЭД-20 и бромсодержащего соединения. Механизм действия указанных антипиренов обусловлен как ингибированием радикальных цепных процессов, так и флегматизацией пламени продуктами разложения бромсодержащих антипиренов, с ростом содержания которых в связующем закономерно уменьшается воспламеняемость эпоксидных композиций. Так, например, с увеличением содержания тетрабромдана до 9,8 мас. % T_в полимеррастворов снижается с 300 до 280°C; T_{св} повышается с 460–470 до 480–490°C, а КИ увеличивается с 21,6 до 29,2%. В режиме пиролиза D_м практически не зависит от содержания антипиренов и составляет 420–440 м²/кг, а в режиме пламенного горения возрастает с 750 до 990 м²/кг.

Броморганические антипирены аддитивного типа значительно превосходят по эффективности пламегасящего действия реакционноспособные соединения. Например, для получения полимеррастворов с КИ, равным 27%, концентрация брома в композиции при ис-

пользовании пентабромфенола составляет 8,3%, а при применении бромсодержащего олигомера марки УП-631 – 20%. Следует отметить, что для аддитивных и реакционноспособных антипиренов наблюдается линейная зависимость КИ полимеррастворов от концентрации брома в композиции. Применение промышленных марок броморганических антипиренов позволяет получать умеренно горючие полимеррастворы с КИ, равным 30–33%. Выбор антипиренов целесообразно проводить с учетом требуемых эксплуатационных показателей разрабатываемых материалов. Оптимальным содержанием антипиренов является 8–10 мас. %. При таком содержании броморганических соединений практически не снижаются прочностные показатели эпоксидных полимеррастворов.

Среди новых марок синтезированных бромхлорорганических антипиренов наибольшей термической стабильностью обладает Редант 1–2, а минимальной скоростью разложения – Редант 1 [8]. Причем ТГ-кривые разложения антипирена Редант 1 наиболее полно соответствуют характеру разложения эпоксидного полимера ЭД-20. Этим и объясняется его более высокая эффективность пламегасящего действия по сравнению с другими бромсодержащими антипиренами. В то же время полимеррастворы, модифицированные антипиреном Редант 1, имеют более высокую теплотворную способность (удельная теплота сгорания композиции, содержащей 8,6 мас. % Редант 1, равна 31570 кДж/кг) по сравнению с 29030 и

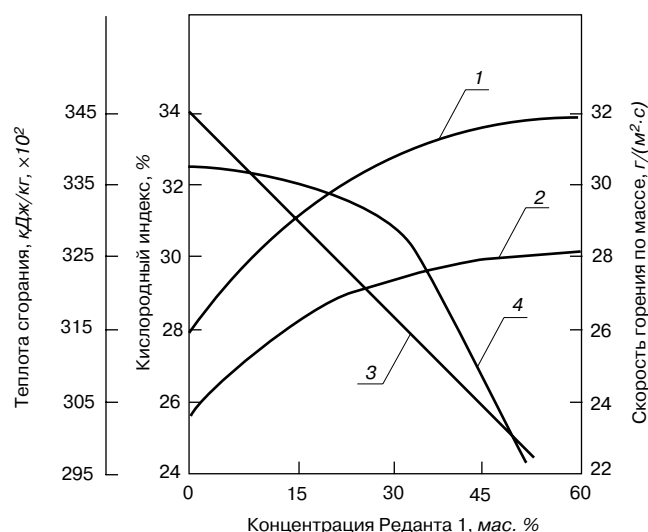


Рис. 1. Зависимость горючести эпоксидных композиций от концентрации Реданта 1 в N,N-диметил-2,4,6-триброманилине: 1, 2 – кислородный индекс, 3 – теплота сгорания; 4 – скорость горения по массе при плотности теплового потока 10,58 кВт/м²; 1 – содержание антипирена в композиции составляет 8,6 мас. %; 2, 3, 4 – содержание антипирена в композиции составляет 4,5 мас. %

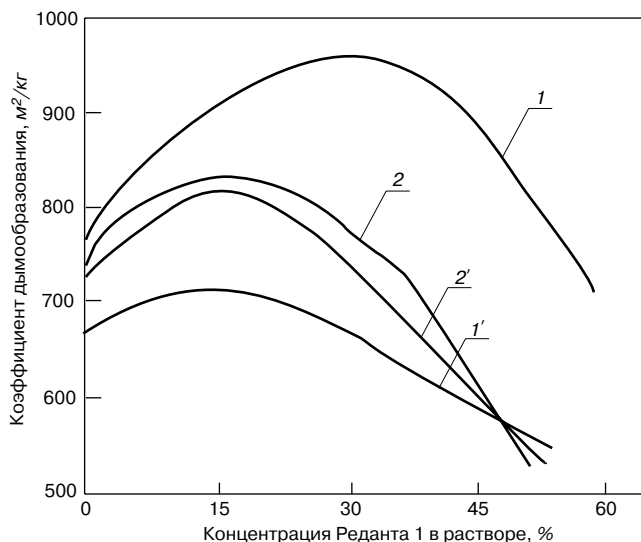


Рис. 2. Зависимость дымообразующей способности эпоксидных полимеррастворов от концентрации Реданта 1 в растворе N,N-диметил-2,4,6-триброманилина: 1, 2 – в режиме пиролиза; 1', 2' – в режиме горения; 1, 1' – содержание антипирена 4,1 мас. %; 2, 2' – содержание антипирена 7,9 мас. %.

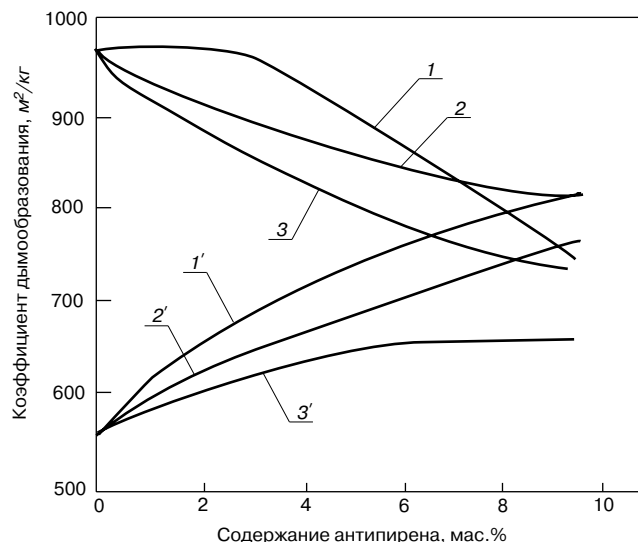


Рис. 3. Зависимость дымообразующей способности эпоксидных полимеррастворов от содержания броморганических антипиренов: 1, 2, 3 – в режиме пиролиза; 1', 2', 3' – в режиме горения: 1, 1' – 30% раствор Реданта 1; 2, 2' – 10% раствор Реданта 1; 3, 3' – антипирен Редант 1–2.

29900 кДж/кг для полимеррастворов, модифицированных Редант 2 и Редант 1–2. В табл. 3 приведены физико-механические свойства, а также данные по термостойкости и пожарной опасности эпоксидных полимеррастворов, наполненных маршаллитом (47,2 мас. %). Скорость выгорания полимеррастворов, модифицированных 8,6 мас. % Реданта 1 и Реданта 2–1, равна соответственно 32,17 и 30,59 г/(м²·с) при плотности теплового потока 10,58 кВт/м². Т. е. чем выше эффективность антипирена, тем больше скорость горения материала по массе. Следует отметить, что Редант 1 обеспечивает получение полимеррастворов с более высокими физико-механическими свойствами (табл. 3). Оптимальной концентрацией синтезированных бромхлорсодержащих антипиренов в эпоксидных полимеррастворах, как и в случае с промышленными ароматическими бромсодержащими антипириенами, является 8–10%.

Горючесть полимеррастворов зависит от равномерного распределения антипирена в полимерной матрице. Учитывая, что все исследованные антипирены являются порошкообразными кристаллическими или аморфными веществами, представлялось целесообразным использовать их в виде раствора в N,N-диметил-2,4,6-триброманилине, который хорошо совмещается с олигомером ЭД-20 и повышает степень отверждения эпоксидного полимера. Установлено, что с ростом концентрации Реданта 1 в растворе N,N-диметил-2,4,6-триброманилина до 50% КИ возрастает с 25,8 до 30,1%, скорость выгорания по массе при плотности теплового потока 10,58 кВт/м² уменьшается с 29,1 до 23,4 г/(м²·с), а теплота сгорания линейно снижается с 34400 до 30150 кДж/кг (рис. 1).

В то же время максимальные значения D_m полимеррастворов реализуются при 20–30% концентрации Реданта 1 в N,N-диметил-2,4,6-триброманилине (рис. 2). При этом с ростом содержания антипиренов серии Редант дымообразующая способность полимеррастворов в режиме пиролиза снижается, а в режиме пламенного горения возрастает (рис. 3). Физико-механические свойства полимеррастворов, модифицированных раствором Редант 1 в N,N-диметил-2,4,6-триброманилине, зависят от концентрации антипирена, что связано с изменением степени превращения олигомера ЭД-20. В табл. 4 приведены физико-механические свойства эпоксидных полимеррастворов, содержащих раствор Реданта 1 в N,N-диметил-2,4,6-триброманилине.

Таким образом, использование синтезированных галогенсодержащих антипиренов в растворе N,N-диметил-2,4,6-триброманилина позволяет получать слабогорючие (Г-1), не распространяющие пламя по поверхности строительных материалов с умеренной дымообразующей способностью (D_m) эпоксидные полимеррастворы, обладающие высокими физико-механическими свойствами.

Ключевые слова: эпоксидные полимеррастворы, минеральные наполнители, антипилены, дымообразующая способность, горючесть, концентрация, прочность.

Список литературы

1. Сафрончик В.И. Защита от коррозии строительных конструкций и технологического оборудования. Л.: Стройиздат, 1988. 255 с.
2. Баженов Ю.М., Батаев Д.К.-С., Муртазаев С.-А.Ю. Энерго- и ресурсосберегающие материалы и технологии для ремонта и восстановления зданий и сооружений. М.: Комтех-Принт, 2006. 235 с.
3. Хозин В.Г. Полимеры в строительстве: границы реального применения, пути совершенствования // Строительные материалы. 2005. № 11. С. 8–10.
4. Баратов А.Н., Андрианов Р.А., Корольченко А.Я. и др. Пожарная опасность строительных материалов / Под ред. А.Н. Баратова. М.: Стройиздат, 1988. 380 с.
5. Ушков В.А., Лалаян В.М., Малашкин С.Е. и др. Горючесть и дымообразующая способность материалов на основе эпоксидного олигомера ЭД-20. // Пластические массы. 1989. № 2. С. 87–90.
6. Ушков В.А., Дорофеев В.Т., Лалаян В.М. и др. Эффективность ароматических бромсодержащих антипиренов в композициях на основе смолы ЭД-20. // Пластические массы. 1989. № 11. С. 92–94.
7. Халтуринский Н.А., Рудакова Т.А. Физические аспекты горения полимеров и механизм действия ингибиторов // Химическая физика. 2008. Т. 27. № 6. С. 78–84.
8. Ушков В.А., Григорьева Л.С., Абрамов В.В. Горючесть эпоксидных полимеров // Вестник МГСУ. 2011. № 1. Т. 2. С. 352–356.
9. Брык М.Т. Деструкция наполненных полимеров. М.: Химия, 1989. 192 с.

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

Завершена модернизация завода в г. Воскресенске

В декабре 2011 г. корпорация «ВОЛМА» завершила основной этап реконструкции – монтаж оборудования для производства гипсового вяжущего. С декабря 2011 г. «ВОЛМА-Воскресенск» (Московская область) полностью переходит на собственные мощности по гипсоварению. Гипсового вяжущего хватит на выпуск всей линейки продукции ВОЛМА – гипсокартона, пазогребневых плит. Мощностей оборудо-

вания будет достаточно и для нового производства сухих смесей на гипсовой основе, которое начнется в 2012 г.: две гипсоварочные печи, каждая производительностью 23 т гипса в час.

Завод «ВОЛМА-Воскресенск» – самое большое производственное предприятие корпорации. За пять лет в реконструкцию завода вложено более 3 млрд р., организовано 343 новых рабочих места, в бюджеты всех уровней внесено около 400 млн р. налогов.

По материалам пресс-службы корпорации «ВОЛМА»

В Белгородской области для цементников готовят налоговые льготы

На рассмотрении в комитетах Белгородской областной думы находится внесенный губернатором законопроект о льготах по налогу на прибыль для организаций, производящих цемент в регионе.

Зарегистрированным в Белгородской области производителям цемента оформляется отраслевая льгота по налогу на прибыль 4,5 % в доле, зачисляемой в областной бюджет.

Пока льготы коснутся двух заводов – в Белгороде и Старом Осколе, входящих в холдинг «ЕВРОЦЕМЕНТ груп». Основанием для введения льгот с 2012 г. стала договоренность между правительством региона и холдингом о коренном изменении схемы по производству цемента.

Ранее оба предприятия работали на ввозимом сырье. Вся налогооблагаемая база от их деятельности формировалась в Москве, где размещаются головные структуры холдинга. С 2012 г. предприятия будут работать на собственном сырье, что приведет даже при льготах по налогу на прибыль к существенному росту поступлений в бюджет.

Общая сумма льгот на 2012 г. составит около 192,5 млн р. Изменение всей схемы работы заводов с учетом их перевооружения в итоге позволит увеличить поступления по налогу на прибыль от их работы в полтора раза – на 270 млн р. В 2011 г., по предварительной оценке, оба предприятия заплатят налог на прибыль в размере 500 млн р.

По материалам информационного агентства «Бел.Ру»

В России подешевели почти все строительные материалы

Средняя стоимость всех основных стройматериалов, кроме нерудных, в ноябре 2011 г. в России снизилась. В частности, цены на цемент в ноябре снизились в среднем по РФ на 6,8%, на черный металлопрокат, используемый в строительстве, – на 0,7%, на товарный бетон – на 1,8%. Готовые цементные растворы подешевели в среднем на 1,8%, керамический кирпич – на 2,8%, облицовочный кирпич – на 0,7%, рядовой кирпич – на 5,4%. Стоимость штучных стеновых материалов на цементной основе снизилась в среднем на 2–4%. Нерудные строительные матери-

алы в ноябре, напротив, подорожали в среднем на 0,7%. Аналитические материалы свидетельствуют, что в прошлом месяце в Московском регионе больше всего подешевел цемент – на 7%. Стоимость бетона сократилась в столице и области на 2%, стеновых стройматериалов – на 2,6%, металлопроката – на 1%, сборного железобетона – на 1,5%. Как и в целом по России, в Московском регионе в ноябре цены на нерудные стройматериалы выросли на 0,9%.

По материалам Национальной ассоциации сметного ценообразования и стоимостного инжиниринга

Цементная промышленность Ирана может выйти на четвертое место в мире

Благодаря вложенным в развитие цементной промышленности средствам Иран практически вышел на пятое место среди мировых производителей цемента. Если будут достигнуты намеченные на текущий год показатели, он сможет выйти на четвертое место. Объем экспорта иранского цемента в 2011 г. достигнет 9 млн т. Наличие практически по всей стране полезных ископаемых, необходимых для производства цемента, позволяет строить новые заводы.

В 2005 г. в Иране было произведено 32 млн т цемента. В настоящее время производственные мощности цементной промышленности страны выросли на 100% и достигли 70 млн т в год, из которых 60 млн т предназначены для внутреннего потребления, 10 млн т – для экспорта. В Иране действует 90 линий по производству цемента и насчитывается 64 цементные компании. Цементные заводы имеются во всех иранских провинциях, в некоторых из них построено по несколько таких заводов.

По материалам Российского информационного агентства Iran News

ИССЛЕДОВАНИЯ РЫНКОВ

Строительная отрасль в России восстанавливается

Согласно результатам нового исследования агентств, посвященного анализу российского рынка керамического и силикатного кирпича, в 2007 г. на всей территории Российской Федерации было введено в строй около 210 тыс. зданий и сооружений всех типов (жилого назначения, промышленного, сельскохозяйственного и т. д.). В 2008 г. абсолютное количество введенных зданий увеличилось на 7%, в 2009 г. — еще на 3,9%. В 2010 г., несмотря на общее оживление экономики, объем введенных зданий и сооружений сократился с 233,3 до 216,5 тыс., или на 7,2%. Именно в 2010 г. сказались недофинансирование отрасли в кризисные 2008 и 2009 гг.

Необходимо отметить, что наибольшую долю от всех введенных в строй зданий занимают здания

жилого назначения (92,7% от общей площади введенных зданий в 2007 г.; 93,1% в 2009 г. и также 91,1% в 2010 г.).

Однако ситуация с общей площадью введенных зданий выглядит несколько иначе. В 2007 г. было введено около 98,1 млн м² зданий и сооружений всех типов, в 2008 г. — 102,5 млн м². Рост составил лишь 4,5% (против 7% в количественном выражении). В 2009 г. произошел существенный спад: общая площадь введенных зданий сократилась на 7,2% (против 3,9% роста в количественном выражении). В 2010 г. количество общей площади вводимых зданий и сооружений снизилось, падение составило 3,8%.

Таким образом, можно утверждать, что восстановление объема работ по виду деятельности «Строительство» происходит крайне медленно и носит неустойчивый характер.

Доля кирпича в структуре производства стеновых материалов

Согласно исследованию российского рынка керамического и силикатного кирпича основной объем производимых стеновых материалов в последние годы приходится на два федеральных округа — Центральный и Приволжский, лидерами в которых являются Московская область и Республика Татарстан соответственно. В 2005 г. в структуре производства стеновых строительных материалов (без учета железобетонных панелей) преобладали такие сегменты, как керамический кирпич — 36,9%, силикатный кирпич — 30,6% и стеновые блоки из ячеистого бетона (пенобетонные и газобетонные блоки) — 18,6%.

Динамика изменения структуры производства стеновых строительных материалов (без учета железобетонных панелей) выглядит следующим образом:

доля керамического кирпича увеличилась с 36,9% в 2005 г. до 40,2% в 2009 г. Однако и в 2010 г., и в первой половине 2011 г. доля керамического кирпича в структуре стеновых строительных материалов вернулась к уровню 2005 г., то есть к 36,4%. Доля силикатного кирпича, напротив, сократилась с 30,6% в 2005 г. до 21,5% в первой половине 2011 г.

Таким образом, суммарная доля строительного кирпича в структуре стеновых строительных материалов (без учета железобетонных панелей) сократилась с 67,5% в 2005 г. до 57,9% в первой половине 2011 г. — полностью за счет силикатного кирпича. В то же время доля стеновых блоков из ячеистого бетона уверенно растет. В 2005 г. продукция соответствующего вида составляла в структуре производства стеновых строительных материалов 18,6%, в 2007 г. — 23,8%, а в первой половине 2011 г. — 34,1%.

На карьерах России пока в лидерах компании из СНГ

В России рынок карьерной техники традиционно развит, поскольку горнодобывающая промышленность и тяжелое машиностроение были чрезвычайно востребованы в рамках экстенсивного развития экономики СССР. После распада Союза основные производственные мощности этого рынка (ПО «БелАЗ») остались на территории Беларуси, в России карьерную технику преимущественно выпускают предприятия концерна Тракторные Заводы (ТМ Четра), дивизиона «Спецтехника» группы ГАЗ (ЧСДМ, ТВЭКС), ООО «ИЗ-Картэкс», принадлежащего ОАО «Ижорские Заводы», и дивизион «Горное оборудование» машиностроительной корпорации Уралмаш.

Белорусские карьерные экскаваторы занимают около 70% российского рынка в этом сегменте, однако в ближайшее время ожидается, что компании придется несколько подвинуть свои позиции, поскольку в РФ организует сборку карьерных самосвалов средней грузоподъемности американский Caterpillar. Специалисты компании ожидают, что именно техника средней грузоподъемности (50–60 т) будет наиболее востребована в ближайшее время. В этом сег-

менте в Россию помимо белорусских гигантов поступило за 2010 г. 140 единиц техники со средним рабочим весом 47 т, за первое полугодие 2011 г. — 150 самосвалов со средней эксплуатационной массой 50 т. Поставки вне рамок Таможенного союза осуществлялись преимущественно из США. Внедорожные шарнирно сочлененные самосвалы поставлялись преимущественно из Швеции (марки Volvo).

Основными поставщиками гидравлических карьерных экскаваторов по итогам первого полугодия 2011 г. стала Япония. Драглайны (карьерные экскаваторы тросового типа) за 2010–2011 гг. поставлены на российские угольные карьеры в количестве 4 шт. при средней эксплуатационной массе техники около 1000 т.

В другие сегменты большое количество карьерной техники направлялось из Китая. Китайские тяжелые бульдозеры и колесные фронтальные погрузчики завоевывают российский рынок благодаря своей низкой цене, однако чрезвычайная затрудненность сервиса, маленький эксплуатационный срок в совокупности с низким качеством ряда деталей и соединений позволяют российским производителям этой техники оставаться в лидерах на своем рынке.

По материалам «РБК. Исследования рынков»

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.

Указатель статей, опубликованных в журнале «Строительные материалы»® в 2011 г.*

Отраслевые проблемы материальной базы строительства

- Баранова М.Н., Коренькова С.Ф., Чумаченко Н.Г.** История освоения кремнистых пород № 8. С. 4
- Буткевич Г.Р.** Этапы развития промышленности нерудных строительных материалов России № 1. С. 3
- Быстров Н.В., Попов В.А.** Применение инноваций в дорожно-строительном материаловедении № 10. С. 4
- Журавлев А.А.** Что мешает развитию промышленности строительных материалов? (Из опыта работы некоммерческого объединения горняков) № 6. С. 39
- Зельманович Я.И.** Состояние рынка мягких кровельных и гидроизоляционных материалов в России в 2009–2010 гг. № 3. С. 63
- Ильичев В.А., Карпенко Н.И., Ярмаковский В.Н.** О развитии производства строительных материалов на основе вторичных продуктов промышленности. № 4. С. 36
- Кокодеева Н.Е.** Оценка риска деградации природных ресурсов в результате загрязнения окружающей среды от воздействия транспортного потока № 7. С. 41
- Котляр В.Д., Терехина Ю.В., Небежко Ю.И.** Перспективы развития производства керамического кирпича полусухого прессования № 2. С. 6
- Левченко В.Н., Гринфельд Г.И.** Производство автоклавного газобетона в России: перспективы развития подотрасли № 9. С. 44
- Овчинников И.Г.** Долговечность железобетонных конструкций транспортных сооружений № 2. С. 60
- Пономарев И.Г.** Преодолен ли кризис в строительном комплексе? № 3. С. 57
- Пуненков С.Е.** Современное состояние и перспектива развития хризотил-асбестовой отрасли в Бразилии № 5. С. 73
- Свод правил Тепловая защита зданий (Thermal performance of the buildings)** № 1. С. 53
- Семенов А.А.** Российский рынок извести в I полугодии 2011 года № 9. С. 50
- Семенов А.А.** Ситуация на российском рынке цемента: развитие производственной базы, перспективы, проблемы. № 3. С. 60
- Столбоушкин А.Ю., Стороженко Г.И.** Отходы углеобогащения как сырьевая и энергетическая база заводов керамических стеновых материалов . . № 4. С. 43
- Шлегель И.Ф., Шлегель Я.И.** Классификация изделий керамических облицовочных № 4. С. 66
- Шустов С.В.** Состояние строительного комплекса и стратегия развития промышленности строительных материалов Тюменской области . . № 11. С. 4

Материалы и конструкции

- «Боден» — сухие смеси для устройства полов № 8. С. 17
- Rotband Family**, или Семейство Ротбанд № 5. С. 90
- Абдрахманова Л.А.** Наномодификаторы для строительных материалов на основе линейных и сетчатых полимеров. № 7. С. 61
- Авеличева С.Н., Серебрякова Л.А.** Товарные свойства древесины, окрашенной экстрактом ореха маньчжурского № 8. С. 64

- Алехина М.Н., Васильев Ю.Э., Мотин Н.В., Сарычев И.Ю.** Сераасфальтобетонные смеси. . . № 10. С. 12
- Артамонова А.В.** Вяжущие вещества на основе шлаков электросталеплавильного производства. . № 5. С. 11
- Бабков В.В., Кузнецов Д.В., Гайсин А.М., Резвов О.А., Морозова Е.В., Арсланбаева Л.С.** Проблемы надежности наружных стен зданий из автоклавных газобетонных блоков и возможности их защиты от увлажнения № 2. С. 55
- Бабков В.В., Самофеев Н.С., Кузнецов Д.В.** Состояние жилых домов в силикатном кирпиче и реализация программы санации объектов этой категории в Республике Башкортостан. . . . № 11. С. 7
- Барабаш Д.Е., Волков В.В., Черников А.И.** Гидрофильные герметики для автомобильных дорог и аэродромов № 10. С. 55
- Безбородов В.А., Туляганов А.К., Пичугин А.П.** Влияние наполнителей и добавок на свойства сухих цементных строительных смесей № 6. С. 70
- Беленцов Ю.А., Лесовик В.С., Ильинская Г.Г.** Повышение надежности конструкций управлением параметрами композиционного материала № 3. С. 90
- Беляев К.В., Макаренко Ю.В., Орешкин Д.В.** Моделирование и разработка оптимальной структуры сверхлегкого цементного раствора . . № 5. С. 42
- Беляев Н.Н.** Проблемы проектирования и расчета дорожных одежд на мостовых сооружениях с ортотропной плитой проезжей части. № 1. С. 30
- Бердов Г.И., Ильина Л.В., Машкин Н.А.** Влияние волластонита на прочность цементного камня из длительно хранившегося портландцемента . . № 1. С. 48
- Бердов Г.И., Ильина Л.В., Мельников А.В.** Повышение морозостойкости и механической прочности бетона введением минеральных добавок и электролитов № 7. С. 64
- Береговой В.А., Королев Е.В., Прошина Н.А., Береговой А.М.** Методика подбора и обоснование компонентного состава сырьевых смесей для изготовления теплоизоляционных пенокерамобетонов. № 6. С. 66
- Борисенко Ю.Г., Лынный В.В., Борисенко О.А.** Повышение качества легких битумо-минеральных композиций путем совершенствования подбора минеральных составов № 8. С. 54
- Бурнашев А.И., Абдрахманова Л.А., Низамов Р.К., Хозин В.Г., Колесникова И.В., Фахрутдинова В.Х.** Наномодифицированная древесная мука — эффективный наполнитель поливинилхлоридных композиций № 9. С. 72
- Выгчиков Ю.С., Горин В.М., Токарева С.А.** Исследование теплофизических характеристик стеновых камней из беспесчаного керамзитобетона № 8. С. 42
- Выгчиков Ю.С., Черенева А.В.** Экспериментальное исследование воздухопроницаемости беспесчаного керамзитобетона № 7. С. 10
- ГЕОСПАН** доказал свою эффективность № 1. С. 16
- Гончикова Е.В., Архинчеева Н.В., Доржиева Е.В.** Наномодифицирование цементного камня введением многокомпонентного золя № 9. С. 68

* В указатель не вошли статьи, опубликованные в данном номере. Содержание номера см. на с. 1–3.

- Горбатовский А.А., Дронов С.В., Иванов А.А.** Оптимальная температура смешивания компонентов при изготовлении полимерно-битумных композиций № 1. С. 10
- Горин В.М., Токарева С.А., Выгчик Ю.С.** Современные ограждающие конструкции из керамзитобетона для энергоэффективных зданий. № 3. С. 34
- Граник М.Ю., Григорьева П.И., Плаксенко Н.В.** Новый вид заводской отделки крупнопанельных зданий. № 3. С. 24
- Грановский А.В., Джамуев Б.К.** Применение внешнего армирования из углеволокна для усиления стен из ячеисто-бетонных блоков № 7. С. 68
- Грызлов В.С.** Шлакобетоны в крупнопанельном домостроении. № 3. С. 40
- Гулаков А.А., Тухватулин И.Х.** Производство бандажей для строительной индустрии № 4. С. 23
- Дворкин Л.И., Безусяк О.В., Ковалык И.В.** Проектирование состава пеногипса № 6. С. 10
- Довгань И.В., Колесников А.В., Семенова С.В., Кириленко Г.А.** Топологические аспекты структурообразования в дисперсных системах и вяжущих материалах № 3. С. 100
- Дьяков К.А., Черсков Р.М., Зинченко Е.В., Езерский В.А.** Клинкер. Технология и свойства № 4. С. 79
- Езерский В.А., Монастырев П.В., Кузнецова Н.В., Стерхов И.И.** Перспективы применения наномодифицированного бетона. № 9. С. 70
- Житушкин В.Г.** Зависимость расчетного сопротивления древесины от изменчивости ее свойств в дереве. № 8. С. 62
- Завьялов М.А., Завьялов А.М.** Оценка долговечности материала дорожного асфальтобетонного покрытия: энергетический и деформационный подходы № 6. С. 34
- Завьялов М.А., Завьялов А.М.** Постстроительный период жизненного цикла дорожного асфальтобетонного покрытия: синергетические тенденции свойств материала. № 10. С. 34
- Загер И.Ю., Яшинкина А.А., Андропова Л.Н.** Сравнительная оценка продуктов дробления горных пород месторождений нерудных строительных материалов Ямало-Ненецкого АО. № 5. С. 84
- Земляк А.Л., Кокодеева Н.Е., Степанов М.В., Зубехин А.П., Довженко И.Г.** Повышение качества керамического кирпича с применением основных сталеплавильных шлаков. № 4. С. 57
- Зубехин А.П., Яценко Н.Д., Веревкин К.А.** Влияние окислительно-восстановительных условий обжига на фазовый состав оксидов железа и цвет керамического кирпича № 8. С. 8
- Изотов В.С., Мухаметрахимов Р.Х., Сабитов Л.С.** Цементно-волокнистый композиционный материал для фиброцементных плит № 5. С. 20
- Калашников В.И.** Терминология науки о бетоне нового поколения № 3. С. 103
- Калашников В.И., Гуляева Е.В., Валиев Д.М., Володин В.М., Хвастунов А.В.** Высокоэффективные порошково-активированные бетоны различного функционального назначения с использованием суперпластификаторов. № 11. С. 44
- Калашников В.И., Демьянова В.С., Калашников Д.В., Махамбетова К.Н.** Оптимизация состава особо тяжелого высокопрочного бетона для защиты от радиации. № 8. С. 25
- Карпеев С.В., Кочетков А.В., Евтеева С.М.** Вертикальная разметка на металлических барьерных ограждениях с использованием защитных пластиковых панелей № 5. С. 34
- Клевакин В.А.** Применение керамического крупноформатного камня для заполнения ограждений в монолитном и каркасном многоэтажном домостроении. № 4. С. 76
- КНАУФ-Акустика.** Новое решение в области звукоизоляции помещений. № 4. С. 90
- Кнотько А.В., Гаршев А.В., Меледин А.А., Судбин В.В., Путляев В.И.** Процессы при ионообменной обработке поверхности базальтового стекловолокна № 9. С. 75
- Кокодеева Н.Е.** Использование геосинтетического материала при проектировании дорожных одежд нежесткого типа (с учетом теории риска). . № 5. С. 29
- Кокодеева Н.Е.** Принципы технического регулирования при проектировании дорожных одежд нежесткого типа с применением геоматериалов (на основе теории риска) № 1. С. 25
- Кокодеева Н.Е.** Программа расчета риска возникновения трещин в конструкциях дорожных одежд. № 9. С. 78
- Колчеданцев Л.М., Зубов Н.А., Рошупкин Н.П., Колчеданцев А.Л.** Конструктивно-технологические решения сборно-монолитного здания экономического класса № 3. С. 37
- Комфорт достижим! Монтируйте основание пола из КНАУФ-суперлистов № 6. С. 17**
- Кноплин В.В.** Критерии оценки качества фасадных герметиков № 3. С. 42
- Коротких Д.Н.** Дисперсное армирование структуры бетона при многоуровневом трещинообразовании № 3. С. 96
- Корочкин А.В.** Алгоритм расчета покрытий жесткой дорожной одежды № 5. С. 27
- Корочкин А.В.** Изучение воздействия движущегося транспортного средства на конструкцию дорожной одежды № 1. С. 28
- Корочкин А.В.** Проблема отраженных трещин в асфальтобетонном покрытии, уложенном на цементобетонное основание № 10. С. 46
- Котлярский Э.В.** Морозостойкость асфальтобетона № 5. С. 81
- Котлярский Э.В.** Научно-методические основы оценки структурно-механических свойств композиционных материалов на основе органических вяжущих. № 10. С. 36
- Котлярский Э.В., Гридчин А.М.** Расчетно-экспериментальная оценка битумоемкости минеральных материалов для приготовления асфальтобетонных смесей № 2. С. 40
- Кочетков А.В.** Оценка соответствия применения формиата натрия в качестве противогололедного материала Закону «О техническом регулировании» № 7. С. 44
- Кочетков А.В., Кокодеева Н.Е., Степанов М.В., Вьюгов М.В., Хижняк Е.М.** Нормирование на основе оценки степени риска статистических показателей качества производства геосинтетических материалов и изделий. № 10. С. 42
- Кочетков А.В.** Инновации в геоплантагах: экопаркинги для мегаполисов № 2. С. 35
- Кудряшов П.А., Мартынов В.А., Гермашев В.Г.** Термостабильность адгезионных добавок. № 6. С. 30

- Кузнецов А.Н., Гаркави М.С., Мельчаева О.К., Нуриева Е.М.** Активация твердения цементов разрядно-импульсным воздействием № 11. С. 30
- Леонovich С.Н., Шукин Г.Л., Беланович А.Л., Савенко В.П., Карпушенков С.А.** Свойства щелочно-силикатных теплоизоляционных материалов и особенности их получения № 11. С. 48
- Лотов В.А., Сударев Е.А., Иванов Ю.А.** Тепловыделение в системе цемент–вода при гидратации и твердении № 11. С. 35
- Луговой А.Н.** Повышение энергоэффективности ограждающих конструкций № 3. С. 32
- Лукутцова Н.П., Пыкин А.А., Карпиков Е.Г.** Особенности структурообразования цементного камня с углерод-кремнеземистой нанодисперсной добавкой № 9. С. 66
- Лукьяненко В.В., Костина Н.В.** Влияние активации на свойства строительных растворов № 5. С. 22
- Макаренко С.В., Коновалов Н.П.** Исследование физико-химических свойств золь ТЭЦ-9 и Новой Иркутской ТЭЦ для применения в золощелочных вяжущих № 6. С. 60
- Макридин Н.И., Максимова И.Н., Овсякова Ю.В.** Долговременная прочность модифицированной структуры цементного камня. Часть 2 № 7. С. 72
- Мамонтов С.А., Киселева О.А.** Тепловое старение пенопластов, применяемых в ограждающих конструкциях № 8. С. 60
- Марчик Е.В., Плышевский С.В., Кузьменков М.И., Ильин В.П.** Влияние содержания хлоридов калия и натрия в растворе хлорида магния на вяжущие свойства магнезиального цемента № 5. С. 7
- Мигунов В.Н., Овчинников И.Г.** Моделирование влияния агрессивной газовой среды на долговечность обычных железобетонных конструкций и коррозию арматуры № 8. С. 35
- Мизоряев С.А., Жигулина А.Ю., Мамонов А.Н., Иванова Н.В.** Расширение номенклатуры искусственных пористых заполнителей № 7. С. 12
- Мизоряев С.А., Мамонов А.Н., Горин В.М., Токарева С.А.** Структурированный высокопористый силикатнатриевый материал повышенной тепло- и термостойкости № 7. С. 8
- Моргун Л.В., Моргун В.Н., Пименова Е.В., Смирнова П.В., Набокова Я.С.** Возможность применения неавтоклавного фибропенобетона в крупнопанельном домостроении № 3. С. 19
- Мороз М.Н., Калашников В.И., Володин В.М.** Гидрофобизатор для строительных материалов ПРИМ-1 № 8. С. 51
- Назарова В.В., Кудеярова Н.П., Шиманская М.С.** Реология меловых суспензий № 9. С. 39
- Нациевский С.Ю., Алексеева Л.В.** Теплоэффективные строительные материалы на основе перлита № 6. С. 52
- Недесеко И.В., Ишматов Ф.И., Алиев Р.Р.** Применение конструкционно-теплоизоляционного керамзитобетона в несущих и ограждающих конструкциях зданий жилищно-гражданского назначения № 7. С. 14
- Нейман С.М., Попов К.Н., Межов А.Г.** Исследование свойств хризотилцементных кровельных листов различного срока эксплуатации № 5. С. 86
- Никишкин В.А.** Условия работы цементного камня, обработанного кремнийорганическими гидрофобизаторами № 7. С. 79
- Никольский В.Г.** Полезное разрушение № 10. С. 31
- Овчинников И.И., Удалов М.В., Илюшкин В.А., Овчинников И.Г.** Влияние типов гидроизоляции и дорожной одежды мостовых сооружений на сопротивляемость деформациям сдвига № 10. С. 50
- Орданьян С.С., Пантелеев И.Б., Андреева Н.А.** Кирпич старинный и современный: что лучше? № 4. С. 82
- Орлов А.А., Черных Т.Н., Крамар Л.Я., Трофимов Б.Я.** Энергосбережение при получении магнезиального вяжущего строительного назначения № 8. С. 47
- Осиновская В.А.** Динамика грунта земляного полотна при вибрационном нагружении дорожной конструкции № 2. С. 45
- Панферова А.Ю., Гаркави М.С.** Модифицирование гипсовых систем малыми добавками полимеров № 6. С. 8
- Пашкевич С.А., Голунов С.А., Пустовгар А.П., Адамцевич А.О.** Применение противоморозных добавок в базовых штукатурных составах систем фасадной скрепленной теплоизоляции № 8. С. 44
- Пеноплэкс®** на фундаментах № 3. С. 76
- Петрова Е.А.** Снижение горючести древесины № 11. С. 59
- Петропавловская В.Б., Белов В.В., Новиченкова Т.Б., Бурьянов А.Ф.** Закономерности влияния зернового состава на свойства сырьевых смесей прессованных гипсовых материалов № 6. С. 4
- Пичугин А.П., Городецкий С.А., Бареев В.И.** Комплексная защита сельскохозяйственных объектов от коррозионного разрушения № 5. С. 24
- Пластфоил®** – высокоэффективное решение для гидроизоляции кровель № 3. С. 72
- Поздняков М.К.** Влияние свойств асфальтобетонных смесей на сопротивляемость колеобразованию № 10. С. 22
- Пономарева Г.П., Сладков О.М., Артеменко А.А., Пономарев М.В.** Строительные пенополиуретановые конструкции с наружным слоем из базальтопластика № 11. С. 62
- Прокопец В.С., Карамышев И.М.** Современные тенденции повышения качества и эффективности дорожных строительных материалов № 2. С. 38
- Профиль КНАУФ** – основа сухого строительства № 9. С. 53
- Прохоров С.Б.** Специализированные газообразователи для ячеистых бетонов автоклавного твердения № 9. С. 48
- Пугин К.Г.** Использование отходов металлургии в асфальтобетонах № 10. С. 26
- Пуляев С.М., Соловьянич А.Р., Пуляев И.С.** Исследование влияния добавки ViskoCrete 5 Neu на тепловыделение бетона № 5. С. 14
- Рапопорт П.Б., Рапопорт Н.В., Кочетков А.В., Васильев Ю.Э., Каменев В.В.** Проблемы долговечности цементных бетонов № 5. С. 38
- Резник В.И.** Возможности получения кирпича облицовочного и клинкерного светлых тонов на базе глины ПГ «Кислотоупор» № 4. С. 54
- Руденский А.В., Никонова О.Н., Казиев М.Г.** Повышение долговечности асфальтобетонных введением активного комплексного модификатора № 10. С. 10
- Русина В.В.** Золошлакощелочные вяжущие на основе жидкого стекла из примесесодержащего микрокремнезема № 11. С. 25
- Русина В.В., Корда Е.В., Львова С.А.** Коррозионная стойкость мелкозернистых бетонов на основе техногенного сырья № 8. С. 29
- Рыбакова М.В., Барбанягрэ В.Д.** Композиционный материал на основе цементной суспензии мокрого помола № 11. С. 42
- Сажнев Н.П., Беланович С.Б., Бухта Д.П., Федосов Н.Н., Овчаренко В.А., Кацынель Р.Б., Кузьмичев Р.В.** Наружные ограждающие конструкции зданий из крупноразмерных ячеисто-бетонных изделий № 3. С. 12

- Салахов А.М., Фасеева Г.Р., Гизатуллин Б.И., Лядов Н.М., Балтакова Н.В.** Клинкерная керамика: от лаборатории к промышленному производству. № 4. С. 60
- Самойленко В.В., Фирсов В.В.** Температурная устойчивость базальтовых волокон. № 2. С. 58
- Сапелин Н.А., Сапелин А.Н.** Влияние структуры пустот на прочность теплоизоляционных силикатных материалов. № 5. С. 44
- Свежинский В.Н.** Материалы и изделия для дорожной разметки. № 7. С. 47
- Свежинский В.Н.** Полевые испытания размоточных материалов. № 10. С. 67
- Семенов В.С.** Противоморозные добавки для облегченных цементных систем. № 5. С. 16
- Славчева Г.С., Чемоданова С.Н.** Влияние параметров структуры на влажностные деформации высокопрочного модифицированного бетона. № 8. С. 32
- Соколов Б.С., Миронова Ю.В., Гатауллина Д.Р.** Пути преодоления кризисного состояния крупнопанельного домостроения. № 3. С. 4
- Солдатов А.А., Борисенко Ю.Г.** Структуры поверхности пористых порошков на основе отсеков дробления керамзита и их адсорбционная активность. № 6. С. 36
- Столбоушкин А.Ю.** Теоретические основы формирования керамических матричных композитов на основе техногенного и природного сырья. № 2. С. 10
- Строкова В.В., Жерновский И.В., Дмитриева Т.В.** Феноменологическая модель стабилизации глинистых грунтов низкомолекулярными органическими комплексами. № 10. С. 64
- Строкова В.В., Соловьева Л.Н., Максаков А.В., Огурцова Ю.Н.** Механизм структурообразования строительных композитов с гранулированным наноструктурирующим наполнителем. № 9. С. 64
- Толмачев С.Н., Беличенко Е.А., Мисько Т.М.** Исследование механизма структурообразования прессованных цементно-песчаных бетонов с углеродными наночастицами. № 9. С. 61
- Толмачев С.Н., Кондратьева И.Г.** Исследования смачивания подложек различного минерального состава растворами ПАВ. № 10. С. 19
- Толмачев С.Н., Кондратьева И.Г., Матяш А.В.** Особенности морозно-солевого воздействия на свойства аэродоного бетона. № 3. С. 107
- Траутвайн А.И., Ядыкина В.В., Гридчин А.М.** Особенности механоактивированных минеральных порошков. № 11. С. 32
- Тюкавкина В.В., Гуревич Б.И., Семушин В.В.** Мелкозернистые бетоны с использованием гранулированных медно-никелевых шлаков. № 6. С. 63
- Ушков В.А., Голованов А.В., Нагановский Ю.К.** Термостойкость и пожарная опасность материалов на основе вторичных полиолефинов. № 3. С. 82
- Ушков В.А., Славин А.М., Манухов Г.О., Нагановский Ю.К.** Прочность и термостойкость вторичного полипропилена, наполненного отходами гальванических производств. № 8. С. 56
- Федосов С.В., Бобылев В.И., Ибрагимов А.М., Козлова В.К., Соколов А.М.** Моделирование набора прочности бетоном при гидратации цемента. № 11. С. 38
- Федосов С.В., Бобылев В.И., Ибрагимов А.М., Соколов А.М.** Методика расчета предельных температурных градиентов в железобетонных изделиях в процессе электротепловой обработки. № 3. С. 44
- Федосов С.В., Елин Н.Н., Мизонов В.Е., Порошин Н.Р.** Нелинейная ячеечная модель взаимосвязанного теплового переноса в ограждающей конструкции с внутренним источником влаги. № 8. С. 22
- Федосов С.В., Румянцева В.Е.** Модель динамики пограничного слоя при коррозионном массопереносе. № 5. С. 4
- Федосов С.В., Румянцева В.Е., Касьяненко Н.С.** Массоперенос при жидкостной коррозии второго вида цементного бетона, контролируемый диффузно-кинетическим сопротивлением. № 1. С. 50
- Фомина Е.В., Алтынник Н.И., Строкова В.В., Нелюбова В.В., Бухало А.Б.** Регулирование реологических характеристик смеси вяжущего при формировании ячеистой структуры изделий автоклавного твердения. № 9. С. 33
- Хазеев Д.Р., Гордина А.Ф., Маева И.С., Яковлев Г.И., Бурьянов А.Ф.** Влияние техногенных дисперсных отходов на структуру и свойства композитов на основе сульфата кальция. № 6. С. 6
- Харитонов А.М.** Управление свойствами конгломератных материалов на основе метода структурного моделирования. № 3. С. 93
- Хозин В.Г., Хохряков О.В., Битуев А.В., Урханова Л.А.** Эффективность применения золы-уноса Гусиноозерской ГРЭС в составе цементов низкой водопотребности. № 7. С. 76
- Черепанов В.И., Некрасова Е.В.** Мифы и реальность, проблемы и перспективы силикатного кирпича. № 9. С. 30
- Черкасов В.Д., Бузулуков В.И., Юркин Ю.В., Савченкова Г.А., Артамонова Т.А.** Наполнитель с химически модифицированной поверхностью для неотверждаемых герметиков. № 2. С. 52
- Чернышов Е.М.** Развитие теории системно-структурного материаловедения и высоких технологий строительных композитов нового поколения. № 7. С. 54
- Черняков А.В.** Оценка долговечности грунтобетона в струйной технологии. № 10. С. 59
- Чумаченко Н.Г., Кузьмин В.В.** Особенности влияния вида карбонатных включений на дутикообразование. № 4. С. 47
- Шиббаева Г.Н.** Отделочные композиционные материалы и изделия с улучшенными санитарно-техническими свойствами. № 6. С. 74
- Шоева Т.Е., Баев В.С., Каминский Ю.Д.** Мелкозернистый бетон на основе МАВС из природного и техногенного сырья Тывы. № 9. С. 36
- Штакельберг Д.И., Вильге Б.И., Бойко С.В.** Энергетика развития структурно-влажностного состояния при твердении цементно-бетонных композиций. № 9. С. 57
- Юшков Б.С., Семенов С.С.** Применение шлако-щелочного бетона для производства свай. № 11. С. 52
- Яковлев Г.И., Первушин Г.Н., Корженко А., Бурьянов А.Ф., Пудов И.А., Лушникова А.А.** Модификация цементных бетонов многослойными углеродными нанотрубками. № 2. С. 47
- Яковлев Г.И., Первушин Г.Н., Пудов И.А., Дулесова И.Г., Бурьянов А.Ф., Сабер М.** Структуризация цементных вяжущих матриц многослойными углеродными нанотрубками. № 11. С. 22
- Янковский Л.В.** Классификация геоплантантных конструкций для строительства и ремонта транспортных объектов. № 7. С. 51
- Янковский Л.В.** Крупномасштабный эксперимент по проверке модели основание-геоплантант-фундамент. № 9. С. 81

Яшин С.О., Борисенко Ю.Г. Свойства битумоминеральных композиций, модифицированных фосфогипсом № 1. С. 14

Технологии, оборудование, приборы

LINGL: сокращение расходов благодаря анализу производственных процессов № 1. С. 26

Абакумов А.Е., Погребенков В.М., Марков К.В., Горбатенко В.В. Пути улучшения структуры бруса при пластическом формовании керамического кирпича № 2. С. 18

Аппель Ф. Завод по производству керамических труб Saudi Vitrified Clay Pipe Co. (SVCP) в Саудовской Аравии № 8. С. 12

Аппель Ф. Модульный шлифовальный центр Turbo II – шлифовальная техника с перспективой. № 7. С. 31

Аржанухина С.П. Технологии производства и применения противогололедных материалов на основе безводного хлорида кальция № 10. С. 72

Ахтямов Р.Р., Трофимов Б.Я. Организация производства элементов блочной футеровки вагонеток из жаростойкого бетона на шлакощелочном вяжущем № 2. С. 21

Ашмарин Г.Д., Курносов В.В., Беляев С.Е., Ласточкин В.Г. Обоснование эффективности компрессионного формования керамических строительных материалов № 2. С. 8

Ашмарин Г.Д., Ласточкин В.Г., Илюхин В.В., Минаков А.Г., Татьяначиков А.В. Инновационные технологии высокоэффективных керамических строительных изделий на основе кремнистых пород № 7. С. 28

Баранов И.М. Свойства и производство безобжиговой пенокерамики № 10. С. 74

Барон В.Л. Исследования безопасности взрывных работ № 2. С. 30

Бизяев О.Ю., Мармандян В.З., Ржанкова Н.Б., Мезенин А.О. Механический делитель проб щебня № 5. С. 51

Брайтенмозер М. Индивидуальные решения от компании ФРЕЙМАТИК. № 4. С. 12

Васильев Ю.Э., Борисов Ю.В., Кочетков А.В., Евтеева С.М., Возный С.И. Нормирование макрошероховатости поверхности материалов, конструкций и изделий № 6. С. 25

Васильев Ю.Э., Каменев В.В., Шляфер В.Л., Ермолаева В.В. Автоматизация управления подвижностью цементобетонных смесей при их дискретном производстве. № 5. С. 57

Васильев Ю.Э., Либенко А.В., Алехина М.Н., Мотин Н.В. Управление процессами грохочения сыпучих компонентов асфальтобетонной смеси. . № 11. С. 70

Васильев Ю.Э., Приходько В.М. К вопросу обеспечения качества дорожных покрытий . . . № 10. С. 45

Васильев Ю.Э., Чистяков И.В. Влияние разработки карьеров на сток ливневых вод с водосборных площадей. № 9. С. 84

Ветергове Х. Современный гипсовый завод Saint-Gobain (BVB) Davillia № 6. С. 18

Галеев И.А. Отличительные особенности интенсивных смесителей серии IMG № 2. С. 66

Галеев И.А. Прессовое и смесительное оборудование для заводов силикатного кирпича № 9. С. 22

Гرابский А.А. Перспективы развития технологии горных работ карьерными комбайнами нового технического уровня № 11. С. 73

Гуров Н.Г. Заводы керамических стеновых материалов III поколения как современная база жилищного строительства в российской провинции № 4. С. 6

Евтеева С.М. Нанесение цветной горизонтальной разметки на федеральную автомобильную дорогу № 1. С. 22

Идрисов И.Х., Макридин Н.И. Комплексный подход к испытаниям материалов. Часть 1 № 6. С. 55

Идрисов И.Х., Макридин Н.И., Валеев Д.Н. Комплексный подход к испытаниям материалов Часть 2. № 8. С. 39

Казаков А.И., Стороженко Г.И. Оборудование для смешивания и гранулирования сыпучих материалов в производстве стеновой керамики № 4. С. 9

Каппхан Михаэль. Добыча мела в зимних условиях. № 2. С. 25

Кирпичный завод «Kakogiannis» (Кипр) и SABO S.A. (Греция) – сотрудничество, проверенное временем. № 11. С. 66

Кларе Д. Оборудование компании AAC-Concept GmbH для производства силикатного кирпича . . № 9. С. 25

Кларе М., Иванов А.К. Применение модульных стеновых элементов для оптимизации производственных процессов № 9. С. 17

Кочнев В.И., Котлярский Э.В. Автоматизированная программа проектирования состава асфальтобетонных смесей с требуемыми структурно-механическими свойствами. Часть 1. Блок исходных данных . . . № 10. С. 5

Красовицкий Ю.В., Лобачева Н.Н., Романюк Е.В., Пигловский Н.В., Галиахметов Р.Ф. Особенности эксплуатации пылеуловителей при производстве строительных материалов № 2. С. 63

Красовицкий Ю.В., Пигловский Н.В., Галиахметов Р.Ф. Специфика эксплуатации фильтров-пылеуловителей в производстве строительных материалов № 6. С. 72

Красовицкий Ю.В., Пигловский Н.В., Галиахметов Р.Ф. Пылеосадительные камеры для предварительной и энергосберегающей очистки газов в производстве строительных материалов № 11. С. 68

Красовицкий Ю.В., Романюк Е.В., Пигловский Н.В., Галиахметов Р.Ф., Чугунова И.А. Определение оптимальной гидродинамической области эксплуатации зернистых фильтров № 8. С. 18

Красовицкий Ю.В., Романюк Е.В., Пигловский Н.В., Галиахметов Р.Ф., Романюк Е.В. Интерполяционные модели для расчета эффективности пылеулавливания в производстве строительных материалов № 4. С. 63

Кузнецова Г.В. Особенности помола известково-кремнеземистого вяжущего в производстве силикатных материалов № 9. С. 14

Луконин В.А., Прокопович А.А., Репекто В.В. Индустриальное каркасное и панельное домостроение № 6. С. 50

Мадисон В.В., Рязанов В.Т., Шульгин С.С. Пути повышения качественных и технико-экономических показателей работы шахтных известково-обжиговых печей предприятий промышленности строительных материалов № 9. С. 5

Междулин М.Г., Коршунов Г.И., Журавлев А.А., Афанасьев П.И. Физико-механическое обоснование перехода к ресурсосберегающим технологиям взрывного разрушения горных пород № 5. С. 67

Монастырев А.В. Выбор способа сжигания топлива в шахтных и вращающихся печах при выпуске известки для ячеистого бетона № 9. С. 8

Монастырев А.В. Современные печи для скоростного обжига мелких фракций карбонатных пород . . . № 1. С. 40

- Мурзакова А.Р., Шаяхметов У.Ш., Васин К.А., Бакунов В.С. Разработка технологии получения эффективного строительного пористого тепло- и звукоизоляционного конструкционного материала. № 5. С. 65
- Нижегородов А.И. Совершенствование технологии обжига вермикулита в электрических модульно-спусковых печах. № 5. С. 62
- Пак А.А., Сухорукова Р.Н. Способы устранения трещин в стыке и повышения сцепления газобетона с пенополистиролом № 11. С. 56
- Печеный Б.Г., Курбатов В.Л., Данильян Е.А., Потемкин В.Г. Устройств для определения внутренних напряжений и трещиностойкости материалов в покрытиях дорог. № 10. С. 48
- Ракишев Б.Р., Дауренбекова А.Н. Добыча блоков декоративного камня на карьерах Казахстана . . № 11. С. 76
- Ракишев Б.Р., Поветкин В.В. Современная технология и оборудование для обработки блочного камня № 5. С. 69
- Стороженко Г.И., Болдырев Г.В. Опыт работы кирпичных заводов полусухого прессования с эффективной массоподготовкой глинистого сырья № 2. С. 3
- Строкова В.В., Павленко Н.В., Мирошников Е.В. Комплексная система мониторинга и управления процессом получения наноструктурированного вяжущего № 5. С. 54
- Сухарев О.А. Инновации в кирпичном производстве. Автоматизация технологических процессов сушки и обжига керамического кирпича № 4. С. 18
- Терехина Ю.В., Котляр В.Д. Управление качеством при организации производства керамического кирпича полусухого прессования № 4. С. 74
- Токарева С.А., Петров В.П. Сушка сырцовых гранул при производстве особо легкого керамзита. № 4. С. 31
- Толкачев В.Я. Методы оценки технического и технологического состояния машин и механизмов керамического производства № 4. С. 28
- Усов С.М. Основные параметры энергосберегающей установки для сушки глины № 4. С. 25
- Франтов А.Е. Эффективность применения конверсионных взрывчатых материалов при добыче строительных горных пород № 1. С. 6
- Хессе В. Факторы, влияющие на срок службы огнеупорных материалов при производстве строительного кирпича и клинкера. № 7. С. 34
- Черсков Р.М., Дьяков К.А., Зинченко Е.В. Технология получения высокопрочных резинированных асфальтобетонов № 10. С. 14
- Шамис Е.Е., Холдаева М.И., Иванов В.Д., Колтук П.Ф., Юрков В.А. Резервы инновационного развития гипсовой подотрасли промышленности строительных материалов № 6. С. 13
- Шлегель И.Ф., Носков А.В., Слемнев Д.А., Вишневский А.В. Повышение качества силикатных материалов с использованием активатора «Вьюга» № 9. С. 12
- Шлегель И.Ф., Шаевич Г.Я., Макаров С.Г., Шкуркин Н.И. Новый автомат для резки пластикового бруса № 2. С. 16
- Шмелев С.Е. Опыт комплексной реконструкции предприятий крупнопанельного домостроения с применением энергосберегающих технологий . . № 3. С. 7
- Энергетически эффективный процесс сушки кирпича благодаря сушилке Paraflow компании KELLER HCW № 7. С. 36
- Юрченко В.В. Автоматизация упаковки керамического кирпича № 4. С. 14
- Юрченко В.В. Упаковка продукции. Экономическая эффективность. № 9. С. 26

Конгрессы, семинары, выставки

- «СтройСиб-2011» – эффективное содействие решению проблем отрасли № 3. С. 80
- III научно-техническая конференция «**Строительная теплофизика и энергоэффективное проектирование ограждающих конструкций зданий**» № 2. С. 67
- IX Международная научно-практическая конференция «**Развитие керамической промышленности России**» . . № 7. С. 22
- VI академические чтения РААСН «Современные композиты и наносистемы в строительном материаловедении», или Инженер – это звучит гордо № 5. С. 10
- XIII Международный конгресс по химии цемента . . № 8. С. 66
- Веймарская гипсовая конференция № 6. С. 22
- Взрывные и безвзрывные способы разрушения скальных пород на карьерах** № 2. С. 33
- Инновационные технологии для кирпичных заводов средней и малой мощности** № 4. С. 50
- Качество жизни – главная тема **собрания РААСН**. . № 7. С. 82
- Керамзит и керамзитобетон – материал для современного индустриального домостроения** . . № 7. С. 18
- Конференция «**Тепловыделение при твердении цемента и бетона: феномен и технологический фактор**» . . . № 6. С. 49
- Конференция СИЛИКАТэкс состоялась в Тюмени № 11. С. 12
- Модернизация крупнопанельного домостроения – локомотив строительства жилья экономического класса** № 6. С. 42
- Нанотехнологии для экологичного и долговечного строительства** № 5. С. 93
- Обеспечение безопасности дорожного движения – приоритетная задача строителей-дорожников** . . . № 3. С. 50
- Отечественные строительные материалы-2011**. . . № 3. С. 78
- Применение инновационных материалов, повышение качества проектирования и строительства – залог надежности, долговечности российских дорог** № 1. С. 18
- Проблемы и перспективы применения пенополистирола в строительстве № 3. С. 68
- Российские дни сухих строительных смесей** № 2. С. 68
- СИЛИКАТэкс-2010** № 1. С. 37
- СТТ-2011** – выставка для профессионалов. № 6. С. 48
- Третье обсуждение СНиП 23-03 «Тепловая защита зданий»: грани разумного № 11. С. 17

Разные статьи

- В строительном комплексе **кризис не преодолен**. . № 3. С. 54
- Вири! Вири помалу, господа строители!** № 7. С. 40
- Горин В.М., Токарева С.А., Кабанова М.К.**
НИИКерамзит: 50 лет успешной научно-практической и внедренческой деятельности. . . . № 7. С. 4
- Дмитровский завод газобетонных изделий** запущен на пике строительного сезона № 7. С. 67
- Завод стеновых материалов ПОРЕВИТ**. № 4. С. 94
- К 100-летию со дня рождения **Алексея Филипповича ПОЛАКА** № 6. С. 76
- Николай Михайлович Беляев**. № 3. С. 87
- Норский керамический завод – всегда среди лидеров!** . . № 4. С. 5
- Пенополистирол и его место в строительстве** № 3. С. 70
- Производители силикатного кирпича** объединились № 4. С. 96
- Самоненко И.Ю., Бойко А.А.** Электронные торги – современный инструмент строительного бизнеса. № 11. С. 64
- Ярославскому заводу силикатного кирпича 80 лет**. . № 4. С. 92