

СОДЕРЖАНИЕ

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.
ВЕДЕРНИКОВ Г.В.
ВЕРЕЩАГИН В.И.

ГОРИН В.М.
ГОРНОСТАЕВ А.В.
ГРИДЧИН А.М.
ГУДКОВ Ю.В.
ЖУРАВЛЕВ А.А.

КОВАЛЬ С.В.
КОЗИНА В.Л.
ЛЕСОВИК В.С.
ПИЧУГИН А.П.
СИВОКОЗОВ В.С.

ФЕДОСОВ С.В.
ФЕРРОНСКАЯ А.В.
ФИЛИППОВ Е.В.
ШЛЕГЕЛЬ И.Ф.

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.9Б
Телефон: (926) 833-48-13
(495) 976-06-16
Тел./факс: (495) 976-22-08
E-mail: mail@rifsm.ru
http://www.rifsm.ru

Стратегия успеха ульяновских строителей	4
Материалы и технологии	

А.Д. ШИЛЬЦИНА, В.И. ВЕРЕЩАГИН, Ю.В. СЕЛИВАНОВ, Н.Н. КОРОЛЬКОВА Выбор компонентов керамических масс с учетом фазово-минерального состава и термофизических характеристик	7
---	---

Исследовано влияние химического, фазового, минерального состава и термофизических характеристик материалов зерна и связи между ними на свойства керамики из грубозернистых масс. Установлены критерии для выбора компонентов керамических масс.

Л.Н. ТАЦКИ, Е.В. МАШКИНА, Г.И. СТОРОЖЕНКО Двухстадийная активация сырья в технологии стеновой керамики	11
--	----

Предложен способ подготовки сырьевой смеси для изготовления керамического кирпича полусухого прессования при совмещении двух видов активации, за счет чего достигнуто увеличение прочности кирпича на основе пылеватых суглинков Новосибирской области на 71%.

С.В. ФЕДОСОВ, В.Е. МИЗОНОВ, Н.Н. ЕЛИН, С.В. ХАВЕР Моделирование тепловых процессов в регенеративных утилизаторах теплоты уходящих газов промышленных печей	14
--	----

Предложенная ячеечная математическая модель позволяет описывать эволюцию температуры насадки и газа в течение цикла регенерации – нагрева насадки печным газом и нагрева воздуха насадкой. Приведены результаты численных экспериментов.

А.М. САЛАХОВ, Г.Р. ТУКТАРОВА, А.Ю. МОЧАЛОВ, Р.А. САЛАХОВА Керамическая черепица в России была и должна быть	18
---	----

Приведена динамика рынка кровельной черепицы в европейских странах. Отмечено, что для получения оптимального состава необходима композиция глин 2–3 месторождений.

А.Г. ХУЗАГАРИПОВ, М.Г. ГАБИДУЛЛИН Пенокерамические материалы с комплексными добавками флюсующего действия	20
---	----

Представлены результаты исследований пенокерамического материала с комплексной добавкой флюсующего действия в виде отходов травления алюминия и молотого стекла, которая позволяет повысить прочность пенокерамического черепка с 1,6 до 3,8 МПа.

И.Н. КУЗИН В стратегии успеха – ставка на качество	23
--	----

Г.Р. БУТКЕВИЧ Некоторые тенденции развития промышленности нерудных строительных материалов	24
--	----

Приведены данные состояния отрасли промышленности НСМ в США, России и странах СНГ. Вскрыты основные проблемы, тормозящие развитие отрасли в России.

А.А. КЕТОВ, А.В. КОНЕВ, И.С. ПУЗАНОВ, Д.В. САУЛИН Тенденции развития технологии пеностекла	28
--	----

Дано определение пеностеклянных материалов. Проанализированы финансовые и научно-технологические причины неудач при создании технологий производства пеностекла. Рассмотрены перспективы технологии пеностеклянных материалов, выбора сырьевых компонентов и расширения области применения пеностекла в строительстве.

С.Л. БУЯНТУЕВ, А.Ц. ДОНДОКОВ, Н. БАЯНСАЙХАН Получение теплоизоляционных материалов из базальта с применением электродуговой плазмы	32
--	----

Приведены результаты исследований теплоизоляционных материалов волокнистой структуры из базальта Судунтуйского месторождения Читинской области с применением плазменно-дуговой обработки. Исследовано сырье, определены режимы процесса.

Мировой рынок вспенивающегося полистирола (информация)	34
---	----

Дан анализ текущей ситуации и прогноз развития рынка вспенивающегося полистирола как мирового, так и Западной Европы, США, Азиатско-Тихоокеанского региона.

Проанализирована структура потребления вспенивающегося полистирола. Теплоизоляция XPS. Лидеры отвечают за качество (информация)	36
---	----

Рассмотрены основные технологические аспекты производства, возможные отклонения в технологии и связанные с ними несоответствия технических характеристик получающегося продукта (водопоглощения, прочности при сжатии, горючести).

Ш.Х. АМИНОВ, И.Б. СТРУГОВЕЦ, Г.Т. ХАННАНОВА, И.В. НЕДОСЕКО, В.В. БАБКОВ

Использование пиритного огарка в качестве минерального наполнителя в асфальтобетонах 40

Показана возможность применения пиритных огарков в качестве минерального порошка для асфальтобетона. Приведены результаты полученного асфальтобетона ЦМА-20.

Ф.Ш. ХАФИЗОВ, Н.С. ДЕГТЕРЕВ, В.В. ДОКУЧАЕВ, И.Ф. ХАФИЗОВ

Получение строительных битумов улучшенного качества с использованием кавитационно-вихревых эффектов 42

Описана технология получения и результаты опытно-промышленных испытаний строительных битумов с применением кавитационно-вихревых аппаратов. Отмечено изменение окисления при производстве окисленных битумов в сравнении с традиционными способами.

Н.И. ЯРМОЛИНСКАЯ, Л.С. ЦУПИКОВА

Повышение коррозионной стойкости асфальтобетона на основе отходов ТЭС 44

Предлагается метод газовой активации поверхности золошлака, позволяющий повысить прочность, коррозионную стойкость асфальтобетона за счет увеличения коэффициента водостойкости и снижения водонасыщения.

Ю.Г. БОРИСЕНКО, О.А. БОРИСЕНКО

Использование керамзитовой пыли в составе легких асфальтобетонов 46

Приведены результаты исследований возможности использования керамзитовой пыли в составе горячих легких асфальтобетонов в качестве высокодисперсного наполнителя. Показана возможность регулирования физико-механических и эксплуатационных свойств горячих легких асфальтобетонов изменением соотношения известнякового минерального порошка и керамзитовой пыли.

Н.А. КОЛКАТАЕВА, М.С. ГАРКАВИ

Влияние стирол-акрилатной эмульсии на эксплуатационные свойства гипсовых материалов 50

Исследовано влияние стирол-акрилатной эмульсии полимера на твердение и свойства гипса. Определено, что добавка повышает прочность, водостойкость и улучшает теплозащитные характеристики гипсовых материалов.

В.П. КУЗЬМИНА

Механоактивация материалов для строительства. Гипс 52

Рассмотрены основы производства гипсовых вяжущих и возможности их применения в различных строительных материалах. Представлены различные способы активации гипсовых вяжущих. Проанализированы способы повышения водостойкости гипсовых материалов.

В.В. НЕЛИНА, Л.В. ПОПОВА

Качество как фактор повышения конкурентоспособности 56

На примере деятельности ООО «КНАУФ маркетинг Краснодар» рассмотрено понятие «качество услуг», даны определения; выявлены основные факторы, оказывающие влияние на качество.

С.С. ШЛЕНКИНА, М.С. ГАРКАВИ, Р. НОВАК, А. ПРИВРАТСКИЙ, Х.-Б. ФИШЕР

Влияние пластификаторов на твердение гипсового вяжущего 61

Установлено, что химический состав пластификатора влияет на термодинамическую устойчивость структуры гипсового камня и на ее физико-механические характеристики. Наиболее существенное влияние оказывает пластификатор на основе поликарбоксилатов.

Е.М. ЧЕРНЫШОВ, А.И. МАКЕЕВ

Разрушение конгломератных строительных материалов: концепции, механизмы, принципы и закономерности управления 63

Предлагаются способы управления сопротивлением материалов разрушению путем направленного регулирования однородности-неоднородности их строения как фундаментальной материаловедческой характеристики.

В.В. БАБКОВ, А.В. МОХОВ, Г.С. КОЛЕСНИК, Е.Б. САВАТЕЕВ, Р.Р. АБЕЙДУЛЛИН

Трещиностойкость наружных стен из ячеисто-бетонных блоков многоэтажного каркасно-монолитного здания 66

Представлены данные по сравнительной трещиностойкости наружных стен зданий из автоклавных газобетонных и неавтоклавных пенобетонных блоков. Показано, что стена на основе автоклавных блоков обладает необходимой трещиностойкостью на совместное действие трех основных факторов – деформации усадки, перепада температур и ветровой нагрузки.

Е.В. КОРНЕЕВА, С.И. ПАВЛЕНКО

Разработка бесцементного вяжущего на базе вторичных минеральных ресурсов 68

Определены возможности использования техногенных отходов металлургического производства при изготовлении низкопрочных твердеющих смесей. Описано увеличение активности мартовского шлака с помощью добавок. Рассмотрено использование полученного состава для изготовления искусственных каменных материалов и заполнения выработанных пространств угольных и рудных шахт.

Т.А. НИЗИНА, В.Н. ШИШКИН, Ю.А. ЛАНКИНА, В.П. СЕЛЯЕВ

Антиоксиданты аминного и фенольного типов для стабилизации эпоксидных композитов 70

Исследовано влияние ряда соединений классов аминов и фенолов на стойкость эпоксидных композитов при действии УФ-облучения. Установлено, что предложенные стабилизаторы эффективны и могут использоваться в качестве антиоксидантов, повышающих стойкость эпоксидных композитов к действию УФ-облучения.

О.Н. ШЕВЕРДЯЕВ, В.Н. КРЫНКИНА, И.Ю. КОСЬКИН, Г.Г. ЧЕРНИК, Н.В. ШЕВЕРДЯЕВА

Свойства битумно-полимерных материалов с высокодисперсными кремнеземсодержащими минеральными наполнителями 72

Исследовано влияние высокодисперсных порошков минеральных наполнителей шунгит и термин на свойства битумно-полимерных рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов и установлено улучшение важных эксплуатационных свойств материалов.

Р.М. АЛОЯН, М.Е. ЛЕБЕДЕВ, Н.В. ВИНОГРАДОВА

Моделирование теплового состояния материала при протекании в нем экзотермической реакции 74

Предложена ячеечная математическая модель теплопроводности в материале с внутренними источниками теплоты, вызванными экзотермической реакцией, которая позволяет прогнозировать распределение температуры и концентрации реагирующего вещества в слое материала.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ® №10

приложение к научно-техническому журналу «Строительные Материалы» №9-2007 г.

ВНИМАНИЕ!

Подписка на журнал «Строительные материалы» с приложением «Строительные материалы: наука» осуществляется по индексам:

70886 каталог «Пресса России»

79809 каталог агентства «Роспечать»

СОДЕРЖАНИЕ

- Алексей Романович Шуляченко** 2
И.Ю. ЕВСТИФЕЕВА
- Структура и свойства коррозионно-стойких серных композитов на аппретированном наполнителе** 5
Представлены результаты исследования структуры и свойств коррозионно-стойких серных композитов на аппретированном наполнителе. Показано, что аппретирование поверхности химически активного наполнителя позволяет значительно повысить эксплуатационные свойства серных композиционных материалов.
- С.А. ДЕРГУНОВ
- Проектирование составов сухих строительных смесей общестроительного назначения** 9
Изложена комплексная методика проектирования составов сухих строительных смесей общестроительного назначения, включающая семь этапов. Методика проектирования апробирована для разработки рецептур на местной сырьевой базе. Правомочность и эффективность предлагаемой методики подтверждена экспериментальными исследованиями.
- Р.В. ЛЕСОВИК
- Использование техногенных песков для производства мелкозернистых бетонов** 13
Приведены оценка потенциала техногенных песков России, концепция их использования в производстве мелкозернистых бетонов. Предложен критерий определения качества техногенных песков, равный отношению прочности при сжатии мелкозернистого бетона на техногенном песке к прочности при сжатии такого же бетона на вольском песке. Ускоренная оценка может осуществляться на основании определения отношения цементопотребности техногенного песка к цементопотребности вольского песка.
- Ю.А. БЕЛЕНЦОВ
- Армодемпфирующие добавки в бетоны и растворы** 16
Приведен анализ существующих способов повышения прочности бетонов и растворов введением армирующих добавок или демпферов. Показано, что одновременное введение армирующих и демпфирующих добавок позволяет повысить прочность раствора при растяжении и изгибе в большей степени, по сравнению с отдельным введением добавок. В качестве армирующих элементов наиболее целесообразно дисперсное армирование фиброй, в качестве демпфирующей добавки – дробленый керамзит.
- М.В. ЛУХАНИН
- Использование методов механохимии для получения огнестойкой муллитовой керамики на основе силикатов и алюмосиликатов** 18
Исследована возможность синтеза огнестойкой керамики (преимущественно муллитовой) с использованием метода механохимической активации составляющих на планетарных мельницах конструкции института химии твердого тела и механохимии СО РАН (ИХТТИМ СО РАН). Доказано, что для получения муллитов и муллито-корундовой керамики путем предварительной механической активации и последующей термической обработки смесей на основе каолина могут быть использованы самые различные отходы производства, в т. ч. алюминия, глиноземного, абразивного, карбида кремния и др., а также может быть снижена на 200–300°C температура отжига (1200°C вместо 1400–1500). При этом решаются одновременно проблемы экологии, ресурсо- и энергосбережения.
- В.Н. МОРГУН
- Особенности эволюции ПАВ в пенобетонных смесях** 20
На основе анализа свойств пен в зависимости от концентрации ПАВ в воде показано, что учет соотношений между скоростью формирования упругих связей в пенобетонных смесях и скоростью повышения концентрации ПАВ в жидкой фазе позволит повысить качество затвердевших пенобетонов.
- И.А. СТАРОВОЙТОВА
- Перспективы использования органоминеральных связующих в строительных материалах** 22
Изучены гибридные связующие на основе органических и неорганических олигомеров. Показано, что изменяя природу изоцианатов и силикатов, можно получить материалы со свойствами, изменяющимися в широком диапазоне. На основе разработанных связующих созданы строительные материалы различного назначения.

Не забудьте оформить подписку своевременно!

Телефон: (926) 833-48-13, (495) 976-06-16 Тел./факс: (495) 976-22-08, E-mail: mail@rifsm.ru www.rifsm.ru

Р
Ж
К
У
Р
Н



Стратегия успеха ульяновских строителей

В рейтинге регионов Приволжского федерального округа по итогам I полугодия 2007 г. Ульяновская область заняла первое место по вводу в строй нового жилья. Прошлый, 2006 год тоже стал для строительной отрасли региона рекордным: по его итогам область завоевала неоспоримое лидерство по темпам роста объемов работ в строительной отрасли.

В чем секрет успеха?

Об этом журналу «Строительные материалы» рассказывает губернатор – председатель правительства Ульяновской области Сергей Иванович МОРОЗОВ.

«СМ»: Сергей Иванович, каким образом регион достиг значительных успехов в строительной отрасли?

С.И. Морозов: Наверное, при взгляде со стороны на депрессивную в недавнем прошлом область многие искренне удивляются. Но для тех, кто знал ситуацию не понаслышке, кто работал в регионе в тяжелые перестроечные времена, успех был вполне ожидаемым.

Строительная отрасль Ульяновской области в советский период была одной из самых сильных в Поволжье. В то время интенсивно развивалась промышленность, население Ульяновска неуклонно росло. Например, в 1988 г. было построено 951,4 тыс. м² жилья. По известным причинам с начала 90-х гг. прошлого века промышленное производство и строительство стали резко сокращаться. Падение ввода жилья продолжалось вплоть до 2004 г., когда было построено всего 157,2 тыс. м². Но строительный комплекс все же сохранил свой потенциал и структуру. Это – первая составляющая нашего успеха.

С развитием положительных тенденций в экономике страны ульяновская стройиндустрия приступила к своему привычному делу – строительству и реконструкции домов, промышленных объектов, объектов транспортной инфраструктуры. Сегодня мы строим жилье, заводские корпуса, птицефермы, инженерные сети, завершаем долгострой. Наиболее яркий пример завершения еще советского долгостроя – ускорение строительства нового мостового перехода через Волгу. Новый мост призван соединить правобережную и левобережную части

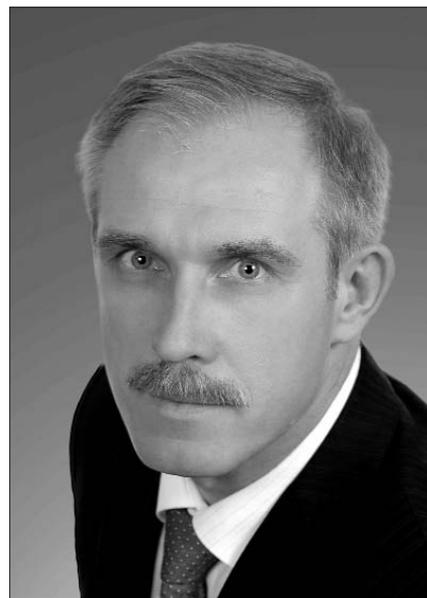
Ульяновска, разгрузив старый волжский мост, а также стать частью большого евразийского транспортного коридора.

После завершения строительства общая длина мостового перехода составит 12,98 км, в том числе непосредственно моста – 5,85 км, он станет одним из самых крупных в Европе: здесь будет открыто четырехполосное движение автотранспорта по верхнему ярусу, по нижнему ярусу – движение рельсового транспорта (трамвая). Введение первой очереди мостового перехода позволит приступить к реализации крупного инфраструктурного проекта под названием «Волжский транзит». Проект предполагает строительство новой федеральной трассы, которая соединит центр России с Уралом, Сибирью и Дальним Востоком. Кроме того, в рамках проекта планируется построить

объездные дороги вокруг Ульяновска и Димитровграда.

Общая стоимость строительства мостового перехода составляет около 9,7 млрд р. В текущем году на строительство будет выделено более 3,5 млрд р., из них к настоящему времени освоено около 2 млрд р.

Отмечу, что на строительстве моста компанией «Волгомост» (Группа «СОК») применена новая технология, которая позволит в три раза сократить время установки пролетов. Ранее секции моста в Ульяновске устанавливались у левого берега, где высота опор составляет не более 11 м. У правого берега опоры возвышаются над Волгой до 60 м. Специалисты «Волгомоста» разработали и применили новую систему для монтажа пролетного строения и технологию гидромодулей французской компании Freyssinet.



**Производство основных видов продукции
промышленности строительных материалов в Ульяновской области**

Наименование продукции	Планируемые объемы производства на 2007 г.	Произведено в натуральном выражении		
		2005 г.	2006 г.	
		Фактически произведено	Фактически произведено	Общая проектная мощность производства
Цемент, млн т	1,94	1,22	1,61	2,44
Известь строительная, тыс. т		5,4	6,9	
Производство мягких кровельных и гидроизоляционных материалов (линокром, бикрост), млн м ²	33	31,3	32,22	36,5
Шифер, млн шт. усл. плиток	120	108,7	106,7	120
Асбестоцементные трубы, усл. км	350	109,2	258,9	350
Пористые заполнители, тыс. м ³		57,1	92	
Кирпич строительный, млн шт. усл. кирпича	242,2	175,9	191,2	300
Вата минеральная и изделия из нее, тыс. м ³	320	116,9	280,7	360
Линолеум поливинилхлоридный рулонный на тепловоздухоизолирующей подоснове, млн м ²	14,36	11	12,38	15
Нерудные материалы (щебень), тыс. м ³	56,5	–	56,47	56,5

«СМ»: Но, вероятно, не все объясняется наследием прошлого?

С.И. Морозов: Разумеется сохраненный потенциал – это основа. В последние годы была проведена активная работа по повышению инвестиционной привлекательности нашего региона. Существенными преимуществами являются богатые природные ресурсы, развитая промышленная и транспортная инфраструктура. Правительство Ульяновской области обеспечивает инвесторам лояльные условия. Однако если для ульяновских бизнесменов положительные изменения были очевидны, то с иногородними и зарубежными инвесторами пришлось работать значительно интенсивнее. Были использованы такие современные методы, как участие в международных выставках, семинарах, двусторонние встречи, визиты... Это принесло свои плоды. Год назад у нас был открыт гипермаркет международного концерна «Metro Cash & Carry», силами чешских инвесторов возводится завод тарного стекла «Скlostрой», осуществляются другие проекты с участием иностранного капитала.

В настоящее время в Ульяновской области успешно работают 59 крупных и средних предприятий промышленности строительных материалов, в том числе два завода

КПД, пять заводов ЖБИ и 873 строительные организации, в том числе 791 (90,6%) малая, что на 18,1% больше, чем в 2005 г. Объем подрядных работ в 2006 г. составил 10,25 млрд р., что выше уровня 2005 г. на 72,2%. По сравнению с 2005 г. отряд строителей увеличился на 17% и достиг в 2006 г. 17,33 тыс. человек. Среднемесячная начисленная заработная плата работникам, занятым в строительстве в 2006 г., составила 9016 р., что выше среднеобластной на 26%.

В 2006 г. введено жилья 340 тыс. м², что на 16,1% больше, чем в 2005 г., и составляет 0,25 м² на одного жителя области.

По соглашению с Министерством регионального развития РФ по Ульяновской области в 2007 г. планируется построить 395,3 тыс. м² жилья, в том числе индивидуальными застройщиками 172,3 тыс. м². За I полугодие 2007 г. введено 185,5 тыс. м² общей площади жилых домов (в 2,4 раза больше, чем в январе–июне 2006 г.), из них 121,5 тыс. м² построено населением за счет собственных и заемных средств.

Средняя рыночная стоимость 1 м² жилья в 2006 г. составила 16219,4 р., во II квартале 2007 г. – 24689 р.

На 2008 г. правительство Ульяновской области ставит задачу не

снижать темпы роста строительства и ввести 450 тыс. м².

Наиболее крупные заказчики-застройщики в сфере жилищного строительства в области: ООО «КПД-1», ООО «КПД-2», ФСК «Жилстройинвест», ООО «Река», МУП «Стройзаказчик», ООО «ДУС».

«СМ»: Учитывая основную тематику журнала «Строительные материалы», расскажите, пожалуйста, подробнее о промышленности строительных материалов и стройиндустрии.

С.И. Морозов: В настоящее время в Ульяновской области производится широкий спектр строительных материалов. Это цемент, шифер, изделия КПД и ЖБИ, мягкие кровельные материалы, теплоизоляционные материалы, линолеум, сухие строительные смеси, керамзит и др. (см. таблицу). Однако некоторые виды материалов приходится завозить из других регионов – керамический облицовочный кирпич, оконное стекло, щебень, металлопрокат, сухие строительные смеси специального назначения.

Это положение нас, разумеется, не устраивает, и мы продолжаем вести работу по привлечению инвесторов в производство стройматериалов.

В результате реконструкции на ООО «Ульяновский комбинат строительных материалов» будет введено в действие производство облицованного керамического кирпича мощностью 30 млн. шт. условного кирпича в год. Завершается строительство кирпичного завода «Вешкаймский», который будет производить керамический кирпич в объеме 30 млн шт. усл. кирпича в год. Его открытие намечено на конец 2007 г.

Как и в других регионах России, в Ульяновской области активно развивается подотрасль производства сухих строительных смесей. Развитая инфраструктура строительства привлекла в регион немецкую компанию «Henkel Bautechnik». ООО «Хенкель Баутехник», намерено построить здесь завод строительных смесей Ceresit мощностью 200 тыс. т в год. Продукция Ceresit создавалась с использованием передовых технологий на основе многолетнего научно-исследовательского и практического опыта и полностью отвечает современным требованиям. Высокое качество материалов подтверждено российскими и международными сертификатами, а также независимыми экспертами. Строительство завода в Ульяновской области планируется завершить в 2008 г. Объем инвестиций в данный проект составит 210 млн р., новые рабочие места получат 200 человек.

В 2008 г. также будет введен еще один завод по производству сухих строительных смесей мощностью 50 тыс. т в год.

К 2010 г. планируется построить завод листового стекла (инвестор ООО «Промтехинвест»), металлургический завод (инвестор ООО «УГМК-Холдинг»).

Однако наши природные ресурсы позволяют на этом не останавливаться. Ведь Ульяновская область располагает большими запасами полезных ископаемых – сырья для производства строительных материалов. Разведано 150 месторождений глины.

По запасам диатомитов Ульяновская область занимает одно из ведущих мест в России. Разведанные запасы составляют 55 млн м³, что составляет 23% от общероссийских ресурсов. На территории области работает и успешно развивается завод по производству теплоизоляционного кирпича ООО «Диатомит-инвест».

Разведанные в области запасы мела составляют 390 млн т.

Основным производителем цемента на территории Ульяновской области является ОАО «Ульяновскцемент», входящее в холдинг «ЕВРО-ЦЕМЕНТГРУП». Инвестиционная программа ОАО «Ульяновскцемент» предусматривает реконструкцию производства, внедрение новых технологий, а также комплекс экологических мероприятий. В результате реализации инвестиционной программы в 2006 г. объем производства «Ульяновскцемента» составил более 1,4 млн т, а в 2009 г. планируется увеличение выпуска цемента до 2,5 млн т.

Производство цемента мы будем наращивать и дальше. По согласованию с собственниками холдинга «Мордовцемент» на 2007–2010 гг. намечена реконструкция Сенгилеевского цементного завода, работающего на сегодняшний день только на нужды шиферного производства ООО «Ульяновскшифер», и запуск производства цемента объемом 1 млн т в год. Привлечение нового крупного игрока на цементный рынок области позволит строительным организациям избежать зависимости от одного монополиста, создаст условия для появления здоровой конкуренции и будет способствовать улучшению качества продукции и снижению цены на цемент.

В Ульяновской области находятся месторождения кварцевых песков, являющихся крупнейшей в России сырьевой базой для стекольного производства в Самарской, Саратовской, Кемеровской, Челябинской областях. Как я уже упомина-

л, к 2010 г. правительством области планируется запустить собственный стекольный завод.

В настоящее время в области активно развивается массовая малоэтажная застройка, что послужило развитию промышленного малоэтажного домостроения. В 2006 г. введена линия по производству несъемной опалубки из пенополистирола ЗАО «Газнефтесервис» мощностью 36 тыс. м³ в год; ООО «Дофа» запущена линия по сборке деревянных домов из оцилиндрованного бревна, в IV квартале 2007 г. планируется открытие цеха полного сборного каркасного деревянного домостроения компанией ООО «Симбирские окна» общей производительностью 30 тыс. м².

На предприятиях строительного комплекса внедряются новые энерго- и ресурсосберегающие технологии. Например, на ООО «КПД-2» был открыт цех по производству нестандартных железобетонных изделий, закуплено финское оборудование фирмы «Бевако», производятся трехслойные стеновые панели полной заводской готовности, что позволяет минимизировать затраты труда на строительной площадке.

«СМ»: Как влияет развитие строительного комплекса на другие отрасли экономики области?

С.И. Морозов: Я бы сказал, что именно строительство в Ульяновской области становится локомотивом развития региональной экономики. Ведь рубль, вложенный в жилищное строительство, дает возможность развивать до 20 тысяч направлений так называемых комплементарных отраслей. Это стройматериалы, обустройство, отделка, мебель и т. д. Это достаточно большой пласт рабочих мест. И потенциал ульяновских строителей достаточно высокий, на некоторых бывших предприятиях КПД уже произведено изменение технологии производства изделий домостроения. Производство стало менее ресурсоемким, менее энергоемким. Ушли от конвейерного производства сборного железобетона к стендовому. Это позволяет существенно удешевить производство, расширить номенклатуру изделий.

«СМ»: Насколько успехи ульяновских строителей доступны для основной части населения? Реально ли для граждан приобрести жилье в собственность?

С.И. Морозов: Темпы строительства, конечно, не могут не радовать руководство региона. Но рядового гражданина интересует прежде всего жилье. Причем реально доступное.



С целью расширения возможностей населения по приобретению жилья в Ульяновской области активно развивается ипотека. Создано и действует ОАО «Ульяновская областная корпорация ипотеки и строительства», которое развивает новые виды ипотечного кредитования. В I полугодии 2007 г. выдано ипотечных жилищных кредитов на сумму 677,5 млн р. Мы рады, что Сберегательный банк на территории области реализует программу «Жилищный кредит». По данной программе кредиты выдаются на приобретение жилья, обеспечением возвратности кредитов служит не только залог приобретаемого жилья, но и гарантии поручителей. За I полугодие 2007 г. таким образом выдано кредитов на сумму 596,8 млн р.

Все это – слагаемые нашего успеха. Сохранение костяка строительного комплекса. Активный поиск инвесторов. Максимальное использование природных ресурсов. Внедрение новых прогрессивных технологий при строительстве новых предприятий и реконструкции действующих. Развитие ипотечного кредитования, адресных социальных программ для различных групп населения.

Мы хотим, чтобы люди жили лучше не в светлом будущем, а как можно скорее.

«СМ»: Большое спасибо, Сергей Иванович, за беседу. Процветания Ульяновской области, а Вам успехов и поддержки всех начинаний со стороны ульяновцев.

С.И. Морозов: Со своей стороны желаю журналу «Строительные материалы» дельных авторов и внимательных читателей.

Беседовал
Алексей Юханов

А.Д. ШИЛЬЦИНА, д-р техн. наук, В.И. ВЕРЕЩАГИН, д-р техн. наук, Томский политехнический университет; Ю.В. СЕЛИВАНОВ, канд. техн. наук, Н.Н. КОРОЛЬКОВА, инженер, Хакасский технический институт, филиал Сибирского федерального университета (г. Абакан, Республика Хакассия)

Выбор компонентов керамических масс с учетом фазово-минерального состава и термофизических характеристик

В современных условиях расширяется применение разнородного и грубозернистого сырья, таких видов, как золы, шлаки, отсевы обогащения горных пород, в массах для изготовления строительной керамики. Обычно эти виды сырья используются в смеси с глинами и глиносодержащими породами, которые являются связкой между частицами и зёрнами непластичных компонентов, образуя оболочки вокруг них [1, 2]. Цель работы – выбор вида непластичных компонентов керамических масс и допустимых размеров их зёрен.

Химический состав пластичного и непластичного сырья приведен в табл. 1.

При изготовлении масс в качестве грубозернистых компонентов применяли непластичные виды сырья. В качестве связующего вещества между зёрнами использовали глины и легкоплавкие связки из смеси глин (размер частиц менее 0,14 мм) со стеклобоем (размер частиц менее 0,063 мм) в количестве 20–50%.

Кварц-серицит-хлоритовые сланцы образовались из глин, прошедших стадию метатенеза [3], в процессе которого глинистые минералы превратились в слюдоподобные образования. В результате порода не размокает в воде, не дает усадки и не проявляет плавнеобразующего эффекта при обжиге до 1100°C, то есть до температуры обжига строительной керамики. Основные минералы сланцев – серицит и хлорит, примесные – кварц, анортит, гидромусковит, кальцит, доломит. При обжиге кварц-серицит-хлоритовые сланцы претерпевают фазовые превращения с формированием муллитоподобной фазы и анортита. Сланцы легко переводятся в зернистое состояние путем дроб-

ления породы или щебневидных отходов, получаемых при ее разработке.

Сорский кварц-полевошпатовый песок представляет собой рыхлую (сыпучую) смесь, состоящую из зёрен кварца (30–40%) и полевого шпата (60–70%) плотной стекловидной структуры. Сорский кварц-полевошпатовый песок проявляет заметный плавнеобразующий эффект при температурах выше 1000°C. При обжиге кварц-полевошпатового песка усиливается кристаллизация анортита, упрочняющего керамический черепок.

Высококальциевый шлак имеет зернистое строение, сложен стеклофазой (80–90%) ферроалюмосиликатного состава с примесью кристаллофазы из минералов кварца, тридимита и волластонита, повышающих прочность и морозостойкость керамики, не дает усадки при обжиге до 1100°C.

Высококальциевая зола сухого отбора из бункеров форкамеры ТЭЦ содержит 2,94% CaO_{св} (3ф), зола из бункеров 2-го и 3-го полей электрофильтров (3п2 и 3п3) содержит 8,1–9,3% CaO_{св}. Фазовый состав представлен кварцем, муллитоподобной фазой, полевыми шпатами, гематитом, магнетитом, ангидритом, пирротином, кальцитом, оксидом кальция, силикатами и алюминатами кальция (C₂A, C₃A₃, β-C₂S, α-C₂S, α-C₃S₂).

Глины обладают высокими пластическими (число пластичности 13–20 для арриллитов, 19–25 для глин) и связующими свойствами, предполагающими возможность обеспечения достаточной прочности сырца. Образование анортита и муллитоподобной фазы при обжиге глин и вскрышных пород предопределяет воз-

Таблица 1

Наименование сырья	Содержание оксидов, мас. %								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	ППП
Глина подсиненская	53,32	14,65	0,34	6	8,19	2,69	0,11	0,11	13,21
Глина белоярская	58,04	12,16	0,2	7,89	5,86	3,98	0,44	0,26	11,24
Глина изыхская	61,26	16,45	0,31	4,76	4,82	1,41	0,43	0,32	9,18
Кварц-серицит-хлоритовый сланец	45,28	19,04	0,62	8,73	13,3	3,52	0,45	0,34	8,54
Сорский кварц-полевошпатовый песок	62,05	15,94	0,58	4,18	4,72	2,01	4,27	3,85	2,39
Зола (смесь) ТЭЦ	50,98	6,36	0,52	7,71	27,14	3,76	0,4	0,36	1,89
Шлак ТЭЦ	50,69	8,09	–	8,94	27,51	3,5	0,27	0,2	0,8
Стеклобой	67,4	5,81	–	1,76	7,21	3,38	12,73	2	–

Таблица 2

Материал зерна и связки	Характеристики		
	$E \cdot 10^{-4}$, МПа	$\alpha \cdot 10^6$ на 1°C в интервале t ($0-1000^\circ\text{C}$)	Модуль основности
Кварц	0,87	11	–
Полевой шпат	0,69	7,6	–
Сорский кварц-полевошпатовый песок*	0,743	8,62	0,315
Кварц-серицит-хлоритовый сланец	0,5	6,5	0,57
Шлак	0,6	6,9	0,76
Зола**	0,58	6,7	0,77
Связка на основе глины изыской	0,41	5,3	0,22
Связка из смеси глины изыской со стеклобоем (50%)	0,7	7,3	0,31

* Характеристики материала: зерна кварц-полевошпатового песка рассчитаны по принципу аддитивности при содержании кварца – 30 %, полевого шпата – 70 %.
 ** Характеристики материала: зерна золы рассчитаны также по этому принципу исходя из ее полиминерального состава.

возможность формирования высокой прочности связки между зёрнами в керамике из грубозернистых масс.

Приведенные характеристики сырья показывают, что при формировании структуры керамики из смеси того или иного грубозернистого непластичного компонента с глинами или легкоплавкими связками на их основе материал зерна может быть мономинерального (кварц, полевой шпат, кварц) и полиминерального (зола, кварц-серицит-хлоритовый сланец) состава. Причем материалы зерна и связки будут отличаться модулями основности, коэффициентами термического расширения и модулями упругости (табл. 2).

Определение максимальных размеров зерен непластичных компонентов, с которыми их использовали в композициях с глинами или легкоплавкими связками на их основе, проводили расчетным методом, применяя формулу Кингери для трехмерных структур:

$$\sigma_{\text{общ}} = \frac{1}{3} \cdot \frac{(V_1 E_1 / (1 - \mu_1)) \cdot (V_2 E_2 / (1 - \mu_2))}{(V_1 E_1 / (1 - \mu_1)) + (V_2 E_2 / (1 - \mu_2))} \cdot \Delta\alpha \cdot \Delta T \cdot d,$$

где $\sigma_{\text{общ}}$ – напряжение в контактном слое, МПа; E_1 и E_2 – модули упругости материалов зерна и связки соответственно, МПа; μ_1 и μ_2 – коэффициенты Пуассона контактирующих фаз; V_1 и V_2 – объемные доли контактирующих фаз; $\Delta\alpha$ – разность коэффициентов термического расширения фаз, $^\circ\text{C}^{-1}$; ΔT – температурный интервал, в котором возникают напряжения, $^\circ\text{C}$; d – размер зерен, мм.

При расчетах коэффициенты Пуассона приняли для всех компонентов керамики одинаковыми и равными 0,2 [1]. Объемную долю грубозернистого компонента приняли равной 0,6, а связки (глины или ее смеси со стеклобоем) – 0,4. Как установлено экспериментальными исследованиями, начиная именно с таких соотношений, происходит активное спекание грубозернистых композиций при наименьших усадочных напряжениях, не препятствующих формированию бездефектной керамики [4, 5]. Температурный интервал приняли равным 650°C при использовании в качестве связки смеси глин со стеклобоем и 900°C при связке из глин. В этих интервалах температур для стекол и глин еще не развиваются пластические деформации, следовательно, отсутствует релаксация напряжений [6]. При расчетах использовали средние значения модулей упругости и коэффициентов термического расширения (табл. 2), рассчитанные по значениям этих показателей для известных минералов (кварц), пород (сиенит) [7] или материалов (грубая керамика, шмот, шлаковое стекло), близких по минеральному составу к материалам зерна и связки. При определении модулей упругости материалов зерна и связки, кроме того, использовали известные зависимости модулей упругости от температуры плавления и степени дефективности материала [8].

При определении коэффициентов термического расширения компонентов керамики кроме значений этого показателя для известных материалов принимали во внимание значения коэффициентов термического расширения, рассчитанные по методу Аппена [1]. Известно, что при высоких температурах коэффициенты термического расширения увеличиваются, приближаясь к коэффициентам термического расширения стекол аналогичного состава.

Отношение развивающихся на границах зерен термических напряжений к прочности (при сжатии или растяжении в зависимости от характера развивающихся напряжений) материалов связки и зерна (рис. 1) повлияло на выбор максимальных размеров зерен кварца (0,5–1,25 мм), полевых шпатов (1,25–3 мм), кварцсерицит-хлоритовых сланцев (1,25–3 мм) и шлака (3–5 мм) для их применения в композициях с глинами. Предпо-

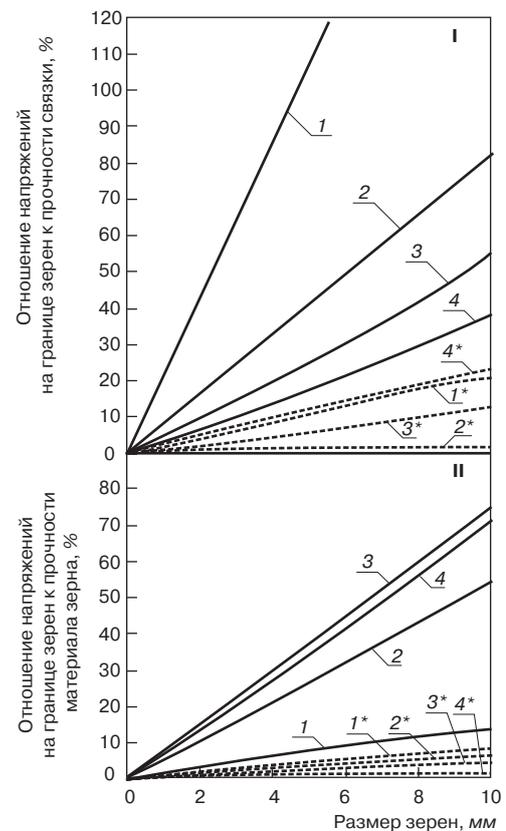


Рис. 1. Зависимость размера зерен от отношения напряжений на границе зерен к прочности материалов связки (I) и зерна (II). Материал зерна: 1 – кварц; 2 – полевой шпат; 3 – высококальциевый шлак; 4 – кварц-серицит-хлоритовый сланец. Материал связки: — – продукты обжига глины; ---- – продукты обжига смеси глины со стеклобоем; * – соотношения напряжений от прочности при растяжении

Таблица 3

Массовые доли компонентов, %		$T_{обжиг}$, °C	Свойства			Область применения
Глина	Непластичный компонент		W , %	$R_{сж}$, МПа	Мрз., циклы	
Изыхская (75–90)	Кварц-серицит-хлоритовый сланец (10–25)	1070	13,1–13,7	41–54	48	Лицевой кирпич
Изыхская (40)	Кварц-серицит-хлоритовый сланец (60)	1100	14,3	55	>50	
Подсиненская, белоярская, изыхская (35–90)	Сланец (10–65)	950–1000	14,2–16,9	25,8–55,3	26–50	Высокопрочный и морозостойкий кирпич, декоративный кирпич
Белоярская, изыхская (50–70)	Зф (30–50)	950–1000	16,3–17,9	19,7–28,3	24–39	Высокопрочный и морозостойкий кирпич
Изыхская (60–65)	Зф(25) + Зп3(10) или ЗФ(30) + Зп2(10)	950–1000	17,7–18,1	22,1–24,8	26–29	Высокопрочный и морозостойкий кирпич
Изыхская (50)	Зф (50)	950–1000	17,6–17,9	19,7–20,1	20–24	Рядовой кирпич и декоративный
Изыхская (70)	ЗШС из шлакозольной зоны (30)	980	16,9	19,7	47	Высокопрочный и морозостойкий кирпич
Изыхская (40)	Шлак (60)	1100	17,9	58	>50	
Изыхская (40)	Кварц-полевошпатовый песок (60)	1100	11,9	30	>50	
Белоярская, изыхская (60)	Кварц-полевошпатовый песок (30) + стеклобой (10)	950–1050	5,4–8,1	$R_{изг} = 24,4–27,8$	>50	Черепица
Изыхская (15–25)	Кварц-полевошпатовый песок или высококальциевый шлак (50–70) + стеклобой (15–25)	1090–1150	0,2–13,8	190–290	>50	Лицевой кирпич, плитка керамическая
Изыхская (20)	Кварц-полевошпатовый песок (60) + стеклобой (20)	1100	9,4	210	>50	Лицевой кирпич, клинкерный кирпич, плитка тротуарная
Изыхская (20)	Шлак (60) + стеклобой (20)	1100	2,6	290	>50	
Изыхская (20)	Кварц-серицит-хлоритовый сланец (60) + стеклобой (20)	1100	3,4	260	>50	

лагалось, что отношение напряжений на границах зерен к прочности 10–30% являются безопасными для получения прочной керамики. В керамике же со связками из смеси глины и стеклобоя выбранные размеры зерен всех компонентов обеспечивают безнапряженное состояние.

Для экспериментальной проверки расчетов исследовали спекание и свойства образцов из грубозернистых масс. Спекание композиций глины с непластичными компонентами исследовали на образцах-цилиндрах диаметром и высотой 25 мм, изготовленных по технологии полусухого прессования (содержание непластичных компонентов 10–90%) и технологии пластического формования (количество непластичных компонентов 40% и менее). Для оценки свойств керамики готовили образцы – цилиндры диаметром и высотой 50 мм и уменьшенные модели-кирпичи размерами 125×65×25мм, составляющие 1/8 часть керамического кирпича. При изготовлении образцов кварц-серицит-хлоритовые сланцы, шлак и золошлаковую смесь измельчали до прохождения через сито с определенным размером ячейки. Золы, максимальный размер зерен в которых не превышает 0,63 мм, использовали как готовые компоненты, применяя их отдельно или смешивая 2–3 вида. Сорский кварц-полевошпатовый песок с максимальным размером зерен 0,63–1,25 мм также применяли без дополнительного измельчения (табл. 3).

Из композиций непластичных компонентов в количествах 10–70% с зернами выбранных максимальных размеров на глинистых и легкоплавких связках получены керамические материалы с высокой прочностью и морозостойкостью. Это подтверждает принятое предположение, что величины напряжений на границах зерен, составляющие 10–30% от прочности материала зерен и связки между ними, являются не критическими для получения прочной керамики. На образцах из композиций глины с золошлаковой смесью и с сорским кварц-полевошпатовым песком, содержащими соответственно зерна шлака, полевого шпата и кварца, на границах которых развиваются такие напряжения, отсутствуют сколы, а образцы после обжига имеют прочность при сжатии 19,7–54 МПа и морозостойкость 35–50 циклов и более.

На рис. 2 представлена зависимость изменения максимальных размеров зерен от относительной разности значений модулей упругости $\Delta E_{омн}$ и коэффициентов термического расширения $\Delta \alpha_{омн}$ материалов зерна и связки между ними:

$$\Delta E_{омн} = \frac{E_z - E_{св}}{E_{св}}, \quad \Delta \alpha_{омн} = \frac{\alpha_z - \alpha_{св}}{\alpha_{св}},$$

где E_z , $E_{св}$, α_z , $\alpha_{св}$ – модули упругости и коэффициенты термического расширения материалов зерна и связки соответственно.

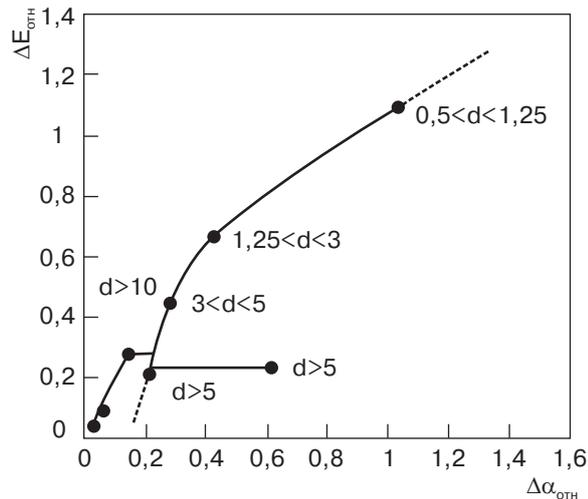


Рис. 2. Изменение максимального размера зерен в зависимости от относительной разности значений модулей упругости и коэффициентов термического расширения материалов зерна и связки

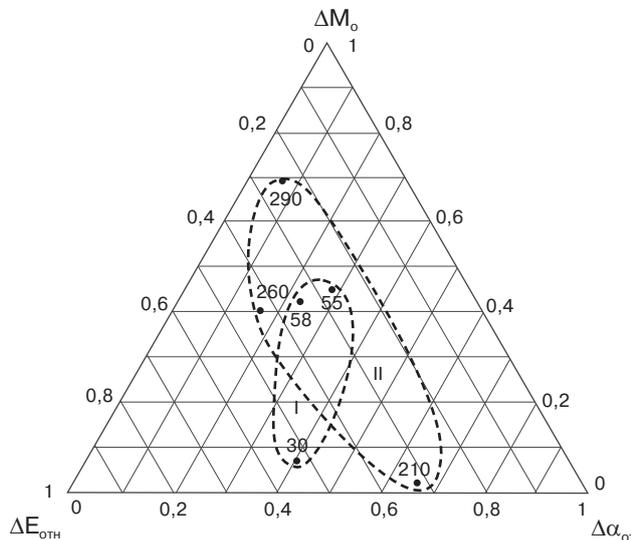


Рис. 3. Диаграмма зависимости прочности при сжатии (30, 55, 58, 210, 260, 290 МПа) керамики из композиций с грубозернистыми компонентами от относительной разности значений модулей упругости, коэффициентов термического расширения и модулей основности материалов зерна и связки

На основании экспериментальных результатов (свойства керамики из композиций с содержанием 60% грубозернистого компонента и 40% связки из глины изыской со стеклобоя, обожженной при температуре 1100°C) разработана диаграмма прочности керамики (рис. 3). Прочность керамики увеличивается тем больше, чем меньше относительная разность коэффициентов термического расширения и модулей упругости материалов зерна и связки и чем выше разность их модулей основности. Такая зависимость является характерной как для керамики из композиций грубозернистых компонентов с глинами (область I), так и для керамики из композиций грубозернистых компонентов со связками из смеси глин и стеклобоя (область II). Только при наличии плавня в материале связки эффект проявления модулей основности материалов зерна и связки при меньшей их разности усиливается многократно (прочность при сжатии керамики при наличии плавня в связке 290 МПа вместо 58 МПа при его отсутствии и 210 МПа вместо 30 МПа). Это связано со снижением напряжений на границах зерен за счет сближения коэффициентов

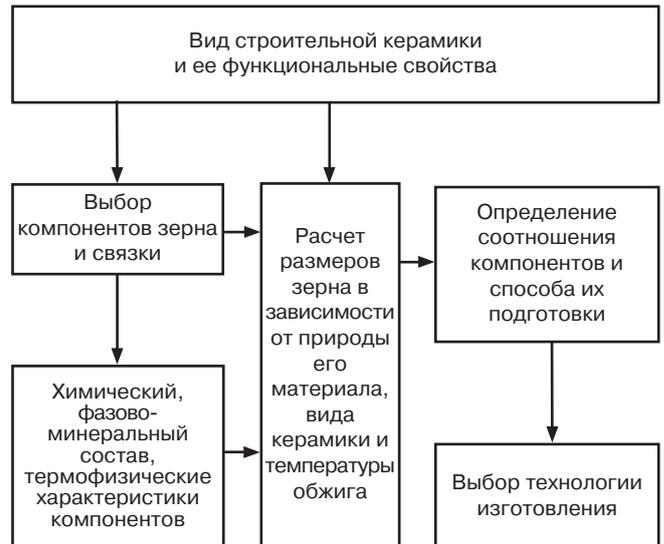


Рис. 4. Схема моделирования составов керамических строительных материалов из грубозернистых масс

термического расширения и модулей упругости материалов зерна и связки и с активизацией процессов жидкофазового спекания керамики при наличии плавня в материале связки. Прогнозируемая прочность керамики находится по правилу треугольника с интерполяцией к наиболее близкому значению. Для практического применения правила треугольника необходимо сумму рассчитанных значений ΔM_0 , $\Delta E_{отн}$, $\Delta \alpha_{отн}$ для компонентов керамики привести к 1.

По схеме на рис. 4, включающей исходные данные для выбора компонентов зерна и связки по критериям их химического и фазово-минерального состава, оцениваемые интегрально по разности модулей основности и по термофизическим характеристикам, можно проводить моделирование составов керамических материалов разного назначения с требуемыми функциональными свойствами при вовлечении в производство керамики новых видов природного и техногенного сырья.

Список литературы

1. Будников П.П., Балкевич В.Л., Бережной А.С. и др. Химическая технология керамики и огнеупоров. М.: Стройиздат. 1972. 552 с.
2. Боженков П.И., Глибина И.В., Григорьев Б.А. Строительная керамика из побочных продуктов промышленности. М.: Стройиздат. 1986. 136 с.
3. Котельников Д.Д., Конюхов А.И. Глинистые минералы осадочных пород. М.: Недра. 1986. 247 с.
4. Шильцина А.Д., Селиванов В.М. Строительная керамика на основе глин и непластичного природного и техногенного сырья Хакасии // Промышленность строит. материалов. Сер. 5. Керамическая промышленность: Аналит. обзор. М.: ВНИИЭСМ. 2002. 75 с.
5. Шильцина А.Д., Селиванов В.М. Стеновые керамические материалы с использованием высококальциевых зол канско-ачинских углей // Изв. вузов. Строительство. 1997. № 11. С. 52–55.
6. Бутт Ю.М., Дудеров Г.Н., Матвеев М.А. Общая технология силикатов. М.: Стройиздат. 1976. 600 с.
7. Чаповский Е.Г. Инженерная геология: Основы инженерно-геологического изучения горных пород. М.: Высшая школа. 1975. 296 с.
8. Кингери У.Д. Введение в керамику. М.: Стройиздат. 1967. 499 с.

Л.Н. ТАЦКИ, канд. техн. наук, Е.В. МАШКИНА, инженер,
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин);
Г.И. СТОРОЖЕНКО, д-р техн. наук, ген. директор ООО «НПП Баскей» (Новосибирск)

Двухстадийная активация сырья в технологии стеновой керамики

Для многих регионов Российской Федерации отсутствие запасов качественного глинистого сырья для производства керамического кирпича приводит к необходимости ввоза последнего из других областей. Стоимость перевозки готового кирпича на расстояние свыше 200 км практически равна его цене, что в итоге приводит к росту стоимости жилья. В 2005 г. в Новосибирскую область было завезено столько кирпича, сколько было выпущено заводами области. Такая ситуация обусловлена тем, что кирпичные заводы Новосибирской области выпускают в основном кирпич марок 75–100. Причинами низкого качества продукции являются изношенность технологического оборудования и отсутствие запасов качественного сырья. Сырьевой базой местных предприятий являются лессовидные суглинки с низким, менее 15–20 об. % содержанием глинистых частиц и высоким – пылеватых фракций, умеренно пластичные, высокочувствительные к сушке, с высоким содержанием карбонатных включений.

В связи с этим разработка новых технологий производства керамического кирпича на основе лессовидных суглинков, отвечающего по качеству потребностям современного рынка, является по-прежнему актуальной задачей.

Технологические свойства большинства месторождений глинистого сырья Новосибирской области обуславливают выбор технологии полусухого прессования (низкая карьерная влажность и т. д.) для производства керамического кирпича. В пользу этого свидетельствуют также результаты исследований российских ученых, установивших, что с точки зрения эксплуатации изделий стеновой керамики в кладке зданий кирпич полусухого прессования более предпочтителен, чем кирпич пластического формования [1]. Поэтому количество кирпичных заводов, работающих по полусухой технологии, в Новосибирской области постепенно растет, тем более

что с точки зрения экономии энергетических ресурсов данная технология является более выгодной.

Однако существующие традиционные способы переработки глинистого сырья на заводах полусухого прессования с использованием общепринятых методов массоподготовки, сушильных барабанов и дезинтеграторов не позволяют эффективно использовать сырье с низким содержанием глинистых частиц. Новые технологические способы массоподготовки [2] с предварительной грануляцией на шнековом прессе для умеренно пластичного сырья с низкой карьерной влажностью также не могут быть использованы без предварительного увлажнения, что в результате приведет к росту затрат энергии на сушку.

Для мало- и умеренно пластичных лессовидных суглинков с высоким содержанием карбонатных включений разработана технология полусухого прессования керамичес-

кого кирпича с использованием на стадии массоподготовки механо-термической активации в измельчительно-сушильном агрегате (ИСА) (рис. 1) [3]. Опыт работы заводов показал высокую эффективность способа, который позволяет существенно изменить технологические свойства сырья, устранить вредное влияние карбонатных включений и получать кирпич марок 100–125.

В статье изложены результаты исследований развития данного способа производства, в частности использования небольшого количества тонкодисперсного материала, образующегося на последней ступени пылеулавливания при механоактивации. Поскольку окончательная очистка отходящего теплоносителя на некоторых заводах осуществляется мокрым способом (вихревой скруббер), было принято решение использовать образующийся при этом шликер для увлажнения пресс-порошка.

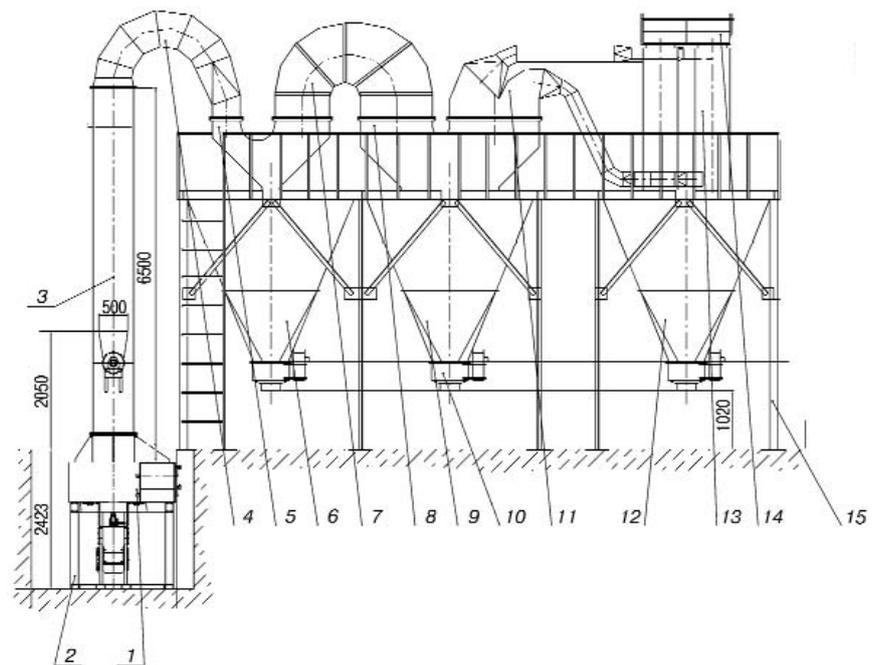


Рис. 1. Измельчительно-сушильный агрегат: 1 – активационная камера; 2 – опорная рама; 3 – сушильная камера; 4 – переходник; 5 – пылеулавливатель инерционный I ступени; 6, 9, 12 – бункеры; 7 – короб соединительный; 8 – пылеулавливатель инерционный II ступени; 10 – питатель; 11 – коллектор; 13 – циклон ВЗП; 14 – короб отводящий; 15 – стойка бункеров

Состав	Состав шихты по сухой массе, %		Содержание шликера, мл/кг сухой шихты		Влажность пресс-порошка, %	Общая линейная усадка, %	Средняя плотность изделий, г/см ³	Предел прочности при сжатии, МПа	Водопоглощение, мас. %
	Суглинок		неактивированный	активированный					
	неактивированный	активированный							
1	100	–	–	–	10,1	0,9	1,84	20,8	15,6
2	–	100	–	–	8,8	0,8	1,86	28	15,3
3	–	100	150	–	12,4	0,9	1,83	28,3	15,7
4	–	100	–	200	10,8	0,8	1,86	35,6	15,1

Таким образом, *основная технологическая идея* двухстадийной активации глинистого сырья заключается в использовании механотермической активации на стадии массоподготовки для получения тонкодисперсного активированного порошка и ударно-волновой активации на стадии приготовления шликера [3, 4].

Объектом исследований являлись суглинки Барышевского месторождения – типичные представители кирпичного сырья Западно-Сибирского региона. Механотермическая активация суглинка осуществлялась на опытно-промышленной измельчительно-сепарационной установке (рис. 1), в которой одновременно производится сушка, помол, активация и классификация сырья, причем окончательная очистка теплоносителя происходит в рукавном фильтре. После механотермической активации 69 мас. % порошка имеют размер частиц $-0,1+0,06$ мм, 23 мас. % – менее 0,06 мм.

Шликер готовился из активированного сырья, получаемого на последней ступени пылеулавливания в жидкостном смесителе с сиреной роторного типа (роторный аппарат модуляции потоков РАМП инженера Звездина). Принцип действия аппарата заключается в том, что обрабатываемый шликер подвергается механическому, акустическому и гидродинамическому воздействиям, в результате чего происходит разрушение глинистых частиц до размеров 0,05–0,1 мкм (рис. 2).

Для определения эффективности двухстадийной активации сырья сравнение результатов проводилось с изделиями, отформованными по технологии полусухого прессования из неактивированного сырья.

При близких значениях влажности неактивированного (65%) и активированного шликера (75%) вязкость последнего выше на 45%, что можно объяснить увеличением удельной поверхности частиц в результате их обработки в РАМП. Достигнутая после трех циклов активации вязкость шликера обеспечивает возможность его перекачки насоса-

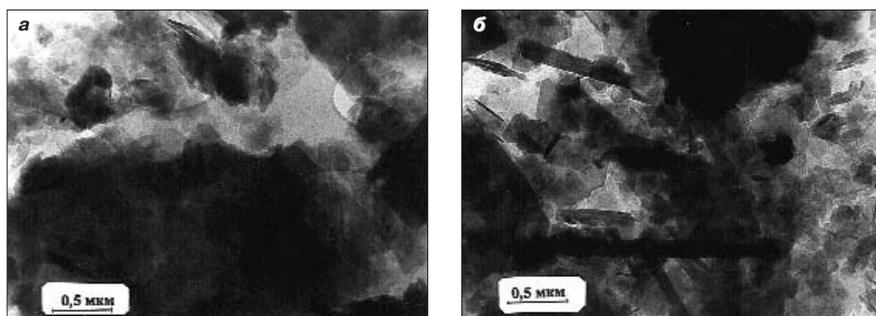


Рис. 2. Микрофотографии шликера: а – до активации; б – после двух циклов активации

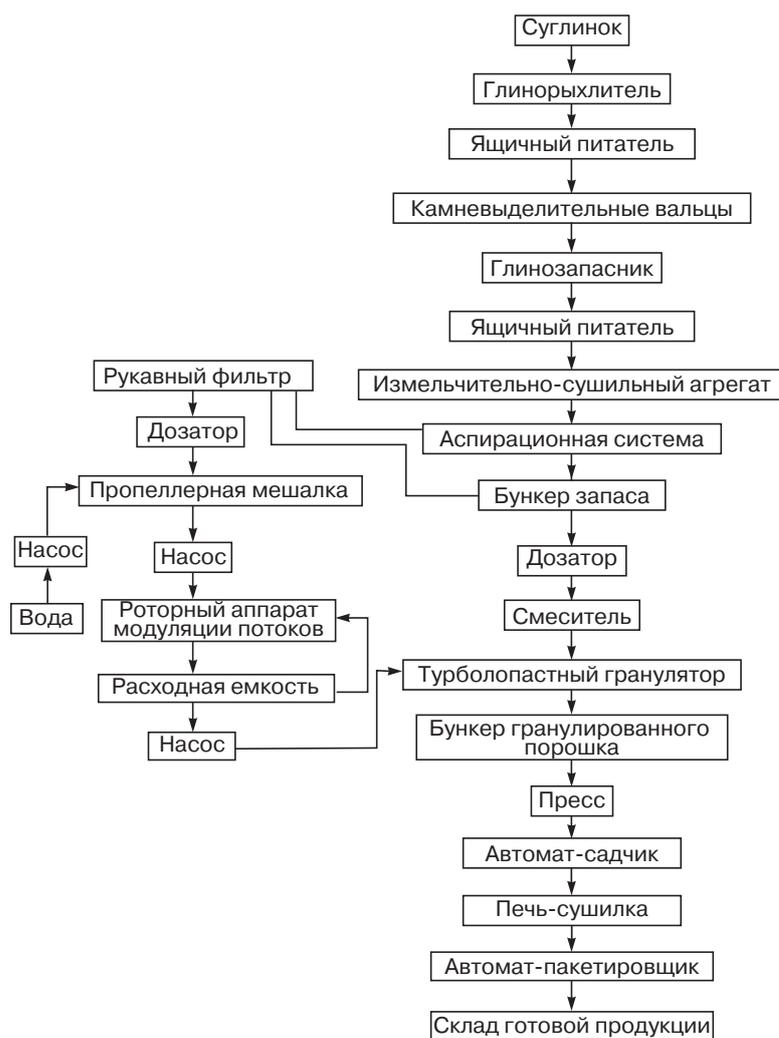


Рис. 3. Технологическая схема подготовки сырьевой смеси

ми. Увеличение вязкости активированной суспензии дает возможность вводить ее в шихту в большем количестве при сохранении заданной влажности пресс-порошка.

В таблице приведены результаты, подтверждающие эффективность 2-стадийной активации.

Механотермическая активация повышает предел прочности при сжатии образцов полусухого прессования на 35% (составы 1 и 2). Введение в активированный суглинок неактивированного шликера практически не повлияло на прочность черепка, что отчасти может быть связано с различной влажностью пресс-порошков. Водопоглощение черепка составов 1–3 колеблется в узких пределах (15,3–15,7%).

Наибольший эффект достигается при использовании предлагаемого авторами способа подготовки сырьевой смеси. Он заключается в механотермической активации суглинка, приготовлении шликера 50%-й влажности из фракции, осевшей в рукавном фильтре ИСА, активации шликера ударно-волновым способом, введении его в шихту и грануляции пресс-порошка.

Обогащение активированного суглинка шликером (состав 4) позволило получить образцы с максимальным пределом прочности при сжатии – 35,6 МПа.

Возможное максимальное содержание в шихте активированного шликера лимитируется оптимальной влажностью пресс-порошка. При содержании в шихте 8% сухого вещества, вводимого со шликером, методом математического планирования эксперимента определены оптимальные технологические параметры: влажность пресс-порошка 10%, давление прессования 25 МПа, температура обжига 1000°C.

На рис. 3 представлена рекомендуемая технологическая схема подготовки сырьевой смеси на основе двухстадийной активации сырья. Она может быть реализована как на вновь строящихся заводах, так и на заводах, уже использующих механотермическую активацию, путем организации участка подготовки активированного шликера. Обязательной технологической операцией должна быть грануляция пресс-порошка перед прессованием [4]. Использование агломерационных процессов в технологии получения пресс-порошка позволяет решить проблему экономии сырья, неравноплотности сырца, качества готовых изделий и экологии производства. Практический опыт показывает, что гранулированные порошки обладают большей сыпучестью (угол естественного откоса 25–30), лучшей формуемостью (коэффициент сжимаемости больше 2), не слеживаются в бункерах.

Таким образом, опыт работы с лесовидными суглинками, являющимися самым распространенным видом нерудного сырья в Новосибирской области при производстве керамического кирпича, показывает возможность получения высококачественных изделий при использовании новых технологических решений при массоподготовке и формовании изделий.

Список литературы

1. *Тарасевич Б.П.* Новые технологии производства керамического кирпича // Строит. материалы. 1992. № 5. С. 18–19.
2. *Кондратенко В.А., Пешков В.Н., Следнев Д.В.* Современная технология и оборудование для производства керамического кирпича полусухого прессования // Строит. материалы. 2003. № 2. С. 18–19.
3. *Кузубов В.А., Стороженко Г.И., Болдырев Г.В., Завадский В.Ф.* Технический анализ работы кирпичных заводов полусухого прессования с сухой массоподготовкой // Изв. вузов. Строительство. 1995. № 9. С. 120–123.
4. *Паничев А.Ю., Прибатурин Н.А., Паничева Г.Г.* Физические аспекты ударно-волнового воздействия при дезинтеграции глинистых пород // Строит. материалы. 2005. № 3 / Наука. № 5. С. 16–17.



СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО
СКБ СТРОЙПРИБОР
ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Лицензия Госстандарта РФ на изготовление средств измерений №000110-ИР
Приборы сертифицированы, имеют энергонезависимую память, режим связи с ПК.

PGM-100 / PGM-500 / PGM-1000

Прессы испытательные гидравлические малогабаритные на 100, 500 и 1000 кН. Снабжены электрическим приводом (сеть 220 В, 50 Гц) и тензометрическим силоизмерителем. Диапазон нагрузок 1...100 / 5...500 / 10...1000 кН



POS-30(50)MG4 "Отрыв"

Измерители прочности бетона методом отрыва со скалыванием по ГОСТ 22690.
Диапазон.....5...100 МПа
Максимальное усилие вырыва анкера:
POS-30MG4.....29,4 кН (3000 кгс)
POS-50MG4.....49,0 кН (5000 кгс)



ИПС-MG4.03

Измеритель прочности бетона, раствора методом ударного импульса по ГОСТ 22690. Расширенный режим измерений с возможностью выбора вида заполнителя, возраста и условий твердения бетона.
Диапазон измерения прочности.....3...100 Мпа



PCO-MG4

Измерители прочности сцепления защитных и облицовочных покрытий с основанием по ГОСТ 28089, ГОСТ 28574, а также усилия вырыва анкерных болтов и тарельчатых дюбелей.
Максимальное усилие отрыва:
PCO-2.5MG4.....2,45 кН (250 кгс)
PCO-5MG4.....4,9 кН (500 кгс)
PCO-10MG4.....9,80 кН (1000 кгс)



POS-50MG4 "Скол"

Измерители прочности бетона методами скалывания ребра и отрыва со скалыванием по ГОСТ 22690.
Диапазон:
методом скалывания ребра.....10...70 МПа
методом отрыва со скалыванием.....5...100 МПа



Влагомер-MG4У

Измеритель влажности древесины, бетона, сыпучих по ГОСТ 16588 и ГОСТ 21718. Может комплектоваться зондовым преобразователем.
Диапазон измерения влажности.....1...60%



POS-2MG4П

Измеритель прочности ячеистых бетонов методом вырыва спирального анкера. Предусмотрена возможность корректировки результатов испытаний в зависимости от влажности бетона.
Диапазон.....0,5...8 МПа



ИПА-MG4

Измеритель защитного слоя бетона, расположения и диаметра арматуры железобетонных конструкций магнитным методом по ГОСТ 22904.
Диапазон измерения
Защитного слоя.....3...150 мм
При диаметре стержней.....3...40 мм



ИТП-MG4 «100/250»

Измерители теплопроводности и термического сопротивления материалов при стационарном режиме По ГОСТ 7076 и методом теплового зонда по ГОСТ 30256.
Диапазон.....0,02...1,5 Вт/м·К



Измерители теплопроводности, плотности тепловых потоков, параметров вибрации, влажности стройматериалов. Термометры, гигрометры, анемометры, пиromетры, толщинометры, твердомеры, дефектоскопы, лазерные дальнометры.

тел./факс в Челябинске: (351) 790-16-85, 790-16-13
796-64-13, 796-64-14
в Москве: (495) 964-95-63, 220-38-58

454084, г. Челябинск, ул. Калинина 11-г, а/я 8538
E-mail: stroypribor@chel.surnet.ru <http://www.stroypribor.ru>

РЕКЛАМА

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ®

научно-технический и производственный журнал

сентябрь 2007

13

С.В. ФЕДОСОВ, член-корр. РААСН, д-р техн. наук,
В.Е. МИЗОНОВ, Н.Н. ЕЛИН, доктора техн. наук, С.В. ХАВЕР, инженер,
Ивановский государственный архитектурно-строительный университет

Моделирование тепловых процессов в регенеративных утилизаторах теплоты уходящих газов промышленных печей

Повышение эффективности производства строительных материалов – крупных потребителей тепловой энергии может быть достигнуто путем утилизации их вторичных энергоресурсов. Чаще всего наибольшие потери теплоты происходят с уходящими газами промышленных печей. Например, в вертикальных печах для обжига сырья температура уходящих газов может достигать 500°C, а в печах периодического типа для обжига огнеупоров – 700–800°C. Поэтому необходимы специальные утилизаторы теплоты, среди которых важную роль могут играть регенеративные теплообменники, более компактные по сравнению с рекуперативными. Это преимущество регенераторов позволяет минимизировать затраты на включение их в существующие технологические схемы.

Вместе с тем традиционный расчет этих теплообменников [1] не всегда позволяет достоверно прогнозировать их тепловые параметры. В значительной степени это связано с упрощенными методами расчета нагрева и охлаждения насадки регенератора – массивного тела, циклически накапливающего теплоту от горячего печного газа и отдающего ее нагреваемому воздуху. Целью настоящей статьи является описание математической модели прогрева и охлаждения насадки, более адекватно учитывающей происходящие в ней тепловые процессы.

Расчетная схема процесса показана на рис. 1а. В силу периодичности объект моделирования включает в себя половину канала для прохода газа и половину элемента насадки. Рассматривается плоская модель процесса.

Считая течение газа одномерным, а распространение теплоты в насадке двумерным, для моделируемого процесса можно записать следующую систему уравнений:

– для потока газа: уравнения энергии, неразрывности, граничное и начальное условия:

$$c_g \rho_g \frac{\partial t_g}{\partial \tau} = - \frac{\partial}{\partial y} (c_g \rho_g V_g t_g) - \alpha (t_g - t_s(0, y)); \quad (1)$$

$$\rho_g V_g h = G_g; \quad (2)$$

$$t_g(0, \tau) = t_{gin}, \quad t_g(y, 0) = t_{g0}(y); \quad (3)$$

– для насадки: уравнение теплопроводности с крайними и начальными условиями:

$$\frac{\partial t_s}{\partial \tau} = \frac{\lambda_s}{c_s \rho_s} \left(\frac{\partial^2 t_s}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t_s}{\partial y^2} \right) + \frac{\alpha (t_g(y, \tau) - t_s(0, y, \tau))}{c_s \rho_s}; \quad (4)$$

$$\frac{\partial t_s}{\partial \tau} \Big|_{y=0, L} = 0, \quad \frac{\partial t_s}{\partial x} \Big|_{x=N} = 0, \quad t_s(x, y, 0) = t_{s0}(x, y), \quad (5)$$

где $t_g = t_g(y, \tau)$ – одномерное распределение температуры газа, $t_s = t_s(x, y, \tau)$ – двумерное распределение температуры в насадке; V_g и G_g – скорость газа и его расход соответственно; c и ρ – удельная теплоемкость и плотность, индекс s относится к насадке, g – к газу; λ_s – теплопроводность материала насадки; α – коэффициент теплоотдачи.

Температура газа на входе t_{gin} и его теплофизические свойства меняются при переходе от цикла нагрева насадки (печной газ) к циклу ее охлаждения (воздух). Поскольку объектом моделирования являются установившиеся циклы нагрева и охлаждения, начальные условия для уравнений (1) и (4) необходимы только для начала вычислений. Аналитическое решение двух систем уравнений для газа и насадки, сопряженных условиями теплообмена на границе насадки, невозможно. Вместе с тем именно это решение определяет подбор рациональной конструкции и режима регенеративного теплообменника, обеспечивающих эффективность использования теплоты уходящих газов. Ниже предлагается ячеечная модель (рис. 1б) этого процесса, обеспечивающая его численное моделирование на базе простого и универсального матричного алгоритма. Стратегия применения ячеечных моделей к описанию процессов теплоемассопереноса описана в работах [2–4 и др.]. Однако применительно к рассматриваемому случаю построение модели имеет определенную специфику, которая и будет рассмотрена ниже.

Канал потока газа разбит на одномерную цепь одинаковых ячеек длиной Δy . Их число $n = L/\Delta y$, а порядковый номер определяется целочисленным аргументом i .

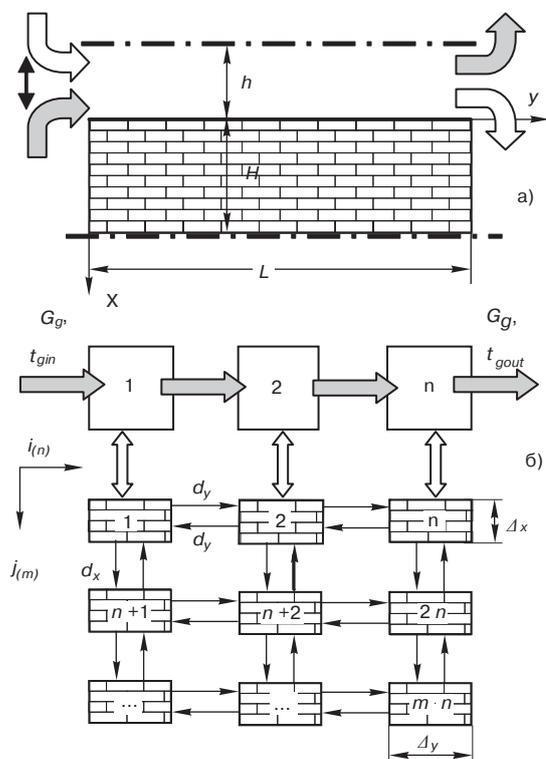


Рис. 1. Расчетная схема процесса (а) и его ячеечная модель (б)

Насадка разбита на двумерную цепь ячеек длиной Δy в направлении движения газа и шириной Δx в перпендикулярном направлении, где их число составляет $m = H/\Delta x$, а порядковый номер определяется целочисленной координатой j . Таким образом, размер цепи ячеек, моделирующих насадку, составляет $n \times m$.

Тепловое состояние системы и теплофизические свойства сред в ячейках могут быть представлены векторами-строками. Для газа эти векторы имеют вид $\mathbf{Q}_g = \{Q_{gi}\}$, $\mathbf{T}_g = \{T_{gi}\}$, $\mathbf{m}_g = \{m_{gi}\}$ и т. д., где $i=1,2,\dots,n$ и размер всех векторов равен $1 \times n$. Для насадки эти векторы имеют размер $m \times n$; в них строки ячеек (рис. 1) расположены последовательно друг за другом. Например, вектор температур в насадке имеет вид:

$$\mathbf{T}_s = \{T_{s1} T_{s2} \dots T_{sn} T_{sn+1} \dots T_{s2n} \dots T_{smn}\}. \quad (6)$$

Пусть в некоторый момент времени τ_k тепловое состояние характеризуется набором распределений \mathbf{Q}_g^k , \mathbf{Q}_s^k , \mathbf{T}_g^k , \mathbf{T}_s^k и т. д. Спустя малый промежуток времени $\Delta \tau$, за который возможен переход массы и теплоты только в соседние ячейки и не далее, k -е распределение перейдет в $(k+1)$ -е. При таком представлении время также становится целочисленным аргументом k – номером перехода (реальные моменты времени рассчитываются как $\tau_k = k \Delta \tau$).

Уравнения баланса массы и теплоты за один переход могут быть описаны следующими матричными соотношениями:

$$\mathbf{m}_g^{k+1} = (\mathbf{m}_g^k + \mathbf{m}_{gf}^k) \cdot \mathbf{M}_g, \quad (7)$$

$$\mathbf{Q}_g^{k+1} = (\mathbf{Q}_g^k + \mathbf{Q}_{gf}^k - \Delta \mathbf{Q}^k) \cdot \mathbf{M}_g, \quad (8)$$

$$\mathbf{Q}_s^{k+1} = (\mathbf{Q}_s^k + \Delta \mathbf{Q}^k) \cdot \mathbf{M}_s, \quad (9)$$

где

$$\mathbf{m}_{gf}^k = \{G_g h \Delta \tau \ 0 \ 0 \ \dots \ 0\} - \quad (10)$$

вектор источника массы в цепи для газа, определяемый его подачей в первую ячейку;

$$\mathbf{Q}_{gf}^k = \{G_g h c_{g1} t_{gin} \Delta \tau \ 0 \ 0 \ \dots \ 0\} - \quad (11)$$

вектор источника теплоты в цепи для газа, подаваемой вместе с газом в первую ячейку;

$$\Delta \mathbf{Q}^k = (\boldsymbol{\alpha}^k \cdot (\mathbf{t}_g^k - \mathbf{t}_s^k(1:n))) \Delta y \Delta \tau - \quad (12)$$

количество теплоты, передаваемое за один переход от газа к насадке, где $\boldsymbol{\alpha}^k$ – вектор коэффициентов теплоотдачи; символ « \cdot » означает поэлементное умножение векторов.

Необходимые для расчета теплоотдачи в ячейках температуры рассчитываются по формулам:

$$\mathbf{t}_g^{k+1} = \mathbf{Q}_g^{k+1} / (c_g^{k+1} \cdot \rho_g^{k+1}); \quad (13)$$

$$\mathbf{t}_s^{k+1}(1:n) = \mathbf{Q}_s^{k+1}(1:n) / (c_s^{k+1} \cdot \rho_s^{k+1}), \quad (14)$$

где вектор $\mathbf{t}_s(1:n)$ выделяет из полного вектора \mathbf{t}_s строку ячеек насадки, примыкающую к газу; символ « $/$ » означает поэлементное деление векторов.

Основными операторами модели являются переходные матрицы \mathbf{M}_g и \mathbf{M}_s . Поскольку в потоке газа продольный перенос теплоты осуществляется собственно газом, переходные матрицы для теплоты и массы в цепи для газа одинаковы и имеют следующий вид [2]:

$$\mathbf{M}_g = \begin{bmatrix} 1-v_1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ v_2 & 1-v_2 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & v_3 & 1-v_3 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1-v_{n-1} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & v_n & 1-v_n \end{bmatrix}, \quad (15)$$

где

$$v_i = \frac{G_g \Delta \tau}{\rho_{gi} h \Delta y} - \quad (16)$$

доля массы газа в ячейке, покидающей ее за один переход. В соответствии с определением v_i не может быть больше единицы, что накладывает ограничение на выбор $\Delta \tau$.

Структура переходной матрицы для насадки, моделируемой двумерной цепью ячеек, подробно описана в работе [3]. Это квадратная матрица размером $(mn) \times (mn)$, где каждая строка принадлежит к ячейке в соответствии с ее номером. В этой строке в столбце с номером ячейки, куда переходит теплота, следует разместить величину d – долю переносимой туда теплоты, которая рассчитывается по формулам:

$$d_y = \frac{\lambda_s \Delta \tau}{c_s \rho_s \Delta y^2}, \quad (17)$$

если переход осуществляется вдоль строк, и

$$d_x = \frac{\lambda_s \Delta \tau}{c_s \rho_s \Delta x^2}, \quad (18)$$

если переход осуществляется вдоль столбцов.

Если представить насадку сеткой 3×3 ячеек (рис. 1), то эта матрица будет иметь вид:

$$\mathbf{M}_s = \begin{bmatrix} M_{11} & d_y & 0 & d_x & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ d_y & M_{22} & d_y & 0 & d_x & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & d_y & M_{33} & 0 & 0 & d_x & 0 & 0 & 0 \\ d_x & 0 & 0 & M_{44} & d_y & 0 & d_x & 0 & 0 \\ 0 & d_x & 0 & d_y & M_{55} & d_y & 0 & d_x & 0 \\ 0 & 0 & d_x & 0 & d_y & M_{66} & 0 & 0 & d_x \\ 0 & 0 & 0 & d_x & 0 & 0 & M_{77} & d_y & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & d_x & 0 & d_y & M_{88} & d_y \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & d_x & 0 & d_y & M_{99} \end{bmatrix}, \quad (19)$$

где диагональные элементы M_{ii} рассчитываются как разность между единицей и суммой остальных элементов в строке.

Уравнения (6)–(19) представляют собой полную математическую модель теплового взаимодействия газа с насадкой. Ниже приведены результаты численных экспери-

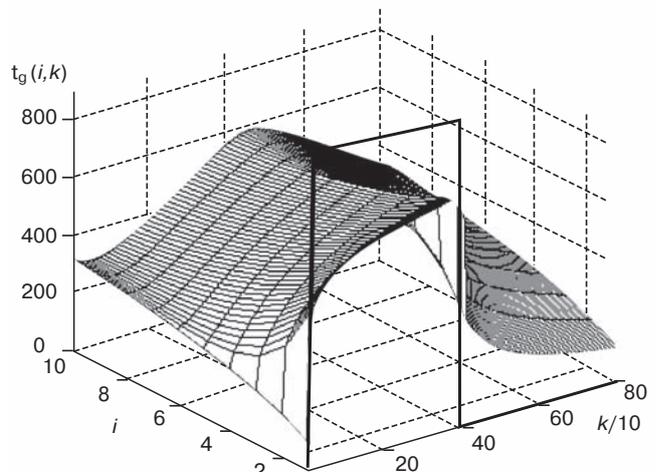


Рис. 2. Изменение распределения температуры газа вдоль насадки в установившемся цикле работы ($m=1, n=10$; жирная линия – температура газа на входе)

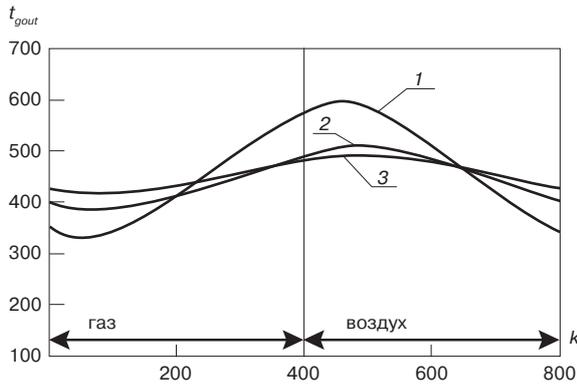


Рис. 3. Влияние толщины насадки на изменение температуры газа на выходе в установившемся цикле работы ($n=10$; $c_s=1$; $d_x=d_y=0,2$): 1 - $m=1$; 2 - $m=2$; 3 - $m=3$

ментов, которые не претендуют на полный расчет регенератора, а только демонстрируют влияние параметров газа и насадки на характер циклов их нагрева и охлаждения. Цикл работы регенератора состоит из N_1 временных переходов, в течение которых в канал газа подается горячий газ (его температура принята 900°C), нагревающий насадку, и N_2 переходов, в течение которых подается холодный газ (его температура принята 0°C), нагреваемый насадкой. Цикл считается установившимся, когда распределения температуры в насадке в начале цикла ее нагрева и в конце цикла ее охлаждения совпадают.

На рис. 2 показана эволюция температуры газа за установившийся цикл работы, состоящий из 800 переходов, когда в течение первых 400 переходов подается горячий газ, например печные газы, а вторых – холодный, например воздух. Расчет выполнен для термически тонкой насадки ($m=1$), содержащей 10 ячеек по длине. В конечном счете технологический интерес представляет изменение температуры газа на выходе, которая в данном примере (рис. 3, кривая 1) возрастает от 300 до 600°C у греющего газа за цикл нагрева насадки и убывает от 600 до 300°C у нагреваемого газа за цикл охлаждения насадки.

Рис. 3 иллюстрирует влияние толщины насадки на это изменение температуры в цикле. При толщине $m > 1$ уже учитывается поперечная теплопроводность материала, то есть насадка прогревается по ширине неравномерно. Увеличение толщины приводит к заметному выравниванию температуры газа в цикле, что является положительным фактором, если, например, подогреваемый газ (воздух) подается для сжигания топлива в печи.

На рис. 4 показано влияние теплофизических свойств материала насадки на температуру газов на выходе. Жирные линии соответствуют различным теплоемкостям материала насадки, которая убывает от кри-

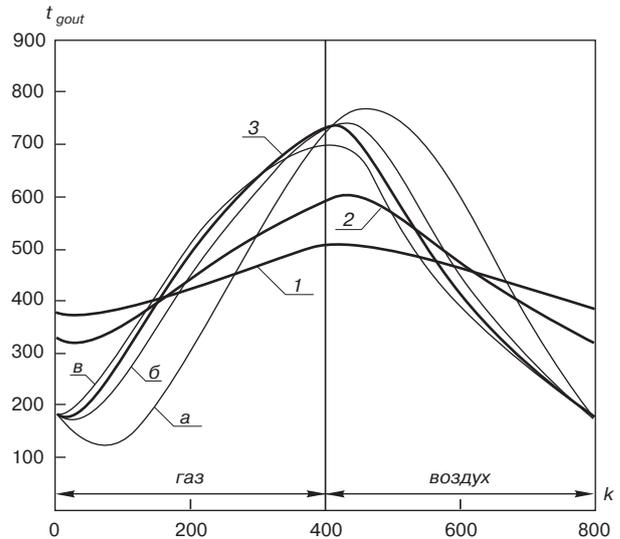


Рис. 4. Влияние теплофизических свойств насадки на изменение температуры газа на выходе в установившемся цикле работы ($m=1$, $n=10$): 1 - $c_s=2$; 2 - $c_s=1$; 3 - $c_s=0,5$ при $d_y=0,2$; а - $d_y=0$; б - $d_y=0,1$; в - $d_y=0,4$; при $c_s=0,5$

вой 1 к кривой 3. Очевидно, что рост теплоемкости повышает равномерность температуры в цикле. Тонкие линии соответствуют разной теплопроводности материала (в данном случае только продольной, так как в поперечном направлении насадка считается термически тонкой). С ростом теплопроводности также происходит выравнивание температур в цикле, хотя и не столь значительное, как из-за теплоемкости.

Предложенная модель легко алгоритмируется, причем алгоритм является открытым и допускает подключение подмоделей, не описанных в статье, например лучистого теплообмена, тепловых потерь в окружающую среду и т. д. На ее основе может быть выполнен расчет и оптимизация регенеративного теплообменника.

Список литературы

1. А.И. Леонтьев, Исаев С.И., Кожин И.А. и др. Теория теплообмена. М.: Высшая школа. 1979. 495 с.
2. Berthiaux H., Mizonov V., Zhukov V. Application of the theory of Markov chains to model different processes in particle technology // Powder Technology. 157. 2005. Pp. 128–137.
3. Наумов В.Л., Волынский В.Ю., Зайцев В.А. и др. Состояние вопроса и перспективы математического моделирования термической обработки керамических изделий в обжиговых печах. Иваново: Иван. гос. хим.-технол. ун-т. 2005. 56 с.
4. Федосов С.В., Мизонов В.Е., Иванов А.Б., Тихонов О.В.

специальная литература

Дайджест «Керамические строительные материалы»

Содержит более 70 статей, опубликованных в журнале «Строительные материалы»® в 1996–2002 гг.

«Практикум по технологии керамики»

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

В пособии 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.



По вопросам приобретения обращайтесь в редакцию журнала «Строительные материалы»®
Тел: (495) 976-22-08, 124-32-96, (926) 833-48-13 E-mail: mail@rifsm.ru www.rifsm.ru



Как работает оборудование фирмы CERIC на заводе Wienerberger во Франции

смогут оценить участники делегации российских руководителей и специалистов предприятий керамической промышленности и редакции журнала «Строительные материалы»[®], которая отправится во Францию 4-10 ноября 2007 г.

Выставка Batimat является крупнейшим специализированным выставочным мероприятием, которое почти 50 лет один раз в два года собирает производителей материалов и оборудования, разработчиков технологий и программного обеспечения в области строительства. Все новинки, в том числе и для производства строительных материалов, неизменно бывают представлены на Batimat. О том, что это крупнейшая европейская строительная выставка, говорят следующие цифры. Площадь предыдущей выставки, состоявшейся в 2005 г., составила более 128 тыс. м²; в ней приняли участие около 2700 компаний и 442,5 тыс. посетителей.

Благодаря тесному сотрудничеству редакции журнала «Строительные материалы» и руководства фирмы CERIC российские коллеги имеют редкую возможность в рамках поездки на выставку посетить завод Wienerberger, на котором работает оборудование фирмы CERIC, центр испытаний и исследований Нолэ (С.Е.Р.Н.) и специализированное подразделение фирмы, занимающееся автоматизированными системами перемещения и упаковки – CERIC Automation. Руководители и предприниматели смогут воочию убедиться в преимуществах предлагаемых фирмой решений, учитывая, что отечественная керамическая промышленность находится на подъеме, ведется строительство новых предприятий, реконструируются действующие.

Годовая производительность завода Винербергер, находящегося в Пон-де-Во, 100 млн шт. усл. кирпича НФ. На оборудовании фирмы CERIC предприятие производит поризованные керамические камни различного формата.

Murbric R20 – 60% производства	Biomur R37 – 10% производства	Biomur R30/37 – 30% производства

Собственная исследовательская лаборатория CERIC (в настоящее время С.Е.Р.Н. – центр испытаний и исследований Нолэ) была создана в 1996 г. Она оснащена самым современным оборудованием, которое воссоздает условия сушки и обжига, идентичные заводским. Технологические инновации фирмы рождаются именно здесь.

Филиал фирмы CERIC Automation специализируется на разработке и производстве автоматизированных систем перемещения и упаковки (автоматика и робототехника), информационных систем наблюдения завода. Благодаря владению методами автоматического перемещения и робототехники CERIC расширил свое предложение для всех профессиональных областей, которым необходима автоматизация и компьютеризация производства.

В настоящее время компания CERIC стала крупнейшим поставщиком роботов во всех областях, связанных с автоматизацией.

Подробную информацию о выставке Batimat и посещении предприятий CERIC читайте в №12–2007 г. журнала «Строительные материалы»[®].

Динамика успеха

Фирма CERIC – крупнейшее в мире промышленное предприятие, специализирующееся на изготовлении оборудования для производства керамических строительных материалов – кирпича, камней, крупноформатных поризованных блоков, черепицы и др.

СЕРИК выпускает на своих заводах в Европе всю гамму комплектного технологического оборудования и средств автоматизации – оборудование массоподготовки и формовки, автоматического перемещения изделий, сушилки и печи, робототехнику и системы информационного наблюдения, оборудование для упаковки готовых изделий.

В России **СЕРИК** с 1982 года. За это время мы построили «под ключ», поставили комплектное оборудование и модернизировали несколько десятков предприятий стройиндустрии.

Представительство **СЕРИК** в Москве оказывает помощь в подготовке технико-экономического обоснования проекта, проводит анализы сырья и дает заключение по его качеству, подготавливает чертежи и техническую документацию, получает сертификаты ГОСТ Р на поставляемое оборудование и разрешения Росгортехнадзора на газовое оборудование. Специалисты фирмы **СЕРИК** осуществляют контроль за монтажными и пусконаладочными работами, оказывают содействие при заказе и изготовлении нестандартного оборудования.

Фирма **СЕРИК** не просто поставщик высококлассного оборудования, а верный и надежный партнер. **СЕРИК** осуществляет регулярные консультации специалистов, подбор необходимых запасных частей и обучает специалистов на производстве как в России, так и в Европе.

Фирма **СЕРИК** имеет в России прекрасно оснащенное техническое бюро. Наши специалисты помогут решить любой вопрос, связанный с технологией действующего производства, экспертной оценкой предприятия, разработкой концептуального решения – от полной технологической линии до отдельного узла.

**Представительство фирмы СЕРИК в России: Москва, Б. Николоворобинский пер., д. 10, офис 37
Телефон: (495) 641-06-52 (многоканальный), 220-35-20, факс: (495) 641-06-80, 641-06-81
Эл. почта: ceric@ceric.ru Сайт в Интернете: www.ceric.ru**

Реклама

А.М. САЛАХОВ, канд. техн. наук, Г.Р. ТУКТАРОВА, магистр,
Казанский государственный технологический университет;
А.Ю. МОЧАЛОВ, начальник Казанского филиала Главгосэкспертизы России;
Р.А. САЛАХОВА, магистр, Университет Париж-1, Сорбонна (Франция)

Керамическая черепица в России была и должна быть

В начале июля по ряду регионов России пронесся ураган, средства массовой информации сообщают о миллиардных убытках, есть и человеческие жертвы. Анализ разрушений зданий показывает, что наиболее уязвимым звеном при сильном ветре является кровля. Крупно-размерные детали широко распространенных в нашей стране покрытий жилых и общественных зданий в виде крупноразмерных листов металлочерепицы или перфорированного настила при сильном ветре подвергаются динамическим нагрузкам, в результате чего крупноразмерные металлические листы или целые фрагменты кровель сносятся со зданий, создавая чрезвычайную опасность для людей.

Природа подарила нам пример оптимального покрытия, легко воспринимающего любые деформации — это чешуйчатые покрытия. Зафиксированные в одной точке, наслаиваясь друг на друга, чешуйки сохраняют целостность покрытия даже при весьма значительных деформациях его основы. Именно на это и обратили внимание любознательные греки еще в VII в. до н. э., они первыми в Европе начали изготавливать черепицу. Рациональные римляне усовершенствовали эти покрытия (рис. 1), назвав их *tegula*. Со временем латинское *tegula* трансформировалась в английское *tile* (черепица), французское *tuile* (отсюда название примыкающего к Лувру сада Тюильри, т. е. мастерская, где делали черепицу), испанское *teja* (теха) — вероятно, от него происходит название штата Техас, где прибывшие на американский континент испанцы изготавливали черепицу. В Римской империи, а затем и во всех европейских странах черепица стала основным кровельным материалом. В Средние века для разных климатических зон были разработаны разные виды черепицы, например в Южной Германии в XIII в. получила распространение черепица типа *Monch-Nonnenn* (монах-монашка) (рис. 2). Для кровель с большим уклоном чаще применялась плоская черепица типа бобровый хвост, для кро-

вель с меньшим уклоном — пазовая штампованная черепица с большим сложным замком.

Известно, что в Китае S-образная черепица была известна еще в IV в. до н. э. [1]. В странах Дальнего Востока чрезвычайно широко применение нашла разнообразная по форме и цвету фигурная черепица, устанавливаемая на коньках и ребрах кровли, а также у водосточных желобов. Благодаря этому кровля в восточной, в частности китайской, архитектуре приобрела господствующее значение. В 1368–1644 гг. широкое распространение получила цветная глазурованная черепица разнообразной формы. Тем самым искусство устройства кровель было доведено до совершенства. Их высокие функциональные и эстетические характеристики, долговечность и устойчивость к различного рода воздействиям являются образцовыми и достойными подражания. В богатой лесами России, особенно в ее северных регионах, аналогом керамической черепицы служили деревянные дощечки, которые крепились без единого гвоздя на обрешетку и именно поэтому сохранились в течение трех столетий. Если бы они крепились гвоздями в четырех точках, то в результате неизбежных деформаций были бы разрушены.

В XVIII–XIX вв. производство керамической черепицы было налажено в России, в первую очередь в ее западных регионах. К началу XX в. Российская империя была одним из крупнейших производителей черепицы. На территории Казанской губернии черепица в промышленных масштабах производилась в Казани, Чистополе, Елабуге, Пестецах. Важную роль при этом играли учебно-гончарные мастерские. Традиции производства черепицы сохранялись в Казани до 1956 г., но тотальная индустриализация строительства в ущерб качеству, долговечности, экономической целесообразности привела к их утрате.

Широко применяемые кровли из металлочерепицы создают проблемы не только при ураганах. Во время

Таблица 1

Страна	Производство черепицы, м ² на 1000 жителей	
	1970–1979 гг.	1999 г.
Австрия	24	312
Германия	284	678
Голландия	207	233
Испания	246	730
Италия	279	604
Франция	642	913
Швейцария	386	565

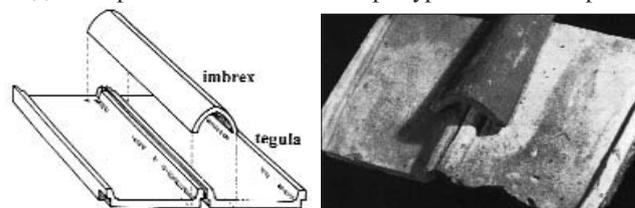


Рис. 1. Римская керамическая черепица

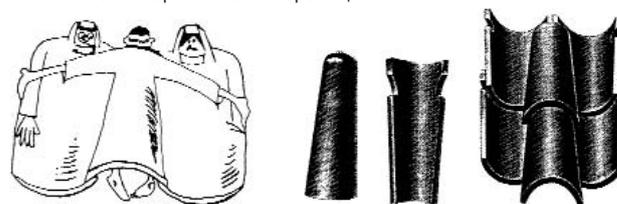


Рис. 2. Керамическая черепица типа Monch-Nonnenn (монах-монашка)

Таблица 2

Страны	Продажа кровельной черепицы, млн м ²		
	1990	1995	2000
Германия	27,5	43,6	55
Австрия	1	2,3	2,4
Дания	1,8	2,3	–
Франция	40,3	52	63,8
Италия	32,7	37,9	35,3
Чехия	–	–	4,6
Швейцария	4,6	4,3	3,9
Испания	18,9	20	29,9
Венгрия	–	–	5,6
Португалия	–	13,2	16,8

дождя и града возникает эффект барабана. Без выполнения специальных мероприятий по звукоизоляции в мансардных этажах жить невозможно.

В отечественной учебной литературе указано, что кровля из черепицы является тяжелой и неиндустриальной, ее необходимо устраивать с большим уклоном (боле 30°) для быстрого стока воды [2]. Черепица в странах Западной Европы не только широко применяется, но для жилищного строительства является основным кровельным материалом, причем производство (табл. 1) и продажа (табл. 2) ее увеличиваются [3].

В Германии и Италии на каждый 1 м² вводимой жилой площади производится больше 1 м² черепицы, а во Франции – больше 2 м². Черепица является основным кровельным материалом не только для Западной, но и для Центральной и Восточной Европы, Скандинавии, азиатских стран. Везде, где выпадают осадки в виде дождя или снега, для покрытия жилых домов используют преимущественно керамическую черепицу. Ее доля среди всех кровельных материалов превышает 50% [4].

Что касается тяжести черепицы, то, во-первых, качественная кровля должна иметь массу, достаточную для того, чтобы гасить удар дождя или града. Во-вторых, вес черепицы в эксплуатационном состоянии не превышает 70 кг/м². В то же время расчетная снеговая нагрузка, например для Казани, составляет 159 кг/см². При соответствующем угле наклона кровли мы значительно снижаем снеговую нагрузку, а при угле наклона 60° она исчезает вовсе. Это означает, что никакого увеличения нагрузки черепичные кровли не дают. В отечественной [5] и зарубежной [6] литературе подробно показано, что для каждого угла наклона кровли от 11 до 63° производится соответствующий вид черепицы, поэтому ее разновидности насчитывают сотни типоразмеров. При этом учитываются различные климатические зоны, количество осадков, их вид, господствующие ветра и т. д. В зависимости от эстетических требований могут применяться различные методы укладки черепицы (рис. 3). Для плоской черепицы в каждом сечении кровли должно быть не менее двух слоев.

Учитывая, что кровли являются важнейшим элементом архитектуры зданий, цветовому оформлению черепицы придается большое значение. При реставрации старинных зданий во Франции и Италии часто выставляются требования имитации черепицы XVII–XVIII вв., и производители успешно решают такие задачи.

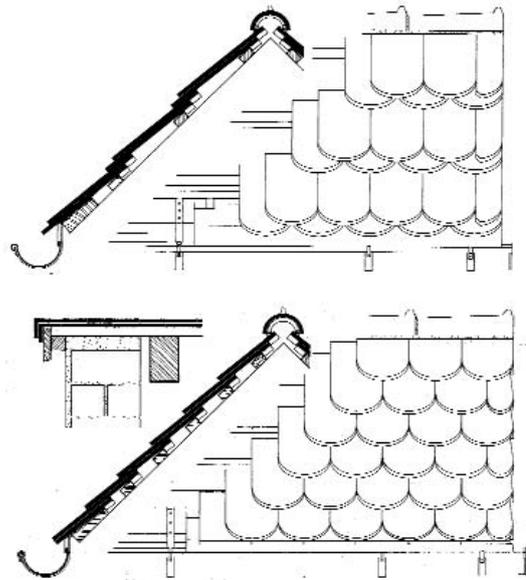


Рис. 3. Различные способы укладки плоской керамической черепицы

За последние десятилетия технология черепицы продвинулась далеко вперед, обеспечив высокую конкурентоспособность этому материалу. Широкому применению черепичных кровель в нашей стране мешает отсутствие системных исследований сырья для производства черепицы. Требуется своего совершенства и нормативная база. Требования к сырью для производства черепицы в России весьма неоднозначны [7], а эксплуатационные свойства явно занижены по сравнению с требованиями, предъявляемыми в зарубежных странах [1]. В частности, морозостойкость черепицы в России 25 циклов, а в Германии – 150.

С нашей точки зрения попытки найти такие месторождения глин, которые по своим параметрам подходят для производства высококачественной черепицы, являются неперспективными. Изучение зарубежного опыта, анализ литературных данных [8] свидетельствуют о том, что для получения оптимального состава сырья необходима композиция глин различных месторождений. Так, в богатой глинами Италии более 70% черепицы производится из композиции глин 2–3 месторождений. Такой опыт применяется на отдельных предприятиях России.

Таким образом, не существует никаких объективных причин, которые мешали бы широкому распространению черепицы в нашей стране, что, безусловно, повысит эксплуатационные и эстетические характеристики кровель, сделает их безопасными и долговечными.

Список литературы

1. *Willi Bender*. Lexikon der Ziegel. Berlin: Bauverlag. 1995. 483 p.
2. *Рыбьев И.А.* Строительное материаловедение. М.: Высшая школа. 2003. 701 с.
3. *Салахов А.М., Ремизникова В.И., Спирина О.В., Мочалов А.Ю.* Производство строительной керамики. Казань: Центр инновационных технологий. 2003. 292 с.
4. *Willi Bender*. Vom Ziegelgott zum Industrieelektroniker. Bonn. 2004.
5. *Салахов А.М.* Увлекательная керамика. Казань: Центр инновационных технологий. 2004. 192 с.
6. *Alfonso Acocella*. Tetti in laterizio. Roma. Laterconsult. 1994. 520 p.
7. *Мороз И.И.* Технология строительной керамики. Киев: Высшая школа. 1980. 384 с.
8. *Bruno Falbri, Michele Dondi*. Caratteristiche e difetti del Laterizio. Faenza. Gruppo Editoriale Faenza. Editrice S.P.A. 1995. 142 p.

Пенокерамические материалы с комплексными добавками флюсующего действия

В последние годы на кафедре строительных материалов Казанского государственного архитектурно-строительного университета проводятся исследования по разработке научных и технологических основ управления структурой и свойствами энерго- и ресурсосберегающей строительной керамики [1, 2].

В работе [3] отмечается, что создание высокопористых керамических структур возможно путем использования корректирующих отошающих природных и техногенных добавок порообразующего действия.

Целью работы является получение пенокерамического материала с заданными свойствами путем оптимизации состава шликера и введения комплексных добавок флюсующего действия.

В исследованиях использовалась среднепластичная кирпично-черепичная глина Сарай-Чекурчинского месторождения Республики Татарстан и бой керамического кирпича марки 150, выпускаемого на Арском кирпичном заводе (Республика Татарстан). Для снижения температуры образования расплава при обжиге в состав шликера вводили жидкие отходы травления алюминия (табл. 1) и молотое стекло. Для закрепления поровой структуры сырца во время сушки изделий, уменьшения усадки и снижения плотности в шликер вводили совместно портландцемент и жидкое стекло.

Для улучшения физико-механических свойств черепка глину, бой кирпича и стекла дополнительно активизировали путем измельчения в шаровой мельнице до размеров частиц менее 100 мкм. Это способствует укреплению межпоровых перегородок, повышению прочности изделия и снижению водопоглощения.

Отходы травления алюминия – флюсующая добавка, представляющая собой алюминатно-солевой раствор темно-желтого цвета плотностью 1050–1300 кг/м³. Эти многотоннажные отходы в настоящее время нигде не используются и отправляются на регенерацию, что требует больших материальных затрат. Выбор добавки обоснован наличием Na₂O и Al₂O₃, так как оксиды щелочных металлов снижают температуру образования

эвтектического расплава, а наличие Al₂O₃ в системе повышает прочность черепка.

Молотое стекло получали путем помола боя стеклотары (ГОСТ Р 52022–2003 «Тара стеклянная для пищевой и парфюмерно-косметической продукции. Марки стекла») в шаровой мельнице до фракции 70–100 мкм.

Жидкое натриевое стекло соответствует ГОСТ 13078–81 «Стекло натриевое жидкое. Технические условия» и представляет собой густую жидкость плотностью 1280–1340 кг/м³ желто-серого цвета без примесей. Химический состав жидкого стекла, %: SiO₂ – 21–24; (Fe₂O₃ + Al₂O₃) – до 0,25; CaO – до 0,2; серного ангидрида – до 0,15; Na₂O – 7,9–8,8. Силикатный модуль 2,7–3,4.

В качестве стабилизирующей добавки использовали вольский портландцемент марки 500, имеющий следующий химический состав, %: SiO₂ – 22; CaO – 66,2; Fe₂O₃ – 5,32; Al₂O₃ – 4,79.

Была разработана технология получения пенокерамики, заключающаяся в совместном перемешивании глины, молотого кирпичного боя и молотого стекла, отходов травления алюминия, портландцемента, жидкого стекла и воды. В полученный шликер добавляли пену в количестве 0,5 мас. % и тщательно перемешивали в течение 0,5–1 мин. Формование пенокерамических изделий проводили в разборных металлических формах, стенки которых изнутри выложены бумагой, необходимой для защиты сырца после распалубки от механических повреждений. Перед обжигом бумагу снимали и использовали повторно. В процессе сушки при температуре 40–60°C в течение 24 ч сырец переворачивали основанием вверх для изменения направления влагоотдачи, снижения усадки и сохранения равномерной пористости изделий. Остаточная влажность образцов после сушки должна составлять 5–7%, так как меньшая или большая влажность приводит к трещинообразованию при обжиге и к снижению прочности черепка.

Обжиг проводили при температуре 980–1030°C в течение 12 ч. Температура и продолжительность обжига зависят от вида применяемой глины, содержания отхо-

Таблица 1

Материалы	Массовые доли компонентов, %										
	H ₂ O	SiO ₂	TiO ₂ Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ FeO	MnO	CaO	MgO	Na ₂ O K ₂ O	P ₂ O ₃	SO ₃	ППП
Глина сарай-чекурчинская	4,19	63,41	13,69	4,52	0,08	1,9	1,43	3,3	0,11	0,07	5,3
Бой керамического кирпича марки 150 Арского кирпичного завода (РТ)	0,08	72,83	12,73	5,99	0,09	2,95	1,7	2,93	0,1	0,09	0,45
Отходы травления алюминия	–	–	40,2–45,7	1,7–2	–	–	–	44,2–48	–	2–4,3	–

Таблица 2

Состав	Содержание добавок, мас. %		Свойства пенокерамики			
	Отход травления алюминия	Молотое стекло	Средняя плотность, кг/м ³	Морозостойкость, циклов	Теплопроводность, Вт/(м·К)	Прочность при сжатии, МПа
1	контрольный состав		560	не более 15	0,103	менее 1
2	2	0	586	не менее 50	0,107	2,1
3	4	0	598		0,11	3,5
4	0	5	577		0,106	1,6
5	0	10	587		0,107	2,4
6	2	5	609		0,115	3,8
7	4	10	625		0,118	4,1
8	6	15	Образец оплавился			

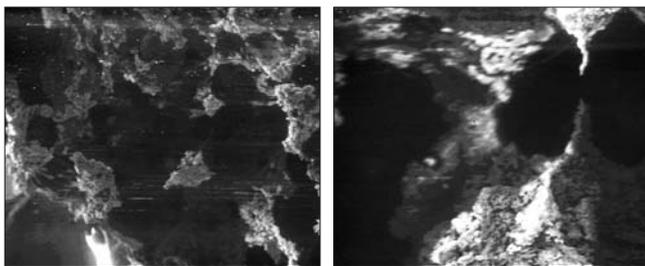


Рис. 1. Характер порового пространства пенокерамического черепка без флюсующих добавок: а – увеличение $\times 50$; б – увеличение $\times 250$

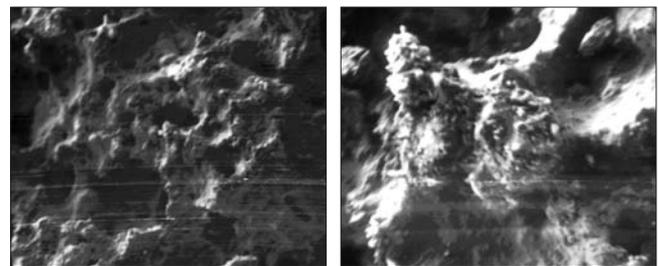


Рис. 2. Характер порового пространства пенокерамического черепка при введении в состав шликера флюсующих добавок: а – увеличение $\times 50$; б – увеличение $\times 250$

дов травления алюминия и молотого стекла. С повышением количества отходов травления алюминия и молотого стекла температура обжига понижается.

Составы смесей и свойства пенокерамики представлены в табл. 2. Содержание компонентов в контрольном составе, мас. %: глина – 47,5; кирпичный бой – 15,6; портландцемент – 4,73; пенообразователь «Пеностром» – 0,67; суперпластификатор С-3 – 0,33; жидкое стекло – 0,67; вода – 30,5.

При введении отходов травления алюминия (составы 2, 3) происходит повышение прочности черепка с 2,1 до 3,5 МПа, а при введении молотого стекла (составы 4, 5) прочность повышается с 1,6 до 2,4 МПа. При совместном введении добавок прочность образцов достигает максимального значения, равного 3,8 МПа. При дальнейшем увеличении количества флюсующих добавок происходит оплавление образцов.

Изучение структуры пенокерамики проводили на контрольных образцах с помощью растрового микроскопа. Образцы закрепляли на предметном столике так, чтобы скол был обращен в сторону электронного луча. Для создания проводящей поверхности и повышения контрастности изображения на пробы напыляли микрослой углерода и серебра.

Структура образцов без добавок крайне неоднородна, сформирована скоплениями агрегатов размером 50–500 мкм с четкими границами (рис. 1). При этом агрегаты состоят из множества мелких частиц размером от 5 до 20 мкм. Стенки пор имеют многочисленные разрывы и дефекты, внутренняя поверхность пор неоднородна. Этим объясняется низкая прочность контрольного состава.

Структура образцов с комплексными плавнями (рис. 2) обладает большей однородностью, стенки пор уплотнены, мелкие (до 20 мкм) частицы и каверны наблюдаются реже. Глубина каверн заметно меньше, чем

в первом случае. В целом поверхность скола можно рассматривать как конгломерат, содержащий плотную фазу и дефекты в виде каверн. Сквозные поры и пустоты, характерные для первого образца, здесь трансформированы в замкнутые поры и углубления. Стенки пор модифицированных образцов имеют более оплавленную поверхность, характерную для стеклофазы, придающей прочность всей системе.

Таким образом, введение в состав пенокерамики флюсующих добавок в виде молотого стекла и отходов травления алюминия в оптимальных количествах 10 и 4% соответственно способствует качественному улучшению ее прочностных характеристик, подтвержденных результатами физико-механических исследований контрольных образцов.

Список литературы

1. Габидуллин М.Г., Рахимов Р.З., Морозов В.П. Моделирование структуры черепка эффективной стеновой керамики, полученной путем регулирования ее пористости введением выгорающих добавок: Сб. трудов годичного собрания РААСН «Ресурсо- и энергосбережение как мотивация творчества в архитектурно-строительном процессе». Москва–Казань. 2003. С. 362–366.
2. Хузагарин А.Г., Габидуллин М.Г. Регулирование структуры сырца при производстве пенокерамики комплексными стабилизаторами // Академические чтения РААСН «Достижения, проблемы и направления развития теории и практики строительного материаловедения». Пенза–Казань. 2006. С. 436–437.
3. Вакалова Т.В., Погребенков В.М., Верещагин В.И., Рева И.Б. Управление качеством строительной и теплоизоляционной керамики путем проектирования состава массы // Строит. материалы. 2007. № 2. С. 27–30.



НТМЖ
НТ-ТЕПЛОХИММОНТАЖ

Ремонт и строительство печей "под ключ"

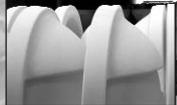
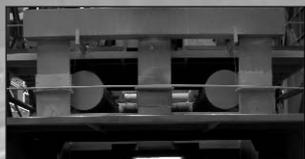
- Разработка и производство специальных видов продукции;
- Комплектация объектов материалами и оборудованием;
- Экспертная оценка и техническое сопровождение проектов;
- Гарантия эксплуатации 5 лет.
- Работы по футеровке тепловых агрегатов;

Тел./факс: (4725) 44-97-01, e-mail: general@futerovka.ru, <http://www.futerovka.ru>

реклама

ПА ПНО ПРОМАВТОМАТИКА

**Газовые горелки
для кирпичных заводов
в комплекте с автоматикой
и арматурой
«под ключ»**



Наш адрес: Россия, Москва, 117105, ул. Нагатинская, д. 3Б, офис 416
Тел./факс: +7 (499) 611-00-62, +7 (499) 611-04-31, Тел.: +7 (910) 406-83-72
Internet: www.promautomatika.ru
E-mail: mail@promautomatika.ru

реклама

И.Н. КУЗИН, генеральный директор, компания «НК»—«Теплохиммонтаж»
(г. Старый Оскол Белгородской обл.)

В стратегии успеха – ставка на качество

Фирма «НК», созданная 15 лет назад, и ЗАО «Теплохиммонтаж», недавно отметившая свое десятилетие, — предприятия, находящиеся под общим руководством, представляют единый комплекс, ставший признанным лидером в области применения энергосберегающих технологий в центральном регионе России. В настоящее время объединение «НК»—«Теплохиммонтаж» выполняет комплекс услуг, главными из которых являются:

- проектирование промышленных тепловых агрегатов и энергосберегающих систем дымоудаления для металлургических, огнеупорных, строительных, машиностроительных, химических и коммунальных предприятий;
- разработка и производство специальных видов огнеупорной продукции;
- комплектование объектов материалами и оборудованием;
- строительные-монтажные и футеровочные работы.

В настоящее время научный и производственно-технический потенциал компании таков, что она в состоянии осуществлять разработку и производство специальных видов огнеупорной продукции широкого спектра применения. Это в первую очередь легковесные огнеупорные материалы для теплоизоляционного слоя и композитные бесцементные керамобетонные изделия для рабочих слоев футеровки.

В керамобетонных изделиях функцию связующего выполняют высококонцентрированные керамические вяжущие суспензии (ВКВС), которые можно получить из доступных и относительно недорогих сырьевых компонентов.

Мировой и отечественный опыт показывает, что производство огнеупорной продукции на основе композитной керамобетонной технологии позволяет получать высококачественные изделия, выдерживающие значительные эксплуатационные нагрузки. Различные добавки значительно увеличивают термохимические характеристики изделий и обеспечивают соблюдение точности геометрических размеров в процессе изготовления.

Компания «НК»—«Теплохиммонтаж» производит как стандартные изделия по ГОСТ 8691–73 «Изделия огнеупорные общего назначения. Форма и размеры», горелочные камни ГНП по ГОСТ 22442–77 «Изделия огнеупорные для стабилизирующих камер газовых горелок. Технические условия», горелочные камни для котлов ДКВР типа ГМГ, так и изделия для футеровки печных вагонеток, изделия для разлива стали по ГОСТ 5500–91 «Изделия огнеупорные стопорные для разлива стали из ковша. Технические условия».

Новая технология производства легковесных материалов дает возможность получать значительно более прочные и термостойкие изделия по сравнению с требованиями ГОСТ 5040–96 «Изделия огнеупорные и высокоогнеупорные легковесные теплоизоляционные. Технические условия».

В 2002 г. компания «НК»—«Теплохиммонтаж» наладила производство сравнительно недорогих безобжиговых огнеупорных изделий на основе керамобетонного композита алюмосиликатного состава марки ШМЛ-40, в котором оптимально сочетаются свойства муллитового и шамотного материалов. Высокие термомеханические свойства муллитовой фазы наряду со

спецификой физико-механических и структурных характеристик шамотной составляющей позволяют получать огнеупорные изделия сложной конфигурации, максимально адаптированные к условиям службы футеровок туннельных печей для обжига керамического кирпича.

Толчком разработки этих видов изделий стал заказ Старооскольского предприятия ООО «ОСМиБТ», выпускающего широкий ассортимент керамической продукции строительного и санитарно-бытового назначения, на замену футеровки печных вагонеток цеха керамического кирпича, поскольку импортная (итальянская) футеровка после семилетней эксплуатации начала приходить в негодность. С учетом передового мирового и отечественного опыта специалисты компании разработали конструкцию футеровки вагонеток, которая обеспечивает возможность быстрого проведения полного капитального ремонта огнеупорной части вагонетки или частичной замены отдельных ее элементов при выходе из строя в процессе эксплуатации.

Результаты нашей работы превзошли все ожидания. По утвержденному проекту в ООО «ОСМиБТ» заменена футеровка на 37 вагонетках, первые вагонетки прошли уже свыше 350 циклов и продолжают работать. Подобный положительный эффект был достигнут и при эксплуатации футеровки вагонеток на Железнодорожном кирпичном заводе.

Нашей работой по замене футеровки вагонеток заинтересовались представители французской фирмы «СЕРИК», которые предложили произвести замену футеровки на 15 вагонетках Саранского завода лицевого кирпича с обучением персонала предприятия. Эта работа была также выполнена успешно.

По расчетам специалистов компании «НК»—«Теплохиммонтаж», гарантийный срок эксплуатации обжиговых вагонеток на основе композиционного шамотно-муллитового материала будет составлять 5 лет, или 500 циклов нагрева-охлаждения.

В настоящее время компания расширяет производство огнеупоров из высококачественных композиционных материалов, и специалисты ведут поиск совершенствования технологии их изготовления. Наши изделия соответствуют мировым стандартам качества ISO 9001–2000, что подтверждается сертификатом качества TÜV.

Важным преимуществом технологии является возможность поставки несерийных огнеупорных изделий любой конфигурации и сложности по индивидуальным заказам с улучшенными прочностными и температурными характеристиками. Компания ориентирована на внедрение инновационных процессов, разработала политику в области качества. Создана и хорошо оснащена лаборатория, которая прошла аккредитацию и позволяет быстро испытывать новые виды материалов и изделий в целях полного удовлетворения требований заказчика. Для осуществления комплекса работ в ходе строительства новых и модернизации действующих предприятий создан проектный отдел. В компании «НК»—«Теплохиммонтаж» работают высококвалифицированные специалисты, среди которых два кандидата технических наук, их знания и многолетний опыт гарантируют заказчикам выполнение работ на мировом уровне качества.

Некоторые тенденции развития промышленности нерудных строительных материалов

Объем добываемых полезных ископаемых во всем мире постоянно возрастает. Промышленность нерудных строительных материалов (НСМ) находится в числе лидирующих горных отраслей по увеличению объемов добычи. Данные о производстве НСМ в разных странах в печати появляются крайне редко. Общий объем производства НСМ приблизительно можно оценить в 7–8 млрд м³ в год, что составляет более 1/3 объема всех добываемых в мире твердых полезных ископаемых.

В России в 2006 г. произведено 317 млн м³, что на 17% больше, чем в 2005 г. Колебания выпуска продукции обычно связаны с состоянием экономики. Однако государства даже при кризисных явлениях могут финансировать федеральные программы. В США, например, сокращается жилищное строительство, а значит, и потребление НСМ для этих целей при сохранении уровня потребности для других строительных проектов. В разных странах потребление НСМ на одного жителя отличается значительно. В развитых странах потребля-

ется примерно 4–8 м³/чел.; в России – 2,2 м³/чел.; в СССР потреблялось 4,3 м³/чел.

Восстановление потенциала отечественной промышленности НСМ сопровождается концентрацией производства, созданием холдингов и компаний-конгломератов, что соответствует протекающим в мире процессам. Постепенно улучшается качество показателей работы подотрасли, хотя остается высоким травматизм. В США на карьерах промышленности НСМ в 2005 г. произошло всего 24 несчастных случая со смертельным исходом, что составляет один случай на 80 млн м³ произведенной продукции.

На российских предприятиях сохраняется значительное отставание в производительности труда. Если в США выработка на одного трудящегося равна 16 тыс. м³/год, то в России она на порядок ниже и только на передовых предприятиях достигает 4–5 тыс. м³/г. Например, на Пятовском карьере, разрабатывающем месторождение разнопрочных известняков, – 4,3 тыс. м³/год.

Изменяется и соотношение инженерных и рабочих кадров. Если в настоящее время на горных предприятиях на одного ИТР приходится от 5 до 10 рабочих, то по прогнозу чл.-корр. РАН Л.А. Пучкова в перспективе в связи с распространением информационных технологий это соотношение достигнет 1:1.

Поскольку производство НСМ считается прибыльным, предприятия этой отрасли представляют интерес, в том числе и для непрофильных фирм. Эта тенденция стала типичной и в нашей стране. По данным американского журнала «Pit and Quarry» (май 2007 г.) крупнейшие межгосударственные компании владеют десятками и сотнями карьеров, на которых добываются различные полезные ископаемые (табл. 1). Мощные компании-конгломераты объединяют несколько сравнительно близких производств, таких как цемент, НСМ, бетонные изделия и т. п. (табл. 2, 3).

По данным журнала «Pit and Quarry» (май 2007 г.), в США основной объем НСМ выпускают крупные предприятия, число которых незначительно. На них сосредоточиваются квалифицированные специалисты, они являются лидерами по внедрению передовых технологий. Наряду с гигантскими объединениями мелкие предприятия, часто семейные, владеющие единственным карьером, выпускают кондиционную конкурентоспособную продукцию.

Общее количество предприятий НСМ велико и измеряется многими тысячами. В США насчитывается около 10 тыс. карьеров и шахт; в России Росстат фиксирует только крупные и средние предприятия. Причем существующая методика распределения карьеров между различными отраслями горной промышленности достаточно условна и не позволяет с уверенностью отнести карьер к тому или иному сектору промышленности. Всего же, по оценкам специалистов, в России насчитывается 20–25 тыс. предприятий НСМ, среди которых более половины составляют карьеры по добыче песчано-гравийных пород и песка.

В России заметна тенденция расширения видов продукции, так как каждый последующий передел в выпуске продукции увеличивает ее стоимость на порядок.

Таблица 1

Крупнейшие компании США по выпуску НСМ

Компания	Количество действующих карьеров	
	Песчано-гравийные породы	Скальные породы
Вулкан материалз	55	176
Мартин-Мариетта агрегейтс	44	179
Хансон билдинг Материалз Америка	59	111
Олдкастл инк/Материалз групп	47	103
Лафардж Норз Америка	38	47
Симекс	33	32
Холсим/Агрегейт индастриз	54	32
МДУ Ресурс Групп	76	–
Грэнит констракшн	34	–
Роджерс Групп	–	50
Флорида Рок индастриз	–	21

Таблица 2

Выпуск различных видов продукции крупнейшими европейскими компаниями-конгломератами в 2002 г.

Компания	Выпуск продукции, млн т в год		
	Цемент	Бетон	НСМ
Лафардж	106	35	210
Холсим	90	25	92
Гейдельберг	60	27	84

Примечание. По данным журнала «Цемент и его применение» (№ 6, 2003 г.).

Таблица 3

Многопрофильные компании США

Компания	Виды производств*	Источник
Верд интернейшенз, Нью-Мексико	Песчано-гравийный карьер (1), асфальтобетонный завод (1), заводы готовых бетонных смесей (2), переработка лома железобетона	Rock Products, 2007, № 4, p. 38
Роки, Калифорния	Песчано-гравийные карьеры (5), асфальтобетонные заводы (2), заводы ЖБИ (2)	Rock Products, 2007, № 3, p. 36
Титан групп	Цементные заводы (2), карьеры НСМ (2), заводы готовых бетонных смесей (более 50)	Pit and Quarry, 2007, май, p. 60
Ягер материалз, Кентукки	Песок, гравий, асфальт, бетонный раствор	Pit and Quarry, 2007, июнь, p. 20
Лео Джорнеген, Арканзас	НСМ, готовые бетонные смеси, строительство автодорог	Pit and Quarry, 2007, май, p. 18–20

* В скобках указано число предприятий

Поэтому наряду с сочетанием карьер – завод ЖБИ стали возникать другие формы. Так, Мансувское карьероуправление кроме 13 видов НСМ производит сухие строительные смеси, бетонные изделия и доставляет продукцию своим автотранспортом.

В нашей стране стали уделять пристальное внимание наличию разведанных запасов минерального сырья. Этот вопрос является определяющим при принятии решения о покупке или реконструкции предприятия. Например, в майском номере журнала «Pit and Quarry» текущего года сообщается, что один из крупнейших мировых производителей НСМ, американская фирма Хансон имеет запасы сырья для производства НСМ в 18 штатах США и Мексике, обеспечивающие работу в течение 92 лет. Тем не менее компания сочла целесообразным израсходовать в 2006 г. 300 млн USD на приобретение компании Материал сервис, которая располагает запасами сырья НСМ в 1,5 млрд т в двух штатах США.

В процессе экономических преобразований в России изменилась ситуация с разведкой месторождений. Теперь большая часть геологоразведочных работ выполняется за счет средств предприятий. По данным Федерального агентства «Роснедра», в 2006 г. на геологоразведочные работы из всех источников финансирования израсходовано 103,7 млрд р., из них только 16,4 млрд р. из средств федерального бюджета и 1,2 млрд р. из бюджетов субъектов Федерации. В бюджетных ассигнованиях на углеводородное сырье расходы составили 6,8 млрд р., твердые полезные ископаемые – 5,4 млрд р., объекты общегеологического и специального назначения – 3,4 млрд р. То есть предприятиям стройиндустрии по-прежнему приходится рассчитывать только на собственные возможности.

Изменения, происходящие в оценке комфортности жилых и производственных зданий, экологической безопасности, а также создание новых строительных технологий приводят к изменению требований к НСМ. Одно из них – расширение ассортимента продукции. Ряд предприятий выпускают 8–10 и более видов НСМ. Сообщалось, что в США имеется предприятие, способное выпускать до 40 видов продукции – «Верд энтерпрайз» (Нью-Мексико). Хотя, как правило, значительная часть заявленной номенклатуры выпускается не одновременно, а в соответствии с поступающими запросами. При наличии складов (конусов, силосов или бункеров) небольшой емкости, что типично для многих предприятий, выпуск новых фракций щебня, песка или смесей фракций связан с перемещением, а в некоторых случаях и с переработкой находящейся на складах продукции. То есть предусматривается возможность возврата продукции в производство.

Требования к качеству продукции и расширению количества фракций можно удовлетворить, используя

Таблица 4
Использование строительного лома для производства НСМ

Страна	Отходы строительства, млн т	Повторно использовано, %
Германия	59	17
Великобритания	30	45
Франция	24	15
Италия	20	9
Испания	13	5
Нидерланды	11	90
Бельгия	7	87
Австрия	5	41

ресурсы собственной сырьевой базы во всех крупных странах. Как правило, критерием выбора продукции из различных видов сырья является ее стоимость. Поэтому, например, в северные земли Германии завозят гранитный щебень из западной Шотландии, хотя Германия богата месторождениями гранита.

Несмотря на различия в минеральной базе, проявляется тенденция сокращения доли объемов продукции, производимой из песчано-гравийных пород. В США начиная с 1978 г. объем НСМ, производимых из скальных пород, стал опережать объем производства из песчано-гравийных пород, а цены – сближаться. В настоящее время 53–55% щебня производится из скальных пород и около 4% из строительного лома. Разница в средних по США ценах продукции из скальных и песчано-гравийных пород составляет всего 11%. Сокращение доли песчано-гравийных пород объясняется уменьшением числа доступных для разработки месторождений именно этой группы вследствие освоения территории и изменения экологических требований.

В Англии 52% НСМ производится из скальных пород, 33% из песчано-гравийных, 15% из строительного лома.

В России по экспертным оценкам 58% продукции производится из скальных пород и 42% из песчано-гравийных.

В нашей стране неоправданно мало внимания уделяется использованию вторичных ресурсов. По оценке канд. техн. наук А.Н. Протопопова, в России за год такой продукции производится лишь около 500 тыс. т, то есть около 0,1% объема НСМ. Хотя этот вид деятельности в развитых странах широко распространен (табл. 4).

К направлениям технического прогресса в подотрасли можно отнести применение самоходных и передвижных перерабатывающих комплексов, разработку

Динамика цен на строительные материалы в США

Продукция	Изменение цен по годам, %			
	2.07/2.06	2.06/2.05	2.05/2.04	2.04/2.03
Дорожные материалы	5,1	12,4	10,8	4,1
Цемент	5,8	14	15,6	6,6
Нерудные строительные материалы	9,7	8,5	6,2	2,7
Готовые бетонные смеси	4,8	13,7	10,5	3,9
Потребительские товары	2,4	3,6	3	1,7

Примечание. По данным «Rock Produkts», № 4, 2007 г.

обводненных запасов без водопонижения грейферными снарядами, применение механических способов разрушения скальных пород, использование ленточных конвейеров как в качестве карьерного транспорта, так и при погрузочно-разгрузочных работах.

Самоходные и передвижные (модульные) дробильно-сортировочные комплексы получают очень широкое распространение во многих странах благодаря возможности в несколько раз сократить срок строительства, а также значительно уменьшить расстояние доставки горной массы на переработку как самого дорогостоящего и трудоемкого процесса. Выпуск агрегатов разнообразных конструкций и большого диапазона производительности освоили многие зарубежные фирмы. Ряд отечественных карьеров закупил импортные самоходные агрегаты.

Массовое внедрение самоходных и полустационарных агрегатов происходит как при строительстве новых объектов, так и с целью увеличения мощности действующих. В последнем случае создаются независимые технологические линии. Например, Павловский ГОК два года назад смонтировал импортный модульный комплекс в выработанном пространстве карьера с целью дополнительного выпуска полумиллиона кубометров щебня.

Отечественные машиностроители пока могут предложить лишь несколько моделей передвижных комплексов. Опыт Пятовского карьера показал, что продолжительность перестановки комплекса не превышает одного месяца, что позволяет в зимний период, когда потребность в продукции сокращается, перемещать оборудование ближе к забою.

Выемку нескальных и взорванных скальных пород из-под воды выполняют различные виды оборудования. На карьерах СНГ – в основном драглайны с ковшами емкостью до 11 м³. Взорванный доломит на карьере «Гралево», Белоруссия, драглайны ЭШ-10/70 добывают с глубины до 18 м. В США компания Ринкер Материалз для выемки взорванного известняка из подводного забоя недавно приобрела драглайн Пейдж 752 (ковш емкостью 44 м³, длина стрелы 92 м). Поскольку конструкция драглайнов создавалась не для подводной добычи, глубина подводного забоя и производительность в этих случаях обычно снижаются в 2–3 раза. Если для выемки взорванных скальных пород альтернативой драглайнов являются только обратные лопаты, то для добычи песчано-гравийных пород выбор более широк. Перспективным для работы на карьерах оборудованием являются плавучие грейферные снаряды, конструкции которых отличаются разнообразием, и канатные скреперы. Ни те, ни другие в России не выпускаются.

Емкость ковшей снарядов, работающих на песчано-гравийных карьерах, достигает 15 м³, а глубина черпания практически неограничена. Одно из достоинств грейферных снарядов – возможность размещения на них дробилок и грохотов.

Примером является опыт американской компании Кэпитол Сенд энд Грейвел, которая в 2004 г. приобрела

грейферный снаряд с ковшом емкостью 8 м³ за 2,2 млн USD, описанный в журнале «Rock Produkts» (№ 8, 2006 г.). До этого залежь разрабатывали драглайны, а горная масса после просушки в штабеле доставлялась до ДСЗ конвейерами на расстояние 1,6 км. Снаряд разрабатывает дно озера на глубину 17 м. Поскольку запасы разведаны до глубины 35 м и распространяются до 51 м, можно считать, что компания стремится эксплуатировать снаряд с максимальной производительностью, оставляя часть запасов на будущее. Она владеет площадью в 30 га. Производительность снаряда 450 тыс. т в год (300 т/ч). Снаряд работает 11,5 ч в сутки.

Поднятая ковшом из-под воды горная масса разгружается в приемную воронку, перекрытую колосниковым грохотом. Крупные валуны сбрасываются в плавучую емкость. Остальная часть горной массы поступает на грохот и разделяется по граничному зерну 127 мм. Верхний продукт направляется в конусную дробилку размером 559×1219 мм, принимающую валуны размером до 500 мм. Нижний обезвоживается на грохоте. От земснаряда масса доставляется на берег линией конвейеров с шириной ленты 1067 мм, длиной 240 м. Пять ставов конвейеров смонтированы на понтонах размером 12,2×1,5 м. На берегу поворотный штабелеукладчик формирует промежуточный склад, в котором материал обезвоживается в течение 24 ч, затем погрузчиком доставляется к приемному бункеру и далее транспортируется линией конвейеров на стационарный комплекс.

Канатные скреперы применяют на карьерах многих стран. Емкость ковшей канатных скреперов достигает 10 м³, глубина разработки подводного забоя – 20 м. Фирма Фриц Штихве, Германия, сообщает, что выпускаемые ей машины добывают в год полмиллиарда тонн пород (включая необводненные карьеры). Современные канатные скреперы монтируют на гусеничном и шагающем ходу, они снабжены обезвоживающими грохотами. Их достоинства – простота конструкции и сравнительно низкая цена.

Из нескольких видов оборудования, способного разрабатывать нескальные породы без взрывной подготовки, распространение получили рыхлители и фрезерные (горные) комбайны. Эти виды техники хорошо известны. Горные комбайны преимущественно фирмы «Фриц Штихве» (Германия), работают на десятках карьеров мира, включая Россию. Заметные сдвиги в распространении безвзрывной подготовки скальных пород к выемке произошли благодаря созданию мощных гидромолотов, которые способны рыхлить прочные изверженные породы. Их основная область использования – участки месторождения, на которых применение взрывных работ недопустимо.

Анализ показателей работы предприятий за ряд лет показывает, что несмотря на рост объемов производства НСМ численность персонала сокращается. Повышение производительности труда на предприятиях связано не только с распространением автоматизации, но и с применением более мощного оборудования, совершен-

нствованием технологий. В не слишком далеком будущем просматривается возможность внедрения системы глобального позиционирования для движения самосвалов и погрузчиков без операторов. Обнадеживающие результаты были получены более 10 лет назад, исследования продолжаются. Такая перспектива позволит значительно сократить издержки, поскольку на отечественных горных предприятиях доля зарплаты в себестоимости продукции обычно составляет не менее 30%.

Одно из распространенных заблуждений, на котором основывается критика в адрес отечественных горняков, связано с повышением цен на продукцию. Данные по стоимости строительных материалов США (табл. 5) показывают, что в отдельные периоды колебания цен достигали 10% и более, значительно превышая инфляцию. Для сравнения: среднегодовой рост цен щебня в России за период 2001–2005 гг. составил 12%, песка – 16%. Интересно отметить, что рост цен не приводит к изменению выпуска НСМ в США: в 2005 и 2006 гг. производство осталось примерно на уровне 2,9 млрд т в год.

В распределении долей различных видов НСМ в России сохраняется значительное отличие от многих стран, в которых наибольший объем (60% и более) приходится на щебень, включая щебень из гравия. В СССР доля щебня не превышала 40%, в 2002 г. она выросла до 58%, затем снова снизилась до 50%. Следует учитывать, что четких данных о потребности в конкретных видах НСМ

в нашей стране нет. И что особенно беспокоит, прекращена выработка требований к продукции будущего.

Изложенное позволяет сделать следующие выводы. Объем производства НСМ возрастает, расширяется ассортимент продукции. Однако скачкообразные темпы прироста могут затруднить выполнение национальных программ по строительству. В стране нет долгосрочного прогноза потребности в строительных материалах, не вырабатываются требования к строительным материалам будущего и к минеральному сырью для их производства, что мешает развитию не только промышленности, но и машиностроительной отрасли. Отечественное горное машиностроение отстает в создании конкурентоспособного оборудования.

Становление промышленности в новых условиях хозяйствования отягчается несовершенством законодательства о недропользовании, отсутствием четко сформулированной государственной политики в области освоения недр, в частности использования техногенных образований (выработанного пространства, отвалов и т. п.), освоения техногенных месторождений.

Усилия работников горного производства должны быть направлены на внедрение менее ресурсоемких технологий, в частности по землеемкости и удельному расходу минерального сырья. Необходимо принять законодательные акты, поощряющие внедрение прогрессивных технологий и использование вторичных ресурсов.

Специальная литература издательства «Стройматериалы»

Заполните заявку на приобретение специальной литературы

Просим выставить счет на приобретение изданий:

ДАЙДЖЕСТЫ	«Ячеистые бетоны – производство и применение» Часть 1 на CD	250 р.
	Часть 2	440 р.
	«Кровельные и гидроизоляционные материалы»	440 р.
	«Керамические строительные материалы»	440 р.
	«Сухие строительные смеси»	440 р.
КНИГИ	«Современные бетоны – наука и практика»	440 р.
	«Практикум по технологии керамики»	450 р.
	«Производство деревянных клееных конструкций»	250 р.
	«О безопасности асбестоцементных материалов и изделий»	80 р.

н е н у ж н о е з а ч е р к н у т ь
(Цена указана без стоимости почтовых услуг)

Наши реквизиты для оформления счета:

Название организации с указанием формы собственности _____

ИНН

Юридический адрес _____

Телефон/факс: () _____

Фамилия, имя, отчество получателя: _____

Почтовый адрес доставки _____

Отправте заполненную заявку по тел./факсу (495) 976-22-08, 124-32-96, 124-09-00 или e-mail: mail@rifsm.ru
Счет на оплату будет выслан по факсу или по почте.

А.А. КЕТОВ, д-р техн. наук, Пермский государственный технический университет,
 А.В. КОНЕВ, ген. директор ЗАО «Пеноситал» (Пермь); И.С. ПУЗАНОВ,
 Д.В. САУЛИН, кандидаты техн. наук, Пермский государственный технический университет

Тенденции развития технологии пеностекла

Строительный бум, о котором так много говорили в последние десять лет, все-таки пробивает себе дорогу. Наметилась явная тенденция роста объемов строительства и, как следствие, строительных материалов. При повышении требований к теплозащите строительных конструкций и росте цен на энергоносители особенно стремительно происходит наращивание объемов производства теплоизоляционных материалов. В данной статье мы не будем останавливаться на вопросе, почему именно пеностекло обладает преимуществами в сравнении с конкурентами. Отметим только, что пеностекло выбрано для анализа тенденций развития промышленной базы строительного материаловедения потому, что технология данного материала является наукоемкой и на этом примере наиболее отчетливо видны проблемы современных инновационных технологий. Кроме того, авторы этой статьи прошли путь от идеи до промышленного производства [1] и имеют моральное право оценить ситуацию в данной области.

На волне интереса к материалу и вполне естественного желания освоить его технологию выявилось огромное количество ошибок и мошенничества, от которых мы хотели бы предостеречь потенциальных инвесторов и производителей. Только действующее производство позволяет реально оценить потенциальные резервы как технологии, так и модификации материала и его использования.

Терминология. Даже по разработанной и освоенной нашей фирмой технологии производится не пеностекло, а пеностеклокристаллический материал – ячеистый стеклокристаллит. О возможной кристаллизации пен на основе силикатных стекол хорошо известно и отмечалось еще в классической работе Б.К. Демидовича [2]. Но материал, аналогичный пеностеклу по структурно-механическим характеристикам, может не только отличаться в готовом состоянии от стекла как аморфного материала, но и не содержать стекла в сырье. Например, ячеистые силикаты при повышенной температуре могут быть синтезированы на основе многих природных силикатов: пластичных глин [3], перлита [4], трепела [5], цеолита [6] или туфов [7].

Могут быть и существенные отличия в средней плотности полученных изделий – от 100 до 1000 кг/м³ и выше. Общим во всех этих случаях является метод формирования ячеистой структуры материала как следствия газовыделения в пиропластичной силикатной матрице. Более логично понятие не пеностекла, а пеностеклянных материалов, имеющих общее с точки зрения технологии происхождение и родственную структуру в виде пены с оплавленной структурой ячеек. Под такое определение попадают материалы с достаточно широким интервалом плотности и соответственно теплопроводности, зачастую имеющие не рентгеноаморфное, а кристаллическое строение и даже не имевшие силикатного стекла в сырье. Такой материаловедческий подход позволяет не только оптимизировать существующие близкие по характеристикам технологии, но и создавать функционально новые материалы.

Действительно, газосиликат в виде поризованного кирпича, имеющий плотность 1000 кг/м³, по своему происхождению имеет более близкое родство с пеностеклом, чем материал, полученный при холодном вспенивании порошка силикатного стекла. Последний тип материала и соответствующую ему технологию более логично рассматривать как модификацию процесса получения пено- или газобетона. На рис. 1 представлены фотографии сверхлегкого пеностекла, полученного по беспорошковой технологии (а), пеностекла производства ЗАО «Пеноситал» (б) и газосиликата, изготовленного из порошка стекла по технологии газобетона (в). Очевидно, что различия в структуре и свойствах между первым и вторым образцами значительно меньше, чем между вторым и третьим, хотя во втором и третьем в качестве сырья использован порошок силикатного стекла, а в первом образце нет.

Поэтому в данной работе мы будем понимать под пеностеклянными материалами силикатные ячеистые материалы, полученные по обжиговой технологии при газовыделении в пиропластичном состоянии. Исходя из этого определим возможные резервы технологии и спрогнозируем новые материалы и их потенциальные рынки в сфере строительства. Для этого сначала рассмотрим ситуацию с производством в России обычного

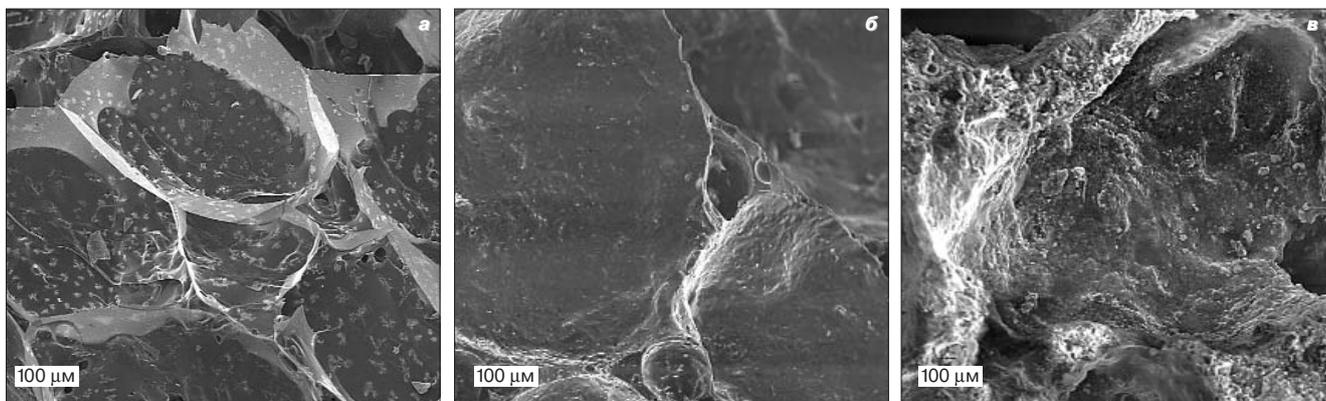


Рис. 1. Электронно-микроскопические фотографии ячеистых силикатных материалов: а – сверхлегкое пеностекло, полученное по беспорошковой технологии; б – пеностекло производства ЗАО «Пеноситал»; в – газосиликат, изготовленный из порошка стекла на основе вяжущих свойств

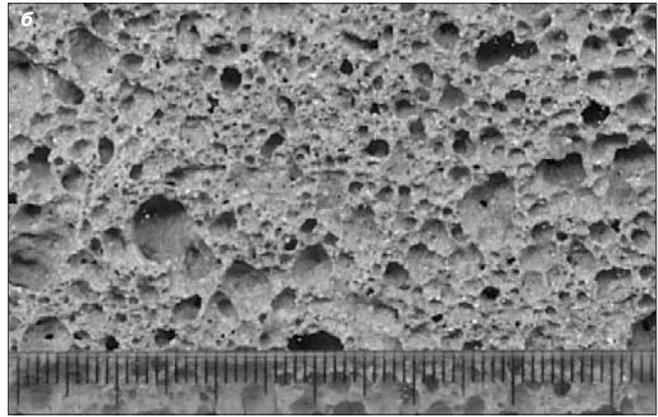
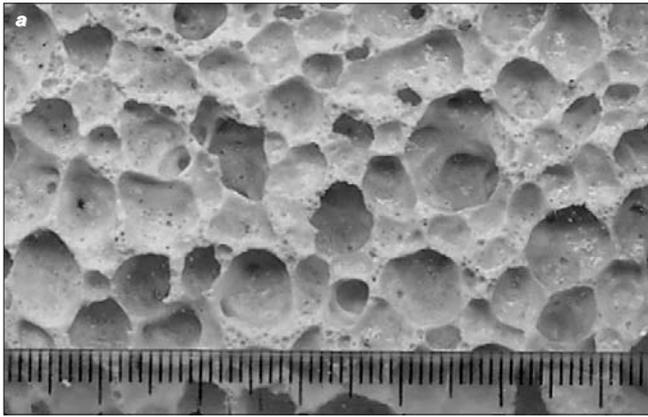


Рис. 2. Структура пеностеклянного материала, полученного: а – из цеолитной породы Усть-Илимского месторождения; б – из кирпичной красной глины Карагайского месторождения Пермского края

пеностекла – ячеистого газосиликата, имеющего среднюю плотность 150–200 кг/м³.

В последнее время в прессе и Интернете все чаще появляются предложения о готовности поставить технологию пеностекла, проектировать и поставлять заводы. Доходит до того, что за незначительную сумму предлагается приобрести комплект переносного оборудования для заливки пеностекла прямо на объекте, причем в качестве сырья используются речной песок и сода, а источником энергии служит бытовой пропан-бутановый баллон. Такие случаи не будем рассматривать в данной статье. Остановимся на более глубоких заблуждениях.

Для понимания проблем технологии пеностекла надо отметить два положения. Во-первых, производство пеностекла является наукоемким, и в структуре себестоимости неизбежно высокую долю занимают непроизводственные инновационные затраты. Во-вторых, технология пеностекла требует значительных капитальных затрат. Исходя из этого условно разделим проблемы потенциальных инвесторов на научно-технологические и финансовые.

Современное состояние российской науки характеризуется отсутствием взаимопонимания между инвесторами и учеными. Инвестор не может грамотно поставить задачу, а исследователи также совершенно искренне не понимают конечной цели своей работы. Например, мы получаем запрос из исследовательского центра с просьбой разработать технологию под их патент на изобретение. Получается, что даже получив патент, авторы не имеют представления о том, на каком промышленном оборудовании могут происходить описанные ими же процессы.

Стало уже почти традицией, когда наше производство посещают инвесторы, вложившие средства (от десятков тысяч до десятков миллионов рублей) в «научные разработки технологии пеностекла» и привозят отчеты с «полным описанием», но очень разочарованные тем, что их производство не работает. В такой ситуации естественно желание хоть как-то довести дело до реального промышленного производства и вернуть средства, но точно так же естественно непонимание исследователей, написавших отчеты, чего от них хотели.

Интересно читать переписку обидевшихся друг на друга вчерашних компаньонов. «Где описание расходных норм?» – вопрошает инвестор. – «Читайте Б.К. Демидовича», – отвечает исследователь. Монографии Б.К. Демидовича [2], [8] являются непревзойденными классическими работами в вопросах пеностекла. Из фундаментальных трудов следует отметить еще монографии И.И. Китайгородского [9] и Ф. Шилла [10]. «Какое оборудование использовать?» – недоумевает потративший средства. – «Берите типовое», – не морг-

нув глазом отвечает ученый. При этом исследователь полагает, что от него требуется последовательность операций на уровне образца 10 × 10 см. А инвестор понимает под описанием технологии полную спецификацию оборудования, расходные нормы, план-график на получение промышленных образцов, то есть практически бизнес-план на уровне девелоперского проекта.

Но еще более интересные взаимоотношения между исследователями и инвесторами возникают, когда последние изначально не заинтересованы в создании производства и лучше ориентируются в банковской или юридической сфере. Действительно, если можно получить средства на инновационный проект под более низкие проценты, чем в коммерческом банке, то надо ли вообще делать промышленный проект? Вполне можно положить деньги в банк под высокие проценты или пустить в оборот, а для написания отчета нанять ученых, чтоб что-нибудь «поисследовали». В качестве отчетов подходит перепечатка работ корифеев, тогда вообще нанимать для написания отчетов никого не надо. В результате особенность технологии пеностекла как наукоемкого и материалоемкого производства приводит к инвестиционно-технологической пирамиде – специфическому методу привлечения денежных средств при намеренном или частично вынужденном понимании, что технологию на существующем уровне реализовать невозможно.

Есть и другая сторона этой проблемы. Если финансисты научились «делать деньги» на идее производства пеностекла, то почему бы и ученым не заработать, пользуясь своими профессиональными знаниями? Источником финансирования в данном случае являются всевозможные гранты. Дело доходит до казусов, когда в информации о разработке в одном из городов России технологии пеностекла в качестве иллюстрации промышленных образцов используются фотографии с сайта администрации Пермской области о презентации нашего завода.

Иногда разработчикам удается начать финансирование заведомо невыполнимого проекта или проекта, коммерческая ценность которого в обозримом будущем не определяется. Примером этого является идея «вакуумного пеностекла». Предполагалось, что этот материал должен иметь пониженное давление газов внутри герметичных ячеек. Оставляя в стороне вопрос о практической целесообразности такого паронепроницаемого материала и возможности технического решения задачи, гипотетический выигрыш от снижения коэффициента теплопроводности вряд ли перекроет экономические потери от сложности технологии. Следует отметить, что до сих пор никто не держал в руках этот материал.

Наиболее логичным решением для инвесторов является восстановление существовавших производств пеностекла по старым описаниям, но даже действующее производство пеностекла не может обойтись без системной исследовательской работы. Единственный на территории бывшего СССР завод, производящий пеностекло, находится в Гомеле (Белоруссия). Чтобы поддерживать морально устаревшую технологию, проводится интенсивная и не всегда этически безупречная кампания по продвижению собственной продукции (журнал «Белорусский строительный рынок» № 15, 2006 г.)

В России до недавнего времени реального производства пеностекла вообще не было. При нынешней ситуации рентабельно производство пеностекла с годовой мощностью не менее 30–40 тыс. м³. Несложно подсчитать, что только оборудование на соответствующую производительность, площади, монтаж и оборотные средства требует несколько сотен миллионов рублей. И нельзя вложить сегодня немного, затем поднакопить и добавить. Опыт показывает, что попытки пойти этим путем – построить сегодня печьку, завтра – распиловку, послезавтра – отжиг неизбежно приводят только к убыткам. Поэтому удалось сформулировать основные положения для осуществления наукоемкого проекта промышленного производства пеностекла.

Во-первых, это наличие команды специалистов различного профиля как в прикладной науке и технологии, так и в финансах и маркетинге. В настоящее время нет ни одного специалиста, способного организовать в одиночку такое высокотехнологичное производство.

Во-вторых, технология должна быть глубоко проработана собственными специалистами с пониманием процесса от молекулярного до аппаратного уровня. Нельзя купить технологию в виде патента или самого полного описания эксперимента: неизбежно при масштабировании или пусконаладке возникнут проблемы, которые могут решить только специалисты, понимающие всю последовательность операций.

В-третьих, финансирование проекта должно производиться на достаточно высоком уровне и при непрерывном наличии четкого графика финансирования.

Такой подход к инновационным проектам должен быть для любых новых и эффективных строительных материалов или новых технологий их производства. Поэтому необходимо остановиться на тех направлениях, которые непосредственно примыкают к технологии пеностекла и которые возникнут из нее в строительном материаловедении в ближайшее время.

Основываясь на понимании технологии пеностекла как ячеистого материала, полученного из силикатов в пиропластичном состоянии, можно сделать некоторые предположения о тенденциях развития этого направления материаловедения и технологии. Эти тенденции определяются технико-экономическими характеристиками существующей технологии и целесообразностью предлагаемых изменений процессов и освоения новых продуктов.

В процессе варки сырьевого стекла выделяется значительное количество газов, затем стекло охлаждается, диспергируется, в него добавляются вещества, способствующие газовыделению, и нагрев осуществляется повторно. Между тем известно, что силикатообразование и стеклообразование можно осуществлять и при более низкой температуре – как раз ориентировочно в температурной области синтеза пеностекла. При этом использование дешевых силикатных материалов в качестве сырья для варки сырьевого стекла или для непосредственно одностадийного синтеза пеностекла будет основополагающей тенденцией в развитии технологии в ближайшее время. Иными словами, существует тех-

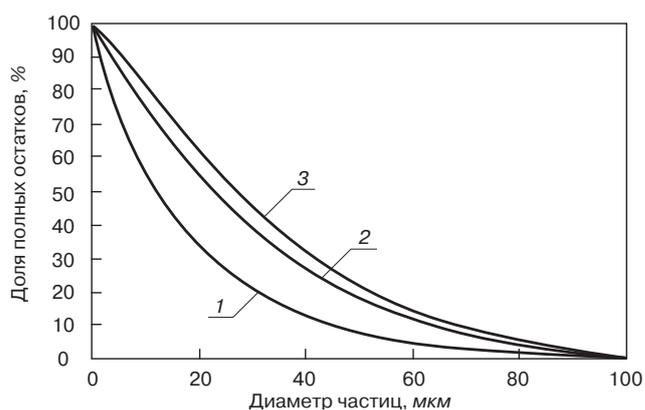


Рис. 3. Дисперсный состав силикатного сырья: 1 – цеолитная порода Усть-Илимского месторождения; 2 – кирпичная красная глина Карагайского месторождения; 3 – сырьевое стекло промышленного производства ЗАО «Пеноситал»

ническая возможность совместить процессы синтеза стекла и формирования его ячеистой структуры. При этом сырье могут служить практически любые местные силикатные материалы дисперсного строения как природного (пески, глины, суглинки, цеолиты, песчаники и др.), так и промышленного происхождения (металлургические шлаки, отвалы горно-обогатительных предприятий и др.). На рис. 2 представлены фотографии пеностеклянных материалов, полученных из цеолитовой породы и кирпичной глины, которые по структуре и основным характеристикам близки к пеностеклу.

Предложенный подход позволяет не только существенно снизить энергозатраты, но и упростить технологию, сократив количество переделов. Помол стекла является энергоемкой операцией, и опыт эксплуатации различных вариантов промышленных дробилок (виброцентробежной и ротационной) показал, что удельные энергозатраты на 1 т порошка стекла находятся в пределах 90–115 кВт·ч/т. Проблема осложняется высоким абразивным износом и энергонапряженностью оборудования.

Однако плотность получаемого пеностекла практически всегда зависит от тонины помола [11]. Именно поэтому минимальная плотность получается у пеностекла, когда исходные компоненты имеют молекулярные размеры, то есть порошки вообще не используются и материал изготавливается из растворов и гелей. В этом случае удается достичь толщины стенок ячейки менее 1 мкм и плотности менее 70 кг/м³ (рис. 1а). Но при использовании порошков естественным решением для снижения затрат на производство представляется отказ от искусственного помола и использование природных дисперсных материалов. На рис. 3 приведены данные по дисперсному составу исходного стекла производства пеностекла ЗАО «Пеноситал» и дисперсных природных силикатов, из которых были получены образцы, представленные на рис. 2. Наличие в составе всех порошков высокодисперсной фракции позволяет использовать все указанное дисперсное силикатное сырье. Естественно, что в рамках описываемой технологии пеностеклянных материалов имеется возможность получать ячеистые материалы практически из любых видов дисперсного силикатного сырья. Другим преимуществом этого направления является возможность создания производств на местном сырье в любом регионе.

Значительное количество бесчисленных бизнес-планов производства пеностекла, широко представленных в Интернете, ориентируется именно на бытовую стеклобой и его утилизацию. Можно предположить, что эта тенденция со временем перестанет быть преобладающей.



Рис. 4. Фотография блоков пеностекла, полученных без использования жаропрочных форм и без дополнительной механической обработки

Во-первых, это связано с несовершенством природоохранного законодательства в стране. В мировой практике обычно за утилизацию стекла выплачивают из экологических фондов государства или предприятия получают налоговые льготы [12]. В России стекломой приходится покупать по коммерческим ценам, а это при росте объемов производства требует вовлечения привозного сырья, что снижает рентабельность процесса. Во-вторых, использование для производства пеностеклянных материалов сырья, альтернативного стекломой, существенно расширяет технологические возможности процесса.

Среди других резервов технологии следует особо остановиться на самой энергоемкой стадии — термообработке. Так, затраты на производство 1 м³ гранулированного пеностекла составляют примерно 200–250 кВт·ч, блочного — 500–600 кВт·ч. В первом случае отсутствует необходимость нагрева форм и системы транспортировки, поэтому существенный резерв экономии в случае блочного пеностекла может быть достигнут при снижении материалоемкости форм и транспортных систем. Причем вариант полного отказа от форм позволяет свести к минимуму и механическую обработку готовых изделий. Действительно, использование вяжущих свойств порошка стекла [13] допускает изготовление заготовок требуемой конфигурации, которые при термообработке увеличиваются в размерах, но сохраняют форму (рис. 4). Потребителем такой продукции может быть гражданское строительство, химическая промышленность и строительство продуктопроводов.

Другим результатом развития этого направления мог бы стать выход на рынок облицовочных материалов. На рис. 4 видно, что изделия имеют чистый белый цвет, а при существующем спектре колеровочных добавок можно получать практически любые цвета и оттенки непосредственно в процессе термообработки. Отдельно следует обратить внимание на структуру поверхности получаемого материала. Если срез пеностекла может со временем загрязниться вследствие ячеистой структуры, то поверхность облицовочного материала легко чистится и моется.

Перспективным направлением является расширение эксплуатационной ниши пеностекла при увеличении его плотности. В журнале «Строительные материалы»[®] уже сравнивался поризованный кирпич с пустотелым [14]. Было убедительно показано, что с точки зрения строительного материаловедения стеновой штучный материал со средней плотностью ниже 1000 кг/м³ востребован современными строительными технологиями, но занимающий эту нишу пустотелый кирпич экструзионного типа не удовлетворяет строителей по

ряду требований. В качестве возможной альтернативы пустотелому кирпичу предлагается поризованный кирпич. Ту же нишу занимают в настоящее время пенобетон различной плотности и природные материалы типа армянского туфа (там, где они есть в наличии).

Между тем пеностекло плотностью выше 400 кг/м³ уже достигает требуемых характеристик по прочности и значительно превосходит тот же пустотелый кирпич по теплоизоляционным свойствам. Вопрос стоимости материала и технологии изготовления тоже решаем. Если смотреть на материал и его производство с понимания технологии пеностекла пятидесятилетней давности, то производить такой материал сложно — необходима распиловка каждого блока. А при прочности материала выше 5 МПа и твердости стекла это представляется утопией. Однако использование описанного выше варианта обжига сформованных блоков позволяет отказаться от распиловки.

Такая технология позволяет выпускать блоки требуемых размеров без дополнительной механической обработки, а отсутствие форм при обжиге допускает создание высокопроизводительных автоматизированных производств. При этом штучные блоки заданной формы и размеров плотностью 250–1200 кг/м³ уже получены промышленно.

Таким образом можно заключить, что потенциальные возможности использования пеностекла гораздо шире, чем кажутся. В ближайшее время можно ожидать выход пеностеклянных материалов на новые рынки сбыта как территориально, так и функционально.

Список литературы

1. Кетов А.А., Пузанов И.С., Саулин Д.В. Опыт производства пеностеклянных материалов из стекломой // Строит. материалы. 2007. № 3. С. 70–72.
2. Демидович Б.К. Пеностекло. Минск: Наука и техника. 1975. 248 с.
3. Назибин Г.Е., Колосова М.М., Кирко В.И., Мазалова Л.А., Резинкина О.А. Стекло для получения пеноматериала. Патент РФ № 2235694 // Оpubл. 10.09.2004 БИПМ №.
4. Григорян А.А., Мелконян Г.С., Саркисян А.А. Способ получения пеностекла. А. с. СССР №1571015. Оpubл. 15.06.90. Б.И. № 22.
5. Саакян Э.Р., Месропян Н.В., Даниелян А.С. Смесь для изготовления пеностекла. А. с. СССР № 1073199. Оpubл. 15.02.84. Б. И. № 6.
6. Саакян Э.Р., Бабаян Г.Г., Михаэлян В.Г., Язычян Р.Н., Саакян Р.Р. Способ получения гранулированного ячеистого материала А. с. СССР № 1805109. Оpubл. 30.03.93. Б.И. № 12.
7. Саакян Э.Р. Шихта для получения пеностекла. А. с. СССР №1089069. Оpubл. 30.04.84. Б.И. № 16.
8. Демидович Б.К. Производство и применение пеностекла. Минск: Наука и техника. 1972. 301 с.
9. Китайгородский И.И., Кешишян Т.Н. Пеностекло. М.: Промстройиздат. 1953. 80 с.
10. Шилл Ф. Пеностекло. М.: Стройиздат. 1965. 307 с.
11. А. Кетов. An experience of Reuse of a Glass Cullet for production of foam structure material // Recycling and Reuse of Glass Cullet: International Symposium / Dundee. United Kingdom. 2001. P. 85–91.
12. Meyer C. Recycled glass — from waste material to valuable resource // Recycling and Reuse of glass Cullet: Proceedings of International Symposium 19–20 March 2001. Dundee UK. P. 1–10.
13. Кетов П.А., Пузанов С.И., Корзанов В.С. Использование вяжущих свойств дисперсных силикатных стекол при утилизации стекломой // Строит. материалы. 2007. № 5. С. 66–67.
14. Шлегель И.Ф. Эффективен ли пустотелый кирпич? // Строит. материалы. 2006. № 7. С. 41–43.

С.Л. БУЯНТУЕВ, д-р техн. наук, А.Ц. ДОНДОКОВ, инженер, Восточно-Сибирский государственный технологический университет (г.Улан-Удэ, Республика Бурятия); Н. БАЯНСАЙХАН, Монгольский государственный университет науки и технологии (Улан-Батор)

Получение теплоизоляционных материалов из базальта с применением электродуговой плазмы

Решение вопросов энергосбережения во многих отраслях требует создания эффективных, экологически чистых и пожаробезопасных теплоизоляционных материалов. Всем этим требованиям удовлетворяют теплоизоляционные материалы на основе базальтовых волокон.

Россия обладает неограниченными ресурсами горных пород, таких как базальт, габбро, диабаз, порфирит и другие, представляющие ценность не только в качестве облицовочных материалов, но и как однокомпонентное сырье для производства базальтовых волокон с уникальными свойствами. Большие запасы базальтовых пород имеются и в Забайкальском регионе — Бурятии и Читинской области.

Базальтовые волокна нетоксичны, обладают высокими физико-механическими характеристиками, повышенной по сравнению с минеральными и стеклянными волокнами устойчивостью к кислотам и щелочам, низким коэффициентом теплопроводности, более высокой температурой применения по сравнению с другими теплоизоляционными материалами. Эти свойства базальтовых волокон обусловили актуальность проблемы дальнейшего развития и создания высокоэффективных строительных и технических материалов и изделий для различных отраслей промышленности [1, 2].

При этом едва ли не главной проблемой наряду с соблюдением требований ГОСТа к качеству волокнистых материалов всегда была и остается проблема снижения энергозатрат и себестоимости производства теплоизоляционных материалов. Решение этих сложных, порой противоречивых проблем требует проведения комплекса экспериментальных и теоретических исследований сырья и полученного из него волокна в целях разработки рекомендаций для производства с использованием новых достижений науки и техники.

Была поставлена задача исследования возможности получения теплоизоляционных материалов волокнистой структуры из базальта Судунтуйского месторождения Читинской области при пониженных энергозатратах.

Для изучения структуры указанного базальта был выполнен рентгенофазовый анализ.

По результатам РФА на рентгенограмме присутствуют линии минералов базальта с характерными дифракционными максимумами d/n (Å): лабрадора $\text{Na}_{0,5}\text{Ca}_{0,5}\{\text{Al}_{1,5}\text{Si}_{2,5}\text{O}_8\}$ (3,22), анортита $\text{Ca}\{\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8\}$ (4,01; 3,62; 3,19; 3,17). Также отмечены линии оливина $(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{SiO}_4$ (2,79) и форстерита $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$ (3,72).

Исследования показали, что базальты Судунтуйского месторождения имеют следующий состав: SiO_2 — 48,43; TiO_2 — 3,15; Al_2O_3 — 14,23; Fe_2O_3 — 5,46; FeO — 6,90; CaO — 8,58; MgO — 3,58; MnO — 0,15; Na_2O — 3,36; K_2O — 2,2; P_2O_5 — 1,15; CO_2 — 0,24; H_2O — 1,02.

При изучении физико-химических характеристик сырья и свойств полученных образцов использовали комплексный метод, включающий химический, рентгенофазовый, количественный анализы и термодинамические исследования.

Химический анализ выполняли на атомно-абсорбционном спектрофотометре SOLAAR-M. Рентгенофазовый анализ проводили на порошковом автоматическом дифрактометре D8 Advance фирмы Brukeraks. Количественный микроанализ выполняли на электронно-сканирующем микроскопе LEO 1430 VP с последующей обработкой результатов на энергодисперсионном анализаторе INCA Energy 300. Термодинамические исследования процесса высокотемпературной плавки базальта проводили на модифицированном программном комплексе АСТРА-4. Термодинамические свойства рассчитывали с помощью программы ТЕРМОС.

Для проведения исследований по получению минерального волокна из базальта с помощью плазменно-дуговой обработки проведены расчеты процесса высокотемпературной плавки базальта. Методическую основу расчета составили фундаментальные законы термодинамики совместно с законами сохранения массы и энергии электрического разряда. Это позволило для закрытых термодинамических систем построить математическую модель для общего случая образования в равновесии газобразных и конденсированных веществ, электронной-тральных и ионизированных компонентов.

В соответствии с обобщенной моделью для расчета была использована универсальная программа термодинамических расчетов АСТРА-4, отработанная в широком интервале высоких температур.

Как показали расчеты, в области $t=800-2800^\circ\text{C}$ концентрация триоксида алюминия (Al_2O_3) постоянна и составляет 15,648%. Моносиликат кальция CaSiO_3 в интервале температуры $1400-1800^\circ\text{C}$ уменьшается до 21,747% в связи с появлением в этом интервале CaTiO_3 (0,949%). В интервале $800-1400^\circ\text{C}$ присутствует TiO_2 с незначительной концентрацией (0,557%).

Оптимальная температура составила 1450°C , а удельные энергозатраты $3 \text{ кВт} \cdot \text{ч/кг}$. Удельные затраты электроэнергии в известных высокочастотных промышленных плавильных установках составляют $5-6 \text{ кВт} \cdot \text{ч/кг}$.

С учетом полученных параметров определили электрическую мощность установки, которая составляет при номинальном токе 400 А не более 128 кВт.

Одним из важных свойств, определяющих пригодность породы для получения волокон, является конечная температура плавления, которая обычно составляет более 1400°C . Температурный интервал плавления исследуемого базальта $1140-1400^\circ\text{C}$.

К важным технологическим свойствам расплавов относятся вязкость, кристаллизационная способность и склонность к волокнообразованию. Вязкость определяют ротационным вискозиметром с рабочими поверхностями цилиндр-цилиндр. Вязкость расплава при температуре 1450°C составляет порядка $100 \text{ Па} \cdot \text{с}$.

Кристаллизационную способность расплава оценивали по температуре верхнего предела кристаллизации. Установлено, что базальты Судунтуйского месторождения образуют вязкие расплавы.

Таким образом, исследованные базальты являются сырьем, пригодным для получения различного вида волокон. По составу исследованные базальты являются близкими к известным из литературы базальтам Берестовецкого и Марнеульского месторождений.

Для исследования процесса получения расплава и производства базальтовых волокон с помощью плазменно-дугового нагрева разработана установка.

Для энергоснабжения установки для двух пар электродов используется источник питания постоянного тока с плавным регулированием по току и максимальным рабочим напряжением 250 В. Потребляемая мощность при номинальном токе 400 А не более 128 кВт, КПД не менее 84%. В качестве электродов используются графитовые стержни, установленные горизонтально в продольных стенах печи.

Образование расплава происходит в течение 15–20 мин после подачи напряжения на электроды и поджига электродуговой плазмы. По мере заполнения расплавом рабочего объема печь выводится на стабильный режим работы. При прохождении тока в межэлектродном промежутке второй пары электродов расплав базальта равномерно распределяется в объеме печи и поступает на распылительное устройство.

Для достижения чистоты расплава, снижения износа огнеупора и износа электродов графитовые электроды были заменены молибденовыми.

Данная установка является более эффективной по удельному потреблению энергоносителей: она ориентировочно в 2–3 раза экономичнее по сравнению с известными установками для получения волокнистых материалов при тех же качествах расплава и базальтового волокна, вполне приемлемых для строительных целей и удовлетворяющих требованиям ГОСТа.

Полученное базальтовое волокно и вату исследовали методами, регламентированными существующими ГОСТами. Было установлено, что волокно и вата из базальта Судунтуйского месторождения имеют высокие эксплуатационные характеристики и не уступают теплоизоляционным материалам, полученным из базальта других месторождений. Такие физико-химические характеристики, как плотность (25,03 кг/м³), теплопроводность (0,03 Вт/(м·К)), модуль кислотности (3,4), влажность (0,26% масс.), содержание органических веществ (0 масс.%), содержание неволокнистых включений размером выше 0,25 мм (не более 1%) при среднем диаметре волокон не более 8 мкм и их длине до 35 мм, не превышают нормативных значений, определяемых стандартами.

Таким образом, был получен ответ на поставленную задачу о возможности получения теплоизоляционных волокнистых материалов из базальтов Судунтуйского месторождения, определены режимы термической обработки сырья, определяющие качество изделия, и даны рекомендации для разработки промышленной установки с низкими энергос затратами.

Список литературы.

1. Земцов А.Н., Гаврилов-Кремичев Н.Л., Николаева И.Л. Минеральная вата на основе горных пород: перспективы развития производства и применения // Проектирование и строительство в Сибири. 2002. № 1(7). С. 27–28.
2. Ходакова Н.Н., Татаринцева О.С. Сравнительная оценка волокнистых материалов: Сб. докл. III Всероссийской научно-практ. конф. «Техника и технология производства теплоизоляционных материалов из минерального сырья». М.: ЦЭИ «Химмаш». 2003. С. 53–57.



ПАРТНЕРСТВО • ПЕРСПЕКТИВА • ПРОЦВЕТАНИЕ

Мы разработали уникальную технологию и запустили промышленное производство пеностеклянных материалов. Мы разработаем для Вас технологические линии переработки различного силикатсодержащего сырья (цеолитов, глины, стеклобоя, отвалов различных производств) в:

- облицовочное пеностекло
- поризованный кирпич
- скорлупы из пеностекла для теплоизоляции трубопроводов и технологического оборудования
- архитектурно-декоративное и цветное пеностекло
- сверхлегкое пеностекло
- декоративную плитку из стеклобоя

614990, Россия, г. Пермь, ул. Мира, 45а
Тел./факс: (342) 227-45-15, e-mail: investment@penosytal.ru www.penosytal.ru

Мировой рынок вспенивающегося полистирола

В настоящее время российский рынок вспенивающегося полистирола является импортозависимым. Более половины объема потребления данного полимера поставляется из-за рубежа.

В зависимости от сферы использования рынок вспенивающегося полистирола (ВПС) можно сегментировать на два больших сектора – строительные/изоляционные материалы и упаковка (промышленная и пищевая). В среднем в мире эти два рынка примерно равны по уровню потребления и составляют 48 и 46% соответственно. Однако если рассматривать потребительскую структуру рынка по регионам, то соотношения будут очень разными. При этом чем больше развита в экономическом отношении страна, тем больше структура смещается в пользу строительных материалов.

Вспененные полимерные материалы занимают до 10% от совокупного объема потребления полимерных смол. Мировой рынок пеноматериалов, где полистирол (ПС) является одним из самых популярных полимеров после полиуретана, продолжает активно развиваться. На его долю приходится 25% мирового спроса (рис. 1).

Согласно американской исследовательской компании СМАИ спрос на ВПС на мировом рынке достиг в 2005 г. отметки в 3,75 млн т, что составляет порядка 27,5% от совокупного объема потребления ПС. Мировые мощности по производству ВПС составляют 5 млн т и загружены лишь на 75%. Вместе с тем новые заводы продолжают строиться.

В настоящее время, по оценкам аналитиков СМАИ, в мире наблюдается тенденция замедления спроса на ВПС. Высокие цены на сырье и конечные продукты негативно отразились на мировом спросе в пользу товаров-заменителей и увеличения потребления вторичных материалов. Однако по оценке СМАИ, в период с 2006–2010 гг. цены на ВПС несколько снизятся, и это будет способствовать ускорению роста спроса.

По итогам 2005 г. рост спроса в мире на ВПС опустился с 5% (2004 г.) до 3,5% (2005 г.), так как США и Европа теряют свою долю на рынке, их темпы прироста потребления снижаются.

Главным потребителем ВПС остается Китай и другие азиатские страны. Здесь отмечаются самые высокие темпы роста спроса – порядка 10–15% против 1–2,5% в странах Северной Америки и Западной Европы. Азиатско-Тихоокеанский регион по объему потребления – 45% (1,68 млн т в год) опередил все развитые районы мира. К другим наиболее емким рынкам по-прежнему относится Западная Европа – 23% (862 тыс. т в год) от совокупного объема потребления ВПС в 2005 г. Северная Америка

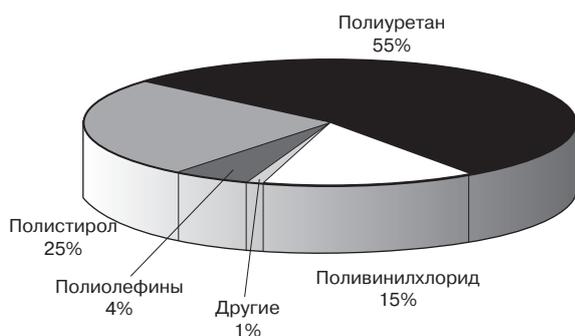


Рис. 1. Сегментация мирового рынка пеноматериалов по видам

во главе с США против обычного уступает Западной Европе, объем ее спроса составляет лишь 17%, что в минувшем году практически сравнялось с рынком Китая.

Помимо Азии довольно высокие темпы прироста спроса прогнозируются в Восточной Европе, Латинской Америке, Африке. Возможно, через несколько лет по мере насыщения этих рынков они смогут потеснить доли развитых стран в мировой структуре потребления.

Рынок Западной Европы можно охарактеризовать как насыщенный, темпы роста спроса постепенно замедляются.

Как уже отмечалось, рынок ВПС в США и Европе был всегда в относительно привилегированном положении в отличие от ПС в целом. Рост спроса за последние пять лет был положительным. На рынке Европы в настоящее время темпы прироста спроса на ПС в целом и ВПС в частности примерно равны. Рост спроса на ПС до 2010 г. прогнозируется, по различным оценкам, на уровне 2–3%. Европейская ассоциация производителей ВПС оценивает рост спроса на ВПС в период 2002–2010 гг. в 2,5%, хотя в отдельных регионах этот показатель может достигнуть и 3,5% (рис. 2), поскольку в Восточной и Юго-Восточной Европе темпы прироста должны опережать Центральную Европу. В целом для вспененных материалов до 2011 г. рост спроса ожидается на уровне 5,2%.

Практически весь рынок ВПС в Европе определяют четыре страны: Германия, Польша, Италия, Франция. Объемы потребления пеноматериалов в других государствах сильно уступают лидерам. Объем спроса Германии на ВПС в 2005 г. превысил 24% мирового рынка ВПС. На втором месте стоит Польша, ей принадлежит 19%. Далее следуют Италия и Франция – 16 и 15% соответственно.

Крупнейшими производителями ВПС в Европе можно назвать (в порядке убывания): BASF, Nova Chemicals, Polimeri Europa, Styrochem.

Кроме лидирующих предприятий на рынке Европы присутствует еще до 30 заводов. Совокупные мощности существующих производителей задействованы не полностью и функционируют на 84%. Новые заводы в последние несколько лет не строятся, однако наблюдается расширение мощностей в рамках действующих проектов.

Европейская структура потребления ВПС очень напоминает американскую. Здесь на долю строительных и изоляционных материалов приходится основной объем ВПС – до 74%. И это не предел, темпы роста спроса на строительные материалы серьезно опережают незначительный рост спроса на ВПС-упаковку.

Американский рынок ПС, так же как и ВПС, является самым емким в мире. В общем объеме спроса на ПС на долю ППС приходится порядка 16%. За последние пять лет рынок ПС и ВПС развивался по-разному. В 2000 г. потребление ПС находилось в стадии стагнации (0,4% к 1999 г.), а в 2001 г. упало на 3–5%. Загрузка мощностей оказалась ниже отметки 80%. Производители не успевали корректировать свои цены в соответствии с растущими ценами на сырье, что, естественно, убивало спрос. В результате они стали практиковать консервацию или закрытие производств. По этому пути пошли Dow, BASF, Nova. Что касается ВПС, то рынок за прошедшую пятилетку не испытывал на себе отрицательных темпов роста, а наоборот, рос на уровне 1–2% в год. В целом на американском рынке царит тенденция замедления роста спроса на

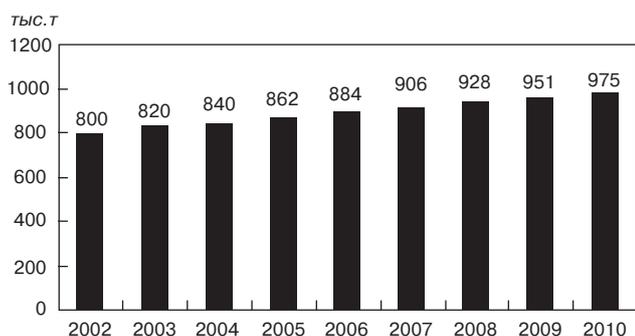


Рис. 2. Прогноз спроса на ВПС в Западной Европе в период 2002–2010 гг.

фоне общего экономического спада, что отражается даже на крупных производителях. Так, компания BASF в ответ на требования рынка пришлось снизить свою производственную мощность на североамериканском рынке на 20% (22,5 тыс. т в год).

В 2005 г. объем потребления ВПС странами Северной Америки составил порядка 640 тыс. т в год. Из них США забирает около 78% (500 тыс. т). По оценкам экспертов, рост спроса на ВПС в США в 2005–2006 гг. не составит 1,2%. В последующие годы вплоть до 2010 г. рынок не вырастет более чем на 1% и к 2010 г. составит порядка 526 тыс. т в год.

Объем производства ВПС российскими предприятиями несколько ниже потребления. В последнее время наблюдается снижение производства в пользу китайского импорта.

Цены на ВПС азиатского качества существенно ниже американского, что и обеспечивает Китаю определенную долю на рынке США.

В Америке работает более 60 производителей ВПС, среди которых крупнейшими являются Nova Chemicals (170 тыс. т в год) и BASF (Altamira, Мексика – 165 тыс. т в год). В структуре потребления ВПС в Северной Америке наибольший объем приходится на строительство и изоляционные материалы – 75% от общего объема потребления в тоннажном выражении.

Объем потребления ВПС для строительных и изоляционных материалов постоянно растет. В настоящее время в этом сегменте ВПС наблюдаются самые высокие темпы роста – 4–5%.

Азиатско-Тихоокеанский регион (АТР), в частности китайской рынок, остается основным центром потребления, а в последнее время и производства. Он имеет большие возможности для роста. Основным игроком здесь является Китай, на долю которого приходится 36% от совокупного объема потребления ВПС в Азии.

Китай является главным потребителем ПС на мировом рынке, и его доля в ближайшие годы может превысить 40%. Стремительный рост экспортных секторов экономики и бытовых электроприборов инициировал соответствующее увеличение использования ПС. В 1995 г. Китай переиграл Японию, а на рубеже 2001–2002 гг. – Западную Европу и США.

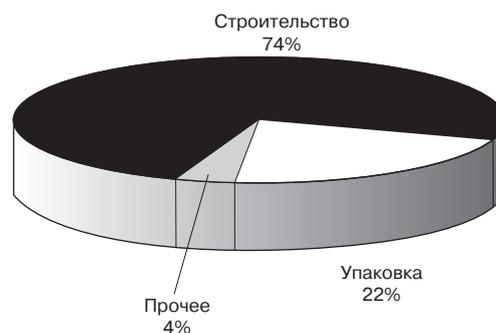


Рис. 3. Европейская структура потребления ВПС

По итогам 2005 г. объем потребления ВПС в Китае превысил 600 тыс. т в год. Можно предположить, что к 2010 г. объем потребления здесь составит 1 млн т в год. Существующие в стране мощности по ВПС удовлетворяют потребности как внутреннего рынка (строительные изоляционные материалы, дорожное строительство), так и экспортных секторов (упаковка изделий электроники и бытовой техники). При этом темпы прироста мощностей опережают темпы прироста спроса. Азия, а особенно Китай, выводят на рынок новые мощности невероятными темпами. Здесь существует проблема перепроизводства, поскольку внутренний спрос замедлился, а импорт стал более конкурентным. Темпы роста спроса в мире снижаются, ведущие производители ВПС в разных странах мира ищут новые каналы сбыта за пределами собственной страны, и Китаю становится труднее экспортировать ПС на внешний рынок. Вместе с тем Китай и другие страны АТР имеют очень серьезное конкурентное преимущество из-за низкой стоимости ВПС, и китайский ВПС в любом случае найдет своего потребителя в разных странах. В США в 2005 г. на фоне стабильного спроса на ВПС и снижения внутреннего производства наблюдалось увеличение импорта из стран Азии.

Крупнейшим азиатским производителем ВПС является Loyal Group (Тайвань). Компания открывает восьмое предприятие группы на территории Китая, его мощность составляет 180 тыс. т в год. Запуск нового завода позволит Loyal Group (King Pearl) стать крупнейшим производителем ВПС в мире с общей мощностью 750 тыс. т в год. Одним из лидирующих производителей на рынке Китая можно назвать компанию Suzhou Hualunchemical Co., Ltd.

Структура потребления азиатских стран значительно отличается от структуры западных стран. Здесь ВПС находит свое основное применение в упаковке – 64% от общего потребления ВПС. Далее следуют строительные и изоляционные материалы.

Анализ текущей ситуации и прогноз развития российского рынка вспенивающегося полистирола смотрите в отчете маркетингового исследования Академии Конъюнктуры Промышленных Рынков «Рынок вспенивающегося полистирола в России».

Академия конъюнктуры промышленных рынков

АКПР
МАРКЕТИНГ
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Академия Конъюнктуры Промышленных Рынков

оказывает услуги, связанные с анализом рынков, технологий и проектов в промышленных отраслях:

- ✓ маркетинговые исследования
- ✓ технико-экономическое обоснование
- ✓ бизнес-планирование

111033, г. Москва, ул. Золоторожский Вал, 11, стр. 1, офис 2
Тел.: (495) 918-13-12 www.akpr.ru E-mail: mail@akpr.ru



Dow Building Solutions

ПЕНОПЛЭКС®
 эффективная теплоизоляция из экструзионного пенополистирола

Теплоизоляция XPS. Лидеры отвечают за качество

Применительно к рынку теплоизоляции из экструдированного вспененного полистирола (XPS) все чаще можно услышать слово «бум». Связано это с необычайно бурным ростом рынка материала, про который до начала 90-х гг. в России почти никто не знал.

Первопроходцем в продвижении XPS в России стал мировой гигант Dow Chemical. Но тогда особого интереса этот вид теплоизоляции не вызвал. Материал был новым, и строители использовали его неохотно. К тому же из-за транспортных расходов стоил он намного дороже, чем привычные утеплители.

Первой российской компанией, почти 10 лет назад начавшей производить утеплитель из экструдированного пенополистирола, стала компания ПЕНОПЛЭКС. Теперь открытием завода по производству XPS уже никого не удивишь. За последние два года появились новые производители. Многие новички устанавливают относительно недорогое китайское оборудование, на котором производят материал с характеристиками, не соответствующими качествам настоящего XPS.

Вместе с тем, несмотря на кажущуюся простоту, производство экструдированного вспененного полистирола довольно сложный технологический процесс. Материал получают путем смешивания гранул полистирола при повышенной температуре и давлении с введением вспенивающего агента и последующим выдавливанием из экструдера. Любое нарушение технологии или использование некачественного сырья приводит к получению бракованного материала. При этом тип оборудования имеет особое значение.

Лучшими в мире признаны немецкие и американские линии. Немецкими линиями в России оборудовано лишь несколько заводов, в том числе заводы компании ПЕНОПЛЭКС. Они позволяют четко поддерживать процесс изготовления плит с идеальными геометрическими и техническими характеристиками.

Компания ПЕНОПЛЭКС организовала на своих заводах лаборатории, которые работают круглосуточно и регулярно в течение суток проводят замеры и испытания материала. Если обнаруживается несоответствие характеристик материала установленным стандартам, вся партия бракуется и вторично перерабатывается. Тех же принципов контроля качества придерживается и компания Dow Chemical.

Позволить себе содержание лаборатории, а тем более выбраковку всей партии плит может не каждое производство экструдированного полистирола. Известны случаи, когда недобросовестные производители выпускали бракованные партии XPS в продажу благодаря тому, что брак не всегда можно отличить на глаз. Соответствие продукции нормам по теплопроводности, водопоглощению и прочностным характеристикам можно определить только путем специальных испытаний.

Продажа некачественной продукции может подорвать репутацию материала на рынке и явиться причиной недолговечности конструкции, в которой он применяется. Встречаются здания с инверсионной кровлей, где используется некачественный материал с водопоглощением более 5% по объему. Это может привести к разрушению кровли. Известны случаи использования некачественных плит при возведении фундамента, что может привести к разрушению здания и повлечь не только материальный ущерб, но и человеческие жертвы.

Преимуществом качественного экструдированного пенополистирола перед другими видами теплоизоляции является то, что благодаря своей монолитной регулярной структуре с закрытыми ячейками он обладает почти нулевым водопоглощением и может использоваться для утепления помещений с высокой влажностью. Величина водопоглощения качественного материала составляет 0,2–0,4% по объему. Он прочен и долговечен, обладает низкой горючестью, а также легок в монтаже – режется простым ножом и не крошится.

Длительными исследованиями установлено, что оптимальные свойства мате-

риала класса XPS достигаются в диапазоне плотности 32–34 кг/м³. При этой плотности значение коэффициента теплопроводности достигает наилучшего значения. При меньших плотностях значение коэффициента теплопроводности значительно увеличивается и при плотностях менее 30 кг/м³ приближается к показателям теплопроводности ПСБС. Кроме того, значительно увеличивается водопоглощение материала. В последнее время появились марки псевдо-XPS у которых водопоглощение после года эксплуатации достигает 7–8% по объему. Применение такого материала не оправдывает себя ни с технической, ни финансовой стороны, поскольку такой материал спокойно можно заменить на ПСБС, со всеми вытекающими последствиями.

Еще одной важной характеристикой, отличающей качественный XPS, является прочность при сжатии. В последнее время ряд компаний выпустил на рынок плиты с низкими прочностными характеристиками. У плит торговой марки ПЕНОПЛЭКС® прочность при сжатии составляет не менее 0,25 МПа. Известны производители, которые продают материал с прочностью при сжатии менее 0,25 МПа. Конечно, такого качества плиты с высоким водопоглощением и низкими прочностными характеристиками, которые обусловлены низкой плотностью материала, можно отнести к пенопласту, но цена его должна быть как у традиционного пенопласта.

Соответственно спектр его применения весьма ограничен. Материалы с прочностью при сжатии менее 0,25 МПа нельзя применять в фундаментах и эксплуатируе-





мых кровлях. Единственный вид конструкций, в которых такие пенопласты могут быть использованы, – это стены. Степень паропроницаемости у таких неполноценных XPS материалов значительно выше, а значит, они существенно уменьшают надежность конструкции и теплоизоляционные свойства их недолговечны.

Производители таких условных XPS материалов иногда вводят в заблуждение розничных потребителей. Например, геометрические размеры плит во всем мире приняты одинаковыми – 600×1200 мм. Впрочем, из этого правила есть и исключения. Ряд компаний выпускает плиты с размерами 580×1180 мм, то есть в одной упаковке материала будет меньше в среднем

на 5%. А так как на рынках продукция реализуется либо плитами, либо пачками без пересчета геометрических размеров в кубические метры, получается, что за свои деньги покупатели получают просто меньшее количество товара. Кроме этого, покупатель будет вынужден дополнительно потратиться на крепеж. Количество крепежа, используемого для одной плиты, останется неизменным, но поскольку количество плит увеличится, то и крепежа потребуется больше. В том случае, если приобретенного утеплителя окажется недостаточно, докупить к нему можно будет только такой же материал. Из-за разницы в размерах его невозможно совместить при монтаже с плитами других производителей.

Сроки поставки XPS в настоящее время являются еще одной проблемой в отношениях производителей и потребителей утеплителя. В погоне за показателями сбыта и соответственно долей на рынке некоторые производители берут заказы, по объемам превышающие их реальные производственные мощности, и, как следствие, срывают сроки поставки. Учитывая, что большинство заказчиков XPS – крупные строительные компании, несоблюдение поставщиками взятых на себя обязательств ведет в конечном итоге к срыву сроков сдачи строительных объектов.

Подводя итоги, обращаем внимание потребителей на следующие конкурентные преимущества, которыми обладают такие компании как Dow Chemical и ПЕНОПЛЭКС: – ассортиментная политика компаний обуславливает выпуск плит разной плотности и толщины, предназначенных для различных конструкций, в том числе материала с шероховатой пове-

рхностью для многослойных систем наружного утепления фасадов зданий; – наличие квалифицированных научно-технических специалистов, занимающихся техническими разработками в области применения XPS.

Такие специалисты стоят недешево и доступны лишь серьезным производителям, которые пришли на рынок не за сиюминутной выгодой, а намерены поддерживать и развивать отрасль. Компания ПЕНОПЛЭКС ежегодно выделяет значительный бюджет на разработку альбомов проектных решений для проектных и строительных организаций. Эта комплексная научно-просветительская работа, направленная не только на разъяснение способов применения плит ПЕНОПЛЭКС®, но и на способы применения вспененного полистирола в целом. Это подтверждается деятельностью компании Dow Chemical в России, которая в начале продвижения материала на российский рынок столкнулась с неосведомленностью отечественных потребителей о преимуществах утеплителя из экструдированного вспененного полистирола перед традиционными видами утеплителей. Меняться ситуация стала только в последние годы.

Dow Chemical и ПЕНОПЛЭКС призывают приобретать высококачественную теплоизоляцию, соответствующую лучшим мировым стандартам, у надежных производителей. Важно помнить, что XPS является не просто эффективной теплоизоляцией, а материалом, к качеству которого должны предъявляться самые жесткие требования.

По материалам
компании Dow Chemical



Dow Building Solutions

STYROFOAM

ЭКСТРУДИРОВАННЫЙ ПЕНОПОЛИСТИРОЛ

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ
ИЗОЛЯЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ
ОТ ИЗОБРЕТАТЕЛЯ И
МИРОВОГО ЛИДЕРА XPS







ООО "Дау Кемикал", Отдел комплексных строительных решений, Москва, ул. Таганская, 17/23, Тел.(495) 258-56-90, Факс(495) 258-56-91/92, www.styrofoam.ru

Реклама

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

Доступное жилье не построить из недоступного цемента

Департамент ценообразования и экспертно-аналитической работы Ассоциации строителей России проанализировал данные о ценах на цемент, представленные Союзом инженеров-сметчиков, и выявил, что средневзвешенный рост цен на материал с начала года составил 106,2%, а стоимость одной тонны выросла с 3000 р. в июне до 4400 р. в августе. По данным экспертов, средневзвешенная цена одной тонны цемента (без НДС и стоимости доставки) составила: в августе 2007 г. – 4394,1 р./т, в июле – 3714,37 р./т, в июне – 3071,78 р./т. При этом самая низкая цена портландцемента марки ПЦ400Д0 в

августе составила 2931 р./т (ОАО «Подгоренский цементник»), самая высокая – 4494 р./т (ОАО «Ульяновскцемент»). Средневзвешенный рост цен на цемент составил с начала года 106,2 %, в том числе в июле 17,3%, в августе 18,3%.

Строительство доступного жилья и выход на контрольные цифры, обозначенные Президентом РФ, невозможны при столь высоком росте цен на цемент. Этот материал является важной составляющей в себестоимости квадратного метра жилья, и резко повышающиеся цены на цемент ставят строителей в сложное положение.

По материалам Ассоциации строителей России

Корпорация «ТехноНИКОЛЬ» объявила о выводе на рынок новых видов продукции

Новый тепло- и звукоизоляционный материал ТЕХНОФАС предназначен для наружного утепления стен, для фасадных систем с защитно-декоративным слоем из тонкослойной штукатурки. Создание этого материала стало возможным благодаря последним разработкам научного центра по теплоизоляции на заводе «ТЕХНО» в Рязани. Материал изготавливается по технологии ESBE plus – ноу-хау Корпорации «ТехноНИКОЛЬ». Суть технологии ESBE plus заключается в обработке волокон с помощью специального раствора со свойствами обеспыливателя, связующего и гидрофобизатора. В результате обработки значительно улучшаются прочность, гидрофобность, долговечность и надежность материала. Исследования подтвердили, что материал негорюч (температура начала спекания волокон более 1000°С), химически нейтрален по отношению к другим строительным материалам (отлично сочетается с кирпичом, бетоном, строительными растворами), обладает низкой теплопроводностью и хорошо поглощает шумы. ТЕХНОФАС устойчив к замораживанию/оттаиванию, обладает низкими показателями водопоглощения и высокими показателями паропроницаемости. Материал представляет собой легкие гидрофобизированные плиты из минеральной ваты на основе горных пород габбро-базальтовой группы.

Новые марки экструзионных плит – ТЕХНОПЛЕКС 30 и ТЕХНОПЛЕКС 30 Стандарт.

Материал ТЕХНОПЛЕКС 30 был разработан в научном центре корпорации. ТЕХНОПЛЕКС 30 имеет плотность 28 кг/м³. Материал содержит антипирен, применяется в конструкциях с высокими требованиями пожаробезопасности – в слоистой кладке, инверсионных кровлях. ТЕХНОПЛЕКС 30 Стандарт применяется

для устройства теплоизоляционного слоя фундаментов, отмолок зданий, ненагружаемых полов. Новые марки производятся на заводах Корпорации «ТехноНИКОЛЬ» в Рязани и г. Учалы (Башкирия).

Новый противопожарный кровельный гидроизоляционный материал ТЕХНОЭЛАСТ ПЛАМЯ-СТОП.

Материал относится к классу РП1 (не распространяющий пламя), а по воспламеняемости – к В2 (умеренно воспламеняемый). Его теплостойкость составляет 2 ч при температуре не ниже 100°С; гибкость на брусе R=10 мм не выше –25°С. ТЕХНОЭЛАСТ ПЛАМЯ-СТОП получают путем двустороннего нанесения на стекловолокнистую (стеклоткань, стеклохолст) или полиэфирную основу битумно-полимерного вяжущего, антипиренов и наполнителя с последующим нанесением на обе стороны полотна защитных слоев. В качестве защитных слоев используют крупнозернистую (сланец) или мелкозернистую (песок) посыпки и полимерную пленку. Новый материал представлен двумя марками. ТЕХНОЭЛАСТ ПЛАМЯ-СТОП К применяется для устройства верхнего слоя кровельного ковра. Он отличается крупнозернистой посыпкой с лицевой стороны полотна и наличием полимерной пленки или мелкозернистой посыпки с нижней стороны полотна. ТЕХНОЭЛАСТ ПЛАМЯ-СТОП П предназначен для устройства нижних слоев кровельного ковра и гидроизоляции строительных конструкций. Он имеет мелкозернистую посыпку или полимерную пленку с лицевой стороны полотна и полимерную пленку с нижней стороны или мелкозернистую посыпку с обеих сторон. Обе марки можно использовать во всех климатических зонах в условиях повышенной пожарной опасности.

По материалам пресс-центра Корпорации «ТехноНИКОЛЬ»

Российский завод ISOVER начал выпуск технической изоляции

Компания «Сен-Гобен Строительная Продукция» приступила к выпуску технической изоляции ISOTEC KVL и KLS-K на заводе в г. Егорьевске (Московская обл.). Ранее эта продукция поставлялась в Россию из Финляндии.

Техническая изоляция ISOTEC не имеет аналогов в России. Ее технические характеристики, а именно небольшая масса, низкая теплопроводность, а также покрытие некоторых марок с одной или двух сторон стеклохолстом и фольгой и кремпинг (вертикально ориентированные волокна) позволяют значительно расширить диапазон ее применения. Материалы ISOTEC KLS-K используют для звуко- и теплоизоляции промышленного оборудования, трубопроводов,

звукоизоляции двигателей, систем кондиционирования и вентиляции и т. д. Поперечно направленные волокна KLS-K обеспечивают материалу необходимую гибкость по всей его длине, что позволяет крепить его к цилиндрическим резервуарам или цистернам с большим радиусом изгиба без монтажных шипов, ускоряя монтаж. Кремпинг ISOTEC KVL с помощью специального оборудования придает материалу дополнительную жесткость, делает возможным его продольное крепление. Высокие шумопоглощающие свойства ISOTEC KVL позволяют применять ее там, где профессиональная защита от сильных звуковых колебаний наиболее необходима, например в театрах и кинозалах.

По материалам пресс-службы компании «Сен-Гобен Строительная Продукция»

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

На Украине подведены итоги исследований влияния хризотил-асбеста на здоровье людей

Ученые Института медицины труда Национальной академии наук и Академии медицинских наук Украины в очередной раз доказали безопасность хризотилсодержащих материалов для населения. Исследования продолжались 2,5 года. Они подтвердили, что объективных причин для запрета выпуска шифера и других материалов на основе хризотила нет. Был проведен анализ заболеваемости за последние 10 лет среди ежедневно имею-

ЮАР отказалась от запрета асбеста

Правительство Южно-Африканской Республики отложило запланированный запрет импорта асбесто-содержащей продукции на неопределенный срок. На прошедшей в Кейптауне конференции ученым удалось доказать, что страна еще не готова к полному отказу от хризотил-асбеста: на изделиях, произведенных на основе этого материала, во многом базируется экономика страны, а поиски качественных альтернативных материалов пока не увенчались успехом. Кроме того, основной тезис антиасбестового лобби о том, что хризотил-асбест якобы вреден для здоровья, не соответствует конвенции МОТ № 162 (Международной организации труда), определяющей порядок контролируемого использования хризотила как безопасный.

ЮАР признала, что с точки зрения экономики пока не существует материала, который бы соответствовал всем свойствам хризотил-асбеста и был бы таким же экономи-

ческих дело с хризотилом работников асбестовых предприятий Украины. Оказалось, что риск заболеть раком у людей, работающих на асбестовом производстве, такой же, как у остального населения Украины. Ряд европейских стран пытается навязать запрет на производство шифера и других материалов на основе хризотила, аргументируя это тем, что волокна асбеста попадают вместе с воздухом в легкие человека и могут вызвать онкологические заболевания. Амфибол действительно опасен: его длинные волокна выводятся из легких больше чем за год. Волокна же хризотила короткие, и период выведения из легких человека всего 14 дней.

чески выгодным продуктом. Ориентируясь на заключения экспертов, ЮАР согласилась с тем, что хризотил-асбест безопасен при контролируемом использовании. А с точки зрения медицины экспертами было высказано сомнение в том, что заменители хризотил-асбеста не являются в действительности вредоносными.

ЮАР импортирует около 90% хризотил-асбеста, производимого в Зимбабве. Доходы от использования хризотилового волокна в регионе составляют около 60 млн USD. Полный отказ от использования хризотил-асбеста повлечет за собой серьезные последствия как для экономики Зимбабве, так и для экономики ЮАР. В настоящее время хризотил — единственный вид асбеста, использование которого разрешено МОТ при условии контролируемого производства. Амфиболовые виды асбеста запрещены международными организациями, так как являются вредными для человека.

По материалам
НО «Хризотилловая ассоциация»

Новый дробильно-сортировочный завод запущен на ОАО «Гранит-Кузнечное»

На предприятии Группы ЛСР ОАО «Гранит-Кузнечное», расположенном под Санкт-Петербургом, введен в эксплуатацию новый мобильный дробильно-сортировочный завод американской фирмы «TelSmith». Инвестиции в проект составили 200 млн р.

Завод смонтирован на базе колесного шасси и может оперативно перемещаться в карьерном поле или на другой карьер, что дает возможность более эффективно использовать сырьевую базу. В настоящее время мобильный ДСЗ базируется на карьере месторождения «Ровное», откуда осуществляется отгрузка щебня водным транспортом. Имевшийся стационарный завод позволял выпускать щебень фракций 5–20 и 25–60 мм. Но-

вый мобильный ДСЗ позволил увеличить объем выпуска, что важно в период навигации, а также производить щебень фракции 20–40 мм.

Отличительной особенностью нового оборудования является возможность выпускать фракцию 5–20 мм без потери мощности производственного комплекса.

ОАО «Гранит-Кузнечное» является крупнейшим производителем щебня, разрабатывает собственные карьеры гранитов и гнейсогранитов открытым способом. Совокупный объем разведанных запасов составляет около 360 млн м³. Основано в 1952 г. С 2000 г. входит в состав Группы ЛСР. Общая численность сотрудников 1300 человек. В 2006 г. было произведено около 3,6 млн м³ щебня.

По информации пресс-службы
ОАО «Гранит-Кузнечное»

Новое микроволокно для воздушных фильтров

Компания Johns Manville (США), производитель и поставщик высококачественных строительных материалов специального назначения, объявила о начале производства нового микроволокнистого материала Micro-Strand XP, используемого при изготовлении стекловолоконной бумаги для воздушных фильтров HEPA, ULPA и ASHRAE. Разработанное микростекловолоконно соответствует жестким требованиям безопасности, предъявляемым существующими в Евросоюзе положениями по использованию волоконистых материалов. В состав волокна входят химические компоненты, полностью удовлетворяющие существующим общевропейским критериям по растворимости в биологических

средах. Диаметр волокон Micro-Strand XP составляет около 1 мкм. Испытания показали, что при случайном попадании в дыхательную систему новое микроволокно очень быстро выводится из легких. Таким образом, стекловолоконно Micro-Strand XP по своему составу не относится к опасным для здоровья материалам III категории и считается полностью безопасным для промышленного использования, имея лишь стандартные требования по мерам безопасности во избежание механических раздражений. Новое стекловолоконно также соответствует действующим техническим требованиям, предъявляемым к материалам, предназначенным для изготовления фильтров типа HEPA и ULPA.

По материалам
компании Johns Manville



**ВЫСОКАЯ
ТЕПЛОСТОЙКОСТЬ**

ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ СООРУЖЕНИЙ

ТЕХНОЭЛАСТ–Термо®

АПП – модифицированный рулонный кровельный и гидроизоляционный битумно-полимерный материал

ТЕХНОЭЛАСТ® – серия высокотехнологичных материалов для изоляции зданий и сооружений, разработанных исследовательским центром Корпорации ТехноНИКОЛЬ в соответствии с особенностями применения материала на каждом конкретном объекте.

Серия Техноэласт® – это продукты нового поколения для:

- устройства кровель в условиях повышенных требований к пожаробезопасности;
- устройства кровель по мокрому основанию и ремонту кровель;
- механического крепления и укладки на мастику;
- гидро- и звукоизоляции внутренних помещений;
- дорожного строительства.

Благодаря функциональному разнообразию ассортиментного ряда ТЕХНОЭЛАСТ® у Вас есть возможность использовать материал, идеально подходящий именно Вашему объекту и решающий именно Ваши задачи.

Качество и надёжность гарантируем!

Техническая поддержка:

8-800-200-05-65

(Звонок бесплатный)

www.tn.ru

**ТЕХНО
НИКОЛЬ**

РОССИЙСКАЯ НЕДЕЛЯ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

www.sbu-spb.ru, info@sbu-spb.ru

Оргкомитет:



СТРОИТЕЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ

СТРОИТЕЛЬСТВО

Ш.Х. АМИНОВ, И.Б. СТРУГОВЕЦ, кандидаты техн. наук,
Г.Т. ХАННАНОВА, инженер, ГУП «Башкиравтодор»;
И.В. НЕДОСЕКО, В.В. БАБКОВ, доктора техн. наук,
Уфимский государственный нефтяной технический университет

Использование пиритного огарка в качестве минерального наполнителя в асфальтобетонах

За последние годы существенно увеличилась доля автомобильного транспорта в общем объеме грузоперевозок, значительно повысилась интенсивность движения транспортных средств, в связи с чем возросла актуальность проблемы строительства новых и ремонта существующих дорожных покрытий.

Практика показывает, что рост масштабов дорожного строительства зачастую сдерживается недостатком высококачественных строительных материалов. Между тем развитие современной науки и техники позволяет значительно расширить сырьевую базу производства дорожно-строительных материалов за счет привлечения местных ресурсов и отходов промышленности.

В исследованиях последних лет, направленных на повышение качества и долговечности покрытий, а также в практике работы многих дорожно-строительных организаций утвердилось новое направление – строительство дорожных и аэродромных покрытий из асфальтобетона, получаемого на основе активированных минеральных материалов.

Минеральный порошок, представляющий собой полидисперсный материал, является важнейшим структурообразующим компонентом асфальтобетона. На его долю приходится 90–95% поверхности минеральных зерен, входящих в состав асфальтобетонной смеси, хотя по массе это составляет не более 10%.

Асфальтобетон как в настоящее время, так и в обозримом будущем останется основным строительным материалом для строительства и ремонта дорожных покрытий.

Основное назначение минерального порошка как наполнителя битума состоит в том, чтобы переводить его в пленочное состояние, в таком состоянии повышается вязкость и прочность. Вместе с битумом минеральный порошок образует структурированную дисперсную систему, которая и выполняет роль связующего материала. Установлено, что при определенном соотношении битум – минеральный порошок достигается наивысшая прочность структурированной дисперсной системы, образуемой этими материалами.

В настоящее время в большинстве регионов России создан острый дефицит минерального порошка для асфальтобетона. В ряде случаев дорожные организации готовят асфальтобетон с уменьшенной дозой или без минерального порошка, что негативно сказывается на качестве и долговечности дорожных покрытий.

Опыт строительства автомобильных дорог в экономически развитых странах свидетельствует о том, что в значительной степени дефицит материалов и стоимость строительства могут быть снижены за счет широкого использования отходов промышленности. Побочные продукты промышленности являются важным

источником материального обеспечения выполнения намеченных планов строительства, которые позволят не только ускорить и удешевить дорожное строительство, но и повысить эффективность мероприятий по охране окружающей среды. Однако незначительное применение промышленных отходов в качестве заменителей традиционных минеральных материалов в технологии производства асфальтовых бетонов связано прежде всего с необходимостью проведения трудоемких исследований по проектированию состава асфальтобетона и технологических режимов его получения, специфичных для каждого вида отходов.

Для Республики Башкортостан и ряда других регионов России и стран СНГ с развитой химической промышленностью перспективным материалом для промышленного и дорожного строительства может быть пиритный огарок – отход производства экстракционной серной кислоты.

В отличие от других дисперсных отходов (зол, шлаков, цементной пыли) пиритный огарок обладает рядом преимуществ, в частности он имеет значительно большую плотность, не подвержен агломерации при повышенной температуре, поэтому можно использовать упрощенную технологию сушки пиритного огарка вместе с инертными материалами без использования дорогостоящих систем пылеудаления. Кроме того, благодаря наличию активных функциональных групп пиритный огарок обеспечивает высокую адгезию к неокисленным битумам, выпускаемым на ОАО «Уфанефтехим», что положительно влияет на структуру и свойства асфальтобетонных композиций и обеспечивает их достаточно высокие физико-механические и деформативные свойства.

В лабораторных и производственных условиях в качестве наполнителей для асфальтобетонов нами были испытаны пиритные огарки, являющиеся отходом производства минеральных удобрений Мелеузовского АО «Минудобрения».

По всем показателям (зерновому составу, водостойкости, битумоемкости) пиритные огарки соответствуют нормативным требованиям. Пиритные огарки вводились в состав асфальтобетонной смеси и щебеночно-мастичного асфальтобетона как в естественном, так и в активированном виде. При этом в отличие от сложных способов активации минеральных порошков битумом при высоких температурах активация пиритных огарков осуществлялась при обычной температуре (15–20°C) раствором (7% по массе, 2% в пересчете на сухое вещество) водорастворимой серы (полисульфиды щелочных металлов концентрации 30%, выпускаемые ГУП НИИРеактив, г. Уфа). Результаты испытаний порошков и свойств асфальтобетонов на их основе представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1

Показатели свойств порошков

Показатель	Виды порошка		
	Неактивированный пиритный огарок	Активированный пиритный огарок	Туймазинский минеральный порошок
Зерновой состав, мас. %: менее 1,25 мм менее 0,315 мм менее 0,071 мм	100 92,17 76,56	100 92,17 76,56	99,75 98,59 72,5
Пористость, %	25,81	21,5	31,4
Водостойкость образцов из смеси порошка с битумом, %	0,69	не нормируется	не нормируется
Показатель битумоемкости, г	69,7	не нормируется	72,95

Таблица 2

Сравнительные результаты испытания асфальтобетонов*

Показатель	Фактические показатели качества			Требования ГОСТ 9128–97 для верхнего слоя марки 3 тип Б
	Контрольный состав	Испытуемый состав с пиритными огарками	Испытуемый состав с активированными пиритными огарками	
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре 50°C 20°C 0°C 20°C, водонасыщенный	2 5,75 9,5 2,4	1,58 3,8 10,3 1,93	2,05 6 11,2 3,75	не менее 0,9 не менее 2 не более 12 –
Водонасыщение по объему, %	2,37	1,87	2,36	не более 4,5
Коэффициент водостойкости	0,76	0,9	0,94	не менее 0,75

*Состав асфальтобетонной смеси: щебень фракции 5–20 мм – 31%; отсев фракции 0–5 мм – 62%; порошок минеральный – 7%; битум – 6%.

Выявлено, что с использованием пиритных огарков можно получить активированные минеральные порошки, отвечающие требованиям стандарта, а также стандартные асфальтобетоны и щебеночно-мастичные асфальтобетоны на их основе с повышенными значениями прочности, водостойкости и гидрофобности при оптимальном расходовании выделенных средств и материально-технических ресурсов.

Приведенные результаты показывают, что асфальтобетонные смеси верхнего слоя покрытия автодороги с пиритными огарками в качестве минерального наполнителя по всем показателям отвечают требованиям ГОСТ 9128–97 к марке 3 тип Б и превосходят контрольные показатели для стандартного асфальтобетона, произведенного дорожно-строительными предприятиями «Башкиравтодор».

Применение пиритных огарков в качестве заменителя минерального порошка показало хорошие результаты на экспериментальном участке дороги «Западный обход г. Мелеуза» протяженностью 3,5 км. Проверка состояния экспериментального покрытия через год эксплуатации, несмотря на достаточно сложные климатические условия, подтвердила правильность выбранного направления: покрытие сохранилось без видимых дефектов, трещин и ямок.

Также были произведены испытания естественного и активированного порошка на основе пиритного огарка в составе щебеночно-мастичного асфальтобетона ЩМА-20. Стандартные испытания показали, что минеральный порошок как в естественном, так и в активированном водорастворимой серой виде соответствует требованиям ГОСТа. Причем его применение не ухудшает, а в чем-то и улучшает свойства, особенно в случае применения активированного минерального порошка.

Проведенные исследования по применению пиритных огарков в производстве асфальтобетонов показывают, что имеются возможности значительного расширения сырьевой базы минеральных материалов для строительства автодорог различного назначения (федеральных, региональных и городских) при одновременном повышении качества их покрытия за счет полной или частичной замены дорогостоящих минеральных порошков и мелких щебеночных фракций заполнителей (отсевов и др.). При этом резко снижается нагрузка на экосистему районов химических предприятий заводов за счет вовлечения в полезную деятельность не востребуемого пиритного огарка. В целом результаты предварительных исследований по применению пиритного огарка в дорожном строительстве обнадеживают и требуют расширенного применения.

Ф.Ш. ХАФИЗОВ, д-р техн. наук, Н.С. ДЕГТЕРЕВ, В.В. ДОКУЧАЕВ,
И.Ф. ХАФИЗОВ, инженеры, Уфимский государственный нефтяной
технический университет (Республика Башкортостан)

Получение строительных битумов улучшенного качества с использованием кавитационно-вихревых эффектов

Битум, являясь одним из наиболее известных строительных материалов, используется широко в дорожном строительстве, для изготовления кровельных и гидроизоляционных материалов, в лакокрасочной и кабельной промышленности. Поэтому спрос на высококачественные нефтяные битумы имеет постоянную тенденцию к росту, что приводит к повышению требований к качеству вырабатываемых нефтебитумов, предъявляемых потребителями данного вида продукции.

На большинстве нефтеперерабатывающих заводов России действуют битумные установки, использующие физически и морально устаревшие технологии, что крайне затрудняет переход к производству высококачественных битумов.

Весьма проблематичным в условиях недостаточности финансирования на многих предприятиях является увеличение мощности битумных установок при сохранении существующего уровня качества, не говоря о его значительном повышении. Особенно это касается такой консервативной сферы, как производство строительных битумов марок БН-70/30 и БН-90/10. Обычно для увеличения мощности и повышения качества выпускаемой продукции требуется вложение значительных средств на реконструкции действующих или строительство новых установок.

В настоящее время актуальной является разработка технологии производства битумов, позволяющей увеличить мощность и улучшить качество продукции на действующих битумных установках без значительных капитальных вложений.

Проводить процессы с наибольшей эффективностью и создавать компактные аппараты возможно при использовании кавитационно-вихревого эффекта, поскольку для создания эффективного режима кавитации достаточно энергии потока обрабатываемой жидкости.

Разработана конструкция аппарата, который работает на принципе кавитационно-вихревого эффекта для окисления сырья.

Образование межфазной поверхности, создаваемой в аппарате, отличается от образования поверхности взаимодействия газовой и жидкой фаз обычными перфорированными трубами. Газожидкостная струя, покидая камеру смешения, представляет собой высокодисперсную систему. Она теряет свою скорость в пенной камере, в результате чего образуются пузырьки газовой фазы. Размер этих пузырьков определяет величину межфазной поверхности и зависит от объема подачи газовой фазы и от скорости истечения газожидкостной струи.

Таблица 1

Показатели работы блока производства строительных битумов	Традиционная технология	С использованием преокислителя ГЖКВА
Содержание кислорода в отходящих газах окисления, %	3,77	2,43
Содержание диоксида углерода в отходящих газах окисления, %	1,37	1,52
Температура окисления, °С	281	269
Средний расход сырья, м ³ /ч	14,3	22,9
Средний расход воздуха, м ³ /ч	1809	2243
Удельный расход воздуха на 1 т сырья, м ³ /ч	126,5	97,9

Таблица 2

Показатели качества битума	Традиционная технология	С использованием преокислителя ГЖКВА
Битум строительный марки БН-70/30		
Температура размягчения по КиШ, °С	72,49	75,52
Пенетрация при 25°С, ×0,1 мм	24,24	26,23
Дуктильность при 25°С, см	3,13	3,61
Индекс пенетрации	1,54	2,15
Битум строительный марки БН-90/10		
Температура размягчения по КиШ, °С	92,25	98,5
Пенетрация при 25°С, ×0,1 мм	9,9	11,5
Дуктильность при 25°С, см	1,03	2,04
Индекс пенетрации	2,4	3,31

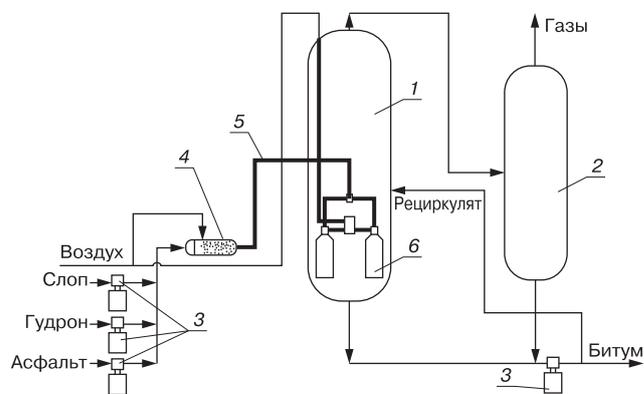


Схема производства строительных марок битумов с использованием кавитационно-вихревых аппаратов производства ООО «Эконефтехимтехника»: 1 – первая колонна (зона реакции); 2 – вторая колонна (зона сепарации); 3 – насос; 4 – преокислитель ГЖКВА; 5 – трубчатый реактор; 6 – ГЖКВА

Для получения максимального эффекта от работы газожидкостных кавитационно-вихревых аппаратов (ГЖКВА) на основе многолетнего опыта эксплуатации подобных аппаратов предлагается следующая схема блока получения строительных битумов (см. рисунок).

Данная схема позволяет снизить потребление электроэнергии за счет исключения из схемы одного насоса (мощность электродвигателя 75 кВт·ч) по откачке продукта из окислительной колонны; обеспечивает более тонкое регулирование качества получаемых продуктов за счет различного количества откачиваемых продуктов из окислительной колонны или сепаратора; уменьшает удельное потребление воздуха, подаваемого на окисление; снижает температуру в окислительной колонне и тем самым повышает качество вырабатываемой продукции.

Одним из косвенных свидетельств влияния газожидкостного кавитационно-вихревого аппарата является не только снижение содержания кислорода в газах окисления, но и изменение количества диоксида углерода в них (табл. 1.).

Данные свидетельствуют, что при значительном снижении содержания кислорода в газах окисления содержание диоксида углерода повышается незначительно. Это свидетельствует о большей степени окисления битума. При этом чаще всего образуются асфальтогеновые кислоты и их ангидриды. Они, в свою очередь, являются поверхностно-активными веществами и стабилизируют коллоидную структуру нефтебитумов [1]. Даже небольшое их наличие в битумах значительно улучшает адгезионные свойства товарных битумов.

Среднестатистические результаты анализа качественных показателей строительных нефтебитумов марок БН-70/30 и БН-90/10 (табл. 2) также свидетельствуют о высокой эффективности работы блока производства строительных битумов с использованием ГЖКВА.

Механизм протекающих процессов может быть описан следующим образом. На стадии прохождения сырья через ГЖКВА происходит окисление углеводородов с образованием молекул, содержащих группу -ОН и ускоряющих окислительные процессы. Окисление идет с образованием промежуточных продуктов, например перекиси, атомов водорода и кислорода, свободных радикалов •ОН, •СН, •СН₂ и др. За счет того, что предварительное окисление нефтяного сырья происходит при низкой температуре, образовавшиеся соединения и свободные радикалы меняют последующие направления реакций, протекающих непосредственно в окислительной колонне, о чем свидетельствует снижение содержания кислорода в отходящих газах и непропорциональное этому снижению повышение содержания СО₂.

Таким образом, использование ГЖКВА производства ООО «Эконефтехимтехника» привело к изменению плотности и вязкости получаемых с помощью предокислителя строительных битумов различных марок, снижению расхода воздуха, подаваемого на окисление, повышению загрузки сырья. Предложена энергосберегающая схема блока получения строительных марок битумов.

ООО «Эконефтехимтехника»

Республика Башкортостан,
г. Уфа, ул. Комарова, 38

Тел./факс: (347)605784

E-mail: pkpb@mail.ru, ekoneft@mail.ru

Компания "ВНИР"

Компания "ВНИР" поставяет оборудование для промышленных лабораторий различного профиля:



Строительные лаборатории
Дорожно-строительные лаборатории
Мостостроительные лаборатории
Лаборатории неразрушающего качества
Материаловедческие и металлографические лаборатории
Лаборатории механических, температурных и климатических испытаний
Спектральные и химические лаборатории
Оборудование для механических испытаний

Твердомеры
Оборудование для климатических испытаний
Оборудование для температурных испытаний
Приборы для испытания цементов, бетонных смесей
Приборы для испытаний бетонных и железобетонных конструкций



Испытание лакокрасочных материалов
Весовое оборудование
Приборы неразрушающего контроля качества
Приборы для измерения температуры и влажности
Геодезическое оборудование
Приборы для испытания грунтов.
Приборы для испытания битумов

Приборы для испытания битумов
Приборы для испытания заполнителей
Приборы для испытания асфальтобетона
Приборы для контроля параметров автомобильных и железных дорог
Оборудование для выбуривания кернов



Комплексные передвижные лаборатории



Отдел продаж: тел./факс +7 (495) 735-6531, 437-9800, 430-0428, 437-2274
Отдел сервиса и метрологического сопровождения: тел./факс +7 (495) 437-5110
Адрес: 119361 г. Москва, ул. Озерная, д.44
Internet: www.vniir.ru E-mail: vniir@aha.ru
Режим работы: с 9:30 до 18:00, выходные - сб, вскр.
Условия работы: 100% предоплата, отгрузка со склада в Москве.

Реклама

Н.И. ЯРМОЛИНСКАЯ, канд. техн. наук, Л.С. ЦУПИКОВА, инженер,
Тихоокеанский государственный университет (Хабаровск)

Повышение коррозионной стойкости асфальтобетона на основе отходов ТЭС

Отходы топливно-энергетической промышленности — золы уноса и золошлаковые смеси ТЭС, получаемые от сжигания бурых и каменных углей, являются наиболее доступным видом порошкообразного материала для использования их в асфальтобетоне. Применение этих материалов зависит от их состава и свойств, которые весьма разнообразны.

Свойства отходов ТЭС, определяющие их использование в качестве минерального порошка, зависят прежде всего от химико-минералогического состава, дисперсности, пористости, формы и текстуры поверхности частиц. На большинстве ТЭС юга Дальнего Востока топливо сжигают в пылевидном состоянии, где процесс сжигания протекает при 1500–1600°C. Практически на всех работающих станциях имеется система гидрозолоудаления. Дальневосточные золы имеют ряд отличительных свойств по сравнению с отходами ТЭС других регионов страны:

- относительно небольшое количество активных оксидов СаО и MgO (в бурогольных золах уноса сухоотбора 9,1–13,4%);
- повышенное содержание полуторных оксидов Al_2O_3 и Fe_2O_3 ;
- незначительное содержание сернистых и сернокислых соединений (в пересчете на SO_3 — до 0,36%);
- кислый характер поверхности (модуль основности менее 1);
- повышенное содержание в буром угле гуминовых веществ;
- повышенная пористость (41–56%) и битумоемкость (в соответствии с ГОСТ 52129–2003) до 152 г.

В России и за рубежом проводили исследования по возможности использования отходов ТЭС в качестве минерального порошка для асфальтобетона [1–3]. Основными недостатками таких асфальтобетонов являются повышенное водонасыщение, пониженная водостойкость и прочность при сжатии при 50°C. Это объясняется меньшей структурообразующей способностью зол по сравнению с карбонатными минеральными порошками.

Исследования показали, что большие различия в свойствах золошлаковых смесей получили отражение и в физико-механических характеристиках асфальтобетонных смесей, приготовленных на их основе. Так, расход битума при близких значениях остаточной пористости и прочности асфальтобетона при сжатии при

50°C у разных исследователей отличаются между собой почти в два раза. Особенно неоднозначны показатели водостойкости при длительном водонасыщении ($K_{вод}^{15}=0,6–1$) и морозостойкости ($K_{мрз}^{25}=0,64–1$). Это можно объяснить не только качественными показателями свойств золошлаков, но и количественным их содержанием в асфальтобетонных смесях (10–30 мас.% в зависимости от зернового состава).

Одним из основных факторов, нарушающих структуру асфальтобетона и ускоряющих процессы его разрушения, является вода. Поэтому именно водостойкость и морозостойкость — основные показатели, характеризующие коррозионную стойкость асфальтобетона. Известно, что прочное сцепление битума с минеральным порошком достигается только в тех случаях, когда между активными высокомолекулярными соединениями битума и поверхностью минеральных частиц происходит химическая реакция с образованием водонерастворимых соединений. Отходы дальневосточных ТЭС обладают ярко выраженной кислотностью, поэтому на поверхности раздела фаз битум — порошок из отходов ТЭС будут протекать реакции физического характера (без образования водонерастворимых мыл), что предопределяет получение асфальтобетона с невысокими прочностными свойствами в водонасыщенном состоянии.

На основании обобщения имеющихся литературных и экспериментальных данных можно отметить, что особый интерес представляют работы, связанные с улучшением молекулярно-поверхностных свойств отходов ТЭС и повышением качества асфальтового бетона на их основе.

Одним из методов, позволяющих изменить поверхностные свойства зол, является газовая гидрофобизация [4]. Этот способ совмещает сушку золы с газовой гидрофобизацией минеральной поверхности частиц порошка. Гидрофобизирующий газ получают нагревом битума до 220–350°C. При этом с поверхности минерального порошка удаляется адсорбционно-пленочная влага, а гидрофобизирующий газ адсорбируется поверхностью, образуя гидрофобизирующий слой.

На основании результатов испытания асфальтобетонов как на исходном золошлаке, так и на золошлаке, активированном в газовой фазе битума, в том числе с добавкой ПАВ, были получены регрессионные зависимости физико-механических свойств асфальтобетона от его состава. В качестве факторов, определяющих состав

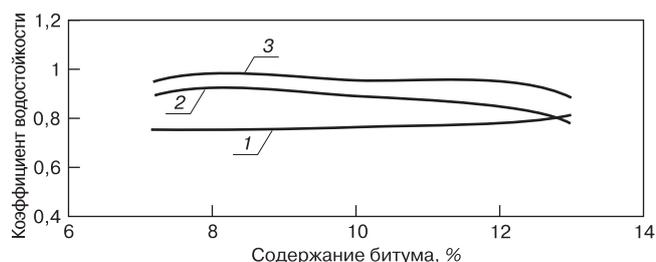


Рис. 1. Зависимость водостойкости асфальтобетона от содержания битума: 1 — на исходном золошлаке; 2 — на золошлаке, гидрофобизированном в газовой фазе битума; 3 — на золошлаке, гидрофобизированном в газовой фазе с добавкой ПАВ

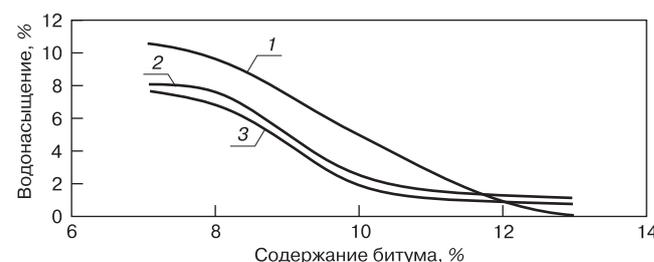


Рис. 2. Зависимость водонасыщения асфальтобетона от содержания битума: 1 — на исходном золошлаке; 2 — на золошлаке, гидрофобизированном в газовой фазе битума; 3 — на золошлаке, гидрофобизированном в газовой фазе с добавкой ПАВ

смеси и влияющих на свойства асфальтобетона, приняты содержание битума в расчете на минеральную часть асфальтобетона – x_1 , отношение минерального порошка на основе золотлака к песку – x_2 . Испытания проводили на асфальтобетоне типа Д, так как в нем содержится повышенное количество минерального порошка и поэтому более ярко выражено влияние зол ТЭС. В качестве функции отклика приняты основные показатели физико-механических свойств асфальтобетона (ГОСТ 12801–98): средняя плотность, предел прочности при сжатии при 20 и 50°C, пористость минерального остова, остаточная пористость, водонасыщение, коэффициент водостойкости. После обработки результатов испытаний были получены уравнения регрессии. Как свидетельствуют результаты испытаний, в наибольшей степени гидрофобизация отразилась на водонасыщении, водостойкости, прочностных характеристиках при 20 и 50°C. Регрессионные зависимости коэффициента водостойкости асфальтобетона:

– для асфальтобетонов на исходном золотлаке:

$$K_g = 0,053\tilde{x}_1^2 - 0,044\tilde{x}_2^2 + 0,756, \quad (1)$$

где K_g – коэффициент водостойкости асфальтобетона;
– на золотлаке, активированном в газовой фазе битума:

$$K'_g = 0,016\tilde{x}_1^2 - 0,032\tilde{x}_2^2 + 0,957; \quad (2)$$

– на активированном в газовой фазе битума с добавкой ПАВ:

$$K''_g = 0,025\tilde{x}_1^2 - 0,033\tilde{x}_2^2 + 0,966. \quad (3)$$

Интервалы варьирования x_1 – 7,17–12,83%; x_2 – 0,146–0,354. В относительных единицах оба фактора варьировались от –1,414 до +1,414.

Анализ регрессионных зависимостей показывает, что водостойкость возрастает при использовании активированного золотлака и еще в большей степени при использовании золотлака, активированного в газовой фазе битума с добавкой ПАВ. Это видно из результатов испытаний (рис. 1), а также при сравнении свободных членов уравнений регрессии. Увеличение количества битума повышает водостойкость, а увеличение количества золотлака снижает этот показатель. Но при использовании активированных минеральных порошков это снижение водостойкости менее выражено.

Асфальтобетоны на гидрофобизированных отходах ТЭС имеют меньшее водонасыщение, чем асфальтобетоны на исходном золотлаке с таким же количеством битума. Наибольший эффект обеспечивается при оптимальном (9–10%) или при недостаточном (менее 9%) количестве битума. При избытке битума показатели водонасыщения отличаются незначительно (рис. 2). Аналогичная картина складывается и с остаточной пористостью: заметное снижение этой величины наблюдается при оптимальном и недостаточном количестве связующего. По всей вероятности, это объясняется увеличением количества свободного битума, в то время как

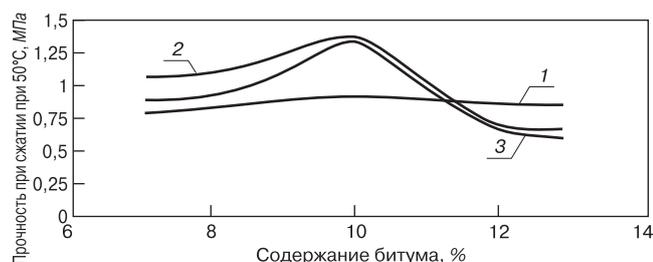


Рис. 3. Зависимость прочности асфальтобетона при 50°C от содержания битума: 1 – на исходном золотлаке; 2 – на золотлаке, гидрофобизированном в газовой фазе битума; 3 – на золотлаке, гидрофобизированном в газовой фазе с добавкой ПАВ

ориентированный битум распределяется более тонким, прочным и равномерным слоем.

Увеличение процентного содержания свободного битума влияет также на прочность асфальтобетона (рис. 3). Регрессионные зависимости, характеризующие прочностные показатели свойств асфальтобетона – на исходном золотлаке:

$$R_{20} = 0,012\tilde{x}_1^2 - 0,260\tilde{x}_2^2 + 2,357; \quad (4)$$

$$R_{50} = -0,046\tilde{x}_1^2 - 0,072\tilde{x}_2^2 + 0,98, \quad (5)$$

где R_{20} и R_{50} – предел прочности при сжатии при 20 и 50°C соответственно, МПа;

– на золотлаке, активированном в газовой фазе битума:

$$R_{20} = -0,321\tilde{x}_1^2 - 0,146\tilde{x}_2^2 + 2,985; \quad (6)$$

$$R_{50} = -0,325\tilde{x}_1^2 - 0,165\tilde{x}_2^2 + 1,471; \quad (7)$$

– на золотлаке, активированном в газовой фазе битума с добавкой ПАВ:

$$R_{20} = -0,488\tilde{x}_1^2 - 0,109\tilde{x}_2^2 + 3,889; \quad (8)$$

$$R_{50} = -0,261\tilde{x}_1^2 - 0,155\tilde{x}_2^2 + 1,584. \quad (9)$$

Анализ полученных уравнений показывает, что большее влияние на прочность асфальтобетона с использованием активированного золотлака оказывает количество битума, а отношение золотлака к песку в два раза меньше влияет на этот показатель. В асфальтобетоне на неактивированном золотлаке значительно большее влияние имеет отношение золотлака к песку. Это можно объяснить тем, что в асфальтобетоне на активированном золотлаке толщина пленки ориентированного битума меньше, так как на гидрофобизированной поверхности битум распределяется более тонким слоем. Следовательно, в таком асфальтобетоне значительное количество битума находится в свободном состоянии, что делает показатель прочности более чувствительным к изменению количества битума.

Из полученных регрессионных зависимостей видно, что величина прочности повышается при использовании активированных материалов. Однако это относится к случаям, когда количество битума в асфальтобетоне является оптимальным. При избыточном количестве битума асфальтобетона на активированном золотлаке показывают меньшую прочность при 50°C, что открывает пути для экономии битума.

Таким образом, газовая активация золотлака позволяет повысить коррозионную стойкость асфальтобетона за счет увеличения коэффициента водостойкости на 15–20%, снижения водонасыщения на 30–40% при одинаковом (оптимальном) количестве битума; повысить прочностные показатели при 20 и 50°C; утилизировать отходы ТЭС, что позволит одновременно улучшить экологическую обстановку.

Список литературы

1. Ярмолинская Н.И., Закурдаев И.Е., Латкин А.С. Использование золотлаков гидроудаления дальневосточных ТЭС // Автомобильные дороги. 1988. № 9. С. 17–19.
2. Состав и свойства золы и шлака ТЭС: Справочное пособие / Под ред. Мелентьева В.А. Л.: Энергоатомиздат. 1985. 285 с.
3. Путилин Е.И. Применение зол уноса и золотлаковых смесей при строительстве автомобильных дорог. Обзор. информ. отеч. и зарубеж. опыта применения золотлаков от сжигания твердого вида топлива на ТЭС. М.: СоюздорНИИ. 2003. 58 с.
4. Латкин А.С., Судаков В.И., Ярмолинская Н.И. Композиты на основе гидрофобных материалов. Владивосток: ДВНЦ АН СССР 1990. 123 с.

Ю.Г. БОРИСЕНКО, канд. техн. наук, О.А. БОРИСЕНКО, инженер,
Северо-Кавказский государственный технический университет (Ставрополь)

Использования керамзитовой пыли в составе легких асфальтобетонов

При производстве керамзита, дробленого керамзитового песка в качестве отхода образуется высокодисперсная керамзитовая пыль с размером зерен до 1,8 мм. Данные отходы в настоящее время не находят практического применения, хотя и делались отдельные попытки, не вышедшие за рамки экспериментальных исследований, использовать керамзитовую пыль для улучшения качества строительных и дорожных материалов.

С целью повышения трещиностойкости битумно-минеральных композиций были предложены асфальтобетоны с минеральным порошком на основе отходов керамзитового производства (керамзитовой пыли) [1]. При изучении зависимости свойств битумно-минеральных композиций от размера зерен пористого наполнителя было установлено, что композиции на мелкозернистом керамзите имеют более высокие показатели прочности и водостойкости, чем на крупнозернистом.

Отходы керамзита в виде порошка, образующиеся в процессе производства керамзита, предложено использовать в качестве наполнителя для повышения эксплуатационных качеств битумной мастики [2]. Установлено, что на прочность и жесткость битума марки БН 90/10 отходы керамзита оказывают существенное влияние.

Одним из направлений использования отходов керамзитового производства в области дорожных и строительных материалов является применение керамзитовой пыли в составе легких асфальтобетонов на легком пористом заполнителе (дробленом керамзитовом песке) в качестве высокодисперсного наполнителя (минерального порошка).

Известно, что минеральный порошок, обладающий высокоразвитой поверхностью, адсорбирует большую часть битума и является наиболее активной составной частью асфальтобетона, его структурообразующим компонентом [3].

В проведенных лабораторных исследованиях в составе композиций горячего легкого асфальтобетона песчаного типа Д включали дробленый керамзитовый песок фракций 0,14–5 мм (62 об. %), керамзитовую пыль фракций менее 0,14 мм (38 об. %), известняковый минеральный порошок и дорожный нефтяной битум марки БНД 60/90. В предложенных составах (№№ 1–5) варьировали соотношение фракций минерального наполнителя (П : К) – известнякового минерального порошка (П) и керамзитовой пыли (К) 100 : 0; 75 : 25; 50 : 50; 25 : 75; 0 : 100.

Дробленый керамзитовый песок и керамзитовую пыль получали в результате помола керамзитового гравия в лабораторной шаровой мельнице и рассеивали на фракции. Удельные поверхности керамзитовой пыли с насыпной плотностью 640 кг/м³ и известнякового минерального порошка с насыпной плотностью 1098 кг/м³ определяли на приборе Т-3 (Товарова). Они составили 5230 и 4187 см²/г соответственно.

Испытания асфальтобетонов проводили согласно ГОСТ 12801–98 на образцах-цилиндрах 50 × 50 мм.

Предварительно было определено оптимальное количество битума для каждого состава, которое проводили с шагом 0,25 об. % и оценивали по максимальным прочностным характеристикам. Оптимальное содержание битума составило, об. %: состав 1 – 9,5; состав 2 – 11,75; состав 3 – 13,25; состав 4 – 14; состав 5 – 14,25.

Определение физико-механических показателей разработанных составов легких асфальтобетонов с оптимальным содержанием битумного вяжущего проводили согласно ГОСТ 12801–98. Определяли плотность, водонасыщение, набухание, прочность при сжатии при 0, 20 и 50 °С (R₀, R₂₀, R₅₀). Физико-механические свойства предложенных составов представлены в таблице.

В результате проведенных исследований установлено, что с увеличением содержания керамзитовой пыли

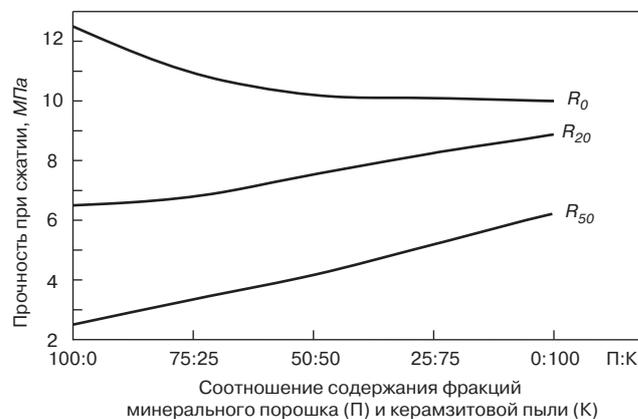


Рис. 1. Прочность при сжатии при 0, 20 и 50 °С составов легких асфальтобетонов при различном содержании в них известнякового минерального порошка (П) и керамзитовой пыли (К)

№ состава	Плотность, кг/м ³	Прочность при сжатии, МПа			Водонасыщение, %	Набухание, %
		R ₀	R ₂₀	R ₅₀		
1	1683	12,5	6,5	2,5	5,2	1,2
2	1675	11	6,8	3,3	4,61	1,16
3	1640	10,2	7,5	4,16	3,93	1,12
4	1610	10,1	8,25	5,1	3,1	0,95
5	1550	10	8,98	6,13	2,27	0,87

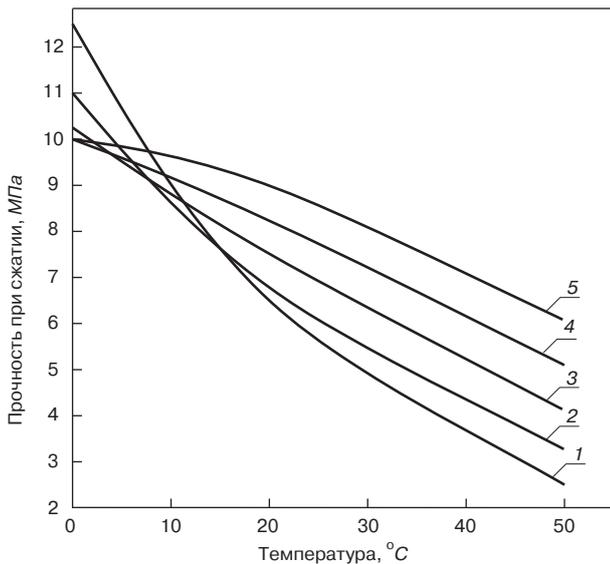


Рис. 2. Зависимость прочности при сжатии составов легких асфальтобетонов от температуры: составы 1–5

в наполнителе наиболее существенно изменяются прочностные показатели и теплостойкость композиций.

Прочность при сжатии при 20°C (R_{20}) с увеличением содержания керамзитовой пыли и соответствующим понижением содержания известнякового минерального порошка в композициях легкого асфальтобетона возрастает. Она максимальна при соотношении П:К=0:100. Это обусловлено увеличением удельной поверхности наполнителя, повышением его демпфирующей способности и однородности минералогического и химического состава компонентов и связанных с этим более активных физико-химических и химических взаимодействий минерального наполнителя и связующего.

Наиболее интенсивно (почти в 2,5 раза) с увеличением содержания керамзитовой пыли в наполнителе повышается теплостойкость композиций, являющаяся одним из основных показателей сдвигоустойчивости асфальтобетонов. По мнению авторов, это связано с уменьшением температурных напряжений, возникающих в материале, уменьшением теплопроводности и увеличением внутреннего трения и сцепления наполнителя со связующим.

Прочность при сжатии при 0°C с увеличением содержания керамзитовой пыли в наполнителе, напротив, понижается, что свидетельствует о повышении трещиностойкости (рис. 1).

С увеличением процентного содержания керамзитовой пыли в наполнителе снижаются и показатели водостойкости – набухание и водонасыщение, что связано с увеличением содержания битумного связующего в пористой битумно-минеральной композиции.

На рис. 2 представлены зависимости прочности при сжатии экспериментальных составов композиций от температуры. В композиции с наполнителем из известнякового минерального порошка (состав 1) в интервале температуры 0–50°C прочность при сжатии снижается на 10 МПа; в композиции с наполнителем из керамзитовой пыли (состав 5) в таком же температурном интервале снижение составляет всего 3,87 МПа. Это свидетельствует о высокой стабильности и более низкой чувствительности к температурному влиянию данного состава легкого асфальтобетона, о резком снижении температурных напряжений, что связано с уменьшением значений коэффициента теплопроводности и коэффициента линейного расширения, а также с более упорядоченной внутренней структурой.

Таким образом, проведенные исследования позволяют наметить пути регулирования физико-механических и эксплуатационных свойств горячих легких ас-

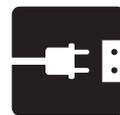
фальтобетонов с учетом областей их применения в строительстве. Установлена возможность использования керамзитовой пыли в качестве наполнителя (минерального порошка) для горячих легких асфальтобетонных композиций с повышенными прочностными показателями и трещиностойкостью, которые могут быть использованы в конструкциях покрытий автодорог, мостов и мостовых переходов, в конструкциях плоских кровель промышленных и гражданских зданий и сооружений, в качестве гидро- и теплоизоляционных покрытий трубопроводов, теплотрасс и инженерных сетей.

На АБЗ ГУП Шпаковского ДРСУ (Ставропольский край) летом 2006 г. выпущены две опытно-промышленные партии горячих легких асфальтобетонных смесей с различным содержанием активированного минерального порошка и керамзитовой пыли П:К (соответственно 50:50; 0:100), из которых были выполнены верхние слои дорожного покрытия на участках автомобильной дороги направления Ставрополь – Ростов-на-Дону.

Испытания проб горячих легких асфальтобетонов, взятых на АБЗ, и вырубок из уложенного дорожного покрытия показали, что физико-механические свойства разработанных легких смесей удовлетворяют требованиям ГОСТ 9128–97.

Список литературы

1. Печень Б.Г. Битумы и битумные композиции. М.: Химия. 1990. 256 с.
2. Грушо-Новицкая А.О., Ярцев В.П. Влияние дисперсности и количества отходов керамзита на эксплуатационные характеристики битума БН 90 // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2003. № 5. С. 28–31.
3. Гезенцев Л.Б., Горельшев Н.В., Богуславский А.М., Королев И.В. Дорожный асфальтобетон. М.: Транспорт. 1985. 350 с.



14-я ВЫСТАВКА

энергоэффективных технологий
ВАШЕ ЖИЛИЩЕ

24 - 26 октября 2007
Ярославль

Выставка - в рамках всероссийской конференции
"Основные проблемы и механизмы реализации программы "Модернизация ЖКК""

Разделы выставки:

- строительные материалы и конструкции
- средства теплозащиты зданий
- оборудование для тепло-, водо-, газо- и энергосбережения
- инженерное оборудование и системы
- системы очистки воды и воздуха
- строительные машины и механизмы

На сайте: • списки участников-2006, 2005
• программа конференции
• тезисы докладов • фото с выставки

Оргкомитет: (4852) 45-06-46, 73-28-87
E-mail: info@energo-resurs.ru
Сайт выставки: www.energo-resurs.ru

Н.А. КОЛКАТАЕВА, инженер, М.С. ГАРКАВИ, д-р техн. наук,
Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова
(г. Магнитогорск Свердловской обл.)

Влияние стирол-акрилатной эмульсии на эксплуатационные свойства гипсовых материалов

Гипсовые вяжущие относятся к эффективным строительным материалам. Расширение их применения и изделий на их основе возможно за счет совершенствования эксплуатационных свойств вяжущего. Одним из эффективных способов улучшения свойств гипсовых материалов является модифицирование эмульсиями полимеров, однако закономерности их влияния на основные свойства гипсовых материалов изучены недостаточно.

Целью исследования явилось изучение влияния эмульсий полимеров на процессы твердения гипсового вяжущего и эксплуатационные свойства материалов на его основе.

В работе использовался гипс β -модификации марки Г-4 со следующими свойствами: водопотребность – 54%; предел прочности при сжатии через 2 ч – 4,1 МПа; предел прочности при изгибе через 2 ч – 2,5 МПа; сроки схватывания: начало – 6 мин, конец – 10 мин.

Стирол-акрилатная эмульсия полимера имеет следующие основные характеристики: средний размер частиц 0,1 мкм; минимальная температура пленкообразования 18–20°C; рН=7,5–8,5; система эмульгатора анионная; плотность 1,04 г/см³.

Дозировку полимерной добавки назначали в процентах от массы гипса в пересчете на сухое вещество.

Ввод эмульсии полимера производит значительный пластифицирующий эффект, который, возможно, связан с электростатической и пространственной стабилизацией, что позволяет снизить водогипсовое отношение (В/Г) при сохранении требуемой подвижности. Частицы полимера и эмульгатора, имеющегося в эмульсии, адсорбируются на поверхности гипсовых зерен и сообщают им больший поверхностный заряд, осуществляя тем самым электростатическую стабилизацию. Разветвленная структура молекул полимера обеспечивает так называемый пространственный эффект, благодаря которому затрудняется контакт зерен. Совместное протекание этих двух процессов объясняет значительную пластифицирующую способность эмульсии полимера [1].

При стандартных испытаниях (через 2 ч после затвердения) прочностных характеристик у образцов, изготовленных из теста одинаковой подвижности (распль по Суттарду 220 мм), фиксируется снижение прочности при сжатии и изгибе, что обусловлено жидким состоянием полимера. Жидкие полимерные включения не об-

ладают прочностью, выявляют дефекты структуры и способствуют росту трещин.

После сушки образцов и отверждения полимера наблюдается значительный рост прочности (см. табл.).

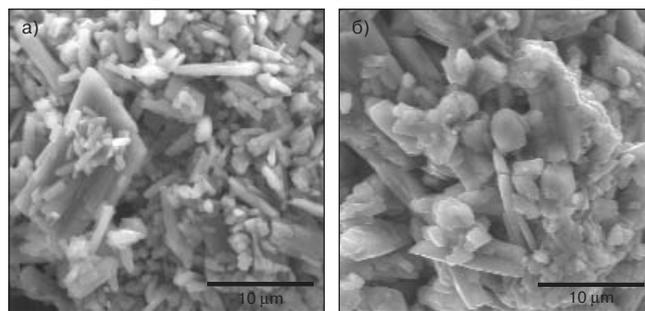
Рост прочности при изгибе связан с тем, что кристаллы гипса склеиваются полимерными пленками. Эти пленки, обладающие хорошей адгезией к кристаллам двуводрата, имеют прочность при разрыве около 5 МПа [2], что значительно превышает прочность при разрыве гипсового камня.

На прочность материала оказывает влияние пористость и В/Г: чем В/Г ниже, тем мельче кристаллы гипса и тем он плотнее [3]. Влияние совокупности этих факторов было учтено при следующих испытаниях. Были изготовлены равноплотные образцы из гипсового теста с добавкой лигносульфоната ЛСТ и гипсополимерной композиции такой же подвижности. Регулированием количества добавки ЛСТ поддерживали В/Г и плотность образцов одинаковыми. Прочность при сжатии в сухом состоянии гипсополимерных образцов составила 23,5 МПа, контрольных – 13,8 МПа, при изгибе – 11,2 МПа и 6,1 МПа соответственно. Результаты испытаний показывают, что рост прочности при сжатии обусловлен не только повышением плотности и снижением В/Г, но и влиянием полимера. При нагрузке эластичные полимерные пленки рассеивают напряжения, сдерживают рост трещин и противодействуют их объединению [4].

Максимальная прочность композита достигается при содержании полимера 5%. По-видимому, при оптимальном составе композита формируются пленки полимера средней толщины и максимальной прочности. При этом достигается наилучшая комбинация свойств эластичных пленок полимера и кристаллов гипсового камня [5]. В условиях настоящих экспериментов содержание в гипсовом камне 5% полимера можно считать оптимальным.

Микроскопические исследования (см. рис.) показывают изменения структуры при введении добавки полимера. Кристаллы искусственного камня на основе гипса без добавок крупные, тонкие (а). Упаковка частиц рыхлая, контакты между кристаллами точечные, сами кристаллы расположены хаотично. Структура гипсополимерной композиции с 5% полимера (б) отличается: изменился габитус кристаллов, которые склеены полимерными

Содержание полимера, % от массы гипса	В/Г	Плотность, кг/м ³	Предел прочности, МПа (в сухом состоянии)	
			при изгибе	при сжатии
0	0,56	1260	4,6	11
2,5	0,48	1360	8,3	16
5	0,39	1410	11,2	23,5
7,5	0,36	1420	11,7	23
10	0,35	1440	11,8	23



Микроструктура гипсового камня: а – без добавки полимера; б – с 5% полимера

пленками. Упаковка более плотная и упорядоченная. Таким образом, введение 5% полимера создает благоприятные условия для формирования гипсовых кристаллов.

Ниже рассматривается влияние содержания полимера на теплопроводность гипсополимерной композиции (плотность 1260 кг/м³). Коэффициент теплопроводности без ввода полимера составлял 0,36 и при вводе 2,5% полимера снижался до 0,3 Вт/(м·°С), а при введении 10% полимера до 0,27 Вт/(м·°С). Таким образом, введение полимера значительно снижает коэффициент теплопроводности гипса. Это явление, вероятно, обусловлено рядом факторов: тонкокристаллической структурой материала, низкой теплопроводностью полимера, повышенным тепловым сопротивлением участков контакта аморфных пленок полимера и кристаллов гипса [6]. Возможно, в снижение теплопроводности больший вклад вносит усложнение структуры материала в результате появления аморфных и кристаллических областей, а не увеличение содержания полимера. По нашему мнению, при повышении содержания в структуре гипсового материала полимера увеличивается количество полимерных вкраплений. Это сопровождается ростом числа контактов кристаллических и аморфных областей и значительным снижением теплопроводности композиционного материала. Однако при содержании полимера свыше 5% полимерные области сливаются, и наблюдается увеличение не их количества, а размера. Поэтому эффективность введения полимера снижается и рекомендуется вводить 5% полимера от массы гипса.

По нашему мнению, оценивать стойкость к действию воды гипсовых материалов, которые эксплуатируются в помещениях с относительной влажностью воздушной среды до 60%, коэффициентом размягчения некорректно. Устойчивость гипсовых материалов к действию воды оценивали коэффициентом стойкости к попеременному увлажнению и высушиванию. Это в большей мере моделирует реальные условия эксплуатации гипсовых материалов. Стойкость гипсополимерного материала к действию воды определяли при попеременном увлажнении и высушивании образцов одинаковой плотности. При попеременном увлажнении-высушивании коэффициент стойкости гипсовых образцов составляет 0,5, а гипсополимерных — 0,9. Растворимость гипса без добавок составляет 2,3 г/см³, а гипсополимерного материала с 5% полимера — 1,6 г/см³. Положительное влияние полимера на стойкость гипса к воздействию воды обусловлено структурой гипсополимерной композиции и экранирующим действием полимерных пленок, препятствующих доступу воды к характеризующимся высокой растворимостью кристаллам гипса.

Таким образом, введение эмульсии полимера значительно улучшает эксплуатационные свойства гипса.

Список литературы

1. Schwartz S.A. Gypsum dispersing agents // Materials of Global Gypsum Conference—2002.
2. Голунов С.А. Модификация плиточных клеев дисперсионными полимерными порошками // Строит. материалы. 2004. № 3. С. 47—49.
3. Брокнер Х. и др. Гипс: Изготовление и применение гипсовых строительных материалов / Под ред. В.Б. Ратинова: Пер с нем. М.: Стройиздат, 1981. 223 с.
4. Thole V. Festigkeit und Hafteigenschaften von polymer-modifiziertem Gipsstein // ZKG International. 1999. № 7. P. 400—406.
5. Соломатов В.И., Бобрышев А.Н., Химмлер К.Г. Полимерные композиционные материалы в строительстве / Под ред. В.И. Соломатова. М.: Стройиздат, 1988. 312 с.
6. Дульнев Г.Н., Заричняк Ю.П. Теплопроводность смесей и композиционных материалов. Справочная книга. Л.: Энергия, 1974. 264 с.



ТИПОГРАФИЯ
ФЛЕКСОГРАФИЯ

ПЕЧАТНЫЙ ЭКСПРЕСС
(495) 739 9933
www.print-express.ru

этикетка
производство самоклеящейся этикетки любого уровня сложности

упаковка
производство картонной упаковки любых размеров и конструкции

вся наша продукция имеет сертификаты соответствия и гигиенические сертификаты что важно для использования в строительной промышленности

дизайн
студия "Азарт.дизайн", приглашаем посмотреть портфолио на www.azart-design.ru

печать
на собственном профессиональном современном оборудовании

Ведущие российские производители **доверяют нам**



Потому что с нами надежно

РЕКЛАМА

В.П. КУЗЬМИНА, канд. техн. наук, генеральный директор
ООО «Колорит-Механохимия» (Москва)

Механоактивация материалов для строительства. Гипс

С 2006 г. наметился повсеместный постоянный дефицит и рост цен на цемент. В сложившейся ситуации появились объективные предпосылки использования других видов вяжущих материалов.

Крупные субъекты Российской Федерации – Нижегородская область, Республика Татарстан, Москва, Московская область – заявили о необходимости расширения добычи гипса и выпуска изделий из него.

В настоящее время правительство Нижегородской области проводит экологическую экспертизу проекта строительства Павловского гипсоангидритового комбината с целью разработки закрытым шахтным методом Павловского месторождения гипса и ангидрита. В реализацию проекта инвестор планирует вложить 2 млрд р.

Губернатор Нижегородской области В.П. Шанцев (г. Арзамас Нижегородской обл., 9 февраля 2007 г., «НТА-Приволжье») выразил мнение о желательности замены цемента на гипс, так как в области проблемы с добычей сырья для производства цемента, но имеются месторождения гипса, которые надо использовать максимально эффективно.

Президент Республики Татарстан М.Ш. Шаймиев (Казань, 12 апреля 2007 г., «Татар-информ») подчеркнул, что в республике разведаны еще не все запасы гипса, а строительный бум, охвативший Россию, требует активного развития производства гипсовых материалов и изделий. Крупные разведанные запасы есть на Камско-Устьинском и Сюкеевском гипсовых рудниках.

Существует определенная недооценка возможности более широкого применения гипсовых вяжущих веществ в строительном комплексе Москвы и Московской области. К ним относятся строительный (марки ГЗ–Г10) и высокопрочный (марки Г10–Г25) гипсы, а также другие виды гипса и широкая номенклатура изделий на их основе. Особый интерес представляют смешанные вяжущие вещества – гипсоцементно-пуццолановые (ГЦПВ).

Мировое потребление природного гипса в 2005 г. превысило 110 млн т, а синтетического достигло 200 млн т. Крупнейшими потребителями и производителями природного гипса в настоящее время являются страны Северной Америки, Юго-Восточной Азии и Западной Европы. Половина запасов мировых разведанных месторождений гипса находится на территории России. По оценкам геологов в России насчитывается более 180 крупных месторождений природного гипса с запасами более 6 млрд т.

Стоимость производства гипсового вяжущего ниже стоимости производства цемента более чем в 5 раз. Расход энергии на производство 1 т гипса в шесть раз меньше, чем 1 т цемента.

В настоящее время в промышленности в основном используется гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Ангидрит (CaSO_4) добывается пока в ограниченных количествах, однако намечается тенденция роста его потребления, особенно в цементной промышленности.

Подавляющая часть гипса и ангидрита используется в качестве сырья для производства гипсовых вяжущих материалов (строительного гипса) и добавок в различные виды цементов, меньшая – для производства высокообжигового, высокопрочного, формовочного и медицинского гипсов, серной кислоты, сульфата аммония, бумаги и для гипсования почв.

Из всех гипсовых вяжущих материалов наибольшее применение имеет строительный гипс, который получают путем обжига гипсового камня. Применяется он для штукатурных и отделочных работ, изготовления перегородочных панелей, плит и обшивочных листов (сухая гипсовая штукатурка), звукопоглощающих плит. Строительный гипс должен отвечать конкретным требованиям по срокам схватывания, степени помола и пределу прочности при сжатии.

Высокопрочный гипс применяется для получения гипсобетона, строительных деталей и др., когда требуется вяжущее вещество с быстрым сроком схватывания, высокой кинетикой твердения и повышенной механической прочностью в изделиях. Получают высокопрочный гипс методом автоклавной обработки гипсового камня 1-го сорта.

Высокообжиговый гипс (эстрихгипс, гидравлический гипс) представляет собой продукт обжига гипса или ангидрита при температуре около 900°C с последующим помолом обожженного материала. Эстрихгипс применяется для изготовления плиточных и бесшовных наливных полов, кладочных и штукатурных растворов, бетонов для наземных сооружений, подоконных досок, ступеней, искусственного мрамора и др.

В производстве различных видов цемента гипс и ангидрит используются в качестве добавок для регулирования сроков схватывания.

Новым направлением повышения эффективности применения гипса и его смесей является активация полупродуктов гипсовых смесей. Идея активации гипса давняя, вторично она возникла на новом витке развития техники [1, 2].

В Южно-Уральском государственном университете выполнена интересная работа по активации гипса для литейного производства [3]. Под руководством канд. техн. наук Л.Г. Знаменского разработана патентно-лицензионная технология активации гипса мощным электрическим полем. Механизм активации связующего состоит в том, что обработка гипса в виде газовой взвеси в электрическом поле определенной напряженности вызывает ионизацию воздуха. Ионы газов взаимодействуют с частицами гипса, адсорбируются на их поверхности, образуя электрический заряд. Заряженные частицы гипса обеспечивают увеличение сил адгезии при формообразовании и повышение прочностных характеристик отливок.

Аналогичный эффект достигается при активации гипса в виброцентробежных мельницах [4]. При механохимической активации смешанного гипса промежуточное активное состояние наступает при мгновен-

ном перераспределении механической энергии удара в макромолекулах [5].

В соответствии с химической природой кристаллов гипса и активных минеральных добавок преобразование механической энергии (до 300 кДж/моль или 3 эВ) происходит с разрушением ионных кристаллов и захватом электронов в узле решетки кристалла, соответствующем вакансии отрицательного иона (F , F' – центр) или положительного иона (V – центр).

При увеличении разрушающей нагрузки от $3 \cdot 10^2$ кДж/моль до $3 \cdot 10^6$ кДж/моль или от 1 эВ до 10^4 эВ происходит электронная эмиссия с нарушением контакта между фазами с различной электронной плотностью при высоких значениях силы кавитации и трения.

При создании ускорения в мельнице, равного 10 g, происходят все заданные процессы активации. Дальнейшее увеличение ускорения нецелесообразно. Активные молекулы гипса возникают при разрушении молекулярных упаковок на участках дефектов и разрыхлений при декомпенсации межмолекулярных сил. Процесс сопровождается изменением прочности, водогипсового отношения и других свойств смешанного гипса.

Известны проверенные компоновочные решения технологической линии, которые можно использовать для комплектации линии по активации смешанного гипса при использовании в качестве активатора виброцентробежных мельниц.

Использование составов на основе гипсовых вяжущих обусловлено во многом совокупностью положительных свойств, присущих только данной группе вяжущих. В первую очередь это отсутствие усадочных деформаций, быстрый набор прочности, хорошие тепло- и звукоизолирующие свойства, хорошая огнестойкость.

Использование материалов на основе гипсовых вяжущих создает более комфортные условия для пребывания человека в помещении в различных климатических зонах при большом диапазоне изменения температурно-влажностных параметров; сроки производства работ с использованием бетонов и растворов на основе гипсовых вяжущих в несколько раз ниже, чем при работе с аналогичными материалами на основе портландцемента.

Любые материалы и изделия на основе гипса [6], сухие гипсовые смеси для выполнения штукатурных или облицовочных работ, самовыравнивающиеся стяжки под покрытия для полов, индустриальные гипсокартонные листы, панели гипсопрокатных перегородок, пазогребневые плиты отличаются экономическими и технологическими преимуществами.

Современное применение в составах сухих строительных смесей наиболее доступного в России гипсового вяжущего $\beta\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ограничивается штукатурными и шпатлевочными составами для помещений с нормальным режимом эксплуатации. В основном это связано с тем, что составы имеют низкую водостойкость и невысокие прочностные характеристики. Как правило, коэффициент размягчения для таких составов не превышает 0,4, а прочность при сжатии 4–6 МПа. Повышение водостойкости материалов на основе гипсовых вяжущих до уровня материалов на основе гидравлических вяжущих означает существенное расширение области применения данных составов, а в сочетании с преимуществами гипсовых вяжущих материалы на их основе составляют серьезную конкуренцию материалам на основе портландцемента.

Низкая водостойкость материалов на основе гипсовых вяжущих определяется значительной пористостью затвердевших растворов и бетонов. Для решения данной проблемы в качестве вяжущего применяется ангидрит или $\alpha\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, а также их смесь. Такой выбор связан с более плотной структурой и низкой водопо-

требностью данных гипсовых вяжущих по сравнению с гипсом-полугидратом.

Правильно подобранный гранулометрический состав заполнителей и наполнителей также способствует снижению пористости затвердевшего раствора. Более плотная структура материала достигается при использовании механоактивированных премиксов [2] с суперпластификаторами и пеногасителями, а использование гидрофобизирующих добавок и ретардированных порошков сополимеров винилацетата и акрилата препятствует распространению воды через поры.

Для снижения растворимости гипса используются добавки, при взаимодействии с которыми образуются соединения с более низкой растворимостью, чем у двухводного гипса. В качестве таких добавок можно применять вещества, имеющие общий ион с сульфатом кальция. Возможно также использование гидравлических вяжущих совместно с активными минеральными добавками. При правильном проектировании состава удастся существенно повысить водостойкость материалов и довести коэффициент размягчения до 0,4–0,6.

Эстрихгипс – гидравлическое вяжущее, которое может твердеть во влажной среде. Такой вид гипса заслуживает более широкого применения не только на реставрируемых или уникальных объектах. Из него можно изготавливать изделия прочностью 20 МПа и выше.

Одним из путей практического решения проблем прочности и водостойкости бетонов и растворов на основе гипсовых вяжущих является применение механоактивированных премиксов, то есть комплексной добавки, посаженной предварительно на часть гипса или цемента. Гипсовые вяжущие на основе $\beta\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ в сочетании с механоактивированными премиксами позволяют получить сухие строительные смеси для устройства гипсобетонных полов, а также мелкозернистые бетоны и поробетоны для несущих и ограждающих конструкций плотностью 400–1800 кг/м³ и прочностью при сжатии свыше 20 МПа.

Целесообразно использовать смеси порошков полуводного гипса и доменного шлака, особенно кислого, в соотношении 1:0,5 – 1:4 (по массе) и 3–5% извести.

Наибольший эффект в качестве возбуждителя шлаков дает смесь 5% обожженного доломита и 5% ангидрита.

Проведение этих работ в эпизодическом порядке подтвердило правильность результатов, полученных П.П. Будниковым и А.В. Волженским [6, 7].

Можно считать, что А.В. Волженский и П.П. Будников проводили исследования композиции полуводного гипса со шлаком с точки зрения двух крайних положений: с одной стороны, полуводный гипс составлял всего 5–10%, а молотый доменный шлак – 80–90% в присутствии большей части третьего компонента – извести или цемента; с другой стороны, полуводный гипс составлял около 70%, а молотый доменный шлак вместе с известью – около 30%. По-видимому, исследователи не допускали возможности существования двухкомпонентного вяжущего в виде смеси гипс + молотый гранулированный шлак и считали обязательным введение вещества, содержащего известь. Используя в качестве основного вяжущего полуводный гипс, а в качестве добавки молотый гранулированный шлак и известь, оба исследователя не учитывали также возможности получения смешанного вяжущего с прочностью, необходимой для строительных целей при добавлении значительных количеств шлака (более 100%) к полуводному гипсу.

Был предложен способ изготовления строительного гипса, где предусматривается введение минеральных добавок к гипсу в количестве от 30% и выше.

Внедрение смешанного гидравлического гипса в производство строительных изделий было начато в 1949 г. в г. Николаеве. Ассортимент включал приблизительно 70 наименований изделий из гипсовых смесей: плиты перегородочные, для междуэтажных и чер-

дачных перекрытий, вентиляционные короба, сухая штукатурка; блоки для прокладки кабелей; стеновые шлакобетонные камни сплошные и пустотные; балки-настилы для междуэтажных перекрытий; архитектурные детали для балконов, карнизов и др.

Несомненный интерес представляет механохимическая технология получения цветных гипсов. Процесс делится на две стадии. Сначала дробленый гипсовый камень слегка орошается водой, затем раздавливается, измельчается и окрашивается кислотостойкими пигментами [8–10]. Процесс происходит в секционных барабанах единственной виброцентробежной мельницы. Кристаллическая природа гипса сохраняется в любых размерах частиц и играет роль каркаса в получаемых пигментах [11–13].

На второй стадии порошкообразную смесь строительного полуводного белого или серого гипса с пигментом подвергают механоактивации и получают цветной строительный гипс высокого качества. Данная технология позволяет производить цветные гипсы любого заданного цвета и открыть новую страницу в декоративной отделке фасадов и интерьеров зданий.

Список литературы

1. Кузьмина В.П. Изготовление мрамора кустарным способом // Популярное бетоноведение. 2006. № 2. С. 74–79.
2. Кузьмина В.П. Механоактивация добавок для ССС // Популярное бетоноведение. 2007. № 2.
3. Патент РФ № 2155114. Смесь для изготовления гипсовых форм и стержней при производстве отливов из цветных и драгоценных сплавов и способ ее приготовления // Л.Г. Знаменский, Б.А.Кулаков, В.С. Жабреев и др. Бюл. № 24. 2000.
4. Кузьмина В.П. Виброцентробежные мельницы для механоактивации полупродуктов ССС // Строит. материалы. 2007. № 5. / Technology. № 9. С. 2–5.
5. Аввакумов Е.Г. Механические методы активации химических процессов. Новосибирск: Наука. 1986. 304 с.
6. Будников П.П. Вяжущие вещества для производства стеновых блоков. Первая Украинская конференция по блочному (сборному) строительству // ГОНТИ НКТП, ДНТВУ. Харьков. 1938. С. 66.
7. Волженский А.В., Буров Ю.С., Колокольников В.С. Минеральные вяжущие вещества (технология и свойства). М., 1966.
8. Кузьмина В.П. Неорганические пигменты для сухих строительных смесей и декоративных бетонов. Свойства. Эффективность применения // Популярное бетоноведение. 2005. № 2. С. 2–8.
9. Кузьмина В.П. Органические пигменты для строительной индустрии. Свойства. Области применения. Цены // Популярное бетоноведение. 2005. № 4. С. 64–74.
10. Кузьмина В.П. Применение строительных смесей в отделке коттеджных фасадов // Популярное бетоноведение. 2005. № 5. С. 128–135.
11. Кузьмина В.П., Тропило А.В., Масол И.В. Пигмент и способ его получения // Патент на изобретение № 2205850. Оpubл. 10.06.2003 Бюл. № 6.
12. Кузьмина В.П., Тропило А.В., Масол И.В., Савкина С.А. Пигмент и способ его получения // Патент на изобретение № 2212422. Оpubл. 20.09.2003. Бюл. № 26.
13. Кузьмина В.П., Тропило А.В., Масол И.В., Савкина С.А. Пигмент и способ его получения // Патент на изобретение № 2205849. Оpubл. 10.06.2003. Бюл. № 16.



Компания **НОВИЦ** НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ ДЛЯ ТОНКОГО ПОМОЛА

Совместная опытно-промышленная разработка новосибирской компании «Новиц» («Новосибирский испытательный центр») и Института химии твердого тела и механохимии СО РАН – новая установка ЦЭМ-50.

Универсальное оборудование предназначено для помола сухих сыпучих материалов (кроме пластичных) от растительного сырья до природных минералов с твердостью до 8–9 единиц:

- магнетита;
- песка, в том числе кварцевого;
- цемента;
- клинкера;
- мела;
- мрамора.

Производительность мельниц ЦЭМ-50 и их аналогов – до 3 т/ч по песку при тонине 1–70 мкм (не менее 70%). Энергопотребление новой модели – 18–22 кВт·ч/т готового продукта. Конструкция установки обеспечивает многолетнюю работу при минимальных эксплуатационных расходах.

Стоимость установки и монтажа в 2–3 раза ниже стоимости традиционных шаровых мельниц.

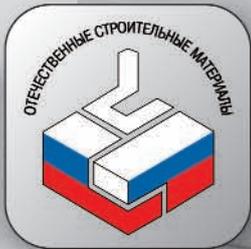
Центробежно-эллиптические (ЦЭМ-7, ЦЭМ-20, ЦЭМ-25, ЦЭМ-50) и планетарные (АГО-2, АПФ-3, АГО-3 – позволяют получать нано-порошки) мельницы, питатели, классификаторы, сита пользуются стабильным спросом как в России, так и за рубежом.

Компания «Новиц» была образована Институтом химии твердого тела и механохимии СО РАН в 1994 г. специально для коммерческого внедрения разработок сибирских ученых. Уникальное сочетание возможностей Института, конструкторского бюро, а также опыта и ресурсов других институтов СО РАН позволяет компании «Новиц» заниматься не только поставкой мельниц, но и за разработкой принципиально новых технологий.

В настоящее время «Новиц» – одно из ведущих российских предприятий по выпуску помольного оборудования. Компания постоянно работает над улучшением технических характеристик своих установок и предлагает разработку нестандартного измельчительного оборудования и оригинальных технологий.

630128, г. Новосибирск, ул. Кутателадзе, 18
www.novic-mill.ru

Тел.: (383) 335-64-03, 214-42-36
E-mail: sales@novic-mill.ru



ДЕВЯТАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА
ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ
СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
2008



В РАМКАХ ВЫСТАВКИ:

ЕЖЕГОДНЫЙ ФОРУМ "СТРОЙИНДУСТРИЯ РЕГИОНОВ РОССИИ"

ДЕНЬ СТРОИТЕЛЬНОГО КИРПИЧА

30 ЯНВАРЯ - 2 ФЕВРАЛЯ
МОСКВА,
ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

ОРГАНИЗАТОРЫ:



Правительство Москвы
(Комплекс архитектуры, строительства,
развития и реконструкции города)



ЕВРОЭКСПО

ОФИЦИАЛЬНАЯ
ПОДДЕРЖКА:



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНФОРМАЦИОННЫЙ
СПОНСОР:



ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА:



ИНФОРМАЦИОННЫЙ
СПОНСОР ДСК:



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР:



ИНТЕРНЕТ-ПАРТНЕР:



WWW.OSMEXP0.RU

В.В. НЕЛИНА, д-р экон. наук, первый зам. генерального директора по науке
 ОАО НИИСС «Агропродукт» (Краснодар);
 Л.В. ПОПОВА, канд. экон. наук, ген. директор ООО «КНАУФ маркетинг Краснодар»

Качество как фактор повышения конкурентоспособности

Предприятие ООО «КНАУФ маркетинг Краснодар» специализируется на оказании сбытовых и маркетинговых услуг потребителям строительных и отделочных материалов компании КНАУФ. Развивающийся рынок отечественных материалов и активизация конкуренции привели к необходимости подготовить предприятие для работы в условиях возрастания конкуренции. С этой целью политика в области качества ООО «КНАУФ маркетинг Краснодар» направлена на совершенствование внутрифирменного управления, повышающего эффективность воздействия на потребителей продукции КНАУФ. При выполнении этой задачи в центре внимания оказались два ключевых понятия: услуга и ее качество.

При наличии сертифицированного определения качества (далее по ГОСТ Р ИСО 9000–2001) как «степени соответствия совокупности присущих характеристик требованиям» существуют многочисленные попытки определения этого термина с целью приближения содержания к конкретному бизнесу. Характеристика может быть собственной или присвоенной, качественной или количественной. Существуют различные классы характеристик:

- физические (механические, электрические, химические или биологические);
- органолептические (связанные с запахом, осязанием, вкусом, зрением, слухом);
- этические (вежливость, честность, правдивость);
- временные (пунктуальность, безотказность, доступность);
- эргономические (физиологические характеристики или связанные с безопасностью человека);
- функциональные, например максимальная скорость самолета.

Услуга является результатом по меньшей мере одного действия, обязательно осуществленного при взаимодействии поставщика и потребителя; она, как правило, нематериальна.

В соответствии с приведенной терминологией бизнесом ООО

«КНАУФ маркетинг Краснодар» является оказание двух видов услуг:

- деятельность, осуществленная на поставленной потребителем материальной продукции (удовлетворение потребности физических и юридических лиц в отделочных и строительных материалах);
- предоставление нематериальной продукции (обучение, организация транспортировки груза, анализы и прогнозы развития рынка сбыта, информация о товарах и технологиях), а также создание благоприятных условий для потребителей (комфортное ожидание погрузки-разгрузки товаров, безвозмездные услуги по мотивации продаж и др.).

Предприятие имеет своих поставщиков (производителей отделочных и строительных материалов и сопровождающей их нематериальной продукции, поставщиков транспортных услуг) и потребителей (дилеров, строительные организации, розничные сети, заказчиков маркетинговой информации). Для такого бизнеса более близким определением качества является данное Лондонской школой бизнеса определение: «*Качество – это то, что включено в ожидание и опыт покупателя и культуру продавца. Оно становится*

измерением их отношений и создает ощущение разделенных ценностей в этих отношениях» [1]. Это определение построено на характеристике партнерства поставщика и потребителя – услуги в целом. Культуру продавца в первую очередь определяет знание конкурентных преимуществ товаров, запрашиваемых покупателем. Ориентация на потребителя является основным принципом системы менеджмента качества (СМК), которую рассматривают как способ повышения конкурентоспособности предприятия.

Изучение положительного российского опыта внедрения СМК выявило, что процесс внедрения будет обособнее, если ввести дополнительный этап внедрения под названием «Определение компонентов сервиса», состоящий из определения компонентов сервиса и продукта, предлагаемых клиенту; определения удовлетворенности потребителей продуктом и компонентами сервиса [2].

Выделение этого этапа необходимо для анализа и переосмысления деятельности компании, ее нового позиционирования. Необходимо четко знать, что дает истинное рыночное преимущество, что в дальнейшем должно подлежать трансформации в систему взаимосвязанных и взаимодействующих процессов.

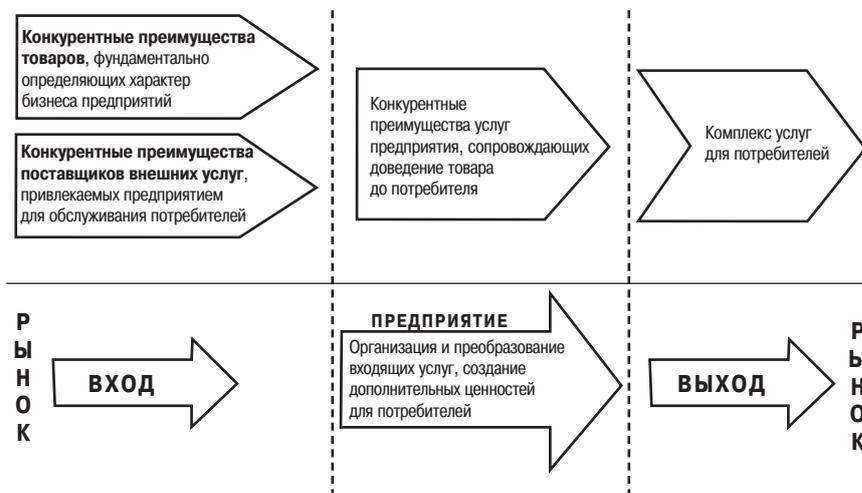


Схема формирования конкурентных преимуществ услуг ООО «КНАУФ маркетинг Краснодар»

Схема формирования конкурентных преимуществ услуг ООО «КНАУФ маркетинг Краснодар» представлена на рисунке.

Если сравнивать устойчивость конкурентных преимуществ товаров и услуг на входе, то в условиях предприятий КНАУФ предпочтение следует отдать товару, а не услугам, поскольку поставщиков услуг многократно больше, что позволяет сделать выгодный выбор.

В настоящее время продукция КНАУФ не утратила качества «товарного лидерства» [3], то есть находится на передовых технологических рубежах. Предприятия группы КНАУФ более 10 лет создавали и доводили до потребителей технологии и товары КНАУФ, которые являлись инновационными для строительной индустрии РФ. По их инициативе и с непосредственным участием создан комплект нормативно-технической документации для использования проектировщиками и строителями. Практически подготовлен малозатратный и привлекательный приход на рынок строительных и отделочных материалов других крупных международных игроков [4]. Такое предположение оказывает влияние на прогноз конкурентного состояния рынка.

Конкурентоспособность предприятия как способность к достижению собственных целей в условиях противодействия конкурентов включает конкурентоспособность предложения на рынке, ресурсов предприятия, менеджмента, предпринимательской идеи [5].

Характерной чертой современного маркетингового рынка является конкуренция не того, что произведено фирмами, а того, чем дополнительно снабдили продукцию в виде упаковки, услуг, рекламы, консультаций для клиентов, финансирования, особенностей поставки, услуг по складированию и прочих ценимых людьми вещей [6].

Для оценки предложения продукта необходимо выявить и сформулировать перечень характеристик товара, являющихся значительными для основного сегмента покупателей. Конкурентные преимущества продукции предприятий группы КНАУФ выражаются следующими характеристиками.

Комплектность товаров. Комплектные системы на основе гипсовых материалов включают товары, технологии, крепеж, инструменты, обучение. Они обеспечивают организацию обустройства внутреннего пространства и фасада зданий товарами одной торговой марки, отождествляющей европейское качество.

Безопасность жизни и минимальный ущерб при землетрясении в сейсмических районах. Применение гипсокартонных и гипсоволокнистых листов в жилых, общественных и административных зданиях рекомендовано СНКК 22-301-2000 при строительстве в районах с сейсмичностью 7-9 баллов. Минимальный ущерб от частичного разрушения обусловлен легкостью конструкций и простотой их восстановительного монтажа.

Высокая степень сборности строительных конструкций. Предлагаются все компоненты для перегородок, полов, стен, потолков, взаимосвязанные друг с другом единством технологий, инструментами, сопровождаются пакетом проектной и технической документации. Обеспечивается возможность гибкой трансформации планировки помещений.

Пожарно-технические характеристики. Пожарно-технические характеристики позволяют применять гипсокартонные и гипсоволокнистые листы в зданиях всех степеней огнестойкости и классов пожарной опасности. Разработаны, сертифицированы и успешно применяются конструктивные решения несущих перегородок, облицовки стен, подвесных потолков, оснований под покрытие полов, огнезащитных облицовок. Все типы перегородок КНАУФ на металлическом каркасе с минераловатным заполнением по пожарно-техническим параметрам удовлетворяют требованиям к ограждающим конструкциям. Высота перегородок может достигать 9 м, перегородки соответствуют классу огнестойкости F 90 А и способны выдерживать большие механические нагрузки после огневого воздействия. Типичные сферы применения: облицовки опорных балок и колонн, шахты коммуникаций, огнезащитные перегородки и потолки. Фасадная система «КНАУФ-Теплая стена» также прошла необходимые огневые испытания и рекомендована для утепления зданий различной этажности высотой до 75 м.

Надежная звукоизоляция. Устройство подвесных и подшивных потолков с применением гипсокартонных и гипсоволокнистых листов при строительстве новых и реконструкции старых зданий позволяет улучшить звукоизоляцию помещений, их акустические свойства, а также скрыть инженерные коммуникации. При использовании в перегородках металлического профиля индекс звукоизоляции может достигать 67 дБ, а при использовании MW-профилей индекс звукоизоляции составляет 73 дБ.

Низкая масса гипсовых изделий и конструкций. Достоинством гип-

совых материалов является их относительно небольшая масса, что снижает нагрузки на межэтажные перекрытия и фундаментные плиты. Легкость конструкций, простота их монтажа и демонтажа делают предпочтительными материалы КНАУФ на объектах с гибкой планировкой как при новом строительстве, так и при реконструкции старых зданий.

Механизированный способ проведения штукатурных работ. Специализированная техника КНАУФ ПФТ включает пневматические установки, штукатурные машины, проточные миксеры, передвижные насосы, слосы. Механизированный способ выполнения штукатурных работ с использованием сухих строительных смесей КНАУФ на основе гипса и цемента (40 наименований) позволяет в 2-3 раза повысить эффективность по сравнению с ручным.

Сокращенные сроки строительства в сочетании с выгодными условиями. Трудоемкость возведения 1 м² внутриквартирных перегородок из ГКЛ ниже, чем перегородок из кирпича, на 38,4%; перегородок из легких блоков — на 28,1%. Заработная плата за счет сокращения трудоемкости выполнения работ с использованием комплектных систем КНАУФ в 1,5 раза ниже, чем при выполнении этих работ традиционным способом.

Умеренный рост цен относительно роста энергоресурсов и роста цен сопоставимой продукции. При повышении цен 1 м² продукции КНАУФ по сравнению с 2002 г. на 30-40% стоимость 1 квт·ч электроэнергии возросла в 1,5 раза, 1 м³ газа в 2 раза, 1 т портландцемента в 2 раза.

Определение и измерение качества услуг в литературе обычно трактуется аналогично товару. Однако есть попытки определения качества услуг как самостоятельной категории [7]. В частности, предлагается измерение качества услуг с учетом таких критериев, как надежность, материальность, отзывчивость, уверенность, сопереживание.

Способом измерения характеристик качества услуг может быть проверка наличия или отсутствия этих качеств, а также другие способы, используемые для определения показателей конкурентоспособности характеристик. В качестве показателей оценки конкурентоспособности используются весовые коэффициенты характеристик по группе основных конкурентов и взвешенная сумма оценок как интегральный показатель в целом по конкуренту. Эти характеристики должны быть предметом постоянного мониторинга, сравнения со стратегически важными и перспективными конкурентами.

Наименование фактора	Содержание фактора
1. Дизайн товара*	
1.1. Расфасовка	Расфасовка листового товара в паллеты, расфасовка смесей в мешки, расфасовка крепежа в коробки, расфасовка профиля в объемах, определенных производителем и предварительно согласованных с получателем
1.2. Упаковка	Сыпучие товары пакуются в пакеты (мешки) из многослойной бумаги и размещаются на поддоны. Листовые товары пакуются в пленку и размещаются на поддоны
1.3. Присутствие торговой марки на упаковке	Размещается на упаковке. Проверяется выборочно путем осмотра
1.4. Разнообразие товаров	Разнообразие товаров ограничено понятием «комплектность товаров КНАУФ», что является концепцией продаж. Внутри комплекта различают широту и глубину ассортимента. Широту ассортимента определяют товары, способные заменить друг друга по назначению использования. Это относится к сухим смесям, где по ряду позиций номенклатуры имеются аналоги. Глубину ассортимента определяют товары внутри одной номенклатурной позиции, отличные друг от друга. Применительно к ГКЛ глубина ассортимента определяется разнообразием толщин листа и видов кромки
2. Качество общения с потребителем	
2.1. Доступность	Покупатели информированы о том, где можно купить товары в оптовом и розничном звеньях (месторасположение продавца)
2.2. Реагирование	Заключается в знании продавцами потребительских и технологических качеств и назначения товаров. Продавец обязан предложить покупателю товар в соответствии с запросом
2.3. Правдивость	Достоверность рекламной информации, подтвержденная покупателями, имеющими опыт ее использования
2.4. Безопасность	Освобождение покупателя от риска получить экологически загрязненную продукцию, что обеспечивается наличием санитарно-эпидемиологического заключения
2.5. Понимание клиента	Осведомленность о проблемах покупателя (не только коммерческих), выражение сочувствия и желания найти пути урегулирования. Выработка индивидуального подхода к работе с клиентом
2.6. Компетентность	Профессиональное общение с покупателями по поводу потребительских и технологических качеств товаров. Доведение до покупателей сведений о том, где и как специалисты учатся. Персонал проходит обучение по потребительским и технологическим свойствам реализуемых товаров; при выводе на рынок новых товаров проводятся инструктажи специалистами группы технического сопровождения. Рекомендуется проведение целевых аттестаций (не реже 1 раза в год) на знание ассортимента реализуемых товаров
2.7. Общение	Информирование клиента о состоянии дел компании, об удачных презентациях, ярмарках, о росте продаж, интересных формах обучения. Формирование личностных отношений в рамках партнерства. Доступность общения клиентов со всеми уровнями менеджмента предприятия
3. Надежность поставок	
3.1. Соответствие товаров и стандартизация установленных требований	Наличие национальных сертификатов качества у подавляющего объема товаров. Наличие положений о проведении типовых операций. Наличие внутренних регламентов компании
3.2. Наличие оборудованного складского помещения	Оборудованность складского помещения, обеспечивающая сохранность товара по количеству и качеству, разгрузку, транспортировку и погрузку. Исполнение складским персоналом регламента работы
3.3. Возможность иметь страховой запас	Наличие недельного складского запаса основной комплектообразующей номенклатуры товаров
3.4. Возможность производства под заказ	Возможность принимать индивидуальные заказы от покупателя (длина, толщина, кромка листа и профиля, др.) и передавать на исполнение производственному предприятию
3.5. Соблюдение интересов покупателя	Договор (дистрибьюторское соглашение) содержит обязательства перед покупателем по срокам и качеству поставки
3.6. Международная репутация торговой марки	Наличие известной международной торговой марки, которая имеет высокую ценность и сопровождает товар от момента его создания до конечного потребителя на всем пути смены собственников товара
3.7. Вариантность размещения товаров в вагон	Из разработанных и утвержденных ОАО «Кубанский гипс КНАУФ» 30 схем загрузки товаров в ж/д вагон выбирается вариант, наиболее соответствующий объему и ассортименту заказа. Согласуется с покупателем
4. Скорость доставки**	
4.1. Определенность срока доставки	Срок доставки определен договором, он рассчитан как минимальный срок при выбранном оптимальном пути доставки ж/д транспортом
4.2. Разнообразие видов транспортировки и схем размещения товара в вагоне	Предложение организовать транспортные услуги по доставке товара ж/д или автотранспортом. Наличие разнообразных схем расположения и закрепления товара в ж/д вагоне
4.3. Использование погрузочных механизмов	Погрузочно-разгрузочная техника и подъемные механизмы обеспечивают своевременность процессов при сохранности качества товаров
4.4. Наличие железнодорожного тупика	В наличии от места загрузки вагона до ж/д станции Шедок
4.5. Скорость оформления документов	Операции документального оформления автоматизированы, время оформления отгрузочных документов минимально
4.6. Организационное обеспечение транспортировки	Организационное обеспечение на уровне согласованных действий между персоналом отдела организации грузоперевозок ООО «КНАУФ маркетинг Краснодар», транспортным отделом «ОАО Кубанский гипс Кнауф» и персоналом ж/д станции Шедок

Таблица (продолжение)

Наименование фактора	Содержание фактора
5. Наличие удобств и привилегий (кастализация) для клиентов	
5.1. Доброжелательный прием клиентов	Общение с клиентами осуществляется при личном контакте в обозначенное время, по факсимильной связи или электронной почте в удобное для клиента время
5.2. Многовариантность приема заявок и формирование документов на отпуск товаров с применением IT-технологий	Заявка от покупателя принимается по почте, по электронной почте, по факсимильной связи, при личном контакте. Выписка документов (отпуск и оплата) осуществляется с использованием IT-технологий и пакета 1-C (предприятие), что обеспечивает скорость оформления, достоверность и чистоту документов
5.3. Предложение товара в комплекте	Клиенту предлагается комплектная система, включающая товары в комплекте, крепеж, инструменты, технологическую документацию, обучение
5.4. Предложение сопутствующих товаров	Приемка заявки сопровождается предложением сопутствующих товаров, не входящих в комплектную систему, но используемую при выполнении или после выполнения отделочных работ
5.5. Гибкие цены	Покупатель имеет возможность выбора цен на приобретаемые товары. Этот выбор определяется статусом покупателя и объемом закупок, а также покупкой определенной номенклатуры товаров
6. Соотношения затрат, цены, качества	
6.1. Доля услуги, оплачиваемой покупателем, в структуре отпускной цены на товар	При ценообразовании отпускная цена должна покрыть сбытовые затраты и обеспечить получение прибыли последующими партнерами сбытовой цепочки доставки товара конечному потребителю, а также обеспечить рыночную конкурентоспособность
6.2. Соотношение «цена/качество»	Гарантированные приемлемые для рынка сбыта цены при высоком (европейском) качестве товаров
7. Инновации	
7.1. Новые варианты услуг	Приспособление услуг к требованиям покупателей и новым ресурсам. Например, комбинации товарного ассортимента, новые форматы обучения, использование инфомобилей для продвижения товара и др.
7.2. Наличие системы удержания клиентов	Система удержания покупателя основывается на определенности и прозрачности отношений, на их долгосрочном характере, отраженном в «Положении о дистрибуторской сети»; системе скидок; товарном кредите; технической поддержке; через обучение; через повышение профессионализма персонала; на защите интересов дилеров
7.3. Расширение ассортиментной линейки товаров за счет вывода на рынок инновационных товаров	Выявление потребностей покупателей по расширению номенклатуры товаров и вывод на рынок новых товаров, производимых предприятиями КНАУФ
*Пункты 1.1.–1.3 выполняются производителем, но маркетинговая компания влияет на их содержание. ** Доставка товаров осуществляется железнодорожным транспортом с минимальной нормой отгрузки, равной вагону. Автомобильный транспорт используется при самовывозе.	

К характеристикам, определяющим качество сбытовых и маркетинговых услуг, оказываемых ООО «КНАУФ маркетинг Краснодар», относятся дизайн товара, качество общения с потребителем, наличие удобств и привилегий для клиентов, надежность поставок, скорость доставки, соотношения затрат, цены, качества, а также инновации (см. таблицу).

Подробное описание качества услуг преследует следующие практические цели:

- наличие описания качества услуг создает шкалу для оценки удовлетворенности покупателя (потребителя);
- подробная разработка характеристик качества услуг поможет проанализировать все составляющие элементы, донести результаты до непосредственных создателей или трансляторов в адрес покупателя (потребителя);
- появляется возможность определить качество услуги с различных сторон, понять, что можно усовершенствовать, что отсутствует у конкурента, что необходимо нарастить для нейтрализации конкурента;

— при наличии подробного описания характеристик качества услуги можно трансформировать выявленные рыночные преимущества в систему взаимосвязанных и взаимодействующих процессов как внутри компании, так и за ее пределами с поставщиками и потребителями услуг.

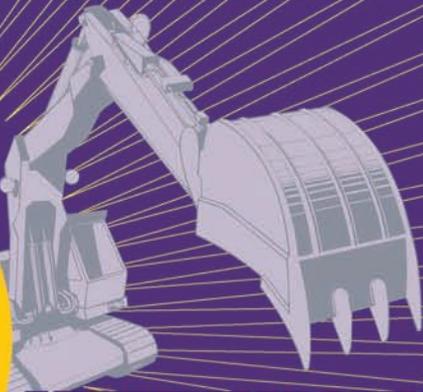
Анализ практического состояния качества услуг строительной отрасли показывает, что нужен кардинально новый взгляд на все составляющие: дома, объекты социального назначения, финансовую инфраструктуру др. В этой ситуации в качестве мощного резерва следует рассматривать инновационные технологии, в том числе в области менеджмента. Формирование новых стандартов качества и комфорта относится в большей степени не к ГОСТам на продукцию, а к стандартам качества предприятий, строящих и создающих комфорт.

Усиление внимания к качеству услуг со стороны сбытовых и маркетинговых предприятий, через которые осуществляется связь производителя с конечным покупателем (потребителем), очень важно для обеспечения развития строитель-

ного комплекса в целом. Определение качества и работа предприятия над его повышением способны решить как задачу повышения конкурентоспособности предприятия, так и социальную задачу повышения качества и комфорта объектов жилищного и гражданского строительства.

Список литературы

1. *Николсон А.* Количественная оценка ценностей: Лекции Лондонской школы бизнеса. 1999.
2. *Ульянов М.* Повышение конкурентоспособности предприятия // Стандарты и качество. 2006. № 12. С. 48–53.
3. *Котлер Ф.* Маркетинг в третьем тысячелетии. М.: АСТ. 2000. 271 с.
4. *Турулина А.* На рынке гипсокартона – новый игрок // Эксперт. 2007. № 12. С. 5.
5. *Шкардун В.* Интегральная оценка конкурентоспособности предприятия // Маркетинг. 2005. № 1. С. 41.
6. *Котлер Ф.* Основы маркетинга. М.: Вильямс. 2003. 1197 с.
7. *Кеворков В., Кеворков Д.* Маркетинг. Регламент бизнес-процесса. М.: РИП-холдинг. 2005. 289 с.



МЕЖДУНАРОДНАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ НЕДЕЛЯ

**Более 700
фирм-участниц!**

НА ПРАВАХ РЕКЛАМЫ



Базовые выставки **Федерального агентства по строительству и ЖКХ (Росстрой)**
Базовые выставки строительных комплексов стран СНГ

**17–21 ФЕВРАЛЯ
2008**

Москва,
КВЦ «Сокольники»

ОРГАНИЗАТОРЫ:
Федеральное агентство по строительству и ЖКХ (Росстрой),
Российская ассоциация производителей обоев «Рособои»,
Союз производителей цемента «Союзцемент»,
Международный Выставочный холдинг MVK

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:
НП «АВОК»,
НА производителей стальных гнутых профилей,
Ассоциации производителей трубопроводов с ППУ-изоляцией,
Национальной ассоциации автоклавного газобетона,
Ассоциации независимых продавцов строительной керамики

ДИРЕКЦИЯ ВЫСТАВКИ:
Тел./факс.: (495) 105-34-97, 105-34-19
E-mail: stroy@mvk.ru, info@mvk.ru

ВЫСТАВКИ:

-  **СТРОЙТЕХ 2007**
Салон **ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**
Салон **СТРОИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНАЯ ТЕХНИКА**
Салон **ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**
Салон **СЕЙСМОБЕЗОПАСНЫЕ, БЫСТРОВЗВОДИМЫЕ И МОБИЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ**
Салон **ИНЖЕНЕРНЫЕ КОММУНИКАЦИИ**
Салон **МАЛОЭТАЖНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО**

-  **RFI (Кровля и изоляция)**
Салон **ФАСАДНЫЕ И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

-  **BETONEX (Цементы, бетоны)**
Салон **АВТОКЛАВНЫЙ ГАЗОБЕТОН**

-  **SWE (Мир окон и дверей)**
Салон **СТЕКЛО И ФАСАДЫ**

-  **BAUSTEIN (Керамика и камень в строительстве)**
Салон **СТРОИТЕЛЬНАЯ КЕРАМИКА (Кирпич)**

-  **WALLDECO (Отделочные материалы)**
Салон **LIGHTEXPO (Мир света)**
Салон **CAFLEX (Напольные покрытия)**
Салон **ТЕКСТИЛЬ ДЛЯ ДОМА**

С.С. ШЛЕНКИНА, инженер, М.С. ГАРКАВИ, д-р техн. наук, Магнитогорский государственный технический университет; Р. НОВАК, директор, А. ПРИВРАТСКИЙ, менеджер, фирма «Стахема» (г. Колин, Чехия); Х.-Б. ФИШЕР, канд. техн. наук, Веймарский строительный университет (Германия)

Влияние пластификаторов на твердение гипсового вяжущего

Гипсовые вяжущие и материалы на их основе за экономичность и малую энергоемкость производства относят к эффективным строительными материалам. Однако они обладают высокой водопотребностью и поэтому характеризуются низкой водостойкостью, ограниченной прочностью и малой морозостойкостью.

Свойства гипсовых и гипсобетонных материалов определяются их структурой, и одним из способов улучшения их технических свойств является применение различных химических добавок, позволяющих модифицировать различные свойства гипсовых вяжущих.

Целью данной работы является исследование процесса твердения гипсового вяжущего с добавками-пластификаторами различной природы.

В качестве добавок были использованы суперпластификаторы на основе нафталинформальдегида (С-3) и меламинформальдегида (Melment F15G), а также гиперпластификатор на основе поликарбоксилатного эфира (Stachement 2280). Исследования проведены на гипсовом тесте, изготовленном при постоянном водогипсовом (В/Г) отношении 0,56 и введении указанных добавок 0,5% от массы вяжущего. В качестве вяжущего применяли строительный гипс марки Г5 Челябинского завода «Биопласт».

Для изучения твердения гипсовых дисперсий использованы потенциометрический и электрофизический методы [1], которые позволяют получить более полную информацию о физико-химических явлениях, сопровождающих этот процесс.

Из данных рис. 1 следует, что независимо от вида используемого пластификатора все кривые изменения потенциала оводнения имеют идентичный характер.

Потенциал оводнения по своему физическому смыслу представляет собой энергию связи влаги с материалом [2], и полученные потенциалограммы можно объяснить с позиций изменения макросостояния твердой и жидкой фаз при твердении вяжущей системы.

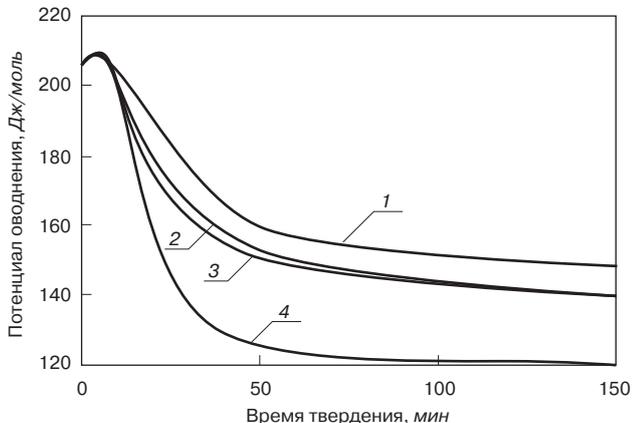


Рис. 1. Изменение потенциала оводнения при твердении гипсового вяжущего с пластификаторами: 1 – без добавок; 2 – С-3; 3 – Melment F15G; 4 – Stachement 2280

В течение 5 мин с момента затворения наблюдается возрастание потенциала оводнения, связанное с дискретным распределением адсорбционных комплексов, образующихся при затворении гипса. Жидкая фаза вяжущей системы является непрерывной; по окончании этого периода начинается снижение потенциала оводнения, вызванное переходом твердой фазы в непрерывное состояние и образованием первичной коагуляционной структуры. В системе появляются поры и капилляры, происходит формирование капиллярно-пористого коллоидного тела. Однако невозможно провести четкую грань между различными состояниями твердой и жидкой фаз, процессы структурирования идут, непрерывно налагаясь друг на друга. Спустя примерно 90 мин значения потенциала оводнения стабилизируются, это свидетельствует об остановке процесса структурообразования при твердении гипсового вяжущего.

В вяжущей системе с добавкой гиперпластификатора Stachement 2280 фиксируется минимальное значение потенциала оводнения, свидетельствующее о максимальной энергии связи влаги с материалом в рассматриваемой системе. Во всех исследуемых системах начальное влагосодержание одинаково, и сильное взаимодействие влаги с материалом может быть обусловлено характером капиллярно-пористой структуры. Вероятно, в присутствии гиперпластификатора формируется структура с порами и капиллярами малого размера, предопределяющими высокую энергию связи влаги с материалом. Это подтверждается результатами электронно-микроскопии

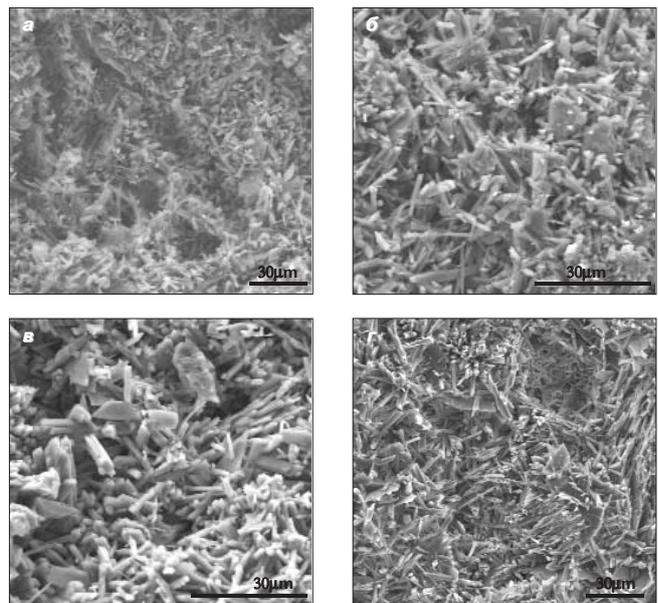


Рис. 2. Микроструктура гипсового камня с пластификаторами: а – без добавки; б – С-3; в – Melment F15G; г – Stachement 2280

ческого исследования (рис. 2). В присутствии указанного пластификатора происходит и изменение морфологии образующегося дугидрата.

Характер изменения потенциала оводнения хорошо согласуется с кинетикой изменения степени завершенности структурообразования и прочностными характеристиками.

В системе с добавкой Stachement 2280 достигается наибольшая степень завершенности структурообразования и соответственно максимальная (8,9 МПа) прочность камня. При использовании суперпластификаторов меламинаформальдегидного и нафталинформальдегидного типов достигается прочность 6,7 и 6,3 МПа; в бездобавочной системе достигается прочность 5,2 МПа.

Прочность искусственного камня определяется прочностью индивидуального контакта между частицами и числом контактов на единицу поверхности разрушения. Прочность контакта зависит от интенсивности взаимодействия между частицами, а число контактов — от размера частиц. Добавки суперпластификаторов ослабляют силы молекулярного взаимодействия между частицами в связи с изменением электрокинетического потенциала их поверхности, способствуют их сближению и более плотной упаковке. Так как действие гиперпластификаторов основано на совокупности электростатического и стерического эффектов, которые достигаются с помощью боковых гидрофобных полиэфирных цепей молекулы поликарбоксилатного эфира, при их введении в гипсовую дисперсию создаются наиболее благоприятные условия для интенсивного взаимодействия между частицами и увеличения прочности индивидуальных контактов.

В результате проявления эффекта адсорбционного модифицирования в присутствии пластификаторов значительная часть гидратов формируется в виде частиц высокой дисперсности, что предопределяет формирование большого числа достаточно прочных точечных контактов [3]. Упрочнению и увеличению числа контактов может способствовать повышение степени кристаллохимического подобия образующихся кристаллов (рис. 2).

При твердении гипсовых вяжущих и изделий на их основе чрезвычайно важно обеспечить термодинамическую устойчивость отдельных структурных состояний и вяжущей системы в целом. Ее определение позволяет целенаправленно осуществлять технологические воздействия на вяжущую систему. При выборе добавок необходимо оценивать их влияние на термодинамическую устойчивость структуры искусственного камня, способность вяжущей системы сохранять свои признаки и свойства под воздействием как внутренних, так и внешних факторов. В вяжущих системах устойчивость возникающих структурных состояний определяется величиной и знаком избыточного производства энтропии $\delta_x P_{\eta}$. При этом величина избыточного производства

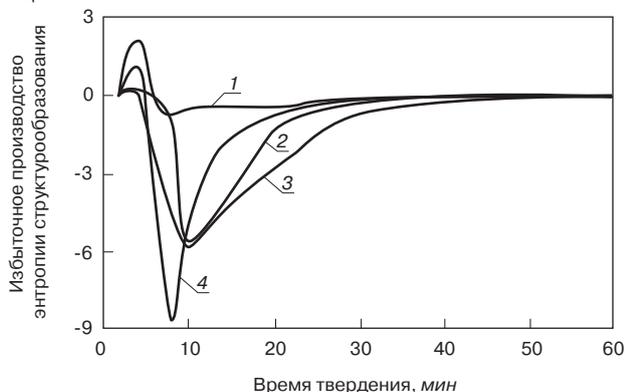


Рис. 3. Влияние пластификаторов на термодинамическую устойчивость структуры гипсового камня: 1 – без добавок; 2 – C-3; 3 – Melment F15G; 4 – Stachement 2280

энтропии зависит от процессов гидрато- и структурообразования, а его знак — от соотношения скоростей и движущих сил указанных процессов.

При твердении гипсовых вяжущих процессы гидрато- и структурообразования протекают синхронно, поэтому неустойчивость данной системы может быть обусловлена совокупным развитием указанных процессов. При этом, как отмечено в [1], отсутствуют термодинамические и кинетические условия для возникновения неустойчивости. Анализ изменения влажностных и термодинамических параметров при твердении гипсовых вяжущих показывает, что для гипсового камня характерно формирование структуры с точечными контактами, т. е. структурные превращения при твердении таких вяжущих протекают в пределах коагуляционной структуры.

Возникающие структурные состояния могут обладать различной термодинамической устойчивостью. Критерием устойчивости отдельных структурных состояний является знак избыточного производства энтропии, обусловленный процессом структурообразования.

На рис. 3 приведен характер изменения $\delta_x P_{\eta}$ при твердении изученных вяжущих систем.

Участок на кривых с отрицательным значением $\delta_x P_{\eta}$ указывает на термодинамическую неустойчивость структурного состояния вяжущей системы.

Превращение первичной коагуляционной структуры, где взаимодействие частиц осуществляется через прослойки жидкой фазы, в структуру с точечными контактами происходит через формирование промежуточной термодинамически неустойчивой структуры.

В течение периода, когда жидкая фаза в вяжущей системе является непрерывной, ее структурное состояние является термодинамически устойчивым ($\delta_x P_{\eta} > 0$). Наибольшей устойчивостью обладает система с суперпластификатором меламинаформальдегидного типа, а минимальной — с добавкой гиперпластификатора. Это может быть связано с различиями в химическом составе пластификаторов, в частности с разным содержанием в них сульфогрупп. Наиболее заметные изменения в термодинамической устойчивости структурных состояний наблюдаются в системе с добавкой поликарбоксилатного пластификатора: промежуточное структурное состояние обладает максимальной неустойчивостью. Столь глубокая перестройка структурного состояния вяжущей системы закономерно приводит к формированию наиболее совершенной структуры гипсового камня (рис. 2).

Результаты термодинамического анализа находятся в хорошем соответствии с данными электрофизического исследования процесса твердения. Введение в гипсовую дисперсию суперпластификаторов, содержащих в своем составе сульфогруппы, практически не меняет характера ее твердения.

При твердении гипсовой дисперсии с добавкой поликарбоксилатного пластификатора характер кривой изменения электрического сигнала свидетельствует о максимальной перестройке образующейся структуры гипсового камня.

Результаты исследований показали, что наибольшее влияние на процессы твердения гипсового вяжущего оказывает пластификатор поликарбоксилатного типа.

Список литературы

1. Гаркави М.С. Термодинамический анализ структурных превращений в вяжущих системах. Магнитогорск: МГТУ. 2005. 243 с.
2. Цимерманис Л.-Х.Б. Термодинамика влажностного состояния и твердения строительных материалов. Рига: Зинатне. 1985. 247 с.
3. Коровяков В.Ф. Гипсовые вяжущие и их применение в строительстве // Российский химический журнал. 2003. Т. XLVII. № 4. С. 18–25.

Е.М. ЧЕРНЫШОВ, д-р техн. наук, академик РААСН, А.И. МАКЕЕВ, канд. техн. наук, Воронежская государственная архитектурно-строительная академия

Разрушение конгломератных строительных материалов: концепции, механизмы, принципы и закономерности управления

Управление конструктивными свойствами строительных материалов в целях обеспечения заданной работоспособности и надежности конструкций из них базируется на учете закономерностей деформирования и разрушения структуры материалов. Практически весь спектр применяемых в строительстве конструктивных материалов характеризуется конгломератным типом строения, который обуславливает механизмы и особенности развития их разрушения. Достижения строительного материаловедения в контексте фундаментализации научного знания с позиций физики и механики разрушения позволяют обозначить основные методологические, теоретические и прикладные положения управления сопротивлением материалов разрушению, составляющие содержание теории и практики синтеза и конструирования их оптимальных структур.

Конгломератные строительные материалы – разнородность композиционных материалов. Этот вывод следует из анализа строения, который показывает, что оно обладает всеми признаками классических композиционных материалов. Напомним, что к композиционным относят материалы, которые состоят из двух и более компонентов, различающихся по своему химическому составу и разделенных выраженной границей; имеют новые свойства, отличающиеся от свойств составляющих их компонентов; неоднородны в микромасштабе и однородны в макромасштабе; состав, форма и распределение компонентов спроектированы заранее; свойства определяются каждым из компонентов [1]. Отличием конгломератных строительных материалов является повышенная по сравнению с классическими композициями сложность строения – они являются многофазными, многокомпонентными, гетерогенными, полиструктурными, полидисперсными, дефектными, одновременно детерминированными и стохастическими системами. Рассмотрение строительных конгломератных материалов как композитов позволяет распространить на них закономерности механики композиционных материалов [1–5].

Конгломератные строительные композиты определяются как однородно-неоднородные системы с многоуровневой иерархически организованной структурой, каждый масштабный уровень которой представляет собой двухкомпонентное образование из пространственно непрерывной матрицы и детерминированно-стохастически распределенных в ней дискретных твердо- и (или) газофазовых включений. Объективным признаком двухкомпонентных образований каждого масштабного уровня является граница раздела, имеющая контактную поверхность, и приграничный объем – контактную зону, определяемую механическим и физико-химическим взаимодействием матрицы и включения. Контактная зона представляет собой третий равноправный производный компонент структуры, требующий своего учета при синтезе и конструировании структуры строительных композитов.

Такой постулат дает основание для формализации структуры материала при выявлении закономерностей его разрушения, отражает поуровневый характер разрушения и раскрывает возможности управления сопротивлением материала разрушению через регулирование параметров структуры на всех доступных технологическому влиянию масштабных уровнях.

При эксплуатации композит проявляет себя как диссипативная система, структурные изменения в которой регламентируются законами неравновесной термодинамики. Данное положение базируется на том, что композиционные материалы обоснованно рассматривать как открытые термодинамически неравновесные диссипативные системы, непрерывно обменивающиеся энергией с окружающей средой. При восприятии потока внешней энергии в системе происходят структурные изменения, направленность которых регламентируется стремлением системы к уменьшению накапливаемой внутренней энергии путем различных механизмов ее диссипации таким образом, чтобы эффект такого уменьшения был максимальным. В таком толковании строительные композиты представляют собой своего рода преобразователь энергии эксплуатационных воздействий (механической нагрузки, нагрева, охлаждения, увлажнения, обезвоживания, химического взаимодействия и т. д.) в энергию тепловых флуктуаций элементарных частиц (атомов или молекул), работу упругого напряжения и пластического деформирования системы структурных связей материала, поверхностную энергию образующихся хрупких трещин, теплоту, звуковые колебания. Как преобразователь энергии композит обладает потенциалом энергоемкости до разрушения, соотносимым с суммарным потенциалом энергии структурных связей, который предопределяет соответствующий уровень сопротивления разрушению и прочность материала. В реальности затраты энергии на разрушение строительных композитов оказываются значительно ниже величины этого потенциала, свидетельством и результатом чего является наблюдаемое несоответствие между значениями теоретической и технической прочности материала. Величина этого разрыва определяется условиями и механизмом трансформации, диссипации энергии внешнего нагружения структурой строительных композитов.

Именно такое представление обуславливает возможности привлечения к теории синтеза и конструирования структур конгломератных строительных композитов положений неравновесной термодинамики самоорганизующихся систем (синергетики), в частности принципа минимума производства энтропии Гленсдорфа–Пригожина [6], минимума диссипации энергии Моисеева [7], иерархической термодинамики Гладышева [8].

Условия диссипации энергии внешнего нагружения в структуре конгломератного композита регламентируются параметрами и мерой ее однородности-неоднородности. В теории синтеза и конструирования структур строительных композитов однородность-неоднородность их стро-

ения принимается как фундаментальная материаловедческая категория [9]. Она отражает неоднородность и анизотропность пространства как фундаментального закона природы [10] и в то же время учитывает присущие материальным системам признаки однородности, т. е. определенного детерминизма, упорядоченности, регулярности. Физически однородность-неоднородность строительных композитов реализуется в форме скачка субстанциальных характеристик на межкомпонентных (межфазовых) границах раздела. Мера однородности-неоднородности связывается с вероятностью того, что при переходе из одной точки материального объекта в другую точку занимаемого им пространства состав, свойства и состояние объекта претерпят некоторые изменения — скачок. С учетом субстанциальных, геометрических и статистических характеристик реализации скачка предложена система критериев [9], раскрывающих физическую сущность однородности-неоднородности строения. Такое рассмотрение позволяет формализовать структуру композитов по критериям однородности-неоднородности и использовать их в качестве объекта управления при структурообразовании в технологических задачах синтеза и конструирования структуры.

Разрушение конгломератных строительных композитов реализуется как механофизико-химический процесс. Конгломератные строительные композиты являются упруговязкопластичными телами с хрупким типом разрушения. Интегрированный механофизико-химический подход [11] к закономерностям их разрушения базируется на положениях и включает концепции физики разрушения (кинетическая теория разрыва атомно-молекулярных связей Журкова [12]) и механики разрушения (теория трещин Гриффитса [2]). С этой позиции разрушение материала представляет динамический процесс, на начальной стадии которого при нагружении в материале под действием концентраторов напряжений (включений и дефектов) формируются неоднородные по параметрам концентрации и локализации поля внутренних деформаций и напряжений, соответствующие мере однородности-неоднородности строения материала. В результате подавляющее большинство структурных связей оказывается выключенным из работы, а нагрузка на оставшиеся многократно повышается. При исчерпании потенциала прочности структурных связей в перенапряженных локализованных зонах начинается разрыв связей по термофлуктуационному механизму с одновременным использованием высвобождающейся энергии консолидированных разрывов на движение дислокаций и образование микротрещин. Последние сами по себе становятся мощнейшими концентраторами напряжений по своему фронту, в зону которого стекает избыточная поверхностная энергия, расходуемая на интенсификацию пластического течения и термофлуктуационных разрывов связей, обеспечивающих, в свою очередь, рост микротрещины в материале. Накопление растущих микротрещин в зонах концентрации и локализации напряжений выше критического значения сопровождается их слиянием, которое приводит к переходу разрушения с микромасштабных уровней на мезо- и макромасштабные уровни структуры материала, а в итоге к появлению магистральных трещин и утрате материалом целостности.

В строительных материалах в силу стохастичности их структуры и неизбежного наличия технологических микротрещин и дефектов строгой последовательности указанных процессов для отдельно взятых микрообъемов материала не будет иметь места. Характерным окажется опережение или отставание во времени одних этапов и стадий от других в разных зонах материала и объемах конструкции. Иными словами, в любой произвольный момент действия внешней нагрузки на мате-

риал отдельные его зоны могут отличаться напряженно-деформированным состоянием и степенью разрушения — количеством накопленных повреждений структуры. Это определяет статистическую составляющую закономерностей разрушения, требующую своего учета.

Интегрированное механофизико-химическое представление о закономерностях разрушения позволяет сделать вывод, что управление сопротивлением композита разрушению должно осуществляться не только на каждом масштабном уровне структуры, но и с учетом каждого из развивающихся этапов разрушения, которые имеют свои индивидуальные характеристики. К ним относятся локальное максимальное напряжение $\sigma_{loc.max}$ [13], возникающее в системе внутренних силовых связей в результате поуровневого повышения напряжений от действия концентраторов напряжений; максимальная энергия активации термофлуктуационного разрушения U_0 , связанная с энергией разрыва межатомных или межмолекулярных связей; структурно-механическая константа, отражающая направление и эффективность силового поля при действии нагрузки; предельная температура существования твердого тела T_m , при которой все химические связи рвутся за одно тепловое колебание; минимальное время разрушения вещества τ_m (при $T = T_m$), соотносимое с периодом колебания атомов [14]; критическая скорость высвобождения упругой энергии G_{Ic} (вязкость разрушения); критический коэффициент интенсивности напряжений в вершине трещины K_{Ic} ; J-интеграл J_{Ic} [2]; предельная концентрация микротрещин [15, 16] и т. д. Все эти показатели могут быть соотнесены с однородностью-неоднородностью строения материалов и использованы при решении задач конструирования их рациональных структур.

Управление сопротивлением конгломератных строительных композитов разрушению осуществляется через направленное регулирование однородности-неоднородности их строения. Непосредственно прямое отношение мера однородности-неоднородности имеет к величине $\sigma_{loc.max}$. Регулированием однородности-неоднородности строения в целях уменьшения $\sigma_{loc.max}$ можно существенно задержать начало разрушения и тем самым повысить прочность материала [13].

При синтезе и конструировании структуры композитов регулирование меры однородности-неоднородности может заключаться, например, в сокращении числа масштабных уровней, что реализуется в переходе к мелко-, микрозернистым и наноматериалам; в формировании прочных физико-химических связей в диффузной контактной зоне за счет родственных по кристаллохимическим параметрам и реакционноспособных исходных компонентов или активации их поверхности и т. д. [17]. Представленные возможности служат частными примерами общей проблемы получения оптимальной структуры строительных конгломератных композитов с управляемой мерой однородности-неоднородности.

Суждения об управлении однородностью-неоднородностью не должны и не могут соотноситься только с достижением максимально возможной однородности структуры: диалектическая сущность этой категории предопределяет двойственный характер ее влияния на разрушение. На практике положительный эффект от повышения неоднородности проявляется, например, при формировании в структуре композита дополнительных поверхностей раздела, при включении в структуру материала дополнительного наномасштабного уровня, внедрении демпфирующих элементов, многоуровневого дисперсного армирования и др. [18, 19].

Раскрываемые в данной статье представления отвечают современным тенденциям производства высоко-

эффективных строительных материалов нового поколения и конструкций из них. В частности, совершенствование свойств строительных материалов путем перехода от грубодисперсных к микро- и ультрамикродисперсным системам привело к появлению и активному распространению бетонов типа «High Performance Concrete» с высокими эксплуатационными свойствами (класс по прочности при сжатии В60–В90, водонепроницаемость марки W16 и выше, морозостойкость не ниже марки F500). Специалистами ВГАСУ ведутся работы по комплексному модифицированию структур таких бетонов, в частности за счет включения элементов наномасштабного уровня, что позволяет получать материал с высокими показателями сопротивления разрушению, например по критическому коэффициенту интенсивности напряжений K_{Ic} не менее чем в 2 раза.

Есть основания считать, что **существует некое оптимальное соотношение между однородностью и неоднородностью, которое обеспечивает максимально эффективное поведение материала под нагрузкой за счет наиболее полного использования силового потенциала его исходных и синтезируемых структурных связей в работе сопротивления разрушению. Напрямую понятие гармонии структуры соотносится с категориями конгруэнтности и когерентности ее масштабных уровней.** В такой постановке вопрос о гармоничной структуре и способах ее получения становится центральным в теории синтеза и конструирования структуры конгломератных строительных материалов.

Список литературы

1. Композиционные материалы: Справочник / Под редакцией Д.М. Карпиноса. Киев: Наукова думка. 1985. 592 с.
2. Черепанов Г.П. Механика хрупкого разрушения. М.: Наука. 1974. 640 с.
3. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. М.: Наука. 1988. 712 с.
4. Болотин В.В. Объединенная модель разрушения композиционных материалов при длительно действующих нагрузках // Механика композитных материалов. 1981. № 3. С. 405–420.
5. Ленг Ф.Ф. Разрушение композитов с дисперсными частицами в хрупкой матрице // Композиционные материалы: В 8 т. Т. 5. Разрушение и усталость / Под ред. Л. Браутмана. М.: Мир. 1978. С. 11–57.
6. Гленсдорф П., Пригожин И. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуации. М.: Мир. 1973. 280 с.
7. Моисеев Н.Н. Алгоритм эволюции. М.: Наука. 1987. 295 с.
8. Гладышев Г.П. Термодинамика и макрокинетика природных иерархических процессов. М.: Наука. 1988. 287 с.
9. Чернышов Е.М., Дьяченко Е.И., Макеев А.И. Неоднородность строения как фундаментальная материаловедческая характеристика строительных композитов // Вестник отделения строительных наук РААСН. Вып. 2. 1999. С. 390–402.
10. Вернадский В.И. Размышления натуралиста. Пространство и время в неживой и живой природе. М.: Наука. 1975. 174 с.
11. Чернышов Е.М., Макеев А.И. Общие положения интегрированного механофизико-химического подхода к процессу деформирования и разрушения строительных композитов // Вестник БГТУ. 2005. № 9. С. 256–258.
12. Ресель В.Р., Слущер А.И., Томашевский Э.Е. Кинетическая природа прочности твердых тел. М.: Наука. 1974. 535 с.
13. Чернышов Е.М., Макеев А.И. Механизмы и закономерности формирования локализованных напряжений в структуре конгломератных строительных композитов и их влияние на прочность //

Academia. Архитектура и строительство. 2006. № 2. С. 50–53.

14. Ярицев В.П. Физико-технический подход к проблеме прогнозирования работоспособности органических строительных материалов // Материалы Пятых академических чтений РААСН «Современные проблемы строительного материаловедения». Воронеж. 1999. С. 620–623.
15. Куксенко В.С., Орлов Л.Г., Фролов Д.И. Концентрационный критерий укрупнения трещин в гетерогенных материалах // Механика композитных материалов. 1979. № 2. С. 195–201.
16. Ушаков. И.И. Кинетика и структурные уровни разрушения конструкционных полимербетонов при сжатии // Материалы Пятых академических чтений РААСН «Современные проблемы строительного материаловедения». Воронеж. 1999. С. 476–479.
17. Чернышов Е.М., Макеев А.И. Синтез и конструирование структур бетонов нового поколения с позиций управления однородностью-неоднородностью их строения // Материалы Восьмых академических чтений отделения строительных наук РААСН «Современное состояние и перспектива развития строительного материаловедения». Самара, 2004. С. 561–565.
18. Комохов П.Г., Грызлов В.С. Структурная механика и теплофизика легкого бетона. Вологда: Изд-во Вологодского научного центра. 1992. 321 с.
19. Чернышов Е.М., Дьяченко Е.И., Коротких Д.Н. Анализ энергетических характеристик разрушения строительных композиционных материалов с многоуровневым дисперсным армированием // Материалы Пятых академических чтений РААСН «Современные проблемы строительного материаловедения». Воронеж. 1999. С. 534–539.

18-20 ОКТЯБРЯ **СОЧИ,**
ПЛОЩАДЬ МОРВОКЗАЛА

XX СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

«СТРОИТЕЛЬСТВО И БЛАГОУСТРОЙСТВО.»

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ. ЭКОЛОГИЯ»
«КЛИМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

XV СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

«СОВРЕМЕННЫЙ ДОМ И КОТТЕДЖ. ДИЗАЙН ИНТЕРЬЕРА»

ПОД ПАТРОНАЖЕМ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННОЙ ПАЛАТЫ РФ

При поддержке:



Администрации г. Сочи



Союза Строителей (работодателей) Кубани



Торгово-промышленной палаты г.Сочи

Выставочная компания «СОЧИ-ЭКСПО ТПП г. СОЧИ»
Тел./факс: (8622) 620-524, 647-555, (495) 745-77-09
E-mail: stroyka@sochi-expo.ru; www.sochi-expo.ru

В.В. БАБКОВ, д-р техн. наук, А.В. МОХОВ, инженер,
Уфимский государственный нефтяной технический университет;
Г.С. КОЛЕСНИК, канд. техн. наук, Е.Б. САВАТЕЕВ, инженер, БашНИИстрой;
Р.Р. АБЕЙДУЛЛИН, инженер, ОАО КПД (Уфа, Республика Башкортостан)

Трещиностойкость наружных стен из ячеисто-бетонных блоков многоэтажного каркасно-монолитного здания

Многоэтажные каркасно-монолитные здания в сочетании с различными вариантами конструктивных решений наружных стен становятся в настоящее время одним из основных и наиболее эффективных решений жилых домов и зданий другого назначения.

В качестве теплоэффективных наружных стен, заполняющих ячейки, образуемые вертикальными элементами каркаса (колоннами, стенами) и дисками перекрытий, используются заполнения толщиной в один-полтора полнотелых кирпича (250–380 мм) с наружным утеплением по фасадной теплоизоляции; заполнения из ячеисто-бетонных блоков средней плотности 400–600 кг/м³ в сочетании с облицовочным слоем в 1/2 полнотелого кирпича или тонким облицовочным вибропрессованным блоком типа «Бессер» толщиной 90 мм; заполнения из ячеисто-бетонных блоков с фасадной гидрозащитной штукатуркой. Защита от внешних воздействий жесткой облицовкой необходима при использовании ячеисто-бетонных блоков средней плотностью 400 кг/м³, защита гидроизоляционными паропроницаемыми штукатурками – при средней плотности блоков 500–600 кг/м³.

Разработанный Российским обществом инженеров-строителей и Российским научно-техническим обществом строителей в 2006 г. в рамках требований Федерального закона «О техническом регулировании» стандарт организаций СТО 00044807-001–2006 «Строительная теплотехника. Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий» ввел существенно улучшенные коэффициенты теплопроводности для ячеисто-бетонных блоков и кладок на их основе по сравнению с нормируемыми СНИП 23-02–2003 «Тепловая защита зданий», СП 23-101–2004 «Проектирование тепловой защиты зданий».

Коэффициенты теплопроводности ячеисто-бетонных блоков и кладок на их основе, соответствующие расчетному массовому содержанию влаги в материале для условий эксплуатации «А» 5%, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Материал	Коэффициент теплопроводности блоков, Вт/(м·°С), средней плотностью, кг/м ³			
	400	500*	550*	600
Газо- и пенобетон, газо- и пеносиликат	0,12	0,14	0,15	0,16
Кладка стен из ячеисто-бетонных блоков на клеевом растворе с толщиной шва 2–3 мм	0,13	0,15	0,16	0,17

* Значения коэффициента теплопроводности получены интерполяцией.

Значения коэффициентов теплопроводности, приведенные в табл. 1, позволяют для климатических условий Республики Башкортостан и средней полосы России в целом проектировать наружные стены зданий на основе ячеисто-бетонных блоков при уровне термосопротивления 3–3,5 м²·°С/Вт толщиной 400 мм в соответствии с новыми требованиями по теплозащите при расчете теплоэнергетических показателей здания по удельным энергозатратам на единицу площади (объема) здания.

На практике используются два основных вида ячеистых бетонов – автоклавный газобетон и неавтоклавный пенобетон. Кроме различий по сырьевым компонентам и технологии изготовления эти бетоны имеют ряд принципиальных отличий, важных с точки зрения их применения в наружных стенах. Главное различие связано с величиной относительной деформации усадки, которая для кладки из автоклавных газобетонных блоков на основе известково-кремнеземистых вяжущих составляет согласно ГОСТ 25485–89 и СНИП II–22–81* около 40·10⁻⁵, для неавтоклавных пенобетонных блоков – до 300·10⁻⁵ (ГОСТ 25485–89, ГОСТ 21520–89). Это различие определяется отличием структурообразующих фаз материалов. При автоклавном производстве изделий на основе известково-кремнеземистого вяжущего формируется грубодисперсный кристаллический сросток гидросиликатной фазы, что резко снижает сорбционную составляющую усадки материала при десорбции влаги при сушке. Неавтоклавный пенобетон на основе портландцемента формирует кристаллический сросток гидросиликатов кальция, отличающийся высокой дисперсностью (удельная поверхность около 200 м²/г), что обуславливает значительное обжатие и деформирование кристаллитов сростка вследствие проявления поверхностного натяжения твердой фазы при потере адсорбционно-связанной воды [1].

В условиях конструктивного сопряжения стен с вертикальными элементами каркаса и дисками перекрытий, что абсолютно необходимо для обеспечения устойчивости и работоспособности этих стен при действии ветровой нагрузки и механических воздействий, усадка материала стены оказывается стесненной, что обуславливает развитие усадочных напряжений растяжения.

Помимо усадки наружная стена, конструктивно сопряженная по контуру, воспринимает термомеханические напряжения, связанные с перепадом наружной и внутренней температуры. В условиях изменения температуры от лета к зиме в климатических условиях средней полосы этот перепад составляет порядка 60°С, при этом термомеханические напряжения растяжения будут формироваться на наружной поверхности стены. При одинаковом коэффициенте линейного расширения для обоих видов ячеистых бетонов $\alpha_t = 0,8 \cdot 10^{-5}$ град⁻¹ (СНИП II–22–81*) этот фактор оказывает практически одинаковое влияние на напряжен-

Таблица 2

Марка по средней плотности	Марочная прочность кладки на клею/класс прочности	Расчетное сопротивление кладки при сжатии, кгс/см ²	Модуль упруго-пластичности кладки, кгс/см ² , 10 ³	Полная усадка кладки ϵ_{sh} , $\times 10^{-5}$	Значение расчетных максимальных усадочных напряжений растяжения, кгс/см ²	Значение термомеханических напряжений растяжения, кгс/см ²	Значение напряжений растяжения от действия ветровой нагрузки, кгс/см ²	Суммарное значение напряжений растяжения, кгс/см ²	Расчетное сопротивление кладки при растяжении, кгс/см ²	Физическое напряжение трещинообразования, кгс/см ²	Трещиностойкость от действия усадки, перепада температуры и ветровой нагрузки
Автоклавный газобетон											
500	M15/B1	4,5	2,2	40	0,81	0,42	0,14	1,37	1,43	1,9	Удовлетворительная
600	M25/B1,5	7	3,4	40	1,25	0,64	0,14	2,03	2,24	2,9	Удовлетворительная
800	M50/B3,5	14	6,7	40	2,46	–	–	2,46	4,18	5,3	Удовлетворительная
Неавтоклавный пенобетон											
500	M15/B1	4,5	1,26	300	3,73	0,24	0,14	4,11	1,29	1,6	Неудовлетворительная
600	M25/B1,5	7	2	300	5,51	0,38	0,14	6,03	2,09	2,7	Неудовлетворительная
800	M50/B3,5	14	3,93	300	10,82	–	–	10,82	3,76	4,9	Неудовлетворительная

ное состояние наружных стен из разных ячеистых бетонов одинаковой средней плотности.

Для наружной стены, когда действует совокупность факторов, наибольшие напряжения растяжения формируются на наружной поверхности кладки в виде суммы напряжений от усадки, перепада температуры и действия ветровой нагрузки.

Была проведена количественная оценка влияния названных факторов, а также действия ветровой нагрузки для условий Республики Башкортостан (II ветровой район по СНиП 2.01.07–85*) на напряженное состояние и трещиностойкость наружных стен из кладок на клею для названных выше ячеистых бетонов. Расчеты выполнены для кладок на основе двух по средней плотности блоков 500 и 600 кг/м³, актуальных для наружных стен, и бетона со средней плотностью 800 кг/м³, используемого для перегородок.

При определении модуля упругости и пластичности, использованного в расчетах напряженного состояния, в силу длительности усадки учитывалось различие упругих характеристик кладки для автоклавных ($\alpha = 750$) и неавтоклавных ($\alpha = 500$) ячеистых бетонов, а также различие коэффициентов, учитывающих понижение начального модуля упругости материала вследствие действия ползучести (3,5 для автоклавных и 4 для неавтоклавных ячеистых бетонов) согласно СНиП II-22–81 и Рекомендациям по применению мелких стеновых блоков из ячеистых бетонов ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. Данные этих расчетов представлены в табл. 2.

Прочность кладки при растяжении принималась равной расчетному сопротивлению ячеистых бетонов для предельных состояний второй группы $R_{bt,ser}$ по СНиП 2.03.04–84*, что обосновывается когезионным характером разрушения кладки на клею при растяжении (разрушение по бетону). Этот уровень прочности содержит в своем значении надежность характеристики 95%, что делает его пониженным приблизительно на 30% относительно физического напряжения растяжения, соответствующего образованию трещин разрыва.

С учетом этого обстоятельства, а также неполной жесткости сопряжений стен с вертикальными элементами каркаса, принятой в расчетной схеме, можно констатировать согласно табл. 2, что использование автоклавных газобетонных блоков в качестве перегородок (внутри помещений) обеспечивает их трещиностойкость даже при полной реализации усадки на уровне $40 \cdot 10^{-5}$ с запасом примерно в два раза. При полной реализации усадки неавтоклавного пенобетона ($300 \cdot 10^{-5}$) трещиностойкость перегородок не обеспечивается. Вероятно, такая продукция до использования в данных целях должна быть существенно осушена с доведением конечной усадки до $\approx 60–100 \cdot 10^{-5}$ либо пенобетон должен модифицироваться введением расширяющих добавок или фибры.

Таким образом, расчеты, выполненные на ЭВМ с использованием программ SCAD и COSMOS, показали, что кладка на основе автоклавных газобетонных блоков в наружной стене в полном объеме обеспечивает трещиностойкость от действия всей суммы факторов во всем рассматриваемом диапазоне средней плотности блоков (табл. 2).

Кладка на основе неавтоклавных пенобетонных блоков в наружной стене по трещиностойкости неудовлетворительна и не может быть рекомендована в этих условиях без специальных мероприятий, нейтрализующих высокую усадку этого материала.

Эффективность и дееспособность автоклавных газобетонных блоков в наружных стенах зданий доказана опытом применения этого материала в Самарской, Новосибирской, Липецкой, Ленинградской, Белгородской областях, Татарстане, Республике Беларусь, Прибалтике, ряде стран Европы и на уже возведенных 16–17-этажных каркасно-монолитных домах в микрорайоне Новиковка и других районах Уфы.

Литература

1. Бабков В.В., Мохов В.Н., Капитонов С.М., Комохов П.Г. Структурообразование и разрушение цементных бетонов. Уфа: Уфимский полиграфкомбинат. 2002. 376 с.

Е.В. КОРНЕЕВА, инженер, С.И. ПАВЛЕНКО, д-р техн. наук,
Сибирский государственный индустриальный университет
(г. Новокузнецк Кемеровской обл.)

Разработка бесцементного вяжущего на базе вторичных минеральных ресурсов

Для горно-металлургического комплекса Кузбасса характерно формирование огромного количества отходов. Это актуализирует исследования по использованию отходов в качестве компонентов бесцементного вяжущего. При разработке бесцементного вяжущего на основе сталелитейного мартеновского шлака Новокузнецкого металлургического комбината были поставлены задачи:

- использование в качестве добавок отходов предприятий горно-металлургического комплекса;
- разработка вяжущего и определение его характеристик.

Показатели технических свойств мартеновских шлаков текущего выхода Новокузнецкого металлургического комбината как компонента вяжущего определяли согласно действующим стандартам.

Мартеновский шлак обладает вяжущими свойствами, он относится к группе ультрасосновых, коэффициент основности $K_{осн} = 2$. Так как при нормальном твердении проявление вяжущих свойств отмечается у материалов с $K_{осн} = 1,6$, при проектировании двухкомпонентной смеси вяжущего был принят $K_{осн} = 1,6$. В качестве добавки были использованы горелые породы шахтных отвалов, которые относятся к группе ультракислых ($K_{осн} = 0,1$).

В табл. 1 приведены физико-механические свойства горелых пород. Их гранулометрический состав характеризуется содержанием фракции, %: 10 мм – 76; 5–10 мм – 10; 2,5–5 мм – 4,8; 1,2–2,5 мм – 1,6; 0,6–1,2 мм – 0,2; 0,3–0,6 мм – 0,8; 0,15–0,3 мм – 4,8 и менее 0,15 мм – 1,5.

В табл. 2 приведены усредненные химические составы мартеновского шлака и горелых пород шахтного отвала ОАО «Шахта «Абашевская» ОУК «Юж-кузбассуголь».

Для определения состава вяжущего производился расчет соотношения компонентов: сырье с $K_{осн} > 1$ /сырье с $K_{осн} < 1$ [1].

Расчет показал, что на 1 часть шлака необходимо ввести 0,33 части горелых пород.

Второй активатор подбирали на основе результатов изучения взаимодействия шлака и водного раствора серной кислоты. Испытания проводили на образцах-кубах с гранью 20 мм, изготовленных из мартеновского шлака текущего выхода и горелых пород, размолотых в шаровой мельнице до удельной поверхности 300–320 м²/кг и затворенных раствором серной кислоты при водошлаковом отношении 0,4. Образцы выдерживали в естественных условиях при температуре 18 ± 20 °С.

Концентрацию раствора серной кислоты подбирали так, чтобы обеспечить полное связывание кислоты с оксидом кальция (образование гипса) и активацию поверхности горелой породы и шлака для формирования новообразований. Рост содержания серной кислоты до

определенного предела увеличивает выход новообразований, но передозировка добавки ослабляет твердеющую систему. Из данных табл. 3 видно влияние концентрации кислоты на прочность бесклинкерного вяжущего. В диапазоне концентрации кислоты 15–30% оптимальной оказалась 20% (2,334 моль/л).

По результатам рентгенофазового анализа (РФА) в исследуемой пробе обнаружено наличие более 25% гипса, оксида железа Fe₂O₃ (гематита) и SiO₂ (кварца). В незначительном количестве содержатся 3Al₂O₃ × 2SiO₂ (муллит), Fe₃O₄ (магнетит), FeO (вюстит), примеси. Вероятно присутствие и рентгеноаморфной (стекловидной) фазы. Дифрактограмма (рис. 1) показывает наличие минералов, обеспечивающих долговечность материала.

Термический анализ, выполненный по методике [2], (рис. 2) подтвердил наличие гипса, ступенчатая дегидратация которого отмечена эндозффектом при 135–200 °С. Экзотермический эффект при 410 °С соответствует перестройке гипса в ангидрид. Окисление двухвалентного до трехвалентного железа фиксирует экзозффект при 700 °С.

Таблица 1

Характеристики	Показатели
Данные петрографического анализа, %:	
– песчаники	25–30
– алевролиты и аргиллиты	65–70
Истинная плотность, кг/м ³	2400–2600
Насыпная плотность, кг/м ³	1400
Средняя плотность, кг/м ³	1800
Временное сопротивление сжатию, МПа	30–130

Таблица 2

Компоненты	Содержание, %	
	Шлак	Горелые породы
SiO ₂	12,07–15,16	59,3–77,4
Al ₂ O ₃	7,7–10,65	9–20
Fe ₂ O ₃	17,82–21,13	4–5,98
FeO	8,2	0,35–0,43
MnO	3,7–5,68	—
CaO	27,2–36,45	0,7–11,49
в том числе CaO _{своб.}	0,41–6,1	—
MgO	10,9–14,99	0,3–2,4
TiO ₂	1,06	—
Na ₂ O+K ₂ O	—	8,6–9,96
SO ₃	0,63–0,67	0,35–0,43
ППП	0,16–0,85	0,61–3,72

Таблица 3

Концентрация раствора H ₂ SO ₄ , %	Предел прочности при сжатии, МПа
15	1
20	1,7
30	0,8

Таблица 4

Характеристики	Показатели
Плотность раствора, кг/м ³	1224
Показатель активности водородных ионов (рН раствора)	<1
Среда	Кислая
Концентрация раствора, %	28,3
Содержание в растворе сульфат-ионов (SO ₄ ²⁻), %	28,23
Содержание в растворе ионов свинца (Pb ²⁺), %	0,139

Таблица 5

Показатели	Результаты испытаний	Примечание
Тонкость помола (проход через сито № 008), %	47,5	
Расплав конуса, см	16,2	
Насыпная плотность в рыхлом состоянии, кг/м ³	1660	
Равномерность изменения объема (кипячением в воде)	Выдерживает	Трещины и искривления отсутствуют
Насыпная плотность в уплотненном состоянии, кг/м ³	1830	
Водошламовое отношение	0,34	
Предел прочности на растяжение при изгибе, МПа	1,66	28 сут нормального твердения
Предел прочности при сжатии, МПа	4,86	
Начало схватывания, ч	24	
Конец схватывания, ч	50	

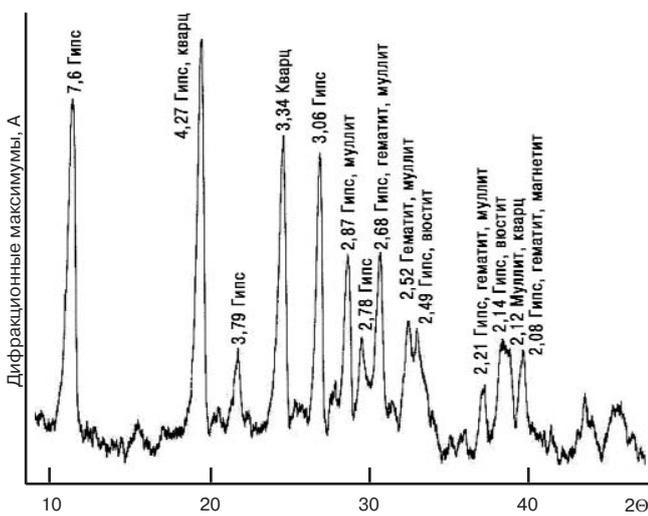


Рис. 1. РФА вяжущего, твердевшего 3 сут

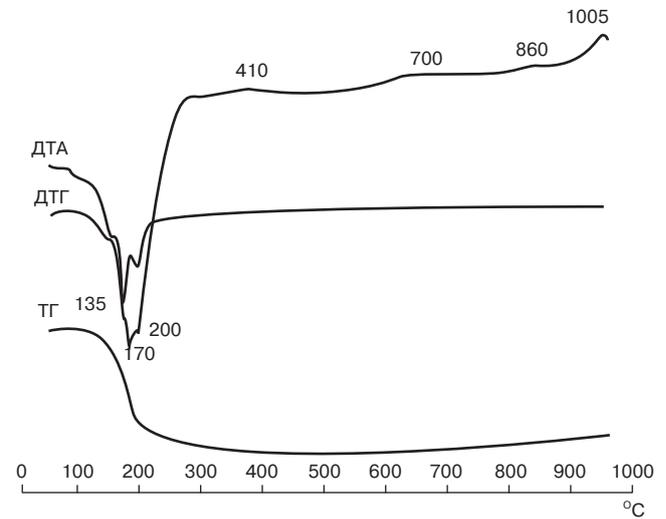
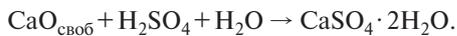


Рис. 2. Результаты термического анализа вяжущего после 7 сут твердения

При обработке шлаков водным раствором серной кислоты она взаимодействует с оксидом кальция с образованием двуводного сульфата кальция:



Гипс обеспечивает ускорение роста прочности.

Кислоты представляют большую опасность для затвердевших бетонов, так как вызывают коррозию цементного камня. Однако в шлаковом вяжущем кислота оказала положительное воздействие:

- связала свободный оксид кальция;
- полученные в результате химического воздействия продукты активизировали шлак.

На следующем этапе исследований осуществляли подбор отходов промышленных предприятий горно-металлургического комплекса, пригодных для использования в качестве добавок при производстве бесцементного вяжущего. Выбраны нейтрализованные известью отработанные аккумуляторные растворы тяговых и стартерных кислотных аккумуляторов ОАО «Шахта «Абашевская» ОУК «Южжубассуголь», так называемые шламы, в составе которых содержится серная кислота. Отработанные аккумуляторные растворы содержат сульфат-ионы и ионы свинца (табл. 4).

После нейтрализации известью отработанный электролит превращается в шлак, представляющий собой обводненный гель, обладающий высокой пластичностью.

Для изучения физико-механических показателей предложенного бесцементного вяжущего (мартеновский шлак, горелые породы шахтных отвалов, нейтрализованный аккумуляторный раствор) формовали образцы 4×4×16 см по ГОСТ 310.4–81. Образцы выдерживали при температуре 20±3°C и относительной влажности воздуха 95±5%. Результаты испытаний вяжущего приведены в табл. 5.

Использование вяжущего, все компоненты которого техногенные отходы, в кладочной смеси для выработанных пространств шахт и рудников, позволит улучшить экологическую обстановку в регионе.

Список литературы

1. Баженов П.И. Комплексное использование минерального сырья и экология. М: Изд-во АСВ. 1994. 264 с.
2. Горшков В.С., Тимашев В.В., Савельев В.Г. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ. М.: Высшая школа. 1981. 335 с.

Т.А. НИЗИНА, канд. техн. наук, В.Н. ШИШКИН, д-р хим.наук,
Ю.А. ЛАНКИНА, инженер, В.П. СЕЛЯЕВ, д-р техн. наук, член-корр. РААСН,
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева (г. Саранск)

Антиоксиданты аминного и фенольного типов для стабилизации эпоксидных композитов

Одним из существенных недостатков покрытий на основе полимерных связующих является низкая стойкость к действию климатических факторов. Ряд исследований, проведенных в области старения полимеров, показал, что практически все полимерные материалы обладают низкой стабильностью свойств во времени [1–3]. Под действием солнечного света, кислорода воздуха, тепла, механических напряжений и других факторов полимерные материалы стареют – в них происходят процессы деструкции с изменением химической и физической структур.

Процессы деструкции в большинстве случаев результат реакций окисления, которые приводят к растрескиванию полимеров, что оказывает негативное влияние не только на изменение внешнего вида, но и на физико-механические свойства материала.

В природных условиях одним из основных факторов, влияющих на старение и разрушение полимеров в процессе эксплуатации, является УФ-составляющая солнечного излучения в интервале длин волн 300–400 нм. Свет с меньшей длиной волны практически полностью поглощается озоновым слоем атмосферы, а видимый свет относительно слабо поглощается полимерами и обладает меньшей фотохимической активностью. Основная причина агрессивного влияния солнечного излучения заключается в том, что энергия УФ-облучения достаточна для разрушения многих, даже очень прочных связей в молекулах полимеров.

Общие принципы стабилизации полимерных материалов заключаются в торможении протекающих в них первичных фотохимических и вторичных свободнорадикальных процессов. В соответствии с этим все известные стабилизаторы, которые вводятся в состав для защиты, по механизму действия можно разделить на четыре класса: УФ-абсорберы, гасители возбужденных состояний, ингибиторы цепных реакций фотоокисления, дезактиваторы промежуточных продуктов фотоокисления.

Традиционно наиболее эффективными и широко применяемыми в производстве полимерных материалов стабилизаторами считаются ароматические амины и фенолы. Эффективность таких антиоксидантов обусловлена способностью данных веществ обрывать кинетические цепи окислительных реакций.

Большинство антиоксидантов промышленного производства, успешно применяемых для защиты полимерных материалов от старения, обладает достаточно высокой стоимостью, а их эффективность применительно к эпоксидным композитам мало исследована.

Авторами проводились исследования по изучению влияния антиоксидантов аминного и фенольного типов на свойства эпоксидных композитов при действии УФ-облучения.

Для сравнения эффективности действия вводимых добавок, а также для исследования их влияния на свойства эпоксидных полимеров использовали ряд стабилизаторов, выпускаемых промышленностью. В качестве

антиоксидантов аминного типа применяли диафен, нафтам-2, ацетонанил; фенольного типа – агидол-2.

Экспериментальные исследования проводили на эпоксидном связующем ЭД-20 с отвердителем полиэтиленполиамином и пластификатором – дибутилфталатом. Содержание антиоксидантов в составе эпоксидного связующего принималось одинаковым и составляло 0,5%. Используемые антиоксиданты, кроме анилина, при введении в состав полимерной смеси предварительно растворяли в бутилацетате.

Так как фотоокисление происходит только в поверхностном слое, за основную характеристику, определяющую эффективность антиоксидантов, был принят предел прочности при растяжении при изгибе. При проведении исследований облучаемая поверхность должна находиться в растянутой зоне изгибаемого элемента. Результаты испытаний эпоксидных композитов до и после 2000 ч УФ-облучения представлены на рис. 1.

Полученные данные показывают, что у эпоксидных композитов без антиоксидантов происходит резкое снижение предела прочности при растяжении при изгибе уже к 500 ч УФ-облучения. Для составов, содержащих антиоксиданты (кроме содержащих агидол-2 и нафтам), снижение исследуемой характеристики происходит менее интенсивно. Наименьшее снижение прочности наблюдается у составов, содержащих стабилизаторы ацетонанил и салициловую кислоту.

Исследование процесса фотодеструкции композитов проводили при помощи ИК-спектроскопии. На рис. 2 приведены ИК-спектры поверхностного слоя эпоксидных композитов до и после 2000 ч УФ-облучения. Из анализа рисунков видно, что после УФ-облучения в спектрах появилась широкая полоса поглощения в области 1640–1680 см⁻¹, что указывает на присутствие иминных (–CH=N–) или амидных (–CONR₂)

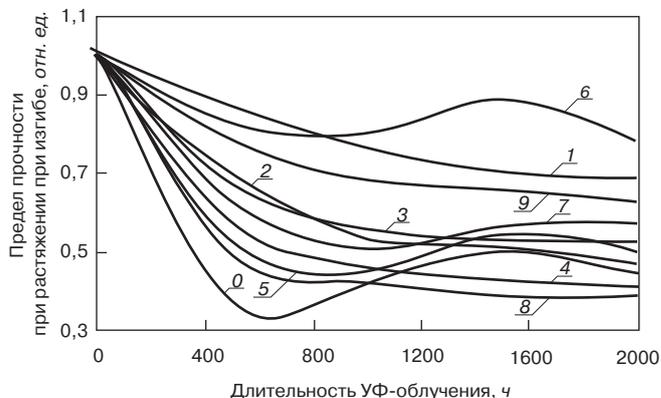


Рис. 1. Изменение предела прочности при растяжении при изгибе эпоксидных композитов при действии УФ-облучения: 0 – без антиоксиданта; 1 – ацетонанил; 2 – гидрохинон; 3 – фенолфталеин; 4 – агидол-2; 5 – анилин; 6 – салициловая кислота; 7 – диафен; 8 – нафтам; 9 – оксид хрома

№ состава	Вид антиоксиданта	Оптическая плотность поглощения при 1658 см ⁻¹ , А		ΔА при 1658 см ⁻¹
		до УФ-облучения	после 2000 ч УФ-облучения	
0	Отсутствует	0,066	0,168	0,102
1	Ацетонанил	0,047	0,172	0,125
2	Гидрохинон	0,065	0,212	0,147
3	Фенолфталеин	0,063	0,156	0,093
4	Агидол-2	0,046	0,141	0,095
6	Салициловая кислота	0,063	0,124	0,062
8	Диафен	0,066	0,143	0,077

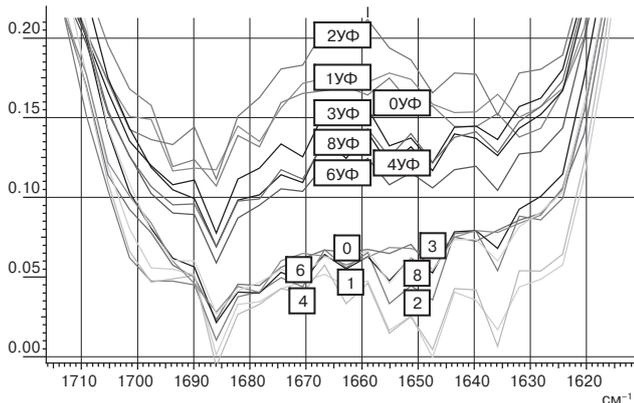


Рис. 2. ИК-спектры поверхностного слоя эпоксидных композитов до и после УФ-облучения

групп [4, 5], которые образуются в результате окисления полимера [6]. В таблице представлены результаты анализа ИК-спектров эпоксидных композитов до и после 2000 ч УФ-облучения, рассчитанные с использованием полосы колебаний связей С–Н в метильных группах ($\nu = 2963 \text{ см}^{-1}$) в качестве внутреннего стандарта.

Величина ΔA при 1658 см^{-1} характеризует степень фотоокислительной деструкции, поскольку связана с концентрацией иминных и амидных групп, образовавшихся в поверхностном слое полимера при УФ-облучении. Однако это справедливо только в том случае, если вводимый антиоксидант сам не превращается в результате фотоокисления в соединение, имеющее интенсивное поглощение в этой области. Так, гидрохинон (состав 2) легко окисляется до *n*-бензохинона, карбонильные группы которого также поглощают в области $1640\text{--}1680 \text{ см}^{-1}$. Это же относится и к ацетонанилу (состав 1), имеющему 1,2-дигидрохинолиновое кольцо,

которое в условиях фотоокисления также дает сопряженные карбонильные группы, поглощающие в исследуемом интервале частот. В связи с этим для составов 1 и 2 наблюдаются завышенные значения интенсивности поглощения в области $1640\text{--}1680 \text{ см}^{-1}$.

Анализ ИК-спектров подтверждает данные физико-механических испытаний. При введении в состав эпоксидных композитов добавок антиоксидантов фотоокислительная деструкция образцов уменьшается (составы 3, 4, 6, 8), что обусловлено защитным действием вводимых стабилизаторов, причем наибольшее защитное действие оказывает салициловая кислота (состав 6).

Таким образом, предложенные стабилизаторы аминного и фенольного типов действительно эффективны и могут использоваться в качестве антиоксидантов, повышающих стойкость эпоксидных композитов к действию УФ-облучения.

Список литературы

1. Павлов И.Н. Старение пластмасс в естественных и искусственных условиях. М.: Химия. 1982. 220 с.
2. Грасси Н., Скотт Дж. Деструкция и стабилизация полимеров: Пер. с англ. М.: Мир. 1988. 446 с.
3. Рэнби В., Рабек Я. Фотодеградация, фотоокисление и фотостабилизация полимеров. М.: Мир. 1978. 675 с.
4. Гордон А., Форд Р. Спутник химика. М.: Мир. 1976. 541 с.
5. Смит А. Прикладная ИК-спектроскопия. М.: Мир. 1982. 328 с.
6. Шишкин В.Н., Селяев В.П., Низина Т.А., Ланкина Ю.А., Цыганов В.В. Исследование влияния УФ-облучения на свойства эпоксидных композитов. Материалы Всерос. научно-техн. конф. III Соломатовские чтения // Использование отходов промышленности и местных сырьевых ресурсов при получении строительных материалов и изделий. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та. 2005. С. 136–140.

IV научно-практическая конференция и выставка «НАНОТЕХНОЛОГИИ – ПРОИЗВОДСТВУ 2007»

28–30 ноября 2007 г.

г. Фрязино Московской обл.

Организаторы:

Министерство промышленности и науки Московской области, Торгово-промышленная палата Российской Федерации, Федеральное агентство по промышленности, Администрация г. Фрязино, ЗАО «Концерн Наноиндустрия»

Темы конференции:

инженерные технологии наноразмерного диапазона • применение наночастиц и наноматериалов • наноэлектроника: компоненты и системные решения • покрытия и пленочные технологии • сенсоры на основе наноструктурированных материалов нанотехнологическое оборудование • нанометрология • нанотехнологии для биотехнологии и медицины.

Справки по телефонам: (495) 953-53-94, 951-38-86, 951-59-00, 951-32-17

E-mail: nanotech@mail.magelan.ru, nanoindustry@nanotech.ru

УДК 666.964.3

О.Н. ШЕВЕРДЯЕВ, д-р техн. наук, В.Н. КРЫНКИНА, инженер,
 Московский государственный открытый университет;
 И.Ю. КОСЬКИН, ОАО «Главмоспромстройматериалы»;
 Г.Г. ЧЕРНИК, канд. хим. наук, Санкт-Петербургский государственный университет;
 Н.В. ШЕВЕРДЯЕВА, канд. техн. наук,
 ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке нефти»

Свойства битумно-полимерных материалов с высокодисперсными кремнеземсодержащими минеральными наполнителями

В рецептуре битумно-полимерных рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов используют минеральные наполнители природного происхождения с размерами частиц 0,5–0,6 мкм. Ранее была установлена возможность применения новых минеральных наполнителей – шунгита (тонкоизмельченного минерала природного происхождения, Карелия) и термина (фракционированные золотходы, образующиеся при сжигании твердого топлива на ТЭС с размером частиц 0,5–0,6 мкм) для битумно-полимерных рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов [1, 2]. Показано, что применение шунгита и термина обеспечивает необходимые технологические и улучшает физико-механические свойства материалов по сравнению с широко применяемыми наполнителями – тальком, доломитом.

Шунгит (шунгитовая порода, массовая доля углерода 26,9%) содержит, мас. %: оксиды кремния (54,8), алюминия (7,8), железа (1,4), закись железа (6,4), оксиды магния (1), кальция (0,5), марганца (0,001), титана (0,15), натрия (0,4), калия (0,6); размер частиц 0,5–0,6 мкм, кристаллы чешуйчатой формы (ТУ 2169-001-73698942–2005 «Шунгит порошкообразный») [3, 4].

Термин – тонкодисперсный минеральный радиационно безопасный наполнитель, содержит: оксиды кремния (56,1), алюминия (27,5), железа (6,7), закись железа (2,3), оксиды магния (0,6), кальция (1,8), марганца (0,019), титана (0,47), натрия (0,3), калия (1,6); размер частиц 0,5–0,6 мкм, кристаллы сферической формы (ТУ 5718-001-42906424–99 «Минеральный наполнитель «Термин»).

Целью настоящего исследования являлось изучение возможности получения высокодисперсных порошков шунгита и термина и исследование их влияния на свойства битумно-полимерных рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов на примере филизола.

Высокодисперсные порошки можно получать высокоэнергетическим измельчением (механохимическим синтезом) в мельницах, дезинтеграторах, атриторах путем раздавливания, раскалывания, истирания, удара. Обычные шаровые мельницы с барабанами в металлическом или керамическом исполнении применимы для измельчения материалов только до 0,5–10 мкм, при этом время измельчения материалов даже средней твердости составляет свыше 30 мин.

Высокодисперсные порошки можно получать в планетарных мельницах – измельчительном оборудовании нового поколения с тремя или четырьмя барабанами с шарами, вращающимися вокруг центральной и собственных осей одновременно. Благодаря этому достигается высокая эффективность процесса измельчения практически любых по твердости минеральных материалов. Преимущества планетарных мельниц – высокая скорость измельчения; большой ассортимент измельчаемых материалов; применение для измельчения шаров из нитрида и карбида кремния, яшмы, оксидов алюминия и циркония, хромоникелевой стали, сплава карбида вольфрама с кобальтом и др., обеспечивающих химическую чистоту пробы.

Необходимо учитывать, что при получении высокодисперсных порошков измельчением в мельницах процессы, происходящие при этом в тонких приповерхностных слоях, определяют химическую и каталитическую активность поверхности.

Были получены высокодисперсные порошки шунгита и термина механическим способом в планетарной мельнице российского производства. При этом изучены: режимы измельчения, влияние материалов шаров, соотношение масс шаров и измельчаемого порошка в барабане и установлены их оптимальные значения.

Дисперсность вещества обычно характеризуется его удельной поверхностью. Удельную поверхность полу-

Таблица 1

Показатель	Шунгит		Термин	
	исходный	высокодисперсный	исходный	высокодисперсный
Размер частиц, мкм	0,5–0,6	0,34–0,36	0,5–0,6	0,34–0,36
Удельная поверхность, м ² /г	18,3	31,2	18,1	30,4
Адсорбция дибутилфталата, см ³ /100 г	28	35	27	34
pH водной суспензии	7	7	7	7
Массовая доля потерь при 105°С (влага), %	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5

Таблица 1

Показатель	Серийный тальк	Шунгит		Термин	
		исходный	высокодисперсный	исходный	высокодисперсный
Температура размягчения битумного вяжущего, °С	110	118	134	119	135
Гибкость на брусе R=25 мм, °С	-32	-36	-38	-36	-38
Теплостойкость, °С, в течение 2 ч	100	107	121	108	123
Температура хрупкости битумного вяжущего по Фраасу, °С	-55	-57	-59	-57	-59

ченных высокодисперсных порошков оценивали методом адсорбции азота (метод БЭТ). В табл. 1 приведены физико-химические свойства исходного и высокодисперсного шунгита и термина.

Из данных, приведенных в табл. 1, видно, что удельная поверхность шунгита и термина при обработке их в планетарной мельнице увеличилась практически на 50%.

На технологические и физико-механические свойства композиционных материалов оказывает влияние не только размер частиц, но также распределение частиц наполнителя по размерам. В литературе часто указывается только средний размер, хотя наиболее показательна кривая распределения частиц по размерам. Была получена кривая распределения высокодисперсных частиц шунгита и термина по размерам на седиментографе Micron Photo Sizer (Япония). Установлена достаточно высокая однородность частиц: 81% и 84% — это частицы преимущественно размером 0,34–0,36 мкм соответственно шунгита и термина.

Были изучены физико-механические свойства битумно-полимерного рулонного кровельного материала филизол, содержащего исходные и высокодисперсные минеральные наполнители (шунгит, термин и, для сравнения, тальк) (табл. 2). Содержание исходных и высокодисперсных наполнителей составляло 20 мас. %.

Из данных, приведенных в табл. 2, видно:

- введение исходных шунгита и термина вместо талька в равномассовых количествах в филизол приводит к повышению температуры размягчения битумного вяжущего и теплостойкости, а также к снижению температуры гибкости на брусе и температуры хрупкости битумного вяжущего по Фраасу;
- введение высокодисперсных шунгита и термина вместо талька в равномассовых количествах приводит к дополнительному увеличению температуры размягчения битумного вяжущего и теплостойкости филизола.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что введение высокодисперсных шунгита и термина приводит к улучшению свойств битумно-полимерного рулонного кровельного и гидроизоляционного материалов. Можно предположить, что уменьшение размера частиц исследуемых минеральных наполнителей до ультрадисперсных может привести к дальнейшему улучшению свойств материалов. Следующей стадией исследования является получение ультрадисперсных порошков исследуемых минеральных наполнителей.

Известно, что битумы состоят из углеводородов и гетероорганических соединений разнообразного строения, содержащих кислород, серу, азот и др. Наиболее важной особенностью оксида кремния является его гидратация в нормальном состоянии, приводящая к образованию на поверхности частиц силанольных групп, участвующих в различных химических реакциях, характерных для спиртов. Улучшение свойств филизола и гидростеклоизола новыми минеральными наполнителями происходит, возможно, за счет взаимодействия гидроксильных групп, присутствующих на поверхности наполнителя, с ОН-группами, имеющимися в составе битума, а также за счет образования водородных связей. Улучшение свойств материалов при введении вы-

сокодисперсных шунгита и термина связано, вероятно, с лучшим распределением этих наполнителей в битуме и большей поверхностью их контакта.

Список литературы

1. Скоробогатов В.С., Шевердяев О.Н., Николаева Н.Ю., Коськин И.Ю. Эффективность применения новых минеральных наполнителей шунгит и термин в строительных материалах // Новые технологии. 2006. № 4. С. 42–43.
2. Шевердяев О.Н., Коськин И.Ю., Крынкина В.Н. Экологическая безопасность шунгита — нового минерального наполнителя для полимерно-битумных рулонных кровельных материалов // Новые технологии. 2005. № 6. С. 41–42.
3. Филиппов М.М., Ромашкин А.Е. Шунгитовые породы — генезис, классификация. Петрозаводск: Изд-во Карельской АН. 1996. 254 с.
4. Филиппов М.М., Медведев П.В., Ромашкин А.Е. О природе шунгитов Южной Карелии // Полезные ископаемые. 1998. № 3. С. 32–33.



сибирь
экспоцентр

Выставка

InterBuild-Сибирь

22-25 января 2008 г.

ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:

«Архитектура»	«Окна и двери»
«Строительство»	«Инженерные системы»
«Инструмент и крепеж»	«Сантехника»
«Светопрозрачные конструкции»	«Керамика»
«Фасадные системы»	«Интерьер»

В рамках выставки пройдет строительная конференция по актуальным вопросам проектирования, устройства и особенностям эксплуатации светопрозрачных конструкций, фасадных систем, кровли, стен, фундамента и инженерных коммуникаций.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА:



СТРОИТЕЛЬСТВО

Sibdom.ru

СИБИРСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ РЕГИОН



ФОРМУЛА
строительства



СТРОИТЕЛЬСТВО
РЕМОНТ

660077, Россия, г. Красноярск, ул. Авиаторов, 19,
тел./факс.: (3912) 98 90 45, т. 98 90 44
e-mail: expo@k-expo.ru, expo2@k-expo.ru, www.k-expo.ru

Р.М. АЛОЯН, д-р техн. наук, М.Е. ЛЕБЕДЕВ, инженер, Н.В. ВИНОГРАДОВА, канд. техн. наук, Ивановский государственный архитектурно-строительный университет

Моделирование теплового состояния материала при протекании в нем экзотермической реакции

При производстве строительных материалов достаточно часто в них идут процессы, сопровождающиеся выделением теплоты и приводящие к повышению температуры материала. Источником этой теплоты в первую очередь являются проходящие в материале экзотермические реакции. Возникающий при этом перепад температуры может приводить к нежелательным термомеханическим процессам, например к образованию трещин. Поэтому прогнозирование распределения температуры в материале при наличии в нем химических реакций является актуальной научной и технологической задачей.

Научную основу математического моделирования подобного процесса составляет дифференциальное уравнение теплопроводности с членом, описывающим локальное тепловыделение, и граничными условиями третьего рода, описывающими теплоотдачу со свободной поверхности материала [1]. Поскольку скорость реакции зависит от локальной температуры, уравнение оказывается нелинейным и получить его аналитическое решение для практически важных случаев невозможно. В работах [2, 3] показано, что эффективным инструментом численного решения задач теплопроводности являются ячеечные модели, позволяющие описывать процесс без каких-либо далеко идущих упрощений его физической сущности. Целью настоящей работы является обобщение ячейечных моделей теплопроводности на случай протекания в системе экзотермической химической реакции.

Рассмотрим листовый материал с одинаковыми внешними условиями с обеих сторон. В этом случае в расчет можно взять только половину слоя с тепловым потоком через его внешнюю поверхность. Выделим из материала элемент конечного размера и разобьем его на m ячеек шириной Δx .

Термическое состояние всего слоя шириной $L/2$ в некоторый момент времени может быть представлено вектором-столбцом \mathbf{t} температуры ячеек.

Спустя некоторое малое конечное время Δt это распределение изменится. Если изменение обусловлено только теплопроводностью, то оно может быть описано рекуррентным матричным равенством:

$$\mathbf{t}^{i+1} = \mathbf{P}\mathbf{t}^i, \quad (1)$$

где i – номер временного перехода продолжительностью Δt , который может рассматриваться как дискретное безразмерное время протекания процесса; \mathbf{P} – матрица теплопроводности, которая согласно [3] имеет вид:

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix} 1-d & d & 0 & \dots & 0 & 0 \\ d & 1-2d & d & \dots & 0 & 0 \\ 0 & d & 1-2d & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1-2d & d \\ 0 & 0 & 0 & \dots & d & 1-d \end{bmatrix}, \quad (2)$$

где $d = (\lambda/c_p\rho)\Delta t/\Delta x^2$ – безразмерный, а λ – размерный коэффициент теплопроводности; c_p и ρ – удельная теплоемкость и плотность материала соответственно.

Вытекающее из теплового баланса в первой ячейке изменение ее температуры за i -й переход составит:

$$t_1^{i+1} = t_1^i + \frac{\alpha}{c_p\rho} \frac{\Delta\tau}{\Delta x} (t_1^{i+1} - t_{out}) = t_1^i + a(t_1^{i+1} - t_{out}), \quad (3)$$

где α – размерный; a – безразмерный коэффициент теплоотдачи от поверхности материала к окружающей среде.

Тепловой баланс в ячейках необходимо дополнить тепловыми источниками, возникающими при протекании экзотермической химической реакции. Пусть в нагреваемом теле происходит эндотермическая химическая реакция термического разложения вещества А, характеризующая тепловым эффектом q_m , Дж/кг. Не нарушая общности на данном этапе моделирования, предположим, что реакция имеет первый порядок, а ее кинетическое уравнение имеет вид:

$$\frac{dc}{dt} = -kc, \quad (4)$$

где c – концентрация вещества; k – постоянная скорости реакции, которая зависит от температуры процесса в соответствии с законом Аррениуса:

$$k = ze^{-\frac{E_A}{RT}} = ze^{-\frac{E_A}{RT_1} \frac{T_1}{T}} = z\beta^{\frac{T_1}{T}} = k_1\beta^{\frac{T_1}{T}-1}, \quad (5)$$

где E_A – энергия активации; T и T_1 – текущая и принятая характерная температура, $K; \beta = \exp(-E_A/RT_1)$ и k_1 – постоянная скорости реакции при температуре T_1 .

На основе разностной схемы для уравнения (4) запишем расчетное выражение для изменения концентрации в j -й ячейке при i -м переходе:

$$c_j^{i+1} = c_j^i (1 - k_1\beta^{\frac{T_j}{T_j}-1} \Delta\tau). \quad (6)$$

Изменение массы вещества А в результате протекания реакции будет сопровождаться соответствующим выделением теплоты в j -й ячейке:

$$\Delta Q_{qj}^i = q_m \Delta m_j^i = q_m c_j^i k_1 \beta^{\frac{T_j}{T_j}-1} \Delta\tau, \quad (7)$$

что приведет к соответствующему изменению температуры:

$$\Delta t_{qj}^i = \frac{\Delta Q_{qj}^i}{c_p m_j^i} = q_{mr} c_j^i \beta^{\frac{T_j}{T_j}-1}, \quad (8)$$

где $q_{mr} = q_m k_1 \Delta\tau / c_p$ – приведенный тепловой эффект реакции.

Запишем величины Δt_{qj}^i в виде вектора-столбца $\Delta \mathbf{t}_q^i$ и объединим уравнения (1), (3) и (8) в матричное равенство:

$$\mathbf{t}^{i+1} = \mathbf{P}(\mathbf{t}^i + \mathbf{a} * (\mathbf{t}^i - \mathbf{t}_{out}) + \Delta \mathbf{t}_q^i), \quad (9)$$

где векторы-столбцы \mathbf{a} и \mathbf{t}_{out} имеют единственный ненулевой элемент, относящийся к первой ячейке, а знак «*» означает поэлементное произведение векторов.

Уравнение (9) полностью описывает эволюцию температуры при протекании в материале экзотермической реакции, т. е. является полной математической моделью рассматриваемого процесса. Примеры при-

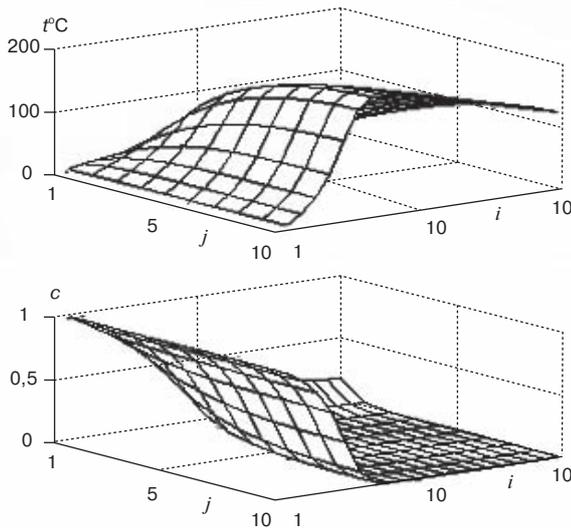


Рис. 1. Эволюция температуры (а) и концентрации (б) при протекании реакции ($d=0,1$; $k_1=0,01$; $T_1=323$ К; $\beta=0,001$; $a=0,2$; $a_{mr}=200$; $m=10$)

менения этого уравнения к расчетному исследованию показаны на рис. 1, 2.

На рис. 1 показано изменение во времени (по числу переходов) распределения температуры и относительной концентрации реагирующего вещества в слое. Наиболее высокая температура достигается в середине слоя, поскольку выделяющееся тепло не успевает отвестись на периферию, а затем с поверхности. Более медленное протекание реакции на периферии слоя материала из-за более низкой температуры также препятствует теплоотводу из середины слоя, несмотря на то что реакция в середине заканчивается довольно быстро именно из-за повышенной температуры.

На рис. 2 показано изменение по времени температуры в середине слоя при различной его ширине. В тонком слое ($m=4$) выделяющееся тепло успевает отводиться на периферию и затем в окружающую среду; ре-

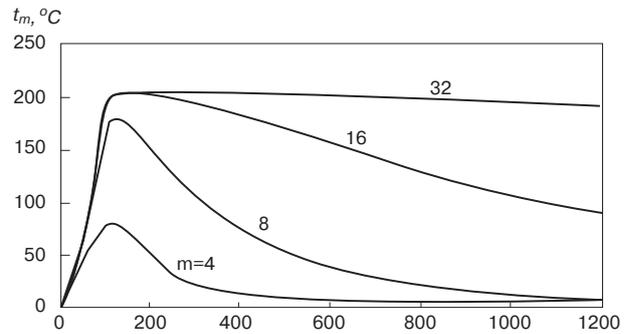


Рис. 2. Изменение температуры в середине слоя при различной его ширине

акция заканчивается довольно быстро, и середина слоя разогревается не очень сильно. С ростом ширины слоя условия теплоотвода затрудняются, и температура в середине слоя повышается. Несмотря на то что реакция заканчивается довольно быстро; температура долгое время остается высокой, так как его отводу препятствует выделяющаяся теплота на периферии, где реакция идет значительно медленнее.

Таким образом, предложенная математическая модель позволяет прогнозировать термическое состояние плоского строительного материала при протекании в нем экзотермических реакций и учитывать их тепловой эффект.

Список литературы

1. *Berthiaux H., Mizonov V., Zhukov V.* Application of the theory of Markov chains to model different processes in particle technology // Powder Technology. 157. 2005. Pp. 128–137.
2. *Наумов В.Л., Волынский В.Ю., Зайцев В.А. и др.* Состояние вопроса и перспективы математического моделирования термической обработки керамических изделий в обжиговых печах. Иваново: Иван. гос. хим.-технол. ун-т. 2005. 56 с.
3. *Федосов С.В., Мизонов В.Е., Баранцева Е.А. и др.* Моделирование прогрева стеновых панелей при их термической обработке // Строит. материалы. 2007. № 2. С. 86–87.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ и ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ

по машинам для промышленности строительных материалов

предлагает:

Полный комплекс услуг или их часть по строительству, реконструкции и техническому перевооружению кирпичных заводов мощностью от 5 до 80 миллионов штук условного кирпича в год

- исследование сырья, разработка технологического регламента;
- комплексное проектирование, монтаж и пуско-наладка;
- комплектная и единичная поставка оборудования;
- тепловых агрегатов и систем управления;
- вывод производства на проектные показатели;
- сервисное обслуживание, поставка запчастей;
- улучшение качества выпускаемой продукции, расширение её ассортимента за счет совершенствования технологии действующих производств.

Техническая экспертиза действующих предприятий и оборудования.

Поставка и запуск в эксплуатацию технологических линий и оборудования на базе отечественной и импортной комплектации.

Автоматизация проектируемых и действующих производств с комплектной поставкой, пуско-наладкой, сдачей «под ключ» и последующим обслуживанием САУ и Р, создаваемых на базе современной микропроцессорной и компьютерной техники отечественных и зарубежных фирм-производителей.

Участки по формированию S-образной ленточной черепицы методом пластического формования, в том числе оснащение действующих кирпичных заводов участками такого типа.

Россия, 188300, г. Гатчина, Ленинградская область, ул. Железнодорожная, 45

Телефон: (81-371) 3-96-19, факс: (81-371) 3-78-44

e-mail: niism@gtn.ru www.niistrommash.ru

Требования к материалам, направляемым в группу журналов «Строительные материалы»® для опубликования

В группе журналов «Строительные материалы»® публикуются оригинальные статьи, нигде ранее не опубликованные и не предназначенные для одновременной публикации в других изданиях.

Научные статьи рецензируются специалистами.

Библиографические списки цитируемой, использованной литературы должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ 7.1–2003. Цитируемая литература приводится общим списком в конце статьи в порядке упоминания. Порядковый номер в тексте заключается в квадратные скобки.

В начале статьи указывается УДК.

Статьи, направляемые в редакцию группы журналов «Строительные материалы»® для опубликования, должны оформляться в соответствии с *техническими требованиями*:

- текст статьи должен быть набран в редакторе Microsoft Word (рекомендуемый объем 10 страниц машинописного текста или 10 тыс. знаков, включая таблицы и рисунки; размер шрифта 14, печать через 1,5 интервала, поля 3–4 см) и сохранен в формате *.doc или *.rtf;
- **единицы физических величин должны быть приведены в Международной системе единиц (СИ);**
- **для названий химических соединений необходимо придерживаться терминологии, рекомендуемой ИЮПАК;**
- графические материалы (*графики, схемы, чертежи, диаграммы, логотипы и т. п.*) должны быть представлены **отдельными файлами** в форматах *.cdr, *.ai, *.eps, выполненные в графических редакторах: CorelDraw и Adobe Illustrator. При изготовлении чертежей в системах автоматического проектирования

(AutoCAD, Visuo и др.) необходимо экспортировать чертежи в формат *.eps. **Сканирование графического материала и импорт его в перечисленные выше редакторы недопустимо. Диаграммы, выполненные в Microsoft Excel, не принимаются.**

- иллюстративный материал (фотографии, коллажи и т. п.) должен быть передан в виде оригиналов фотографий, негативов или слайдов, либо в электронном виде – **отдельными файлами** в формате *.tif, *.psd, *.jpg (качество «8 – максимальное») или *.eps (Adobe PhotoShop) с разрешением не менее 300 dpi, размером не менее 115 мм по ширине, цветовая модель CMYK или Grayscale.

Весь материал, передаваемый в редакцию в электронном виде, должен сопровождаться:

- рекомендательным письмом руководителя предприятия (института) с указанием, является ли работа диссертационной;
- распечаткой, лично подписанной авторами;
- рефератом на русском и английском языках;
- подтверждением, что статья предназначена для публикации в группе журналов «Строительные материалы»®, ранее нигде не публиковалась, и в настоящее время не передана в другие издания;
- сведениями об авторах с указанием полностью фамилии, имени, отчества, ученой степени и ученого звания (звания в негосударственных академиях наук не указывать), должности, контактных телефонов, почтового и электронного адресов.

Подробнее можно ознакомиться с требованиями на сайте группы журналов www.rifsm.ru/avtoram.php.

Как оформить подписку на журнал «Строительные материалы»®

На почте:

**Индексы 70886, 87723 – по объединенному каталогу «Пресса России»
79809, 36108, 20461, 36109 – по каталогу агентства «Роспечать»
61970 – по каталогу «Издания органов научно-технической информации»**

В редакции:

Заявки на подписку принимаются по факсу (495) 976-22-08 или по электронной почте mail@rifsm.ru

Через Интернет:

На сайте журнала «Строительные материалы»® www.rifsm.ru разделе «Подписка» (www.rifsm.ru/podpiska.php)

Альтернативная подписка:

«Агентство Артос-Гал»	(495) 160 58 47	«Экс-Пресс»	(495) 234 23 80
	504 13 45	«Урал-Пресс»	(495) 257 86 36
«Вся пресса»	(495) 787 34 47		(343) 375 80 71
«Информ Наука»	(495) 787 38 73	«Агентство «Коммерсант-Курьер»	(495) 614 25 05
«Интер-почта»	(495) 500 00 60		(843) 291 09 82
«Красносельское агентство «Союзпечать»	(495) 707 12 88	РУП «Белпочта», Минск, Беларусь	(375-17) 227 20 31
	707 16 58		