

СОДЕРЖАНИЕ

Учредитель журнала:
ООО Рекламно-издательская
фирма «Стройматериалы»

**Главный редактор
издательства**
РУБЛЕВСКАЯ М.Г.

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

Главный редактор
ЮМАШЕВА Е.И.

Редакционный совет:
РЕСИН В.И.
(председатель)

БАРИНОВА Л.С.
БУТКЕВИЧ Г.Р.
ВАЙСБЕРГ Л.А.
ВЕРЕЩАГИН В.И.
ГОРНОСТАЕВ А.В.
ГРИДЧИН А.М.
ГУДКОВ Ю.В.
КОВАЛЬ С.В.
КОЗИНА В.Л.
ЛЕСОВИК В.С.
ПИЧУГИН А.П.
СИВОКОЗОВ В.С.
УДАЧКИН И.Б.
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 из нашего журнала
возможны лишь с письменного
разрешения главного редактора

Редакция не несет ответственности
за содержание рекламы и объявлений

Адрес редакции:
Россия, 117997, Москва,
ул. Кржижановского, 13
Тел./факс: (495) 124-3296
124-0900
E-mail: mail@rifsm.ru
http://www.rifsm.ru

Гипсовые материалы: наука и практика

И.М. БАРАНОВ

Новые композиционные гипсовые материалы для облицовки фасадов зданий 4

Показано, что материалы «Столица» на основе гипса и акриловых полимеров обладают высокими физико-механическими свойствами и с успехом используются для изготовления архитектурно-строительных изделий, декоративных плит, в том числе для отделки фасадов. Изделия могут быть белого цвета или окрашенные в массу. Материал плотностью не менее 1600 кг/м³ имеет прочность при сжатии не менее 30 МПа, водопоглощение не более 3% по массе и морозостойкость не менее 200 циклов.

Ю.В. ГОНТАРЬ, А.И. ЧАЛОВА, А.К. ГАЙНУТДИНОВ

Гипсовые и гипсоангидритовые растворные смеси для отделочных работ 6

Представлены исследования, направленные на использование обжигового и тонкомолотого природного ангидрита в качестве замедлителя схватывания при производстве гипсовых штукатурных и шпатлевочных смесей. Рассмотрено влияние соотношения содержания строительного гипса и ангидрита на прочность затвердевшего раствора и прочность сцепления покрытия с основанием. Разработаны составы гипсоангидритовых сухих смесей для внутренних работ.

В.Б. ПЕТРОПАВЛОВСКАЯ, А.Ф. БУРЬЯНОВ, Т.Б. НОВИЧЕНКОВА

Малознергоемкие гипсовые материалы и изделия на основе отходов промышленности 8

Представлены исследования возможности использования двуводного гипса, используемого для формирования керамических изделий по литьевой технологии. Экспериментальные исследования смеси на основе техногенного гипса Конаковского фарфорового завода показали, что максимальную прочность имеют образцы из смеси порошков грубого и тонкого помола в соотношении 45 и 55%, изготовленные методом полусухого прессования. К 28 сут твердения прочность увеличилась более чем в два раза по сравнению с прочностью образцов, испытанных на 7 сутки.

В.Ф. ХРИТАНКОВ, Л.В. ШАНТИНА, А.С. ДЕНИСОВ, А.П. ПИЧУГИН

Гипсобетонные изделия с органическими пористыми заполнителями 10

Описана технология производства гипсобетонных изделий с заполнителями из гранулированного органического сырья и отходов. Показано, что значительные ресурсы органического возобновляемого сырья и отходов сельскохозяйственного производства и деревообработки в настоящее время практически не используются. При условии предварительной обработки этих материалов (гранулирование и обработка органическими или минеральными компонентами с целью снижения открытой пористости) получаемые гипсобетонные изделия имеют высокие физико-технические характеристики и хорошие экономические показатели.

Гипсовые материалы КНАУФ – гарантия огнестойкости конструкций 12

Е.А. МАКИШЕВА

Добавки ПОЛИПЛАСТ в технологии строительных материалов 14

Представлены комплексные добавки Полипласт, предназначенные для производства изделий на основе гипсовых вяжущих и сухих строительных смесей на цементной и гипсовой основе. Приведены возможности применения суперпластификатора Полипласт СП-1 на кальциевой основе, механизм его действия и свойства получаемых материалов. В сухих смесях суперпластификаторы способствуют увеличению текучести.

Компания СЕРИК в России всерьез и надолго 15

Представлено одно из стратегических направлений деятельности международной группы компаний СЕРИК (CERIC) – производство и поставка оборудования для гипсовой промышленности и производства строительных и отделочных материалов на основе гипса. Кратко описаны реализуемые в России проекты. Перечислены успешно работающие предприятия, эксплуатирующие оборудование, поставленное группой компаний СЕРИК.

М.С. САДУАКАСОВ, И.В. КОЛЕСНИКОВА, В.А. ЮГАЙ

Производство и применение гипсовых вяжущих и материалов в Республике Казахстан 16

Представлен обзор промышленности гипсовых материалов в Республике Казахстан: предприятия по выпуску научных вяжущих, производству ССС, плитных и листовых гипсовых изделий. Показаны научные разработки ученых республики по улучшению функциональных свойств и повышению эффективности применения гипсовых материалов.

Юбиляры отрасли

В.А. ВОРОБЬЕВ, А.В. ИЛЮХИН

Основные задачи компьютерного материаловедения строительных композитов 19

Приведена классификация основных задач компьютерного материаловедения, дан анализ состояния математического и программного аппарата для решения соответствующих задач, указаны возможные направления дальнейшего развития направлений строительного компьютерного материаловедения.

Материалы и конструкции

Л.А. УРХАНОВА, М.Е. ЗАЯХАНОВ

Вязущие и бетоны на основе вулканических шлаков 22

На основе вулканических шлаков месторождения Урай-Цакир и силикат-глыбы разработаны шлакосиликатные вязущие и бетоны на их основе. Для снижения энергозатрат на растворение силикат-глыбы применялась электромагнитная активация.

В.П. КУЗЬМИНА

Механоактивированные цветные цементы 25

В статье рассмотрены достоинства и недостатки традиционной технологии получения цветных портландцементов, состояние и перспективы развития производства цветных портландцементов с применением механохимических технологий. Приведены результаты опытно-промышленных испытаний новой технологии на производственных мощностях ОАО «Щуровский цемент». Даны перспективы развития рынка.

Б.И. ГУРЕВИЧ, А.М. КАЛИНКИН, Е.В. КАЛИНКИНА, В.В. ТЮКАВКИНА

Влияние условий механической активации на вязущие свойства диопсида 28

Исследовано влияние механической активации в воздушной среде и в атмосфере CO_2 на вязущие свойства диопсида, входящего в состав хвостов вермикулитовой обогатительной фабрики. Показано, что после механической активации в центробежно-планетарной мельнице диопсид обладает вязущими свойствами, причем с увеличением времени обработки прочность образцов возрастает. При энергонапряженной обработке прочность образцов в большей степени определяется не столько удельной поверхностью порошков, сколько структурными нарушениями в кристаллической решетке силиката. Приведены рентгенограммы и ИК-спектры исходного и измельченного диопсида. Изучено влияние добавки оксида кальция на прочность образцов автоклавного твердения; смесь СаО и диопсида можно рассматривать как известково-диопсидное вязущее.

Л.Г. ГЕРАСИМОВА, А.В. БУБНОВ

Минеральный пигмент, содержащий диоксид титана 32

Описан модернизированный способ получения атмосферостойкого пигмента на основе сфена, входящего в состав хвостов обогащения апатитонепелиновых руд. Полученный пигмент использовался для получения укрупненных партий ЛКМ на водной и масляной основе.

В.С. ДЕМЬЯНОВА, В.И. КАЛАШНИКОВ, И.Е. ИЛЬИНА, А.А. КРАСНОЩЕКОВ

Высококачественные бетоны для дорожных и аэродромных покрытий 34

Приведенные результаты исследований показали, что на основе рядовых материалов (портландцемента ПЦ500, гранитного щебня, кварцевого песка), комплексного модификатора на основе С-3 и PAV-29 и высокоплотной опоки можно получить бетон классов 80–100 с физико-техническими характеристиками, соответствующими бетонам для дорожных и аэродромных покрытий.

О.А. ЛУКИНСКИЙ

Композиции на основе полимеров для облицовки 36

Анализируются свойства полимеррастворов на основе клеев и синтетических смол, а также модифицирующих добавок к ним как составов для облицовок в строительстве. Приведены результаты физико-механических испытаний в зависимости от состава полимеррастворов, условий выдержки образцов (вода, воздух, замораживание–оттаивание); адгезия к бетону. Для ряда рецептур установлено оптимальное содержание наполнителей.

И.Ф. ШЛЕГЕЛЬ

Эффективен ли пустотелый кирпич? 41

Рассмотрена эффективность пустотелого керамического кирпича в кладке несущих ограждающих конструкций. Показано, что наличие пустот в кирпиче снижает конструкционную прочность, в нем возникают мостики холода, в процессе кладки происходит неконтролируемое заполнение пустот раствором, что ведет к возникновению дополнительных напряжений, как в растворе, так и в кирпиче. Проанализированы причины широкого внедрения пустотелого кирпича в строительство.

В.В. ПОЛОЗЮК

Применение ленточных герметиков для монтажа кровельного ковра из материала Эпикром 49

Рассмотрена технология изготовления кровельного ковра из EPDM-мембраны Эпикром в заводских условиях. Основным клеящим материалом является двухсторонняя липкая лента Герлен Т 80×1,5. Приведены схемы склеивания полотнищ между собой и технологические особенности монтажа материалов.

Новые виды материалов в системе LindabConstruline 51

Система ЛСТК LindabConstruline пополнилась новыми видами акустических профилей RdBF – для межкомнатных перегородок, RYF и SKYF – для оконных и дверных проемов, которые позволяют повысить шумоизоляцию в зданиях. Их перфорация способствует повышению теплотехнических характеристик конструкции.

Л.А. КРОЙЧУК

Известковая промышленность западноевропейских стран 52

Проанализирована структура потребления извести в странах ЕС и состав печного парка. Показано, что лидером по производству извести является Германия, самыми распространенными и эффективными печными агрегатами являются печи Мерца. В России такая печь установлена на ОАО «Карельский окатыш», ее производительность составляет 112 тыс. т извести в год. Основными видами топлива в европейской известковой промышленности являются природный газ – 48%, уголь – 36%.

Результаты научных исследований

А.М. ДАНИЛОВ, Е.В. КОРОЛЕВ, И.А. ГАРЬКИНА

Строительные материалы как системы 55

Определяются методологические принципы создания строительных материалов как систем с использованием методов системного анализа с указанием системных атрибутов. Определяются возможности декомпозиции при решении отдельных задач синтеза строительных материалов как систем. Разработана иерархическая структура качества и соответствующая ей иерархическая структура материала специального назначения.

И.А. КОНДРАТЬЕВА, А.А. ГОРБУШИНА, А.И. БОЙКОВА, Л.Г. ГАЛАФУТНИК

Исследование биоповреждений промышленных клинкерных композиций 58

В работе исследована начальная стадия биоповреждения цементов в различных условиях, приближенных к условиям эксплуатации. Показано, что за время взаимодействия большей коррозии подверглись образцы гидратированного цемента с песком по сравнению с образцами без песка.

Ю.В. КРАСОВИЦКИЙ, А.В. ЛОГИНОВ, Е.В. АРХАНГЕЛЬСКАЯ, Д.Б. ТРОЩЕНКО, С.В. ЭНТИН, Д.А. ЕРМОЛЫЧЕВ, С.Л. КАБАРГИН, Б.Г. КОЛБЕШКИН, М.Н. КУЗНЕЦОВА, О.В. МИТЮКОВА, В.П. ДОБРОСОЦКИЙ, Г.В. КОЛЬЦОВ

Улавливание и утилизация пыли зернистыми слоями при сушке гранулированных материалов 61

Рассмотрены преимущества зернистых фильтров перед другими способами пылеулавливания в производстве битумно-минеральных смесей. Приведены технико-экономические и эксплуатационные параметры этого процесса. Представлено оригинальное конструктивное решение зернистого фильтра с вертикальным расположением параллельно действующих секций.

В.Т. ЕРОФЕЕВ, С.А. КОРОТАЕВ

Структурообразование жидкостекольной связки крупнопористого керамического материала 64

Приведены результаты исследований свойств жидкостекольной связки без отвердителей крупнопористого керамического материала. Показано влияние добавки трепела в жидкостекольную связку на уменьшение деформативности каркаса из зерен крупного заполнителя при обжиге. Предложен механизм структурообразования связки с добавкой трепела.

Начинающему автору. 7. Правка черновика 66

Р.К. НИЗАМОВ

Полифункциональные наполнители для поливинилхлоридных композиций строительного назначения 68

Показана значимость поливинилхлорида, в частности для промышленных строительных материалов. Обосновывается роль различных видов наполнителей для придания необходимых физико-механических свойств композиционным материалам. Разработана серия комплексных полифункциональных модификаторов-наполнителей, выполняющих одновременно функции стабилизаторов и пластификаторов, а также повышающих термостабильность материалов на основе ПВХ.

А.М. ИБРАГИМОВ

Нестационарный тепло- и массоперенос в строительных материалах и конструкциях при несимметричных граничных условиях. Часть I 72

Приведены исходные предпосылки теории теплотехнического расчета многослойных ограждающих конструкций; ссылки на полученные ранее аналитические решения для отдельных слоев; описание метода расчета, который позволяет объединить решения для отдельных слоев в общее решение для многослойной конструкции.

Международная научно-практическая конференция «Актуальные научно-исследовательские проблемы строительства» 76

А.В. АКСЕНОВ, С.И. ПАВЛЕНКО, С.Н. КАЛАШНИКОВ

Оценка оптимальной продолжительности обработки смеси синтезируемого вяжущего с целью повышения прочности 78

Приведена оценка оптимальной продолжительности обработки смеси синтезируемого бесцементного вяжущего в новых мелющих аппаратах с целью повышения его прочности. В качестве выходных параметров были взяты дисперсность смеси, содержание свободного оксида кальция и прочность вяжущего.

Дни современного бетона на Днепре 80

А.В. БУЧКИН, В.Ф. СТЕПАНОВА

Цементные композиции повышенной коррозионной стойкости, армированные базальтовыми волокнами 82

Показано, что фибробетон на основе базальтового волокна является перспективным конструкционным материалом, обладающим высокими физико-механическими характеристиками и повышенной коррозионной стойкостью. Одна из проблем в технологии приготовления базальтофибробетона – равномерное распределение волокон по объему матрицы решается в НИИЖБ совместно с ОАО «Мосспецпромпроект». Получен базальтокомпозит с морозостойкостью F300 и водонепроницаемостью W>16. Приводятся результаты испытаний различных составов на прочность при сжатии и изгибе. Расчеты, сделанные по усовершенствованной методике А.А. Пащенко, показывают, что достоверно можно прогнозировать долговечность композита до 100 лет.

БАК ДИНЬ ТХИЕН, Ю.М. БАЖЕНОВ

Совершенствование технологии производства керамических строительных материалов в Социалистической Республике Вьетнам 84

Приведены основные результаты исследования глин северного Вьетнама и сырьевых смесей на их основе для изготовления керамических строительных материалов, а также керамического черепка. Представлена разработанная технология производства керамических строительных изделий с учетом особенностей местных ресурсов и климатических условий Вьетнама и максимальным использованием энергии солнечной радиации для сушки отформованного сырца.

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

Новые композиционные гипсовые материалы для облицовки фасадов зданий

Закупка зарубежных технологий и создание в последние годы в стране современных производств различных строительных материалов, а также насыщение рынка материалами зарубежного производства хотя и позволили уменьшить дефицит качественной и эффективной продукции строительного назначения, однако не исключили потребности в новых строительных материалах, особенно дешевых. В настоящее время на фоне сохраняющейся тенденции постоянного удорожания стоимости жилья удешевление строительных материалов и самого строительства чрезвычайно актуально.

Кроме того, широкая практика применения импортных облицовочных плит с гладкой лицевой поверхностью обезличила многие новые и реконструированные здания в городской застройке. Возникла потребность в облицовочных плитах с рельефной поверхностью, в том числе имитирующих структуру дерева и других природных материалов, «под кирпич», с рельефом колотого камня и т. п. Современная архитектура отказывается от типового массового строительства. Дом, будь это городская высотка или загородный коттедж, должен быть индивидуален, иметь свое заметное и узнаваемое лицо. Решается эта задача применением новых отделочных материалов, в ряду которых своя роль отводится искусственному камню. В настоящее время достаточно широкое распространение получили камни на основе цемента.

Строительная практика последних десятилетий привела к появлению совершенно новых композиционных строительных материалов, превосходящих по своим техническим и эксплуатационным характеристикам традиционные материалы. Появление таких материалов обеспечивается не только использованием более сложных многокомпонентных комплексов, но и активным воздействием на структурообразование и свойства материала на различных технологических этапах. Это позволяет достигать оптимального сочетания свойств в соответствии с назначением и областью применения материала. Однако практическая реализация успехов строительного материаловедения в виде действующих линий осложняется отсутствием хорошего технологического оборудования, и тем не менее в содружестве с заинтересованными организациями эти трудности удастся преодолеть.



Первый жилой дом с элементами декора фасада из полимергипса «Столица» (Москва, ул. Краснопролетарская, 1999 г.)

В течение более 30 лет разрабатываются различные композиционные материалы на основе гипса, а изделия из них успешно применяются для облицовки фасадов. Успех данной технологии обусловлен многими факторами: гипсовая масса легко готовится, обладает прекрасными литевыми свойствами, способна до мельчайших подробностей воспроизвести рельеф формы, затвердевает без усадки и трещин. Гипс доступен, дешев, быстро затвердевает, изделия из него имеют достаточно высокую прочность. Не удивительно, что на протяжении многих веков гипс используется скульпторами, архитекторами и строителями.

К сожалению, высокое водопоглощение и низкая водостойкость этого материала ограничивает его использование для наружных работ. Этот недостаток гипса устраняется в наших композиционных материалах, где коренным образом модифицируется структура гипсового камня, значительно улучшаются его свойства, особенно водостойкость, и, что особенно важно, сохраняются преимущества гипса.

Московским строителям хорошо известен отделочный композиционный материал «Столица» на основе гипса и меламиновых смол. С середины 90-х гг. прошлого столетия различные архитектурно-строительные изделия из этого материала украшают фасады домов, усадеб, коттеджей в Москве и Московской области. Однако ухудшившееся в последнее время качество гипсового вяжущего, связанное с повышенным содержанием карбонатов, заставило отказаться от использования меламиновых смол в материале «Столица» и заменить их на акриловые полимеры.

Материал «Столица», изготовленный по новой рецептуре, экологически чистый, пожаробезопасный, водостойкий, обладает высокими физико-механическими свойствами. Он предназначен для изготовления архитектурно-строительных изделий, декоративных плит, малых архитектурных форм, изделий садово-парковой архитектуры и т. п. Может использоваться для отделки фасадов жилых, общественных и административных зданий, сооружений, коттеджей, обустройства городской и парковой территорий, загородных усадеб, при реставрационных и восстановительных работах. Изделия белого цвета или окрашенные в массу с широкой цветовой гаммой, могут воспроизводить текстуру природного камня, иметь глянец, матовую, гладкую или рельефную поверхность.

Формовочная масса обладает хорошими литевыми свойствами и дает беспоровую лицевую поверхность. Пластичность (расплав конуса) свежеприготовленной массы 160–180 мм. Время затвердевания и извлечения изделий из форм регулируется от 20 до 50 мин, твердение до отпускной прочности (70% от нормируемой) составляет 7–10 суток при комнатной температуре и 10–15 ч при нагреве до 60–70°C. Получаемый материал плотностью не менее 1600 кг/м³ имеет прочность при сжатии не менее 30 МПа, водопоглощение не более 3% по массе и морозостойкость не менее 200 циклов. Суммарная стоимость исходного сырья на 01.01.06 г. составляла 45 р. на 1 кг формовочной массы.

Технология изготовления материала «Столица» проста и может быть развернута как на промышленном предприятии, так и на строительной площадке. Особенностью технологии является минимальное содержание воды

в формовочной массе, ограниченное количество, необходимым для гидратации гипса. Поэтому, имея низкую и закрытую пористость, материал «Столица» по физико-механическим свойствам не уступает мрамору, а по водостойкости и трещиностойкости превышает его. Оборудование простое, доступное для изготовления в любой механической мастерской. При этом основные затраты приходятся на создание необходимого парка форм.

На материал «Столица» разработаны технические условия ТУ 5742-003-18896209-06, получены гигиенический и пожарный сертификаты. Эффективность, высокие физико-механические и эстетические свойства этого материала открывают широкие перспективы для реализации оригинальных архитектурных решений.

В зависимости от вида изделий (массивные изделия или тонкие плиты с рельефной лицевой поверхностью) и способа применения (облицовка вентилируемых фасадов или оставляемая опалубка) на материал «Столица» разработаны рецептуры, учитывающие требования технологий их изготовления и обеспечивающие необходимые эксплуатационные свойства изделий.

В настоящее время на базе материала «Столица» разрабатывается новая рецептура пластичной формовочной смеси и оборудование для изготовления кровельной черепицы по кассетной технологии.

При строительстве большепролетных сооружений (спортивных залов, бассейнов, торговых павильонов и др.) широко применяются деревометаллические балки, панели и колонны. Для возведения перегородок в вагонах пассажирского транспорта, облицовки стен, изготовления мебели используются дерево, пластмасса. Обладая хорошими конструктивными и декоративными свойствами, указанные материалы имеют существенный недостаток — они горючи. Это требует специальных огнезащитных мероприятий.

Проблему обеспечения огнезащитных требований и одновременно удешевления защитной оболочки металлических и горючих конструкций можно решить с помощью использования нового композиционного фибропенополимергипсового конструкционно-огнезащитного материала. Оптимизация состава позволила придать фибропенополимергипсу требуемые качества. Хрупкость материала снижали применением дисперсного наполнителя и введением комплексного полимерного связующего, водостойкость повышали путем добавления комплексной минеральной добавки на основе цемента и введением комплексного полимерного связующего, сроки затвердевания регулировали количеством полимерных модификаторов структуры материала, а требуемую плотность получали путем вспенивания формовочной смеси и др. Физико-технические свойства оптимизированного фибропенополимергипсового конструкционно-огнезащитного материала: плотность — 780–850 кг/м³, прочность при изгибе — 9,5–12 МПа, ударная вязкость — 1,5–2 кДж/м², водопоглощение — 15–20% по массе. Анализ результатов физико-механических испытаний образцов показал, что новый композиционный фибропенополимергипсовый конструкционно-огнезащитный материал обладает необходимыми конструкционно-прочностными характеристиками, имеет повышенную деформативность, трещиностойкость, по санитарно-гигиенической оценке относится к экологически чистым материалам, а по пожарной опасности — к негорючим строительным материалам, что подтверждает техническую и экономическую целесообразность его производства.

В продолжение этой работы в 2006 г. были изготовлены и в лаборатории ОАО «ВНИИСТРОМ им. П.П. Будникова» испытаны опытные образцы-балки размером 40×140×240 мм с металлическими сердечниками. Проведенные испытания на изгиб до разрушения балок по проч-



Элементы декора фасада из материала «Столица» выполнены предприятием «Даниловский ХПК». Данное здание признано домом года в 2002 году (Москва, 7-й Ростовский пер.)



Для отделки фасада усадьбы «Подмосковная Англия» из полимергипса «Столица» изготовлены колонны и накладные элементы углов и окон

ности и жесткости показали удовлетворительные результаты, которые будут учтены при разработке серийных металлофибропенополимергипсовых балок. При этом вплоть до момента разрушения балок в процессе их испытаний образование трещин в растянутой зоне не зафиксировано, что характеризует высокую трещиностойкость разрабатываемого материала. Работа продолжается, необходимо несколько улучшить показатели по водостойкости материала, подобрать состав поверхностной защиты балок и провести огневые испытания балок под нагрузкой.

Творческая оригинальность этого направления определяется его актуальностью, экономической целесообразностью и эффективностью результатов, которые получают в первую очередь за счет использования дешевых и доступных сырьевых компонентов, а также за счет достаточно простой технологии и высоких физико-механических свойств материала. Объективная новизна предложенного направления подтверждается тем, что разработанные материалы не имеют аналогов.

Разработчик ООО «НТЦ ЭМИТ», Москва

Ген. директор Баранов Иван Митрофанович

Тел. (495) 351-96-73

Моб. тел 8-916-908-73-13

Гипсовые и гипсоангидритовые растворные смеси для отделочных работ

В середине 90-х годов прошлого столетия в строительстве при производстве штукатурных работ внутри помещений использовали в основном цементно-песчаные, цементно-известково-песчаные и известково-песчаные растворы, а в качестве шпатлевочных составов – меловые шпатлевки заводского изготовления. Отлаженного производства модифицированных сухих гипсовых смесей широкой номенклатуры в то время не было. Такое производство возможно осуществить только при соблюдении следующих условий: наличие гипсовых вяжущих различного фазового состава; использование для модифицирования сухих гипсовых смесей эффективных химических добавок; наличие современного оборудования для перемешивания компонентов и получения смесей с высокой степенью однородности.

За прошедшее десятилетие по всем указанным направлениям произошли радикальные перемены. Определенную позитивную роль в широком использовании сухих гипсовых смесей для внутренней отделки помещений сыграли российские предприятия германской компании КНАУФ.

В настоящее время объемы использования гипсовых растворных смесей заметно увеличиваются вследствие внедрения в строительную практику механизации приготовления растворных смесей из сухих и штукатурных работ.

Для дальнейшего наращивания объемов применения сухих гипсовых смесей значительный практический интерес представляет расширение их номенклатуры, в том числе за счет использования в составах ангидрита и получения смешанных вяжущих с изменяющимся фазовым составом.

Известно, что твердеющий ангидрит получают из природного гипсоангидритового камня путем тонкого помола в шаровых мельницах до размера частиц менее 0,2 мм, при этом затраты на тончайший помол достаточно велики, но они значительно меньше, чем энергозатраты на обжиг. В качестве активаторов твердения применяют комбинации из сульфатов щелочных или тяжелых металлов и гидроксида кальция в количестве до 2% от массы ангидрита.

Ангидрит, полученный обжигом гипсового камня, также подвергают тонкому помолу. В качестве активаторов твердения применяют сульфаты калия вместе

с гидроксидом кальция или портландцементом, которые добавляют в молотый ангидрит уже на заводе-изготовителе.

Различия между природным ангидритом и ангидритом, полученным обжигом, заключаются в их кристаллическом строении. Обжиговый ангидрит после помола состоит из мелких кристаллов с достаточно большим количеством дефектов структуры, вследствие чего и большей реакционной способностью. Природный ангидрит состоит из более крупных первичных частиц, которые переводятся в реакционноактивное состояние путем тонкого помола. Водопотребность ангидритового вяжущего из природного камня составляет 28–30% (или $V/B = 0,28-0,3$).

Строительный гипс, или β -полугидрат сульфата кальция, является продуктом низкотемпературного обжига (при 100–160°C) и состоит из мельчайших агрегатов плохо выраженных кристаллов с рыхлой структурой, обладающей высокоразвитой внутренней поверхностью. Поэтому водопотребность строительного гипса составляет 60–80%, или $V/\Gamma = 0,6-0,8$.

Наиболее широко используемый в составах сухих смесей строительный гипс имеет марки Г4–Г7 (ГОСТ 125–79), минимальный предел прочности при сжатии в возрасте 2 ч должен составлять 4–7 МПа. По срокам схватывания отдают предпочтение вяжущим среднего или тонкого помола с удельной поверхностью не менее 2500 см²/г нормальнотвердеющим – начало схватывания не ранее 6 мин, конец не позднее 30 мин. Однако на практике достаточно часто применяют быстротвердеющий гипс, который начинает схватываться через 3–4 мин, а конец схватывания не превышает 15 мин. Поэтому такие вяжущие всегда применяют с химическими добавками, замедляющими сроки схватывания гипсового раствора.

Однако при производстве гипсовых штукатурных смесей может быть использована иная возможность продления сроков обрабатываемости штукатурных растворов, нанесенных на поверхности стен. В этом случае процесс твердения строительного гипса замедляется с помощью ангидрита. Такой штукатурный раствор характеризуется рано начинающимся, но более длительным периодом схватывания, вследствие чего по технологическим свойствам особенно подходит для нанесения машинным способом.

Таким образом, расширение номенклатуры сухих гипсовых смесей может быть достигнуто за счет использования в их составах ангидрита и приготовления смешанных вяжущих с переменным фазовым составом. Во ВНИИСТРОМ проведены работы по определению некоторых физико-технических показателей таких сухих смесей и растворов на их основе.

В качестве строительного гипса было использовано гипсовое вяжущее марки Г5 (начало схватывания 12–13 мин, конец 20–21 мин), ангидритовое вяжущее (начало схватывания 2 ч, конец 4,5 ч) и ангидритовая мука тонкого помола с удельной поверхностью 5000–5200 см²/г.

Рассмотрено влияние соотношения содержания строительного гипса и ангидрита в составах штукатурных смесей на ряд технических показателей. Были про-

Таблица 1

Состав смешанного вяжущего, Г/А	Прочность, МПа	
	при изгибе	при сжатии
100/0	1,93	4,9
75/25	1,7	4,6
50/50	1,8	4,6
25/75	0,4	0,6
0/100	2,26	3,77

Таблица 2

Состав смешанного вяжущего, Г/А	Прочность сцепления при отрыве в возрасте, МПа					
	Без добавок		С добавкой МЦ и эфира крахмала		С добавкой МЦ, эфира крахмала + РПП	
	7 сут	28 сут	7 сут	28 сут	7 сут	28 сут
100/0	0,15	0,14	0,62	0,6	0,9	0,91
Г/А = 75/25	0,1	0,11	0,54	0,53	0,86	0,87
Г/А = 50/50	0,12	0,13	0,49	0,51	0,75	0,84
Г/А = 25/75	0,05	0,06	0,3	0,37	0,53	0,78
0/100	0,08	0,1	0,4	0,49	0,8	0,85

верены прочностные показатели штукатурных смесей с содержанием строительного гипса и ангидрита (Г/А) при соотношении от 1:3 до 3:1, при сохранении первоначальной подвижности растворной смеси.

Прочностные показатели затвердевших растворов на основе сухих штукатурных смесей с переменным фазовым составом вяжущих представлены в табл. 1.

Из приведенных данных следует, что полученные прочностные характеристики затвердевших растворов в основном соответствуют лучшим показателям гипсовых штукатурных растворов, используемых в строительстве для внутренней отделки стен зданий. Исключение представляет раствор с соотношением Г/А = 1:3. Однако в данном случае интерес представляют не только максимальные прочностные показатели, но и минимальные значения прочности затвердевших растворов, так как такого рода растворы, как в свежеприготовленном виде, так и затвердевшие по своим основным свойствам, во многом схожи с известково-песчаными штукатурными растворами. Следует отметить, что если при использовании последних прочность при сжатии в пределах 1 МПа может быть получена лишь через несколько лет эксплуатации, то такая же прочность гипсоангидритовой смеси при соотношении Г/А = 1:3 может быть достигнута уже в течение месяца после нанесения раствора.

Внутренняя отделка стен и потолков гипсовыми растворами из сухих смесей может производиться по различным основаниям: керамический и силикатный кирпич; ячеистый бетон; легкий и тяжелый бетон. Поэтому исследование прочности сцепления затвердевших гипсовых, ангидритовых и гипсоангидритовых растворов, особенно с гладкими бетонными поверхностями, было уделено особое внимание.

Для проведения испытаний были выпилены балочки размером 60×32×20 мм из бетонной плиты, изготовленной по ГОСТ 17608–91, которые попарно склеивались исследуемым раствором. Перед склеиванием поверхность образцов обеспыливалась и смачивалась водой. Толщина наносимого раствора находилась в пределах 1–2 мм. После выдержки в течение 7 и 28 сут в нормальных температурно-влажностных условиях образцы устанавливали в зажимы разрывной машины и производили испытание на отрыв. Каждый вид раствора, приготовленного из сухой смеси, был проверен на трех попарно склеенных образцах, и приводимый результат является среднеарифметической величиной трех испытаний. Результаты испытаний затвердевших растворов на прочность сцепления при отрыве приведены в табл. 2.

Следует отметить, что свежеприготовленные гипсовые растворы, не содержащие химических добавок, при нанесении даже на увлажненную поверхность в течение первых минут теряли подвижность, однако в меньшей степени это проявлялось при нанесении растворов,

содержащих значительное количество ангидритового вяжущего (>50%).

У растворов с добавками производных метилцеллюлозы (МЦ) и эфиров крахмала, отвечающих за вододержание и технологичность раствора, такой потери подвижности не отмечено. Кроме того, наряду с хорошими технологическими свойствами свежеприготовленных растворов, как видно из данных табл. 2, в несколько раз возрастают адгезионные показатели затвердевших растворов.

При необходимости дальнейшего усиления прочности сцепления растворов с подложкой в составах штукатурных смесей целесообразно использовать ретдиспергируемые полимерные порошки (РПП), что позволяет еще в 1,5–2 раза увеличить адгезионные показатели таких растворов. В данном случае необходимо обратить внимание на то, что для составов с повышенным содержанием ангидритового вяжущего более точные показатели адгезии могут быть получены только после 28-суточной выдержки образцов.

Наряду с использованием ангидрита в составах штукатурных смесей он может найти достаточно широкое применение в шпатлевочных составах, подразделяющихся на выравнивающие и финишные. Учитывая, что составы на ангидритовых вяжущих отличаются незначительными усадочными деформациями, на базе таких вяжущих разработаны выравнивающие шпатлевочные смеси, которые могут быть нанесены слоем толщиной до 5 мм.

Основной отличительной особенностью сухих шпатлевочных смесей является использование сырьевых компонентов высокой дисперсности с размером зерна не более 0,1 мм, что в результате придает готовой шпатлевке высокое качество. Чаще всего в качестве минеральных наполнителей используют тонкомолотую мраморную или известняковую муку, мел, маршаллит. Массовая доля влаги в наполнителе не должна превышать 0,5%. Ангидрит может быть использован в виде муки тонкого помола с размером частиц не более 100 мкм как малоактивный минеральный наполнитель. На основе такого наполнителя могут быть изготовлены шпатлевочные смеси на полимерных связующих.

Модификация сухих шпатлевочных смесей полимерными порошками улучшает адгезию раствора ко всем основаниям, а также повышает ударопрочность и эластичность, улучшает шлифуемость затвердевшего покрытия. Это позволило разработать шпатлевочные составы, по основным техническим свойствам не уступающие шпатлевочным смесям на основе микрокальцита. Применение ангидритовой муки тонкого помола в качестве минерального наполнителя позволит расширить ассортимент финишных шпатлевочных смесей на полимерных связующих.

В результате проведенных исследований разработаны составы гипсоангидритовых сухих смесей для производства отделочных работ внутри помещений.

В.Б. ПЕТРОПАВЛОВСКАЯ, канд. техн. наук, Тверской государственной технической университет, А.Ф. БУРЬЯНОВ, канд. техн. наук, ОАО «ВНИИСТРОМ им. П.П. Будникова», Т.Б. НОВИЧЕНКОВА, инженер, Тверской государственной технической университет

Малоэнергоемкие гипсовые материалы и изделия на основе отходов промышленности

Развитие строительной отрасли в русле решения целевой программы по обеспечению населения доступным жильем ввиду дефицита цемента требует расширения сырьевой базы вяжущих за счет применения местных отходов промышленности. Среди таких отходов, до настоящего времени не востребованных в полной мере строительной отраслью, обращают на себя внимание количеством и перспективой использования гипсосодержащие отходы, одним из которых является отработанный техногенный двухводный гипс, используемый для формования керамических изделий по литьевой технологии. По своему фазовому и химическому составу в отличие от большинства гипсосодержащих отходов он соответствует высокосортному природному гипсовому камню. Однако до настоящего времени ценный вторичный продукт практически не вовлечен в производство строительных материалов. Опыт его использования для изготовления изделий по традиционной технологии не дал положительных результатов.

Разработка новых эффективных гипсовых материалов на базе нетрадиционных технологий, снижение ресурсо- и энергоемкости процессов, основанное на современных теориях структурообразования композиционных материалов, позволяет решить основные задачи, стоящие перед отраслью, в том числе данную частную задачу.

Возможность формирования кристаллизационных структур на основе двуводрата сульфата кальция открывает перспективы получения строительных материалов и изделий непосредственно из гипсового сырья, в том числе гипсосодержащих отходов без традиционного перевода его в вяжущее путем термообработки. Для этого необходимо создать определенные условия [1, 2].

Учитывая, что прочность кристаллизационных структур зависит от соотношения между размерами кристаллов и площадью контактов между ними, на прочность получаемой структуры негидратационного твердения на основе бинарной смеси двуводрата сульфата кальция можно влиять, меняя это соотношение. Чем более благоприятные условия создаются для роста кристаллов (меньше пересыщение и суммарная скорость реакции), тем больше напряжения, снижающие прочность структуры. Наоборот, чем более благоприятны условия для возникновения новых зародышей кристалликов и контактов между ними (высокое пересыщение, большая суммарная скорость растворения), тем меньше напряжения [3]. Однако сильное измельчение кристаллов, составляющих структуру твердения, обуславливает повышенную способность затвердевших систем к пластическим деформациям ползучести [4]. Для достижения наибольшей прочности структуры необходимы оптимальные условия кристаллизации, обеспечивающие возникновение кристалликов достаточной величины при минимальных

напряжениях, сопровождающих формирование и развитие кристаллизационной структуры. Следовательно, необходимо создать в твердеющей системе на основе двуводрата сульфата кальция оптимальный уровень пересыщения и скорость кристаллизации.

Оптимальная величина пересыщения достигается подбором соотношения между диаметрами крупных и мелких частиц. А суммарная скорость растворения регулируется количеством мелкой фракции, имеющей более высокую растворимость. Таким образом, обеспечивая непрерывность процесса структурообразования во времени, создаются условия, при которых согласно исследованиям, посвященным внутренним напряжениям [5, 6], при кристаллизационном структурообразовании напряжения в уже сформировавшемся искусственном камне могут не приводить к снижению прочности материала. В зависимости от конкретных условий структурообразования (величина пересыщения, твердость материала, время контактирования и др.) развивающееся при росте кристалла давление способствует срастанию кристалликов, т.е. образованию кристаллизационных контактов вследствие пластических деформаций, которые приводят к увеличению площади контактов, что, в свою очередь, приводит к повышению прочности материала, получаемого на основе двухводного гипса.

С целью исследования процесса структурообразования систем негидратационного твердения и повышения прочности прессованных изделий на основе безобжигового двухводного гипса были выполнены экспериментальные исследования по оптимизации состава бинарной сырьевой смеси на основе природного (Новомосковское месторождение) и техногенного гипса (отходы в виде отработанных гипсовых форм Конаковского фаянсового завода) с учетом их растворимости. Учитывая, что в производственных условиях получение и смешивание монофракций порошков представляет технологическую сложность, так как требуется дополнительное оборудование, а использование гипса в силу его склонности к когезионному слипанию еще более усложняет этот процесс, исследовалась возможность использования полидисперсных порошков.

Основываясь на необходимости создания условий для негидратационного твердения двухводного гипса и учитывая, что использование смесей компонентов разной степени измельчения позволяет повысить прочность образцов за счет увеличения числа контактов между частицами разного размера, являющихся активными центрами кристаллизации, исследования проводились с использованием бинарных сырьевых смесей, состоящих из порошков грубого и тонкого помола в соответствии с ГОСТ 125–79 «Вяжущие гипсовые. Технические условия». Состав смесей назначался

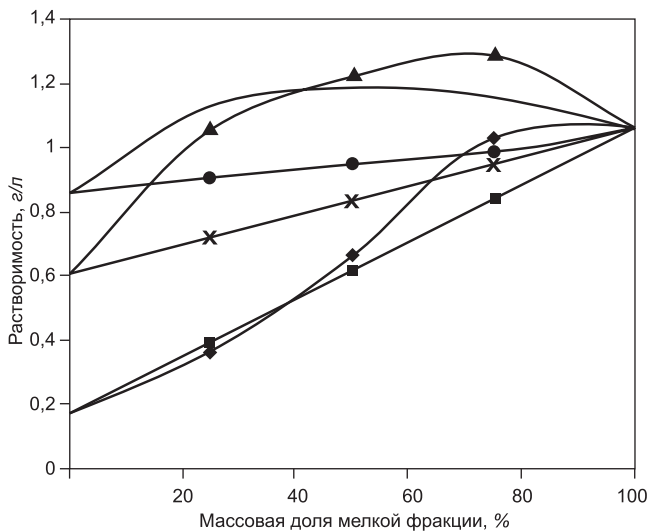


Рис. 1. Зависимость растворимости смеси фракций двухводного техногенного гипса от состава смеси:
 ◆ — концентрация для смеси фракций 2,5 и 0,14;
 ■ — расчетная концентрация для смеси фракций 2,5 и 0,14;
 ▲ — концентрация для смеси фракций 1,25 и 0,14;
 × — расчетная концентрация для смеси фракций 1,25 и 0,14;
 * — концентрация для смеси фракций 0,63 и 0,14;
 ● — расчетная концентрация для смеси фракций 0,63 и 0,14

исходя из условий получения максимально возможного числа контактов между частицами разного размера, которое должно обеспечить повышение растворимости с учетом возможной изотермической перегонки $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ от мелких к крупным кристаллам.

Растворимость отдельных порошков и их смесей зависит как от среднего размера частиц в составе каждого полидисперсного порошка, так и от процентного содержания каждого порошка в составе бинарной сырьевой смеси. Измеренная растворимость смеси (рис. 1), состоящей из двух порошков, оказалась выше растворимости, определяемой по правилу аддитивности, независимо от размера частиц смешиваемых порошков. Изменение растворимости во времени обеспечивает длительное протекание процесса структурообразования.

Прочность образцов, изготовленных методом полусухого прессования на основе двухводного техногенного и природного гипса, колеблется в пределах от 10 до 28 МПа в зависимости от гранулометрического состава смеси, из которой формировались образцы, и вида применяемого сырья. При этом прочность образцов изменялась соответственно растворимости смеси. Минимальную прочность имели образцы, сформованные из 100% грубодисперсного порошка, а максималь-

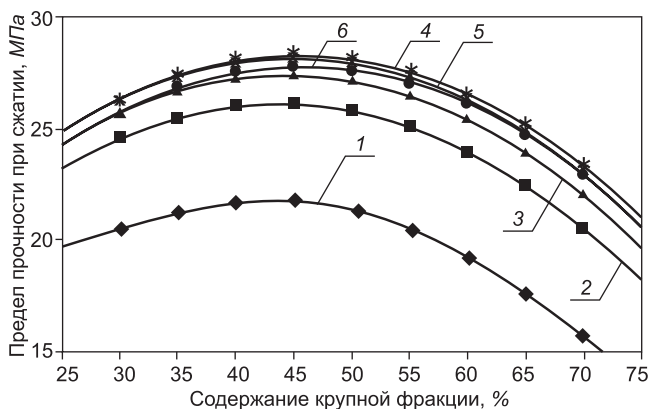


Рис. 2. Зависимость прочности прессованных гипсовых образцов от содержания порошка грубого помола при влажности смеси: 1 — 6%; 2 — 10%; 3 — 12%; 4 — 14%; 5 — 16%; 6 — 18%

ную — образцы, изготовленные из смеси порошков грубого и тонкого помола в соотношении 45 и 55% соответственно (рис. 2). Такое соотношение полидисперсных порошков в составе сырьевой смеси при полусухом прессовании обеспечивает наиболее благоприятные условия для негидратационного твердения структуры с точки зрения растворимости.

Образцы, изготовленные из порошков двухводного техногенного гипса, имеют прочность и водостойкость в 1,5 раза выше, чем образцы из природного гипса, что объясняется генезисом гипсосодержащего отхода, влияющим на структуру сырья, а в дальнейшем и на свойства получаемых на его основе материалов и изделий. Гипсосодержащий отход керамического производства имеет структуру с совершенными кристаллами двухводного техногенного гипса, так как при использовании высококачественного гипса и литьевого метода получения изделий, в данном случае форм и моделей, создаются наиболее благоприятные условия для перекристаллизации двухводного гипса, объединения и укрупнения кристаллов в свободном поровом пространстве. Прочность получаемой гипсовой структуры негидратационного твердения нарастает во времени. К 28-м сут твердения прочность увеличилась более чем в два раза по сравнению с прочностью образцов, испытанных на 7-е сутки.

Таким образом, полученные результаты исследовательского показывают, что возможно использование гипсосодержащих отходов керамического производства наряду с другими отходами для получения гипсовых изделий по негидратационной схеме твердения. Использование бинарных сырьевых смесей позволяет обеспечить достаточно высокую прочность кристаллизационных структур на основе двухводного техногенного гипса и значительно упростить технологию, что открывает большие возможности в решении проблем энерго- и ресурсосбережения при получении эффективных и экологических строительных материалов и изделий на основе местных отходов промышленности.

Список литературы

1. *Мирсаев Р.Н., Бабков В.В., Юнусова С.С. и др.* Фосфогипсовые отходы химической промышленности в производстве стеновых изделий. М.: Химия. 2004. 176 с.
2. *Белов В.В., Петропавловская В.Б., Смирнов М.А.* Разработка композиций и технологий строительных материалов на основе гипсосодержащих отходов промышленности. Труды 62-й всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР за 2004 г. «Актуальные проблемы в строительстве и архитектуре. Образование. Наука. Практика». Самара, 2005 г. Ч. I. С. 353–355.
3. *Рединер П.А., Сегалова Е.Е., Амелина Е.А. и др.* Физико-химические основы гидратационного твердения вяжущих веществ. В кн.: Шестой международный конгресс по химии цемента. М.: Стройиздат. 1976. Т. 2. кн. 1. С. 59.
4. *Волженский А.В., Ферронская А.В.* Гипсовые вяжущие и изделия (технология, свойства, применение). М. 1974. 328 с.
5. *Амелина Е.А., Шукин Е.Д.* Изучение некоторых закономерностей формирования контактов в пористых дисперсных структурах // Коллоидный журнал. 1970. Т.32. №6. С. 795–799.
6. *Амелина Е.А., Контарович С.И., Шукин Е.Д.* Физико-химические закономерности образования контактов при срастании частиц в конденсационно-кристаллизационных структурах. Материалы IV Всесоюзного совещания «Гидратация и твердение вяжущих». Львов. 1981. С. 56–59.

УДК 666.914.5

В.Ф. ХРИТАНКОВ, канд. техн. наук, Л.В. ШАНТИНА, инженер,
А.С. ДЕНИСОВ, канд. техн. наук, А.П. ПИЧУГИН, д-р техн. наук,
Новосибирский государственный аграрный университет

Гипсобетонные изделия с органическими пористыми заполнителями

Перспективным исследованием, направленным на расширение номенклатуры производства материалов и изделий различного назначения на основе гипсового вяжущего, является получение гипсобетонных изделий с применением органических пористых сырьевых ресурсов – торфа, соломы, камыша, коры деревьев и отходов деревообработки.

В настоящее время объемы растительного сырья и отходов только по Новосибирской области оцениваются следующим образом: солома – более 350 тыс. т, солома – 18–23 тыс. т, камыш – 700–850 тыс. т, торф – 25–30 млрд т, кора древесная – более 50 тыс. м³. Солома и солома в основном сжигаются на полях, в относительно небольшом количестве используются в качестве подстилки для сельскохозяйственных животных. Камыш не находит рационального применения, поэтому гниет на корню или его сжигают. Торф добывают в мизерных количествах для сельскохозяйственных и бытовых нужд, а кора и опилки в основном вывозятся в отвалы и даже сбрасываются в реки и другие водоемы.

Использование указанного растительного сырья в качестве пористых добавок в гипс (см. таблицу) кроме снижения плотности и повышения теплофизических и акустических показателей способствует улучшению физико-механических характеристик гипсобетонных изделий, создавая материалы с армированной структурой и более широким спектром эксплуатационных свойств.

Для максимального закрытия пор с целью исключения их насыщения гипсовым вяжущим при сохранении не только теплофизических, но и адгезионных характеристик материала требуется обязательная предварительная подготовка.

В качестве одного из приемов подготовки волокнистого, дисперсного и разнофракционного органического сырья было предложено его предварительное гранулирование. Это позволило не только получить определенный зерновой состав крупного заполнителя в зависимости от его последующего применения, но и обеспечивало стабилизацию свойств, отвечающую требованиям технологии и эксплуатации. В качестве гранулирующих установок были апробированы серийно выпускаемые грануляторы для производства гранулированных кормов в сельскохозяйственном производстве – брикетные прессы ОПК-2,0 и ДПБ, грануляторы ОГМ-0,8 и ОГМ-1,5, модернизированные в соответствии с поставленными задачами. Для этого были переточены выходные патрубки и усилены нагнетательные элементы. Используя различные пленкообразующие композиции в сочетании с минеральными порошками, можно изменять огнезащитные характеристики гранулированных органических материалов и использовать их в качестве теплоизоляционных засыпок.

В более ранних работах авторами были изучены различные варианты консервации органического заполнителя из камыша, коры, соломы и торфа на этапах подготовки сырья к использованию в технологических линиях, а затем проведена технико-экономическая оценка применения различных способов. Были использованы следующие методы защиты пористого заполнителя: покрытие полимерными композициями (латекс СКС-65 ГП, фенолоформальдегидные смолы), жидким стеклом, битумной эмульсией, известковым тестом, известково-гипсовым составом, глиной, золой, минеральным порошком. Для каждого варианта защиты определен максимальный и минимальный расход по-

Материал	Вид и характеристика	Влажность, %	Водопоглощение за сутки, %	Средняя плотность в сухом состоянии, кг/м ³	Рекомендуемые объемы введения, %
Торф	Куски размером до 25–30 мм	50–100	Более 150	150–220	50–60
	Гранулы диаметром 10–20 мм	25–40	Более 50	180–300	70–85
Камыш	Нарезанные стебли размером 3–18 мм	5–12	17–32	170–250	55–75
Древесная кора	Сосны размером 3–20 мм	8–50	20–45	300–420	60–75
	Березы размером 5–25 мм	10–15	35–55	540–650	50–90
	Осины размером 5–20 мм	7–30	46–70	510–570	50–90
Отходы деревообработки	Дробленка размером 5–30 мм	5–20	15–35	450–520	40–60
	Станочная стружка	5–25	15–40	410–460	50–70
	Опилки	5–40	15–45	380–430	65–80

крывающего или пленкообразующего компонента, его доступность и качество создаваемой защиты.

Определяющим фактором были приняты доступность способа консервации, простота реализации и технологичность, а также конечная стоимость материала в изделиях с учетом полученных технико-экономических и технологических характеристик.

В качестве наиболее приемлемого варианта использования гипсобетонов с эффективными пористыми добавками были определены блоки и плиты для устройства внутренних каркасных и бескаркасных перегородок отопляемых зданий различного назначения, а также плиточный утеплитель для внутренней отделки наружных стен помещений с целью повышения их термического сопротивления.

Соотношение гипса и пористого структурообразующего заполнителя варьировалось от 1:1 до 1:6 в зависимости от вида и качества используемого исходного сырья. Свойства легких гипсобетонных материалов в зависимости от степени наполнения растительными отходами и технологии уплотнения следующие:

Плотность, кг/м ³	250–520
Пористость, %	34–78
Прочность, МПа	
при сжатии	0,7–4,6
при изгибе	0,3–1,2
Водопоглощение, мас. %	19–69
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	0,07–0,12

Учитывая экологичность гипса, его высокие эксплуатационные и экономические показатели, на наш взгляд необходимо расширять применение этого уникального материала в строительстве. Использование от-

ходов производства, загрязняющих территории вокруг населенных пунктов, сельскохозяйственных угодий, предприятий деревообработки как вблизи мест образования этих сырьевых ресурсов, так и в регионе, снизит негативное влияние на окружающую среду, позволит улучшить состояние воздушного бассейна и повысить эффективность землепользования.

Гипсобетонные материалы с пористым органическим наполнителем можно использовать в качестве обычных и звукоизолирующих перегородок, при устройстве теплоизоляции чердачных крыш и стен зданий, для одного из конструктивных слоев или подготовки под чистые полы и т. д.

Реализация программы Министерства сельского хозяйства РФ, направленной на использование местного растительного сырья и отходов производства, а также региональной целевой программы «Экология и охрана окружающей среды Сибири» позволит полнее реализовать намеченные планы по возведению доступного жилья для граждан России, особенно для сельских жителей, которые ограничены в финансовых возможностях и транспортных средствах. Гипсовое вяжущее является дешевым и распространенным сырьевым компонентом, а технология производства гипсобетонных изделий весьма проста. Их можно изготавливать как промышленным способом с использованием растворешалок, бетономесителей, парка различных форм и т. д. постоянно или сезонно, так и в условиях частной строительной площадки для собственных нужд одновременно.

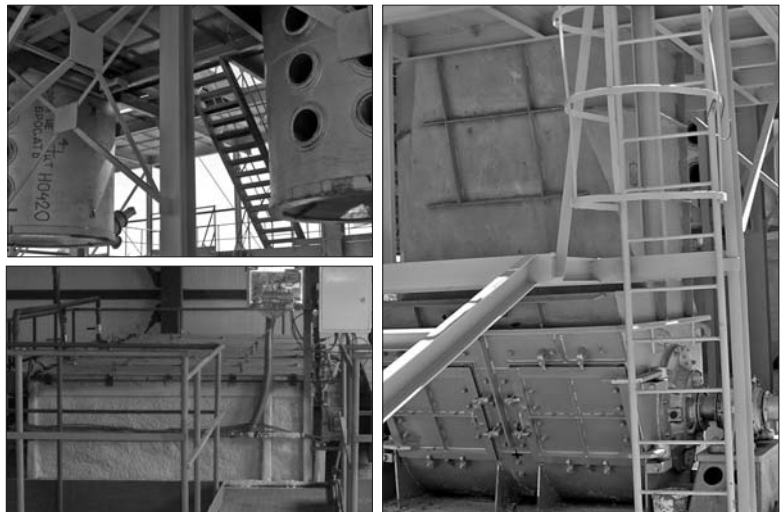
Экономический, экологический и социальный эффект от внедрения технологии использования местного растительного сырья и отходов в производстве экологически чистых, энергоэффективных и дешевых строительных материалов очевиден.

Российское оборудование для производства строительного гипса

Разработка и изготовление технологических установок, комплексов и отдельного оборудования для производства строительного гипса марок Г4–Г8

ООО «Тобис»

Россия, 443022 Самара
Гаражный пр-д, д. 3
Тел.: (846) 265-61-64
Тел./факс: (846) 279-25-15
E-mail: tobis50@mail.ru www.tobis.ru

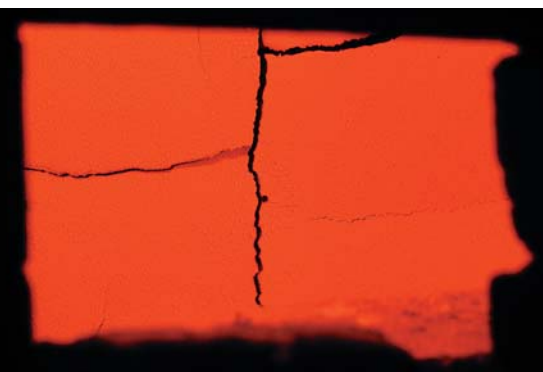


- Технологические установки производительностью 3–15 т/ч на базе котлов гипсоварочных
- Котлы гипсоварочные производительностью 3–7,5 т/ч
- Сушильные барабаны и печи для обжига гипса
- Мельницы молотковые тангенциальные со встроенным сепаратором
- Обеспыливающее оборудование – циклоны и фильтры рукавные
- Транспортное оборудование – элеваторы ковшовые, конвейеры винтовые и ленточные

Гипсовые материалы КНАУФ – гарантия огнестойкости конструкций



Перед началом испытаний перегородки С 111



Фрагмент обшивки перегородки С 111
через 30 минут огневого испытания



Перегородка С 111 через 1 час огневых испытаний

Одним из важнейших направлений технической политики фирмы КНАУФ является постоянное изучение пожарной безопасности, звуко- и теплоизоляции, сейсмостойкости и других важнейших областей строительства. Основная задача данной работы – предложить строителям набор экономически выгодных конструкций, обеспечивающих выполнение требований строительных норм. Конструкции КНАУФ постоянно дорабатываются и совершенствуются. При введении новых нормативов в строительстве предлагаются новые или усовершенствованные конструкции, обеспечивающие самые высокие требования.

Повышение комфорта жилой среды неразрывно связано с обеспечением безопасности строящихся и эксплуатируемых зданий. Одним из самых распространенных видов опасности являются пожары. Поэтому уже на стадии проектирования в соответствии со строительными нормативами предусматриваются соответствующие типу здания мероприятия и средства, гарантирующие его противопожарную защиту.

На протяжении многих лет фирма КНАУФ изучает вопрос пожарной безопасности конструкций на основе собственной продукции. В настоящее время на базе ФГУ ВНИИПО МЧС России проводится работа по исследованию пожарно-технических характеристик основных типов перегородок на основе КНАУФ-листов (гипсокартонных листов по ГОСТ 6266-97). В результате проведенной работы будут устанавливаться пределы огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности перегородок.

Исследуемые каркасно-обшивные перегородки предусматривают применение металлического или деревянного сборного каркаса, минераловатного заполнителя и однослойной или двухслойной обшивки из КНАУФ-листов. При этом в основном используются только стандартные типовые материалы и конструктивные решения.

КНАУФ-листы имеют высокие пожарно-технические характеристики (Г1, В2, Д1, Т1). Так как все изделия из гипса содержат большое количество кристаллизационной воды, это позитивно влияет на огнестойкость конструкций на их основе.

Для изготовления каркаса предусмотрено применение фирменного КНАУФ-профиля, который изготавливается из стали определенной толщины, что обеспечивает необходимые механические характеристики, гарантирующие качество каркасно-обшивных конструкций. Как известно, в настоящее время металлический профиль для каркасно-обшивных систем предлагают различные производители. При использовании нефирменного КНАУФ-профиля следует помнить, что в целях экономии некоторые производители применяют более тонкую сталь, что не может обеспечивать необходимой жесткости каркаса. Особенно это важно при устройстве противопожарных перегородок. Именно поэтому в отчетах о проведенных испытаниях особый акцент делается на применение фирменного КНАУФ-профиля, так как именно с ним достигнуты фактические пределы огнестойкости.

В качестве теплоизоляционного материала в конструкциях перегородок предусмотрено применение минераловатных плит на основе базальтовых пород. Минеральные волокна этого материала способны выдерживать температуру выше 1000°C. Благодаря этому в процессе пожара волокна остаются неповрежденными, сохраняя прочность и создавая дополнительную защиту от огня.

Специалисты КНАУФ совместно со специалистами ВНИИПО МЧС России вели наблюдения за всеми испытаниями. Установлено поведение КНАУФ-листов через 30, 45, 60, 90 минут пожара. Установлено влияние минеральной ваты и вида каркаса. В дальнейшем это позволит разрабатывать различные конструкции с различной толщиной обшивки в зависимости от требуемого предела огнестойкости.

Результаты испытаний будут представлены в отчетах ВНИИПО МЧС России, которые являются общепризнанными документами на территории всей страны. По предварительным данным, огнестойкость перегородки на одинарном каркасе с однослойной обшивкой (С 111) составляет EI 45, перегородок с двухслойной обшивкой (С112, С 115, С116) – EI 90.

Т. Скворцов,
ООО «КНАУФ Сервис»

КНАУФ

против подделки

KNAUF



Существует три степени защиты оригинальной продукции КНАУФ от подделки:



1 Завариваемый клапан

Расфасовка сухой смеси КНАУФ в мешки производится через специальный клапан, который заваривается в процессе упаковки мешка.

Новая упаковка с клапаном очень удобна при транспортировке мешков в багажнике автомобиля и при подъеме на лифте в жилых домах и офисах, так как полностью исключает высыпание сухой смеси из мешка и препятствует распространению пыли.



2 Голограмма

На голограмме просматривается логотип Knauf.

Потрите пальцем слова «Оригинал проверка» и их цвет поменяется с фиолетового на голубой.



3 Маркировка упаковки «С точностью до секунды»

В процессе производства на мешок сухой смеси КНАУФ наносится дата (на фото — 16.05.06 года) и время (22 час. 56 мин. 47 сек.).

Каждый мешок имеет только ему присущий оригинальный номер.

Е.А. МАКИШЕВА, ведущий инженер строительной лаборатории
ООО «Полипласт Новомосковск» (Тульская обл.)

Добавки Полипласт в технологии строительных материалов

В последние годы строительство в России стремительно развивается, и в связи с этим требования к качеству строительных материалов вышли на первое место. Это привело к необходимости совершенствования технологий выполняемых работ, разработки и использования передовых материалов.

Компания «Полипласт» занимает лидирующие позиции по производству комплексных добавок. Продукция этой фирмы широко известна как на внутреннем рынке производства добавок, так и за пределами нашей страны.

Одними из основных продуктов компании являются добавки Полипласт СП-1 и Полипласт СП-3. По классификации ГОСТ 24211–2003 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия» эти добавки относятся к виду «пластифицирующие-водоредуцирующие», по эффективности действия – к суперпластификаторам.

Добавки выпускаются в двух формах:

- в форме водного раствора с массовой долей сухого вещества не менее 32%;
- в форме порошка (микрогранул) с массовой долей сухого вещества не менее 90%.

Для современных строительных материалов характерно сочетание высоких эксплуатационных свойств (прочность, долговечность и др.) с высокой технологичностью, то есть простотой обработки сырья и формования изделий. Эта задача может быть решена только при использовании эффективных добавок – суперпластификаторов. Их применение позволяет снизить энергозатраты в 1,3–1,5 раза, трудоемкость работ – в 1,5–2 раза, сократить сроки изготовления материалов и изделий в 1,5–2,2 раза.

Комплексные добавки Полипласт находят широкое применение в производстве изделий на основе гипсовых вяжущих, а также в сухих строительных смесях на цементной и гипсовой основе.

Заводы концерна КНАУФ используют суперпластификатор Полипласт СП-1 в качестве разжижителя сырьевой смеси при изготовлении КНАУФ-листов (гипсокартон), КНАУФ-гипсоплит (пазогребневые плиты). За счет существенного снижения водотвердого отношения компонентов смесей можно достигнуть увеличения прочности готовых изделий. Кроме того, в пазогребневых плитах улучшается качество лицевых поверхностей. Суперпластификатор Полипласт СП-1 не замедляет процессов схватывания и твердения гипсовой массы, следовательно, сокращается цикл изготовления изделий и срок их выдержки перед реализацией.

Для улучшения качества и совместимости с гипсом суперпластификатор Полипласт СП-1 изготавливается на кальциевой основе. Особенностью кальциевого суперпластификатора можно считать повышенное по сравнению с натриевым уплотнение смеси, а следовательно, снижение водопоглощения готовых гипсовых изделий. Это свойство особенно важно при производстве водостойких изделий.

**ООО «Полипласт Новомосковск»,
301653, Тульская обл., г. Новомосковск,
Комсомольское шоссе, 72,
Тел./факс: (48762) 2-11-40, 2-11-41, 2-11-48,
2-11-52, 2-11-36, 2-11-19
e-mail: polyplast@polyplast-nm.ru
http://www.polyplast-un.ru**

Еще одно важное достоинство кальциевого суперпластификатора заключается в том, что отсутствие солей натрия и калия обеспечивает отличную адгезию картона с гипсовой основой в гипсокартонных листах, на поверхностях листов и плит не образуются высолы. Побочный продукт – кальциевый осадок может применяться в качестве добавки, повышающей механическую прочность изделий.

В сухих смесях суперпластификаторы способствуют увеличению текучести раствора, снижению водопотребности смеси и, как следствие, увеличению конечной прочности, плотности и однородности затвердевшего материала, снижению усадочных деформаций. В большинстве случаев суперпластификатор Полипласт СП-1 используется в смесях, способных к самовыравниванию, таких как наливные полы и стяжки.

Добавки, выпускаемые компанией «Полипласт», имеют необходимую документацию: технические условия, сертификаты соответствия, санитарно-эпидемиологические заключения, паспорта безопасности. При поставке потребителю на каждую партию добавки выдается документ о качестве, гарантирующий достоверность показателей, указанных в нормативных документах.

Все предприятия компании сертифицированы на соответствие требованиям международного стандарта ISO 9001:2000.



ПОЛИПЛАСТ

Дорогие друзья!

Примите наши искренние поздравления

С ДНЕМ СТРОИТЕЛЯ!

Нелегкий труд строителя во все времена пользовался заслуженной любовью и уважением. Вашими усилиями создаются современные здания и сооружения, которые служат и будут служить многие годы. Мы желаем Вам долгой, плодотворной жизни, здоровья, бесчисленных возможностей самовыражения и оптимальной их реализации, успехов во всех начинаниях!

Счастья, здоровья и благополучия
Вам и Вашим близким!

С наилучшими пожеланиями
коллектив компании «ПОЛИПЛАСТ»

Компания СЕРИК в России всерьез и надолго



В России хорошо известна группа компаний СЕРИК (CERIC) – производитель и поставщик технологического оборудования для керамической, гипсовой и бетонной промышленности.

Для предприятий гипсовой промышленности России группа компаний СЕРИК поставляет оборудование для производства гипсового вяжущего различных модификаций и марок, выпуска пазогребневых перегородочных плит, гипсокартонных листов и сухих строительных смесей.

В 2001 г. было поставлено комплектное оборудование для строительства гипсового завода в Республике Татарстан. В 2005 г. в Волгоград поставлено дробильно-обжиговое оборудование с вращающейся горизонтальной печью HR5. В настоящее время ведутся пусконаладочные работы. Печь разработана и изготовлена на заводе Monterde в Испании и не имеет аналогов в мире. Ее производительность составляет около 400 т гипсового вяжущего в сутки. Печь состоит из трех труб, вращающихся на одном валу, и позволяет получать не только β -CaSO₄·0,5H₂O, но и ангидрит II. Переход с одного продукта на другой происходит без остановки печи. Ангидрит II получают при температуре 450–800°C в зависимости от сырья и желаемых свойств конечного продукта.

Ангидрит II используется в качестве компонента (до 70%) сухих штукатурных смесей. Он является замедлителем схватывания, пластификатором и водоудерживающей добавкой. Кроме того, ангидритовое вяжущее может использоваться для производства самовыравнивающихся полов.

В Пермь поставляет комплектная линия по производству гипсового и ангидритового вяжущего с печью HR4. Эта печь в отличие от HR5 имеет две оболочки и дает возможность **одновременного** выпуска β -CaSO₄·0,5H₂O и ангидрита II (до 20% от общего объема). Кроме того, в Перми будет работать отделение тонкого помола, оборудованное молотковыми и стержневыми мельницами. Такая компоновка линии обеспечивает гибкость производства и возможность получать гипсовое и ангидритовое вяжущее различных фракций в зависимости от будущего применения. По графику завод должен быть запущен до конца 2006 г.

Группа компаний СЕРИК поставляет также вертикальные печи для кальцинации гипса, разработанные фирмой Alphaslâtre. Они занимают мало места, не требуют никакого фундамента и благодаря конструктивным особенностям позволяют получать вяжущее, аналогичное по составу смеси 80% β -полугидрата и 20% α -полугидрата.

Пазогребневые плиты – очень перспективное направление развития гипсовой отрасли в России. Межкомнатные перегородки из таких плит возводятся гораздо быстрее, чем из других строительных материалов, и не нуждаются в выравнивании. Интерес к этим изделиям и спрос на соответствующее оборудование неуклонно растет. В ближайшее время наши новые установки заработают в Кувейте и Ираке. Оборудование разработано и изготовлено на заводе Alphaslâtre, который вошел в состав группы СЕРИК относительно недавно, но торговая марка Alphaslâtre давно и заслуженно имеет хорошую репутацию в мире.

В Тульской области на заводе «КНАУФ гипс Новомосковский» уже около 10 лет работает формовочная машина Alphaslâtre на 18 полнотельных плит и две сушилки. На Волгоградском гипсовом заводе вот уже несколько лет успешно работают две линии полнотельных и пустотельных пазогребневых перегородок толщиной 80 мм.

В настоящее время реализуется контракт на поставку линии формовки для производства 315 тыс. м² в год полнотельных плит толщиной 8 см на предприятии в п. Урусс Республики Татарстан. Специалисты группы СЕРИК будут привязывать новое европейское оборудование к существующей отечественной сушилке. Для этого разрабатывается нестандартная схема садки плит на имеющиеся у заказчика сушильные вагонетки.

Группа компаний СЕРИК предлагает также оборудование для производства ГКЛ и сухих строительных смесей на гипсовой основе. Наш завод-изготовитель Fimes во Франции поставляет различные конвейеры таким известным компаниям, как «Лафарж» и «КНАУФ». С целью повышения конкурентоспособности отдел инноваций и развития СЕРИК разработал новую сушилку для ГКЛ продольного типа.

Для заводов сухих смесей предлагаются специальные смесители, обеспечивающие деликатное смешивание компонентов, при котором не разрушается структура гипсовых частиц. Кроме того, мы рекомендуем использование ангидрита II в качестве одного из основных компонентов для приготовления штукатурных гипсовых смесей, придающего им особые и неповторимые свойства, которых невозможно достичь с помощью химических добавок.

Для группы компаний СЕРИК гипсовое направление является одним из стратегических. Подъем экономики России, увеличение объемов строительства, а соответственно и повышение спроса на высококачественные строительные и отделочные материалы определяют строительство новых и реконструкцию действующих предприятий промышленности строительных материалов. Высококвалифицированные специалисты группы компаний СЕРИК, обладающие обширными знаниями и большим опытом в области производства гипсовых материалов, готовы разработать индивидуальное решение для каждого заказчика.



Адрес: 109028, 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

Internet: www.ceric.ru

E-mail: ceric@ceric.ru

УДК 691.55

М.С. САДУАКАСОВ, д-р техн. наук, профессор, И.В. КОЛЕСНИКОВА, канд. техн. наук, Казахстанский национальный технический университет имени К. Сатпаева, В.А. ЮГАЙ, канд. техн. наук, ректор Казахстанского многопрофильного института «Парасат» (Республика Казахстан, Алматы)

Производство и применение гипсовых вяжущих и материалов в Республике Казахстан

В последние годы в Республике Казахстан наблюдается стремительный рост строительства. Это обусловило интенсивное развитие промышленности строительных материалов. Начавшаяся диверсификация экономики коснулась и предприятий, производящих гипсовые вяжущие и изделия на их основе.

В постсоветское время гипсовые вяжущие имели ограниченное применение из-за невысоких требований к основной области их применения, а именно к внутренней отделке помещений, где гипсовые материалы практически не имеют себе конкурентов. Начиная с 2000 г. ситуация резко изменилась. Началось строительство коммерческого жилья, резко возросли требования как к скорости строительства и отделки, так и к качеству строительно-монтажных и отделочных работ.

Традиционно для выравнивания стен и потолков применяли цементные штукатурки, поверх которых наносили шпаклевочные составы. Однако известная технология уже не могла обеспечить современных требований к срокам и качеству отделки из-за длительности твердения цементных растворов, необходимости дополнительного шпаклевания поверхностей вследствие возникновения трещин в затвердевших покрытиях через 10–14 суток после их нанесения. Это обусловило закономерный интерес строителей к зарубежному опыту применения современных гипсовых отделочных материалов — сухих смесей, плитных и листовых материалов.

Начало широкому применению в Казахстане гипсовых материалов положила корпорация «Базис-А», которая в 2000 г. закупила из Германии мобильные штукатурные агрегаты и сухие гипсовые штукатурные смеси. Немецкие специалисты обучили казахстанских отделочников работе с новыми на тот период материалами.

Наряду с сухими гипсовыми смесями широкое применение в строительстве Республики Казахстан получают гипсокартонные и гипсоволокнистые листы, а также перегородочные плиты. Последние выпускаются в Алматы ТОО «Платра» на базе французского оборудования, гипсокартонные — фирмой «КНАУФ» в п. Заречном Алматинской области, а также в г. Атырау на предприятии ЗАО «ИнтерСтройИндустрия». Вследствие достаточно высокого спроса на ГКЛ строительные фирмы республики проявляют интерес к китайскому оборудованию для его производства.

Потребность строительного рынка инициировала возникновение десятков малых предприятий по производству сухих строительных смесей, в том числе гипсовых. В настоящее время только в Алматы действует около 20 предприятий по выпуску сухих смесей, из них 3–4 большой мощности: это фирма «Монолитстрой», которая еще в советский период приобрела завод сухих смесей в Германии, фирма «КНАУФ», реконструировавшая завод по производству гипсового вяжущего в п. Заречном Алматинской области и др.

Номенклатура выпускаемых сухих гипсовых смесей включает шпаклевочные, штукатурные и клеевые составы, а также составы для заделки стыков между гипсокартонными листами и плитами для перегородок. Особенно широкое применение получили штукатурные составы, так как при их использовании достигается высокий

технико-экономический эффект вследствие совмещения в одном материале функций грунтовки, штукатурки и шпаклевки. Стена, обработанная гипсовой штукатурной смесью по специальной технологии, может иметь как идеально ровную гляцевую, так и матовую поверхность. При этом на гипсовой поверхности не возникает трещин и, кроме того, гипсовые материалы отличаются высокими санитарно-гигиеническими свойствами [1].

Основными поставщиками гипсовых вяжущих для предприятий по производству сухих смесей в Казахстане являются заводы гг. Тараза (ранее г. Джамбул), Актюбинска, Туркестана, Атырау (ранее г. Гурьев), а также гипсовый завод фирмы «КНАУФ», выпускающие вяжущие марки Г-3, Г-5, тониной помола, оцениваемой остатком на сите № 02, от 1 до 5%. Высокопрочный гипс импортируется из Самары (Россия), а также из Джизака (Узбекистан).

Производители сухих смесей при возможности выбора отдают предпочтение импортным гипсовым вяжущим, которые обладают более высоким показателем белизны. Заводы, расположенные в южном регионе республики, используют сырье Котырбулакского месторождения Джамбулской области, которое характеризуется относительно низким содержанием двуводного сульфата кальция, главным образом из-за наличия посторонних примесей в виде глинистых и песчаных частиц. Отделение примесей из сырья представляет достаточно затруднительным. Такую операцию проводит только Таразский завод «Жамбылгипс», поставляющий часть вяжущего как селективный гипс с более высокими показателями белизны. Гипсовые заводы в гг. Атырау и Актюбинске используют сырье местных месторождений.

В качестве минерального наполнителя в сухих гипсовых смесях практически все заводы применяют белый тонкомолотый мрамор Текелийского месторождения Алматинской области; в качестве легкого заполнителя применяют перлит, импортируемый из России.

Для регулирования свойств растровой смеси и затвердевшего покрытия производители применяют широкую номенклатуру химических добавок, включающих сложные эфиры целлюлозы, релаксанты, диспергирующие порошки, воздухововлекающие, пластифицирующие, замедляющие схватывание и другие.

В Алматы реализуются химические добавки известных германских, швейцарских, французских, южнокорейских, американских фирм через сеть дилерских организаций. Из них наибольшее распространение получили добавки фирм «Клариянт» и «Вакер», первыми освоившими казахстанский рынок. К сожалению, наука и химическая промышленность Казахстана не отреагировала на запрос строительства, и отечественные добавки, необходимые в технологии сухих смесей, в настоящее время не производятся.

Как известно, наряду с высокими потребительскими свойствами гипсовым материалам присущи и некоторые недостатки, в частности низкие прочностные и адгезионные показатели.

В Казахской головной архитектурно-строительной академии в течение многих лет ведутся исследования по совершенствованию технологии и улучшению свойств гипсовых вяжущих и изделий на их основе [2–7]. Разра-

ботана технология гипсового вяжущего низкой водопотребности (ГВНВ), которую наряду с цементными вяжущими низкой водопотребности специалисты относят к материалам нового поколения. Уникальность ГВНВ состоит в том, что для получения теста текучей консистенции требуется всего 20–25% воды от массы вяжущего, в то время как для гидратации требуется 16–18,6% воды (в зависимости от количества примесей в составе материала). Соответственно после гидратации в затвердевшем гипсовом камне остается лишь 1,4–9% физико-механически связанной влаги, т.е. обеспечивается получение материала, тепловую обработку которого уже проводить не требуется. Сформировавшаяся плотная структура гипсового камня характеризуется высокой прочностью, порядка 60–80 МПа. Такой материал мог бы найти широкое применение в строительстве, однако из-за высокой стоимости исходного гипсового вяжущего он становится неконкурентоспособным с цементными материалами.

Адгезия является одним из основных свойств, определяющих качество гипсовых шпаклевочных и штукатурных покрытий, а также клеевых соединений. В стандартных гипсовых составах повышение адгезионных свойств достигается введением добавки редиспергируемых полимерных порошков в количестве 2–4%. Но вместе с улучшением физико-механических свойств существенно повышается и стоимость сухой смеси. Например, при добавке 2% редиспергируемого порошка «Мовилит» его стоимость в составе смеси превышает стоимость собственно гипсового вяжущего, являющегося основным компонентом в составе смеси (до 95%). Себестоимость химических добавок в составах гипсовых смесей может достигать до 70–80% себестоимости материала.

В последние годы в КазГАСА ведутся работы, направленные на снижение полимеро- и вяжущемкости сухих гипсовых смесей. В основу концепции научных исследований положено известное различие в характере гидратации гипсового теста в тонком слое (0,3–0,5 мм) в условиях интенсивного испарения влаги, имеющее место в реальных условиях при нанесении на обрабатываемую поверхность шпаклевочного состава, и гипсового теста нормальной густоты. В тесте нормальной густоты схватывание происходит в течение первых 1–2 часов, гидратация вяжущего в смеси такого же состава при нанесении его в тонком слое прекращается уже через 15–20 минут из-за интенсивного испарения влаги. Более благоприятные условия для гидратации вяжущего могут быть созданы при введении в шпаклевочный состав большего количества воды. Этот принцип в известных составах не рационален из-за расслоения теста и стекания его с обрабатываемой поверхности.

Регулирование степени гидратации гипсового вяжущего в тонком слое достигнуто путем замены 50–60% вяжущего мраморной мукой определенного фракционного состава, что позволило не только увеличить степень гидратации, но и более чем в два раза снизить расход редиспергируемого порошка в составе смеси. При этом адгезия гипсового шпаклевочного покрытия к обрабатываемой поверхности не только не уменьшилась, но наоборот, увеличилась по сравнению с исходной на 15–25% и составила 0,6–1,1 МПа.

Согласно экспериментальным данным, гипсокарбонатная шпаклевочная смесь образует структуру с межзерновой пористостью в объеме 38,3–55,7%, в то время как традиционная гипсовая шпаклевочная смесь образует структуру с межзерновой пористостью объемом 14,3%. Соответственно в первом случае количество воды по отношению к вяжущему составило 55–72%, а во втором — 31%. Таким образом, в смеси из гипсового вяжущего и мраморной муки создаются более благоприятные условия для гидратации в условиях тонкого слоя и испарения

влаги. Разработка внедрена на предприятии ЧП «Деменков», выпускающем сухие строительные смеси под торговой маркой «Полимин» и успешно их реализующем на строительном рынке Республики Казахстан.

Учитывая отдаленность перспектив организации производства полимерных функциональных добавок в Казахстане, проводимые исследования в области резервных возможностей, повышения качества сухих гипсовых смесей за счет регулирования характеристик минеральной части являются перспективными и будут продолжены.

В настоящее время авторами завершены исследования и проводятся опытные испытания по снижению плотности гипсокартонных листов путем поризации гипсового сердечника введением пены на стадии приготовления формовочной массы. Апробирование проводится непосредственно на технологической линии по выпуску ГКЛ ТОО «Рудстройсервис ЛТД» в Алматы. Предлагается получение пеногипса со средней плотностью 800–850 кг/м³ и прочностью при изгибе, соответствующей требованиям ГОСТ 6266–97 «Листы гипсокартонные. Технические условия».

Гипсовые перегородки, выпускаемые на заводе ТОО «Платра», изготавливаются без применения поризации. Вместе с тем руководство фирмы проявляет интерес к вопросу снижения плотности перегородок, поскольку с увеличением этажности строительства проблема снижения массы здания становится все актуальнее. Ранее в Алматы массовое строительство было ограничено в основном 5- и 9-этажными зданиями в целях обеспечения сейсмостойкости сооружениям. Современное строительство ориентируется на постройку 16- и более этажных зданий, соответственно принимаемая мера по усилению их сейсмостойкости, что в числе прочих мероприятий предусматривает и снижение массы конструкции. Работы в этом направлении ведутся.

В целом, учитывая запасы гипсового сырья, имеющуюся научную базу и производственные мощности, Казахстан в настоящее время имеет хорошие перспективы для реализации потенциала по развитию гипсовой промышленности.

Список литературы

1. Бессонов И.В., Ялунина О.В. Экологические аспекты применения гипсовых строительных материалов // Строит. материалы. 2004. №4. С. 11–13.
2. Байболов С.М., Садуакасов М.С., Сафинов М.Б., Румянцев Б.М. Новые полимергипсовые композиции для декоративно-акустических плит // Строит. материалы. 1986. №10. С. 27–28.
3. Садуакасов М.С., Акматаев К.А. Активация гипсовых вяжущих добавкой суперпластификатора // Известия вузов. Строительство и архитектура. 1999. № 10. С. 68–70.
4. Садуакасов М.С., Румянцев Б.М., Колесникова И.В. Технологические особенности применения модифицированных гипсовых вяжущих при получении поризованных материалов и изделий // Строит. материалы. 1992. №12. С. 22–24.
5. Садуакасов М.С. Пластифицированные гипсовые вяжущие. Алматы: КауГАСА. 1994. 121 с.
6. Колесникова И.В. Регулирование кинетики схватывания гипсовых штукатурных смесей // Композиционные строительные материалы. Теория и практика. Сб. научн. тр. междунар. научно-техн. конф. Пенза. 2002. С.176–177.
7. Колесникова И.В. Применение гипсового наполнителя в шпаклевочных композициях // Теоретические и экспериментальные исследования строительных конструкций: Межвуз. сб. науч. трудов. Алматы. 2003. С. 218–220.



115432, г.Москва, ул.Трофимова, д.2а
Тел. (495) 975-75-05 Факс (495) 975-76-00
E-mail: sss@eurohim.ru www.chem.eurohim.ru

ЕвроХим-1

SAMSUNG

construction
polymers

Montefibre

CFF

lamberti
chemical specialties spa

FAR

Добавки для СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

- Эфиры целлюлозы **Mecellose®**
- Редиспергируемые порошки **Neolith®** **New!**
- Супер- и гиперпластификаторы **Melment®** и **Melflux®**
- Поликарбоксилатный загуститель для полов **Starvis® 3003 F** **New!**
- Расширяющая добавка **Denka®**
- Армирующие волокна **Ricem®** и **Technocel®**
- Замедлители схватывания **Plastretard PE®** и винная кислота
- Ускорители схватывания Формиат Ca, Карбонат Li, **Alumina®**
- Гидрофобизаторы Стеараты Ca, Zn, Олеат Na
- А также **Castament®, Esapon®, Esamid®, Defomex®, Agitan®, Metolat®**



**27-29
сентября
2006 г.
Тула**

Оргкомитет:
140050, Московская обл.,
п. Красково,
ул. К. Маркса, 117,
ВНИИСТРОМ

Телефоны:
(495) 557-30-11, 482-39-29

E-mail: gips@rescom.ru
www.gips3seminar.ru

Российское научно-техническое общество строителей
Российская гипсовая ассоциация
Администрация Тульской области
Московский государственный строительный университет
ВНИИСТРОМ им. П.П. Будникова
Научно-исследовательский институт строительной физики
ГУП «НИИМосстрой»
ОАО «КНАУФ гипс Новомосковск»

Третий Всероссийский семинар с международным участием «Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий»

Тематика семинара:

- реализация Федеральной целевой программы «Жилище» и национального проекта «Доступное и комфортное жилье - гражданам России»
- технический прогресс в области гипса
- применение гипса в строительстве
- оборудование для производства гипсовых материалов
- привлекательность и механизмы инноваций в гипсовой отрасли
- организация и управление современным предприятием
- реализация реформы технического регулирования

Тематическая производственная экскурсия на ОАО «КНАУФ гипс Новомосковск»



Редакция и редакционный совет поздравляют члена-корреспондента РААСН, доктора технических наук **Владимира Александровича Воробьева** – ведущего ученого в области компьютерного материаловедения композитных материалов, творчески, на современном научно-техническом уровне развившего исследование и разработки в области автоматизации и управления технологическими процессами и производствами в строительстве, – с 70-летием.

В.А. Воробьев родился 23 июля 1936 г. в поселке Шира Красноярского края. После окончания физико-технического факультета Томского политехнического института в 1960 г. он начал работать инженером в Институте ядерной физики, где заинтересовался методикой применения и автоматизацией физических методов контроля композитных материалов. Выбранное направление исследований наложило отпечаток на всю дальнейшую деятельность ученого. Целеустремленность и талант позволили Владимиру Александровичу в короткий срок защитить кандидатскую диссертацию и в продолжение выбранной темы докторскую диссертацию в 1970 г.

В 1972 г. молодому ученому предложили заведование кафедрой автоматизации производства и испытания сооружений Куйбышевского (ныне Самарского) архитектурно-строительного института, где он начал формировать свою научную школу, ныне широко известную в строительной отрасли. Дальнейшее развитие научные предпочтения В.А. Воробьева получили в Московском автомобильно-дорожном институте (Государственном техническом университете), когда он возглавил кафедру «Автоматизация производственных процессов» в 1975 г.

Основными научными направлениями работ, проводимых на кафедре, стали автоматизация строительства, компьютерное моделирование, проектирование и исследование технических средств автоматизации, включая их информационное обеспечение, а также компьютерное материаловедение композитных материалов в строительстве.

Параллельно с выполнением научно-исследовательских работ профессор В.А. Воробьев принимал активное участие в формировании коллектива молодых ученых. Под его руководством защищено 120 кандидатских и более 20 докторских диссертаций.

По результатам исследований и разработок В.А. Воробьевым опубликовано более 30 монографий и 400 статей, получено 136 авторских свидетельств на изобретение и патентов; он награжден 3 золотыми, 2 серебряными и 3 бронзовыми медалями ВДНХ, малой медалью РААСН; ему присвоены звания «Почетный работник высшей школы», «Заслуженный деятель науки и техники РФ», «Заслуженный изобретатель РФ», «Заслуженный инженер России»; В.А. Воробьев имеет правительственные и ведомственные награды.

Редакция и редакционный совет журнала «Строительные материалы»® желают Владимиру Александровичу крепкого здоровья, неиссякаемой энергии и дальнейших творческих успехов.

В.А. ВОРОБЬЕВ, д-р техн. наук, чл.-корр. РААСН, А.В. ИЛЮХИН, д-р техн. наук, Московский автомобильно-дорожный институт (Государственный технический университет)

Основные задачи компьютерного материаловедения строительных композитов

В вышедшей недавно статье [1] была сделана попытка осмыслить место компьютерного материаловедения в строительном материаловедении. Эта публикация вызвала некоторую заинтересованность специалистов, работающих в области, связанной с применением компьютерных технологий в строительном материаловедении. Поэтому было решено написать серию статей, в которой предполагается изложить основные подходы и методы решения задач компьютерного материаловедения.

В данной публикации сделана попытка классифицировать и систематизировать основные задачи, которые могут быть решены методами компьютерного материаловедения в рамках строительного материаловедения.

Классификационно-организационная диаграмма, определяющая, по мнению авторов, задачи, которые могут быть решены в рамках проблемы компьютерного материаловедения строительных композитов с учетом современного развития аппаратного и программного обеспечения персональных компьютеров, приведена на рис. 1.

Исходя из диаграммы компьютерное материаловедение можно разделить на две основные задачи: моде-

лирование и исследование свойств композитов и расчет и проектирование композитов с оптимизацией по их свойствам.

Первая задача несет в себе чисто исследовательские функции, позволяющие определять закономерности формирования композитов и понять основные факторы, влияющие на свойства материалов. Вторая задача направлена на создание различных программ (приложений), направленных на получение практических результатов, которыми смогут воспользоваться разработчики составов строительных композитов. К таким программам относятся и так называемые автоматизированные рабочие места

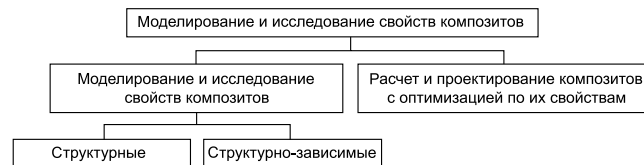


Рис. 1. Классификационно-организационная диаграмма задач компьютерного материаловедения строительных композитов

(АРМ), которые в режиме диалога с разработчиком позволяют определять составы композитов с заданными свойствами. Подобный подход наблюдается на современном этапе развития прикладных программ для компьютеров, выражающийся в применении «мастеров», позволяющих без длительного и рутинного процесса разработки программы достигать желаемого результата.

Не вызывает сомнения тот факт, что с точки зрения теории компьютерного материаловедения наибольший интерес представляет первая задача, поскольку вторая органически вытекает из первой. В этой связи нелишне вспомнить, что краеугольным камнем компьютерного материаловедения, по мнению авторов, является модель структуры композита, поэтому задачу моделирования и исследования свойств композитов можно подразделить на два направления: структурное и структурно-зависимое.

Моделирование и исследование структурных свойств композитов. Структурное направление позволяет решать задачи, нацеленные на понимание процессов формирования внутренней структуры композитов, и изучать взаимодействия отдельных ее элементов. К этому направлению можно отнести перечисленные ниже задачи.

Моделирование структуры композитов. Это наиболее простая задача, позволяющая получить цифровые модели композитов, хранящиеся в памяти компьютера, и учитывающие особенности конкретных композитов, такие как форма частиц заполнителя, жесткость связующего, водоцементное отношение и т. п. Такие модели наиболее целесообразно строить на основе вероятностно-геометрической концепции [2], когда процесс формирования структуры композита имитируется процессом случайной упаковки элементов с распределенными геометрическими характеристиками.

Моделирование структуры композитов с краевыми эффектами. Эта задача во многом сходна с первой, но более приближена к реальности. Такое моделирование позволяет учитывать конечные геометрические размеры изделий из композитов и изучать процессы формирования структуры в пристеночной зоне, где методы моделирования, используемые в первой задаче, абсолютно несправедливы, поскольку на характер распределения заполнителя по объему композита влияют не только взаиморасположение отдельных частиц, но и стенки формы изделия. Решение первой и второй задач представлено в [3], где формирование структуры материала ведется путем упаковки в гипотетической контейнер кубической формы.

Моделирование малонаполненных композитов и моделирование сильнонаполненных композитов. Две эти задачи, по существу, направлены на моделирование процессов формирования структуры композитов и поэтому корреспондируются с первыми двумя задачами. Отличие состоит в задачах моделирования. Если в первых двух задачах результаты моделирования получаются такими, какими они получаются, то в последних двух задачах результаты моделирования соответствуют заложенным в них критериям по наполненности, т. е. по объемной концентрации заполнителя. Разделение задач на отдельные обусловлено тем, что, во-первых, технологии изготовления таких материалов несколько отличаются, а во-вторых, принципы моделирования таких объектов, как показано в [2], существенно различны.

Изучение процессов кластерообразования. Это относительно новое направление в материаловедении, появление которого в первую очередь связано с развитием теории просачивания, основа которой заключается в рассмотрении процесса формирования структуры некоей среды в виде зарождения, развития и взаимодействия кластеров и связанных с ними явлениями фазовых переходов. Изучение этих вопросов позволяет понять процессы, происходящие в композитах при изменении кон-

центрации заполнителя, в частности аномальное поведение свойств материалов при так называемых критических концентрациях заполнителя [4]. Интересные теоретические и экспериментальные данные, приведенные в [5], подтверждают важность исследования процессов кластерообразования.

Изучение взаимной координации и кинетики образования скелета композитов. Эта задача тесно связана с предыдущей, но исследует процессы возникновения внутренних напряжений в композитах и кинетику процессов их разрушения. Следовательно, именно такие исследования позволяют решить задачи прогнозирования прочности композитов и влияние различных факторов на процессы разрушения. К сожалению, это наиболее слабо развитое направление компьютерного материаловедения. Такое состояние объясняется трудностью математического описания внутренних напряжений в материалах со стохастическим характером структуры. Тем не менее в этом направлении имеются некоторые подвижки. Солидное теоретическое обоснование (хотя и несколько феноменологическое), приведенное в [6], позволяет надеяться, что решение этой проблемы будет найдено.

Моделирование и исследование структурно-зависимых свойств строительных композитов. Термин «структурно-зависимые свойства» определяет круг проблем, напрямую зависящих от структуры композитов, которые могут быть решены методами компьютерного материаловедения строительных композитов. В этом разделе исследуется влияние различных факторов на отпускные, потребительские, характеристики материалов. Именно эти исследования направлены на создание методов проектирования композитов с заранее заданными свойствами. Тут также можно выделить несколько задач.

Моделирование прочностных характеристик композитов. В этой области достижения компьютерного материаловедения наиболее значительны. Результатом теоретических исследований и их практической реализации стало приращение, о котором говорилось в [1], позволяющее исследовать изменение прочности композитов в зависимости от гранулометрического состава заполнителя и его объемной концентрации.

Моделирование электрофизических свойств композитов. Здесь речь идет о специфических строительных композитах, например таких, как электропроводные бетоны [7]. Задача моделирования состоит в изучении изменения таких характеристик композитов, как электропроводность, диэлектрическая и магнитная проницаемость, от свойств, концентрации и гранулометрического состава специальных заполнителей. Эти исследования могут открыть путь к созданию строительных композитов с комплексными свойствами, например совмещающими в себе конструкционные свойства и функции обогрева помещения (как в случае электропроводных бетонов), или функции защиты от электромагнитных излучений, либо защиты от несанкционированного доступа к информации, находящейся в компьютере (как в случае радиопоглощающего бетона [8]).

Моделирование теплопроводности композитов. Задача состоит в исследованиях, целью которых является получение материала с заданной теплопроводностью, например в обогревательных устройствах, либо с минимумом теплопроводности для получения теплоизоляционных материалов. Практических результатов в этой области еще не получено, но принципиальных трудностей здесь не предвидится, поскольку В.И. Оделевским показано, что такие свойства, как электропроводность, диэлектрическая и магнитная проницаемость и теплопроводность описываются однотипными математическими выражениями. Следовательно, при решении данной задачи можно в полной мере применить уже разработанные методы моделирования [8].

Моделирование образования, развития и гашения трещин и пор в композитах. Решение этих задач позволит прогнозировать долговечность композитов и изучать процессы их разрушения. Именно эти вопросы являются сейчас основными в области практического материаловедения композитов. Доказательством тому является тот факт, что Фраунгоферское общество неразрушающего контроля (Германия) получило значительное государственное финансирование на решение именно этой проблемы. В связи с этим отметим, что даже в условиях полного отсутствия государственного финансирования отечественные школы строительного материаловедения в этой области намного опережают иностранные. В настоящее время закончена разработка прикладной программы, которая позволит моделировать и исследовать процессы образования пор и трещин в строительных композитах.

Моделирование газопрооницаемости композитов. Данная задача полностью взаимосвязана с предыдущей, но имеет более узкую, конкретную направленность на исследование процессов адсорбции и проникновения жидкостей и газов в композиты с открытой пористостью, что практически всегда имеет место в случае строительных композитов. Фактически решение этой задачи основывается на прямом использовании выводов теории просачивания, поскольку само название этой теории ведет свое начало от математического описания распространения жидкости в теле материала с высокой пористостью. Теоретический и практический заделы в этой области позволяют надеяться, что эта задача в случае необходимости будет быстро решена.

Моделирование фильтрующих свойств пористых композитов. Из самой постановки этой задачи следует, что она полностью переключается с предыдущей. Разница заключается в разработке моделирующих алгоритмов, позволяющих исследовать зависимость фильтрующих свойств специальных композитов. Следовательно, задача заключается в выявлении факторов, изменяя которые можно получать композиты с заданными характеристиками пористости. По нашему мнению, это одно из самых перспективных направлений компьютерного материаловедения, поскольку получение дешевых фильтру-

ющих материалов в условиях все более обостряющейся экологической обстановки является сверхактуальным.

Таковы вкратце задачи моделирования и исследования свойств строительных композитов в рамках компьютерного материаловедения, которые могут быть решены с большими или меньшими трудностями на настоящий момент.

В заключение отметим, что, безусловно, приведенная классификация субъективна и не претендует на полноту, но может служить основой для дальнейшего совершенствования и развития.

Список литературы

1. *Баженов Ю.М., Воробьев В.А., Илюхин А.В.* Основные подходы к компьютерному материаловедению строительных композитных материалов // Строит. материалы. 2006. №3. Приложение «Строит. материалы: Наука» №7. С. 2–4.
2. *В.А. Воробьев, В.К. Кивран, В.П. Корякин.* Применение физико-математических методов в исследовании свойств бетона. М.: Высшая школа. 1977.
3. *В.А. Воробьев, В.Б. Голованов, А.В. Илюхин, В.В. Смирнов.* Математическое моделирование структуры электропроводного бетона для контроля его электрофизических свойств // Изв. вузов. Строительство и архитектура. 1985. № 11. С. 89–92.
4. *В.А. Воробьев, В.А. Илюхин* Прочность бетона и теория просачивания. // Изв. вузов. Строительство. 1995. №7. С. 60–63.
5. *В.И. Соломатов, А.Н. Борбышев, К.Г. Химмер.* Полимерные композиционные материалы в строительстве. М: Стройиздат. 1988.
6. *А.Н. Борбышев, В.Н. Козоматов, Л.О. Бабин, В.И. Соломатов.* Синергетика композитных материалов. Липецк: ОРИУС. 1994.
7. *Г.А. Пугачев.* Электропроводные бетоны. Новосибирск: Наука. 1993.
8. *В.А. Воробьев, А.В. Илюхин.* Математическое моделирование электрофизических свойств электропроводных бетонов // Изв. вузов. Строительство. 1995. № 5, 6. С. 47–53.

Научно - техническая конференция

«Строительная физика в XXI веке»

посвящена 50-летию Научно-исследовательского института строительной физики
Российской академии архитектуры и строительных наук

25 - 28 сентября 2006 г.

Москва

Т Е М А Т И К А

- ◆ строительная теплофизика
- ◆ акустика
- ◆ светотехника
- ◆ экология в строительстве
- ◆ долговечность и прочность строительных материалов и конструкций



Научно-исследовательский институт строительной физики (НИИСФ)
Российская академия архитектуры и строительных наук (РААСН)
127238, г. Москва, Локомотивный пр-д, д. 21
Телефон: (495) 488-70-05 Факс: (495) 482-40-60
E-mail: conference_niisf@mail.ru

Л.А. УРХАНОВА, канд. техн. наук, М.Е. ЗАЯХАНОВ, д-р техн. наук, Восточно-Сибирский государственный технологический университет (г. Улан-Удэ, Республика Бурятия)

Вязущие и бетоны на основе вулканических шлаков

Строительство в районах с суровыми климатическими условиями, к которым относятся Восточная Сибирь и Дальний Восток, требует развития производства эффективных материалов на основе местного минерального сырья и отходов промышленности. В этом плане перспективными являются технологии, построенные на использовании эффузивных пород, в частности вулканических шлаков. Уникальность вулканических шлаков заключается в том, что в отличие от других типов эффузивных пород они благодаря своему активному химическому и фазовому составу, а также физической структуре применимы для использования в двух видах – в виде компонента вязущих и пористого заполнителя. Проведение разработок в этом направлении и их реализация позволяют создавать эффективные теплоизоляционные, конструктивно-теплоизоляционные материалы и изделия, обладающие пониженной стоимостью из-за отсутствия дорогостоящего порландцемента, и хорошими механическими и теплофизическими свойствами. Известно, что вулканические шлаки активно вступают во взаимодействие в условиях тепловой обработки с щелочными и щелочно-земельными компонентами, образуя при этом цеолитоподобные и устойчивые гидроалюмосиликатные соединения. В этом направлении наиболее активна система вулканический шлак – жидкое стекло. Однако анализ практического использования свидетельствует о технологических неудобствах использования жидкого стекла вследствие схватывания бетонной смеси на рабочих частях транспортного, смесительного и формовочного оборудования. Для устранения этого недостатка перспективен переход на твердые силикаты натрия (силикат-глыбы) как носителя щелочного активатора и отвердевающего вязущего – кремнегеля. Кроме того, применение промышленной силикат-глыбы позволяет снизить себестоимость продукции по сравнению с дорогостоящими жидкомодульными стеклами.

В развитии известных разработок в области получения бесклинкерных вязущих на основе вулканических шлаков была сформулирована гипотеза о возможности создания эффективных шлакосиликатных вязущих (ШСВ), полученных путем электромагнитной активации вязущих, состоящих из вулканических шлаков и силикат-глыбы, в жидкой среде. Твердение вязущих осуществлялось в условиях сушки при $t = 80, 150$ и 200°C , время термообработки $1,5 + \tau + 1,5$ ч, где τ – временная продолжительность изотермической выдержки, равная 1; 1,5; 2 и 3 ч.

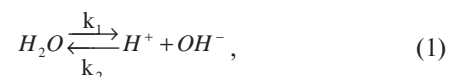
Известно, что традиционно процесс растворения твердых силикатов натрия осуществляется в автоклавных условиях. Комплексное воздействие на силикат-глыбу тепловой энергией и электромагнитным полем позволяет ускорить растворение последней и получить показатели растворимости, не уступающие тем же показателям при автоклавной обработке. Кроме того, предполагаемая интенсификация растворимости силикат-глыбы в результате электромагнитной активации в присутствии воды ускоряет процессы химического взаимодействия силикат-глыбы и вулканического шлака, а значит, и твердение ШСВ.

В качестве исходных материалов для получения ШСВ и бетонов на их основе были использованы следующие сырьевые материалы: вулканические шлаки месторождения ХурайЦакир (Республика Бурятия), силикат-глыба (Салаватский стекольный завод, Республика Башкортостан). Химический состав вулканического шлака следующий, мас. %: $\text{SiO}_2 - 63,2$; $\text{Al}_2\text{O}_3 - 14,74$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 11,72$; $\text{FeO} - 1,36$; $\text{MnO} - 0,14$; $\text{P}_2\text{O}_5 - 0,18$; $\text{TiO}_2 - 0,78$.

С увеличением степени дисперсности силикат-глыбы, активированной электромагнитным полем, постепенно увеличивается растворимость силикат-глыбы (рис. 1). При диспергировании силикат-глыбы происходит не только ее интенсивное измельчение, но и изменение физико-химического состояния и структуры, то есть повышение реакционной способности. Эффект электромагнитной активации не пропорционален приросту удельной поверхности и связан с необратимыми деформациями, происходящими при разрушении материала.

При сравнении способа активации силикат-глыбы (рис. 1) очевидна эффективность электромагнитной активации: 95–98% растворимость твердых силикатов натрия наблюдается при измельчении в присутствии воды при $S_{\text{уд}} = 350\text{--}400 \text{ м}^2/\text{кг}$, при температуре тепловой обработки 150°C . Повышение растворимости силикат-глыбы, а следовательно, физико-химической активности ШСВ за счет электромагнитной активации происходит в результате повышения физико-химической активности среды, приводящей к увеличению активной поверхности твердых компонентов вязущих.

Для рассмотрения вопросов, связанных с процессами диссипации, в качестве исходной предпосылки воспользуемся равновесием диссоциации некоторого электролита (воды) в произвольном растворителе:



где k_1 и k_2 – константы скоростей; H^+ и OH^- – сольватированные катион и анион.

Система уравнений, описывающая процесс равновесия (1), выглядит следующим образом:

$$\begin{cases} v_1 = -\frac{d}{dt}(C_0 - C) = k_1(C_0 - C); \\ v_2 = \frac{dC}{dt} = k_2 C^2. \end{cases} \quad (2)$$

Здесь C_0 – начальная концентрация электролита, C – концентрация диссоциированных молекул электролита.

Поскольку для сильных электролитов $C \gg \delta$, при $C = C_0 - \delta$, где δ – степень диссоциации, имеет место:

$$\frac{d^2 C}{dt^2} = -k_1 k_2 C_0 C. \quad (3)$$

А это есть уравнение гармонических колебаний с решением:

$$\omega = (k_1 k_2 C_0)^{1/2}. \quad (4)$$

Сопоставление данного результата требует определения в (4) значения констант скоростей k_1 и k_2 :

Свойства	Бетоны (маркировка)			
	ШСБ, электромагнитная активация	ШСБ, ГМА	БЦБ*	ЦШБ**
Предел прочности при сжатии/изгибе, МПа	16/5,3	15/4,5	10/3,2	7,5/2,5
Средняя плотность, кг/м ³	1200	1200	1200	1200
Модуль упругости, 10 ⁴ МПа	1,31	1,29	1,12	1,12
Коэффициент Пуассона	0,152	0,148	–	–
Предельная сжимаемость, мм/м	1,8	2	–	–
Усадка, мм/м	0,42	0,45	0,6	0,52
Массовое водопоглощение, %	16,1	15,8	17,2	17,3
Водостойкость (после 2 сут), K _{разм}	0,87	0,85	0,76	0,77
Морозостойкость, циклы	50	50	25	25
Теплопроводность, Вт/(м.°С)	0,55	0,55	0,6	0,6

*БЦБ – бесцементный бетон; **ЦШБ – цементный шлакобетон.

$k_1 = 2,6 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$; $k_2 = 1,3 \cdot 10^{11} \text{ л/моль}\cdot\text{с}$; $C = 55,54 \text{ моль/л}$ [1].
 Отсюда $\omega = (2,6 \cdot 10^{-5} \cdot 1,3 \cdot 10^{11} \cdot 55,54) = 13,7 \text{ кГц}$.
 Для слабых электролитов, каковым является и вода, $C_0 \gg C$ (при $C_0 = 55,54 \text{ моль/л}$, $C = [H^+] = [OH^-] = 10^{-7} \text{ моль/л}$).

Так как имеет место колебательный характер, то справедливо операторное тождество:

$$d/dt = i\omega. \text{ Отсюда следует: } d^2/dt^2 = -\omega^2. \quad (5)$$

Это дает основание следующему представлению:

$$\omega^2 = 2k_1 k_2 C_0. \quad (6)$$

Подставляя сюда значения k_1 и k_2 , а также $C_0 = 55,54 \text{ моль/л}$, получаем:

$$\omega = (2k_1 k_2 C_0)^{1/2} = (2 \cdot 2,6 \cdot 10^{-5} \cdot 1,3 \cdot 10^{11} \cdot 55,54)^{1/2} = 19,38 \text{ кГц}.$$

Регулирование процесса гидратации вяжущих воздействием электромагнитной активации происходит за счет образования активных форм воды (радикалов). Воздействие этих радикалов при смешивании вяжущего с водой способствует увеличению удельной поверхности вяжущих. Таким образом, из вышеприведенных расчетов следует, что диспергация частиц зерен вяжущих веществ происходит за счет взаимодействия активных форм молекул воды (радикалов $H_2O_2^-$, HO_2^+ , OH^-), образующихся при резонансном поглощении водой электромагнитных колебаний в области частот 13–20 кГц.

В условиях тепловой обработки повышенная температура и щелочная среда способствуют растворению

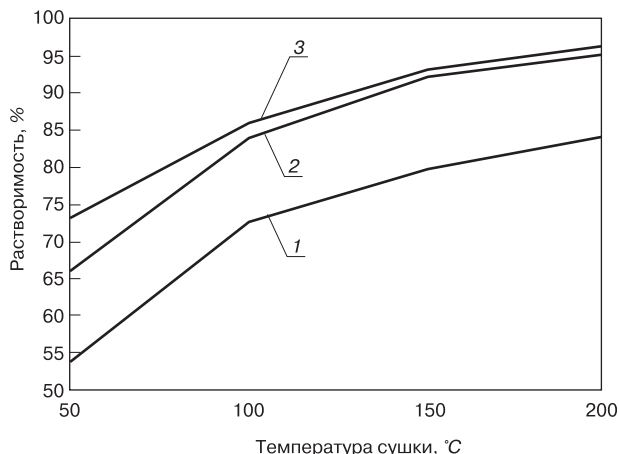


Рис. 1. Исследование растворимости силикат-глыбы, активированной различными способами ($S_{уд} = 400 \text{ м}^2/\text{кг}$): 1 – сухая механоактивация; 2 – гидромеханоактивация; 3 – электромагнитная активация

с поверхности вулканического шлака частиц аморфного кремнезема, находящегося в тонкодисперсном состоянии. В результате чего образуется раствор ортокремниевой кислоты и частично жидкое стекло. Наличие в составе шлака оксида кремния приводит к локальному изменению pH на границе раствор – зерно, вследствие чего жидкое стекло гидролизуеться и на поверхности частиц стекла образуется гель кремниевой кислоты. В момент образования дисперсной фазы происходит реакция поликонденсации с образованием геля кремниевой кислоты, который склеивает в монолит отдельные нерастворившиеся частицы стекла и шлака.

На основе активированных ШСВ оптимального состава были разработаны составы и исследованы строительно-технические свойства легких бетонов. Была разработана методика целенаправленного создания шлакобетонов из ШСВ и заполнителей из вулканического шлака, в том числе некондиционных. При оптимизации составов шлакосиликатных бетонов (ШСБ) варьировался расход вяжущего, воды, вид и фракция заполнителя.

Известно, что для производства легких бетонов к пористым заполнителям к числу основных предъявляются требования по содержанию глинистых и илистых примесей, количество которых не должно превышать 3%. Однако можно предположить, что глинистые примеси, входящие в состав вулканического шлака как заполнителя, будут взаимодействовать с растворимой силикат-глыбой в процессе тепловой обработки с образованием щелочных гидроалюмосиликатов. Образование последних позволит не только увеличить плотность контакта между заполнителем и вяжущим, но и улучшить строительно-технические свойства шлакобетонов. Были проведены исследования возможности получения ШСБ на основе активированного электромагнитным полем ШСВ оптимального состава с использованием некондиционного заполнителя – вулканического шлака, содержание глинистых примесей в которых доходило до 10%. Для сравнения использовался традиционный заполнитель – вулканический шлак с содержанием глинистых примесей 2%. Фракция использованного шлака была 2–5 мм. Расход вяжущего, активированного в присутствии воды до степени дисперсности 350–400 м²/кг, составляет 250–400 кг/м³. Для сравнения, ШСБ получали на основе ШСВ, активированного в условиях гидромеханоактивации (ГМА).

Использование некондиционного заполнителя увеличивает прочность бетона в среднем на 10–20% в зависимости от расхода вяжущего (рис. 2, 3). Результаты исследований подтверждают гипотезу о том, что гидроалюмосиликаты глинистых примесей в сочетании

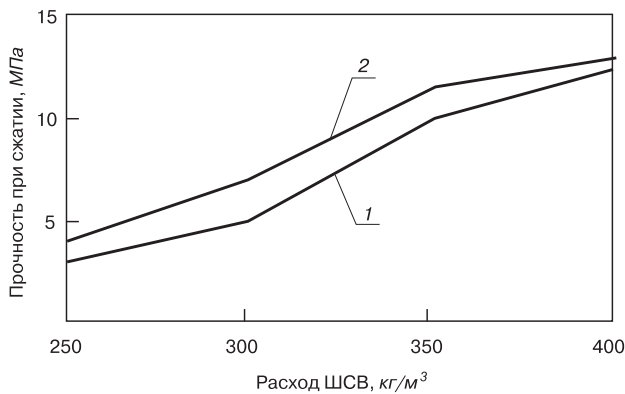


Рис. 2. Влияние расхода вяжущего на прочность шлакобетона (сушка при температуре 80°C, t = 1,5+2+1,5 ч): 1 – традиционный заполнитель; 2 – некондиционный заполнитель

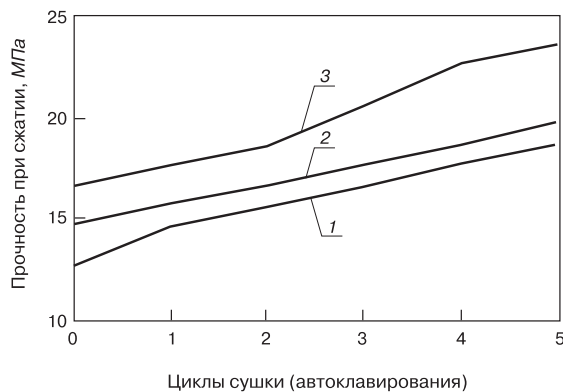


Рис. 3. Рост прочности при сжатии бетонов (t=150°C): 1 – ШСБ (ГМА) с использованием стандартного заполнителя; 2 – ШСБ (ГМА) с использованием некондиционного заполнителя; 3 – ШСБ с использованием некондиционного заполнителя и электромагнитной активации

с щелочными компонентами вяжущего образуют дополнительно гидратные новообразования в виде гидроалюмосиликатов натрия типа натролита. Данные рентгеновского анализа подтверждают наличие в продуктах твердения рассматриваемой системы фазы, близкой к натролиту (d/n = 5,8; 4,82; 4,43; 2,35). Сцепление вяжущего с пористым заполнителем, обусловленное механическим заземлением силикатного камня в порах зерна, возрастает вследствие химического взаимодействия контактирующих фаз. В составе вулканического шлака кроме кремнезема и глинозема содержится значительное количество глинистых примесей, способных химически реагировать с щелочными составляющими ШСВ, что приводит к образованию на поверхности контакта гидроалюмосиликатов натрия, упрочняющих контактный слой пористое зерно – силикатный камень. Это возможно, если обеспечена плотная структура бетона, т. е. пластичное тесто заполняет все пустоты между зёрнами, и межзерновая пористость бетона минимальна.

В результате исследований определены все основные свойства разработанных шлакосиликатных бетонов (см. таблицу).


Анализ основных физико-технических свойств разработанных шлакосиликатных бетонов показывает их преимущества перед известными бетонами по конструктивным свойствам и долговечности, что позволяет их рекомендовать для изготовления штучных стеновых материалов и изделий.

Литература

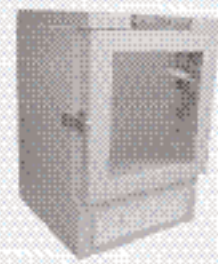
1. Мищенко К.П. Краткий справочник физико-химических величин. Л.: Химия. 1967. 161 с.

Компания "ВНИР"


Компания "ВНИР" осуществляет оборудование для промышленности лабораторий различного профиля:




Строительные лаборатории
Дорожно-строительные лаборатории
Мостостроительные лаборатории
Лаборатории неразрушающего контроля
Материаловедческие и металлургические 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 испытаний 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
Гидравлическое оборудование
Приборы для испытаний грунтов
Приборы для испытаний битумов



Приборы для испытаний битумов
Приборы для испытаний запорных клапанов
Приборы для испытаний асфальтобетона
Приборы для контроля параметров автомобильных и железных дорог
Оборудование для выбуривания карбов



Компьютерная периферия лабораторий



Общий отдел: тел./факс +7 (495) 726-6601, 487-8888, 486-6456, 487-8274
 Отдел продаж и маркетингового сопровождения: тел./факс +7 (495) 487-8719
 Адрес: 119161 г. Москва, ул. Остоженка, д.14
 e-mail: vniir@vniir.ru
 Режим работы: с 9:30 до 18:00, выходные - сб. вып.
 Условия работы: 100% предоплата, отгрузка со склада в Москве.

Механоактивированные цветные цементы

Работы по получению цветных портландцементов ведутся в России с конца XIX века. Анализ литературных данных показал, что исследования по цветным портландцементам в советское время проходили промышленное опробование на Щуровском цементном заводе, но ни одна технология на заводе не завершилась промышленным внедрением.

В настоящее время получение цветных цементов осуществляется путем совместного помола белого или общестроительного портландцемента с цветными пигментами. Способы производства цветных цементов из цветного клинкера, полученного путем обжига сырьевых шихт, содержащих оксиды некоторых металлов или их соединений, которые вызывают окрашивание клинкера в процессе обжига, окрашивание цветного клинкера в процессе его охлаждения водными растворами солей, а также совместный помол окрашенных клинкеров с пигментами не получили промышленного применения.

На промышленных мощностях бывшего Подольского опытного завода НИИцемента производили портландцементы цветные (ПЦЦ) шести цветов: желтый, зеленый, красный, синий, коричневый, черный. ПЦЦ производили из покупного белого клинкера ОАО «Щуровский цемент». Из клинкера с активностью 450 кгс/см² получали в основном цементы марки 300. Они не обладали чистыми тонами, были не стойкими к ультрафиолетовому излучению, были подвержены выцветанию.

Старооскольский цементный завод производил портландцементы желтой, красной и коричневой гаммы из рядовых отбеленных клинкеров.

В настоящее время стоимость цветных портландцементов колеблется от 10,5 до 12,5 тыс. рублей за тонну. Производство полукустарное, однако имеет свой рынок потребления.

Изучение рынка потребления цветных портландцементов показало заинтересованность архитекторов и строителей в применении цветных портландцементов. Однако отсутствие высококачественных декоративных портландцементов на отечественном рынке вынуждает их при выполнении строительных заказов использовать импортные цементы.

Цветные портландцементы применяются в основном при новом строительстве. Введение пигментов в состав белого цемента при помоле уменьшает на 15–20% механическую прочность цементного камня. Испытания специальных свойств цветного цементного камня показали, что его светостойкость выше по сравнению с аналогичным камнем, изготовленным из механической смеси цемента и пигмента идентичного состава.

Известно, что нормативно-техническая документация отражает действительный уровень развития техники и технологии. В настоящее время национальные стандарты на цветные цементы есть в трех странах — России, Болгарии и Венгрии. Во многих странах производят цветные цементы по отраслевым или фирменным нормативам, стандартизируя требования к пигментам для цементов, как например Великобритания (BS 1014).

Анализируя значения базовой номенклатуры показателей качества цветных цементов по стандартам стран, следует отметить следующее:

- цветные цементы имеют те же классификационные признаки, терминологию и методы испытаний, что и общестроительные, и отличаются от последних только наличием декоративных свойств;
- вещественный состав цветных цементов варьируется в широких пределах.

Национальный стандарт России предусматривает в цветном цементе содержание портландцементного клинкера не менее 80%, стандарты Болгарии и Венгрии — не менее 60%. Это позволяет широко применять активные и инертные минеральные добавки и рационально использовать активность портландцементного клинкера за счет тонкого измельчения цемента.

Стандарты зарубежных стран нормируют тонину помола цемента, контролируемую по удельной поверхности методом Блейна. Значение удельной поверхности колеблется в пределах 250–260 м²/кг.

ГОСТ 15825–80 не предъявляет требований к удельной поверхности, нормируя остаток на сите № 008, который не дает полной характеристики гранулометрического состава цветного цемента.

Механоактивированный цветной цемент имеет удельную поверхность 600–900 м²/кг по методу адсорбции аргона и превышает требования ГОСТ 15825–80 по тонине помола.

Применение цветных цементов в качестве отделочного материала диктует необходимость нормирования его прочности в ранние сроки 1, 3 и 7 сут. Российский стандарт не нормирует прочность цветного портландцемента в ранние сроки, стандарты других стран нормируют.

По кинетике набора прочности механоактивированный цветной цемент превышает рядовые показатели. В трехсуточном возрасте при нормальном твердении он имеет прочность при сжатии 57–78%, а при изгибе — 70–84% от марочной прочности, то есть имеет отпускную прочность через 3 сут.

Белизна портландцементного клинкера и добавок для цветного портландцемента нормирована только в ГОСТе РФ, стандарты Болгарии и Венгрии не стандартизируют этот показатель, а требуют соответствия цвета цветных цементов утвержденным эталонам.

Цветовая гамма цветных цементов во всех рассмотренных странах ограничена узким кругом применяемых красящих добавок.

Механоактивированные цветные цементы отличает широкая цветовая гамма ярких и чистых оттенков. Окрашенные гидросиликаты проявляют высокую стойкость к одновременному атмосферному воздействию тепла, влаги и солнечного света.

Цветные цементы применяются в декоративных сухих строительных смесях (ДССС). ДССС отличаются большим разнообразием оттенков, создаваемых при перемешивании белых и цветных смесей материалов чистых цветов.

Российская промышленность выпускает ДССС различных цветов: коричневого, красного, оранжевого,

Таблица 1

Наименование рецептуры ПЦЦ, цвет *, **	Проход через сито № 008, %	В/Ц	Расплав стандартного конуса, мм	Удельная поверхность, м ² /кг ***	Нормальная густота, %	Сроки схватывания, мин		Механическая прочность, МПа, через 28 сут	
						начало	конец	при изгибе	при сжатии
Желудь, коричневый	99	0,24	112	630	17	30	45	6,54	51
Гладиолус, красно-терракотовый	99,6	0,24	108	404	17,5	30	45	6,66	54
Чайная роза, ярко-красный	100	0,25	115	689	17	30	45	6,57	51,4
Георгин, красный	99,2	0,24	109	480	17	30	45	8,8	52,2
Подсолнух, охристо-желтый	99,6	0,25	107	667	18,5	30	45	6,52	50,7
Золотые шары, желтый	98,7	0,24	115	653	17	30	45	8,03	51
Зеленый сад, темно-зеленый	100	0,23	114	679	17	35	55	6,57	51,9
Весенняя листва, ярко-зеленый	100	0,23	115	763	17	30	45	9,21	50,8
Фирюза, бирюзовый	98	0,23	115	478	17	30	45	8,68	54,1
Василек, ярко-голубой	99,6	0,24	115	489	17,5	30	45	6,96	52
Сирень махровая, фиолетовый	99,8	0,25	115	610	17	30	45	6,53	50,8
Черная ночь, черный	99	0,24	110	645	17,5	35	55	6,6	52,5
Хризантема, белый	99,2	0,24	110	480	17,5	35	55	9,58	56,1

* Изготовлены из портландцемента белого Щуровского цементного завода. ** Все образцы выдержали испытание на равномерность изменения объема. *** По ГОСТ 310.2 определение удельной поверхности ПЦЦ методом воздухопроницаемости.

желтого, зеленого, бирюзового, голубого, синего, фиолетового и черного. Однако известно, что ДССС, изготовленные с применением цветных цементов в качестве красящей добавки, значительно выше по качеству стойкости окраски по сравнению с цементными, окрашенными путем смешения с порошкообразными пигментами, при равнозначном содержании пигментов.

Это объясняется тем, что цветной цемент является декоративным вяжущим материалом, окрашенным при помоле на молекулярном уровне за счет адсорбции пигментов на поверхности цементных зерен.

Цементы, смешанные с пигментами, окрашены на физическом уровне. При увлажнении и высыхании, замораживании и оттаивании происходит перемещение воды в декоративном бетоне. Пигменты вымываются на поверхность вместе с водой. Декоративный бетон теряет свою привлекательность.

Портландцементы цветные М-400 ограниченной цветовой гаммы (шесть цветов: желтый, красный, синий, зеленый, коричневый, черный) поставляют на российский рынок ЗАО «Подольск-цемент» и ЗАО «Цемдекор» (г. Подольск Московской обл.) по цене около 10–12 тыс. р/т. В Новосибирске цветные портландцементы производит ЗАО «Сибирская цементная компания».

Рынок потребления цветных цементов расширяется год от года. Объем отечественного производства цветных цементов не покрывает потребности рынка РФ. Цветные портландцементы завозят из Великобритании, Польши и Югославии. В Турции, тоже поставляющей ПЦЦ в Россию, их используют для производства товарного бетона, который спецтранспортом (миксерами) развозят на строительные объекты.

Все ПЦЦ, наполнившие рынок Российской Федерации, подвержены высолообразованию и требуют применения специальных добавок и технологических приемов для получения высококачественных декоративных бетонов.

В магазинах Москвы импортные цветные портландцементы, расфасованные по 1 кг, продаются по цене 6–8 USD.

В настоящее время разработан новый механохимический способ получения портландцементов цветных, патент РФ № 2094403 «Способ получения цветных портландцементов». В соответствии с патентом в опыт-

но-промышленном режиме на производственных мощностях ОАО «Щуровский цемент» были получены портландцементы цветные литые, то есть пластифицированные (ПЦЦЛ), широкой цветовой гаммы чистых тонов. В заводской лаборатории ПЦЦЛ были испытаны на соответствие требованиям ГОСТ 15825–80.

Предложенный способ получения цветного цемента заключается в том, что однородная смесь портландцемента, щелочестойких пигментов и добавок различного назначения подвергается механоактивации с измельчением при ускорении, превышающем 9,8g. Повторная механоактивация с измельчением полученных портландцементов цветных М-400 с суперпластификатором С-3 позволяет получить цветные цементы М-500, которые не подвержены выцветанию, высокообразованию цементного камня, обладают высокой морозо-, атмосферо-, коррозионной стойкостью.

Портландцементы цветные с пластифицирующей добавкой обладают литевыми свойствами – при В/Ц=0,4 расплав стандартного конуса составляет 210 мм, нормальная густота цементного теста – 17–18% для всего цветового ассортимента, что позволяет получать на их основе цементный камень с мелкопористой, как у фарфора, структурой, препятствующей миграции растворов солей и извести на поверхность и образованию высолов. В мелких порах такого камня вода замерзает при –50°С.

В таблице приведены строительно-технические свойства ПЦЦЛ механоактивированных с пластифицирующей добавкой С-3 в количестве 2%. ПЦЦЛ бездобавочный относится к быстрохватывающимся цементам. Сроки схватывания легко регулируются введением при помоле (5–10%) добавки-наполнителя – белого известняка.

Создание промышленного производства эталонированного цветного цемента, а также декоративных сухих строительных смесей на его основе позволит усилить конкурентные позиции отечественных товаропроизводителей цветного цемента.

Серийное производство высококачественного эталонированного цветного цемента сдерживается отсутствием аппаратного оптического контроля производства цветного портландцемента с системой управления цветом.

Отсутствие инвестиций в это направление работ связано с тем, что производство цветных цементов является малотоннажной отраслью цементной индустрии. Развитие производства цветных цементов определяется мелкооптовым рынком потребления. Цветной цемент производится в соответствии с эталонами, согласованными с заказчиками. При оценке цвета цементов в течение длительного времени (год и более) партия от партии отличается по оттенку.

В крупнопанельном домостроении отделка цветным бетоном впервые использовалась в 1948 г. при строительстве каркасно-панельных жилых домов. Применением в составе бетонов цветных цементов и заполнителей можно достичь высокого декоративного эффекта. Такой цветной бетон наносится в виде фактурного слоя на поверхность панелей или других изделий в процессе их формирования и в результате совместной вибрации прочно связывается с основанием.

В Российской Федерации сохранилось традиционное промышленное производство изделий и деталей полносборного домостроения, которое возрождается в настоящее время на новой экономической и технической основе. Индустриализация отделочных работ в сборном домостроении с применением белых и цветных цементов имеет весомые преимущества по техническим характеристикам и позволяет создавать архитектурные элементы отделки изделий на традиционном потоке при помощи различных вкладышей, как например на КЖБИ № 211 в п. Сертолово Ленинградской области.

Отделка таких панелей декоративным раствором или бетоном на качественном эталонированном цветном цементе позволила бы достигнуть не только разно-


образия в цветовом решении фасадов, но и имитировать другие фактуры.

Высокая долговечность декоративного слоя обусловлена наличием идентичных деформаций усадки и набухания декоративного и основного слоев. Такая отделка является наиболее экономичной по сравнению с известными отделочными фактурами.

Проблема периодического восстановления фасадов стоит особенно остро при современной тенденции к увеличению этажности зданий. Обобщая опыт строительства в Англии, Франции, Голландии, Чехии, США, можно отметить, что в основном применяются мелкие облицовочные изделия. При изготовлении крупных элементов используются ручные методы отделки. В условиях индустриального домостроения, характеризующегося значительно большими объемами работ, используются механические методы отделки.

Для поверхностной финишной отделки эффективно применение тонкослойных декоративно-защитных покрытий на основе цветных коллоидных цементных растворов.

Для массового использования декоративных бетонов в отделке нужны высококачественные отечественные цветные цементы, обладающие при невысокой стоимости широкой цветовой палитрой и необходимой цветоустойчивостью. Чтобы данный вид отделки стал конкурентоспособным, необходимо повысить его декоративные возможности за счет расширения эталонированной цветовой гаммы цементов, обладающих устойчивостью окраски. При этом рациональный выбор заполнителей по виду, зерновому составу, способу вскрытия поверхности бетона позволяет формировать фактуры на любой вкус.




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.


ПГМ-100 / ПГМ-500 / ПГМ-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




ПОС-30(50)МГ4 "Отрыв"

Измерители прочности бетона методом отрыва со скалыванием по ГОСТ 22690.
Диапазон.....5... 100 МПа
Максимальное усилие вырыва анкера:
ПОС-30МГ4.....29,4 кН(3000кгс)
ПОС-30МГ4.....49,0 кН(5000кгс)




ИПС-МГ4.03

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




ПСО-МГ4

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:
ПСО-2,5МГ4.....2,45кН (250кгс)
ПСО-5МГ4.....4,9кН (500кгс)
ПСО-10МГ4.....9,80кН (1000кгс)




ПОС-50МГ4 "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-МГ4У

Измеритель влажности древесины, бетона, сыпучих по ГОСТ 16588 и ГОСТ 21718.
Может комплектоваться зондовым преобразователем.
Диапазон измерения влажности1...60%




ПОС-2МГ4П

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




ИПА-МГ4

Измеритель защитного слоя бетона, расположения и диаметра арматуры железобетонных конструкций магнитным методом по ГОСТ 22904.
Диапазон измерения защитного слоя.....3... 100 мм
При диаметре стержней.....3... 40 мм



ИТП-МГ4 «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, пирометры, толщинометры, твердомеры, дефектоскопы, лазерные дальнометры.

454084, г. Челябинск, а/я 8538, ул. Калинина, 11г, тел./факс (351) 790-16-85, 790-16-13,
г. Москва, тел.(495) 964-95-63, 220-38-58 сот. 8912-479-58-81
E-mail: stroypribor@chel.surnet.ru <http://www.stroypribor.ru>

Б.И. ГУРЕВИЧ, канд. техн. наук, А.М. КАЛИНКИН, канд. хим. наук,
Е.В. КАЛИНКИНА, канд. техн. наук, В.В. ТЮКАВКИНА, канд. техн. наук,
Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева
Кольского научного центра Российской академии наук (г. Апатиты, Мурманская обл.)

Влияние условий механической активации на вяжущие свойства диопсида*

Проблема охраны окружающей среды и комплексной переработки руд связана с использованием отходов, в частности хвостов вермикулитовой обогатительной фабрики, расположенной в Мурманской области. Одним из минералов, входящих в состав хвостов, является диопсид ($\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$), содержание которого около 20%.

Проявление вяжущих свойств магнезиальных силикатов долгое время подвергалось сомнению. Однако работами Мчедлова-Петросяна [1] оно было отвергнуто. Исходя из ряда работ [1–3] магнезиальные силикаты проявляют вяжущие свойства при дополнительной активации, например при тонком помоле и гидротермальной обработке. В задачу данного исследования входило придать вяжущие свойства диопсиду путем механической активации (МА) в воздушной среде и атмосфере CO_2 .

Изучение воздействия повышенного содержания углекислого газа в среде измельчения представляет интерес в связи с тем, что силикаты Са и Mg обладают способностью поглощать в значительных количествах CO_2 при продолжительном диспергировании [4]. Это может заметно влиять на их физико-химические свойства, в том числе на гидравлическую активность измельченных минералов и на прочностные свойства затвердевшего материала.

В качестве исходного материала использовали диопсид Ковдорского месторождения (фракция $0,125+0,05$ мм) следующего химического состава, %: SiO_2 – 49,7; CaO – 24,5; MgO – 16,1; Al_2O_3 – 1,34; FeO – 2,88; TiO_2 – 0,48; Na_2O – 0,43; K_2O – 0,19; MnO – 0,08.

Для измельчения применяли лабораторную центробежно-планетарную мельницу АГО-2 [5]. Механическая активация проводилась при центробежном ускорении 60g, в качестве мелющих тел использовали стальные шары диаметром 5 и 8 мм. При измельчении образцов в атмосфере CO_2 барабаны мельницы перед экспериментом заполняли углекислым газом. Операцию заполнения барабана CO_2 повторяли через 30 с измельчения, при этом перед заполнением углекислым газом загрузку принудительно перемешивали.

Для РФА использовали дифрактометр ДРОН-2 (CuK_α -излучение). ИК-спектры снимали в таблетках бромида калия на спектрометре UR-20. Содержание CO_2 в образцах определяли объемным методом [6] с помощью анализатора АН-7529. Дифференциально-термический анализ проводили на приборах НТР-70 и ПРТ-1000 с Pt-Pt/Rh термопарой. Скорость нагрева образца составляла $20 \text{ град}\cdot\text{мин}^{-1}$, эталоном служил прокаленный Al_2O_3 . Кривую ТГ получали с помощью торсионных весов ВТ-1000. Удельную поверхность образцов определяли методом воздухопроницаемости, а также методом тепловой десорбции азота на установке FlowSorb II 2300 (Micromeritics).

Определение свободного кремнезема проводили в образцах измельченного диопсида по разработанной методике, основанной на его растворимости в щелочах [7]. Для исследования вяжущих свойств изготавливали образ-

цы-кубики с ребром 1,41 см из теста нормальной густоты; твердение образцов проводилось в автоклаве по режиму: подъем температуры – 2 ч, выдержка – 5 ч при давлении 1 МПа, остывание в автоклаве – 25 ч.

Известно, что одним из ключевых параметров в реакциях гидратации и последующего твердения является удельная поверхность ($S_{уд}$) исходных смесей. Были сняты кинетические кривые сухого диспергирования диопсида в указанных средах (рис. 1), а также изучено влияние воды на изменение удельной поверхности (рис. 2) и степень поглощения CO_2 диопсидом при помоле (рис. 3).

В экспериментах в качестве мелющих тел использовали стальные шары диаметром 8 мм, массовое отношение шаров к диопсиду соответствовало 10:1.

В процессе измельчения многих материалов может происходить очень плотное агрегирование дисперсных частиц [8]. Силы связи между зернами в таких агрегатах значительно слабее, чем в исходных частицах, поэтому влияние удельной поверхности на прочность соответствующих затвердевших образцов выражено не так резко. При измельчении в атмосфере CO_2 эффект агрегирования частиц проявляется сильнее, чем в воздушной атмосфере (рис. 1).

Присутствие небольших добавок воды может значительно влиять на величину удельной поверхности порошков при измельчении и на их реакционную способность [8].

Как следует из рис. 2, удельная поверхность диопсида монотонно увеличивается с ростом количества воды на первом этапе измельчения (менее 1 мин), что объясняется проявлением эффекта Ребиндера, а также тем, что вода играет роль своеобразной прослойки между частицами, которая препятствует их агрегации. С увеличением времени МА начинают превалировать процессы

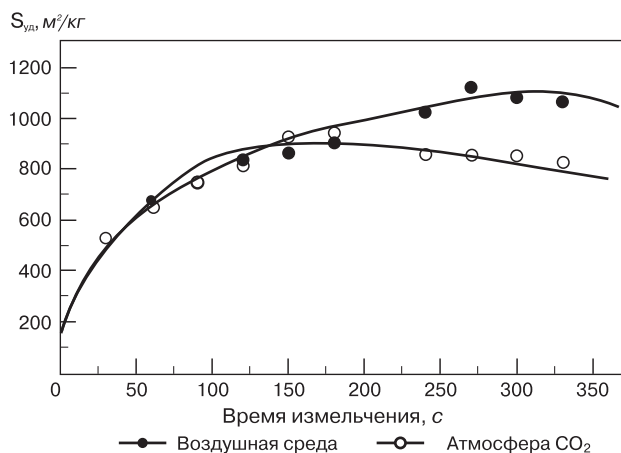


Рис. 1. Изменение удельной поверхности диопсида в зависимости от времени измельчения в воздушной среде и атмосфере CO_2

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта «Ведущие научные школы» № НШ-4383.2006.3.

Таблица 1

Показатели	Время измельчения, мин		
	2	5	8
Удельная поверхность, м ² /кг	900/1010	1340/1220	1290/1190
Содержание активного SiO ₂ , мас. %	0,31/0,28	0,63/0,45	0,63/0,51
Содержание CO ₂ , мас. %	0,5/1,02	0,58/1,74	0,63/2,68
Степень кристалличности диопсида после помола, %	85/87	68,3/66,8	55,3/48,2
Водотвердое отношение	0,26/0,26	0,3/0,3	0,29/0,29
Прочность при сжатии через 1 сут, МПа	1,8/1,2	8,6/2,3	12,4/6,2
Содержание CO ₂ в образцах после запаривания, мас. %	3,3/4,46		4,7/6,54

Примечание. Перед чертой – измельчение в воздушной атмосфере, за чертой – в атмосфере CO₂.

агрегации и величина удельной поверхности падает. При продолжительности МА более 2 мин влияние воды на величину S_{уд} неоднозначно. Возможно, что в этом случае вследствие высокой энергонапряженности измельчения часть H₂O связывается в гидросиликат в наружных слоях частиц диопсида.

На рис. 3 приведена зависимость степени поглощения углекислого газа диопсидом при измельчении в атмосфере CO₂ в присутствии воды. Четкой зависимости степени карбонизации от добавок воды не выявлено. По-видимому, это объясняется сложным характером процессов, при которых вода не только играет роль поверхностно-активного вещества, но и участвует в механохимических процессах взаимодействия с силикатом в условиях высокой энергонапряженности измельчения.

Структурно-химические изменения порошков диопсида при МА исследовались методами РФА- и ИК-спектроскопии. Согласно полученным результатам, МА приводит к аморфизации диопсида, что выражается в уменьшении интенсивности линий рентгеновских отражений и их уширении. Чем больше время активации, тем значительнее эти изменения. По данным РФА, добавки воды уменьшают аморфизацию диопсида.

В результате проявления эффекта Ребиндера в присутствии H₂O увеличивается доля подводимой механической энергии, затрачиваемой на диспергирование и на рост S_{уд} (рис. 2). Доля энергии, расходуемой на структурные нарушения, соответственно снижается.

Присутствие воды влияет также на форму нахождения CO₂ в измельченном диопсиде. Ранее было установлено, что при тонком измельчении диопсида, которое сопровождается нарушениями кристаллической структуры и аморфизацией, CO₂ поглощается диопсидом в виде искаженных карбонатных групп, внедренных в разупорядоченную структуру силиката [4]. Искажение симметрии карбонатного иона влияет на форму карбонатного пика в ИК-спектре карбонизированного диопсида. Чем больше деформирован карбонатный ион, тем больше расщеплена карбонатная полоса в области 1400–1550 см⁻¹.

При измельчении с добавкой воды степень расщепления двойной карбонатной полосы практически отсутствует, в отличие от сухого диспергирования. В соответствии с полученными ранее результатами [4] можно предположить, что при добавлении H₂O поглощенный CO₂ не внедряется вглубь диопсидных зерен в виде деформированных карбонатных групп, а сорбируется на поверхности частиц диопсида в виде неискаженных CO₃²⁻-групп.

Приведенные выше результаты свидетельствуют о том, что добавки воды не изменяют в значительной степени поглощения углекислоты диопсидом при МА. Кроме того, введение воды в систему на стадии механической обработки, как уже отмечалось, может привести к образованию гидросиликатов, что затруднило бы интерпретацию данных по вяжущим свойствам порошков. В этой связи для исследования вяжущих свойств образцов на основе диопсида в воздушной среде и среде CO₂ выбрано сухое измельчение (табл. 1). МА минерала проводили в течение 2, 5, 8 мин.

Следует отметить, что тонкое измельчение диопсида существенно повышает его реакционную способность и усиливает вяжущие свойства. Образцы на основе исходного диопсида (фракции –0,125+0,05 мм) практически не проявляют вяжущих свойств. Их прочность составляет порядка 0,1 МПа.

С увеличением времени измельчения растет содержание активного кремнезема в порошках диопсида, а также прочность соответствующих образцов для указанных сред измельчения (табл. 1). Образование свободного кремнезема, который может благоприятство-

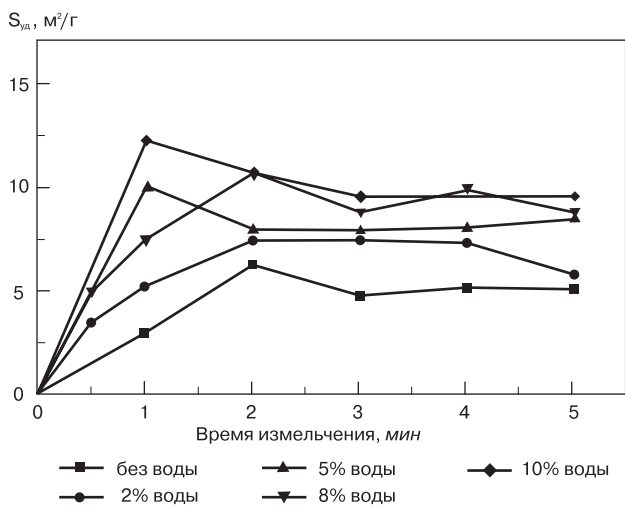


Рис. 2. Изменение удельной поверхности диопсида при измельчении в среде CO₂ в зависимости от добавок воды

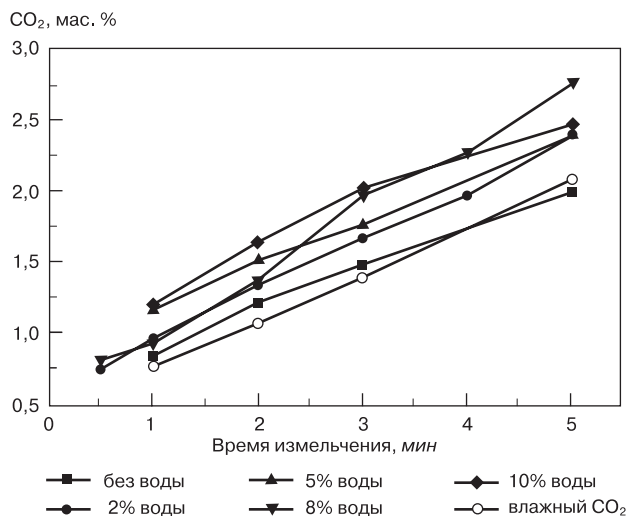


Рис. 3. Зависимость количества поглощенного углекислого газа диопсидом в атмосфере CO₂ в присутствии добавок воды от времени измельчения

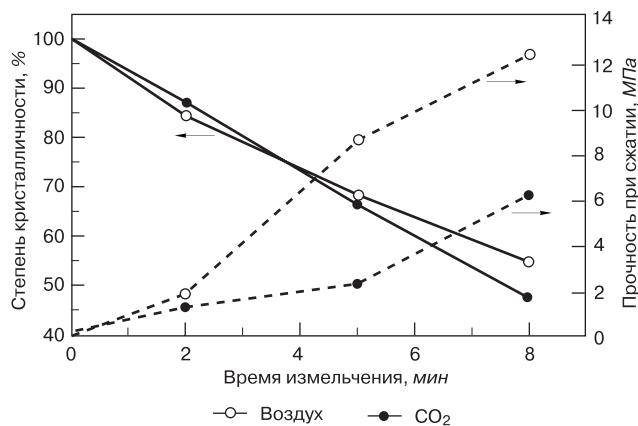


Рис. 4. Зависимость степени кристалличности диопсида (сплошные линии) и прочности при сжатии соответствующих образцов после автоклавной обработки (пунктир) от времени измельчения в воздушной среде и среде CO₂

вать реакциям твердения вяжущих, идет за счет разрыва связей Ca—O—Si и Mg—O—Si.

Зависимость степени кристалличности диопсида и прочности при сжатии соответствующих образцов после автоклавной обработки от времени измельчения в воздушной среде и среде CO₂ представлена на рис. 4. Степень кристалличности диопсида после помола (D_к) вычисляли по формуле:

$$D_k = (I/I_0) \cdot 100\%,$$

где I и I₀ — интенсивности основных рефлексов (d = 2,99 Е) для образца после помола и исходного минерала соответственно.

Степень кристалличности отражает нарушения кристаллической решетки минерала, вызванные интенсивным механическим воздействием при активации в мельнице. В отличие от удельной поверхности, для которой нет четкой корреляции с прочностью, для степени кристалличности наблюдается четко выраженная антибатная зависимость от прочности при сжатии. Следовательно, при энергонапряженной обработке в планетарной мельнице прочность соответствующих образцов в большей степени определяется структурными нарушениями, приводящими к повышению свободной энергии и росту реакционной способности силиката в реакциях гидратации. Можно отметить также, что уменьшение степени кристалличности диопсида слабо зависит от атмосферы измельчения (рис. 4).

Измельчение в атмосфере CO₂ не способствует повышению прочности образцов после автоклавной обработки. Этот факт согласуется с результатами термического анализа образцов. Величина эндотермического эффекта удаления воды в области 100–120°С на кривой ДТА увеличивается с повышением прочности образца. Потери массы, соответствующие этому эндотермическому пику, также больше в случае более прочного образца. Согласно ТГ потеря массы диопсида, измельченного в воздушной среде (более прочный образец), составляет 6,8%, а в среде CO₂ (менее прочный образец) — 3,8%. Температура дегидратации указывает, что вода в гидросиликатах связана прочнее, что соответствует усилению цементирующей связи.

По данным ИК-спектроскопии, при автоклавировании, возможно, происходит превращение гомогенно-внедренного карбоната в самостоятельную фазу кальция и/или арагонита. После измельчения диопсида в атмосфере CO₂ в течение 8 мин в ИК-спектре в области 1500 см⁻¹ появляется характерный двойной пик, соответствующий искаженной карбонатной группе. Как показано ранее, в этом случае CO₃²⁻-группа внедрена в силикатную матрицу аморфизированного наружного слоя

диопсида [4]. При автоклавировании образцов диопсида наблюдается трансформация двойного пика в одиночный, как в случае кальцита и арагонита, в структуре которых карбонатная группа не искажена. Можно предположить, что при автоклавной обработке в присутствии воды происходит переход карбонатного аниона и Ca²⁺ из силикатной матрицы в водную фазу и последующая кристаллизация CaCO₃. Вместе с тем в рентгенограмме образца после автоклавирования рефлексы кальцита (арAGONита) не проявляются вследствие относительно небольшого их содержания.

Интенсивность карбонатного пика диопсида после автоклавной обработки больше, чем после МА, что согласуется с данными анализа на содержание CO₂ в соответствующих образцах. Это свидетельствует о том, что при автоклавной обработке и последующей выдержке в воздушной среде происходит дополнительное поглощение образцом атмосферного углекислого газа. При этом чем больше карбонизация в ходе МА, тем больше интенсивность карбонатного пика.

Новообразованная поверхностная карбонатная фаза, по-видимому, не способствует сцеплению частиц, поскольку, как указано выше, прочность образцов диопсида, измельченного в атмосфере CO₂, меньше по сравнению с образцами CaMgSi₂O₆, измельченного в воздушной среде. По всей видимости, в ходе этого процесса уменьшается доля образующихся цементирующих соединений (гидросиликатов кальция) за счет связывания части Ca в карбонат, что ослабляет контакт между частицами диопсида.

Так как прочность затвердевшего молотого диопсида при удельной поверхности менее 1000 м²/кг незначительна, то представляло интерес выяснить влияние добавки оксида кальция на прочность образцов автоклавного твердения. С этой целью составлены смеси, содержащие 80% диопсида и 20% химически чистого оксида кальция. Проведено две серии опытов по совместному (1) и раздельному (2) помолу материалов. При совместном помолу смесь диопсида и кальция размалывалась в планетарной мельнице в течение 4 мин до удельной поверхности 650 м²/кг. При раздельном помолу диопсид размалывался в течение 4 мин, затем добавляли CaO и смешивали в той же мельнице еще 0,25 мин. Из смесей готовились образцы из теста нормальной густоты, которые твердели в автоклаве по указанному выше режиму. В исходных смесях и затвердевших образцах определяли CaO_{св} этилово-глицератным методом. Установлено, что при совместном помолу происходит механохимическая реакция между диопсидом и оксидом кальция. Количество CaO_{св} в смеси после совместного помола уменьшилось до 10,03%. При уменьшении времени контакта между CaO и диопсидом до 0,25 мин содержание CaO_{св} уменьшается только до 16,76%. После автоклавной обработки образцов совместно измельченных связывание CaO незначительно,

Таблица 2

Показатели	Условия помола	
	совместный	раздельный
Время помола, мин	4	4+0,25
CaO _{св} после выгрузки из мельницы, %	10,03	16,76
Водотвердое отношение	0,26	0,26
Предел прочности при сжатии, МПа	5,4	0,8
CaO _{св} в образцах, %	9,81	13,4

в то время как в образцах раздельно измельченных убыль $\text{CaO}_{\text{св}}$ составляет около 4% (табл. 2).

Исходя из прочностных показателей можно предположить, что в процессе помола образуются соединения препятствующие дальнейшему усвоению извести. По прочностным показателям наиболее благоприятным является раздельный помол компонентов: прочность образцов, приготовленных из смеси 2, на 48% превышает прочность образцов из смеси 1. По предварительным данным, смеси относятся к известково-диопсидному вяжущему автоклавого твердения.

Таким образом, проведенные исследования показали:

- при измельчении диопсида в центробежно-планетарной мельнице в атмосфере CO_2 по сравнению с воздушной средой эффект агрегирования частиц проявляется сильнее, чем в воздушной атмосфере;
- механическая активация в планетарной мельнице повышает активность диопсида при твердении вяжущих, прочность образцов возрастает с увеличением времени обработки в мельнице;
- при энергонапряженной обработке в планетарной мельнице прочность соответствующих образцов в большей степени определяется не столько удельной поверхностью порошков, сколько структурными нарушениями, приводящими к повышению свободной энергии и росту реакционной способности силиката в реакциях гидратации;
- проявление вяжущих свойств у диопсида при механоактивации может способствовать утилизации хвостов вермикулитовой обогатительной фабрики.

Список литературы

1. Мчедлов-Петросян О.П. Серпентинитовый цемент // Сб. научных работ по химии и технологии силикатов. М: Промстройиздат. 1956. С. 153–166.
2. Гуревич Б.И. Вяжущее из хвостов обогатительной фабрики комбината «Печенганикель» // Химия и технология переработки силикатного сырья. Л.: Наука. 1975. С. 43–45.
3. Прокофьева В.В., Боженов П.И., Сухачев А.И., Еремин Н.Я. Использование попутных продуктов обогащения железных руд в строительстве на Севере. Л.: Стройиздат. Ленингр. отд. 1986. 176 с.
4. Калинин А.М., Политов А.А., Болдырев В.В., Калинин Е.В., Макаров В.Н., Калинин В.Т. Исследование механической активации диопсида в среде CO_2 // Неорган. материалы. 2002. Т. 38. № 2. С. 215–220.
5. Аввакумов Е.Г. Механические методы активации химических процессов. 2-е изд. Новосибирск: Наука. 1986. 305 с.
6. Дымов А.М. Технический анализ. М.: Металлургия, 1964. 335 с.
7. Гуревич Б.И., Калинин А.М., Тюкавкина В.В., Калинин Е.В. Влияние минерального состава магниезалежистых шлаков на их гидравлическую активность // Строит. материалы. 2005. № 8. С. 48–51.
8. Ходаков Г.С. Сорбционная механохимия твердых неорганических материалов // Колл. журнал. 1994. Т. 56. № 1. С. 113–128.
9. Рашкович Л.Н. Карбонизация индивидуальных гидросиликатов кальция // Строит. материалы. 1962. № 6. С. 31–33.



От замысла до производства

Разработка, изготовление и ввод в эксплуатацию оборудования и производственных комплексов по выпуску тонкодисперсного сырья

ООО НПО «АкмеТехнология» – научно-производственная инновационная компания предлагает:

- вибромельницы • роторные мельницы • классификаторы воздушные • сушилки барабанные.

Вибромельница ВМ-200 предназначена для измельчения (сухого или мокрого) сыпучих материалов в непрерывном режиме. Конструкция мельницы отличается простотой и надежностью. В качестве мелющих тел используются стержни или шары.

Техническая характеристика

Производительность, не более, кг/ч.....	1500
Крупность исходного материала, не более, мм.....	10
Тонина помола:	
- стержневой.....	75%, менее 0,2 мм
- комбинированный.....	80%, менее 0,1 мм
- тонкий.....	95%, менее 0,063 мм
Потребляемая мощность, кВт.....	12–18
Габаритные размеры (длина/ширина/высота), мм.....	2480/1000/1680
Масса с мелющими телами, кг.....	2230
Стоимость (в зависимости от комплектации), тыс. руб.....	348–400



Области применения вибромельницы ВМ-200

- Истирание материалов и пигментов для лакокрасочного производства
- Измельчение строительных материалов и компонентов для сухих смесей
- Истирание, смешение и гомогенизация многокомпонентных составов
- Домол цементов, повышение их марки

Вибромельница ВМ-200 – исключительная надежность

ООО НПО «АкмеТехнология»
 Россия, 630090 Новосибирск, ул. Институтская, 3, оф. 163
 Тел./факс: (383) 333-20-44, 330-88-01 E-mail: akme@akmetech.ru www.akmetech.ru

Л.Г. ГЕРАСИМОВА, д-р техн. наук, Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева КНЦ РАН (г. Апатиты, Мурманская обл.), А.В. БУБНОВ, ведущий инженер ЗАО «Экохиммаш» (г. Буй, Костромская обл.)

Минеральный пигмент, содержащий диоксид титана

Строительная индустрия потребляет значительное количество пигментов и наполнителей. Последние выполняют в строительных материалах как декоративные, так и защитные функции. Некоторые пигменты и наполнители вводятся при изготовлении строительных материалов, на основе других производится различная лакокрасочная продукция строительного назначения (грунтовки, шпатлевки, водно-дисперсионные, масляные и эмалевые краски) [1, 2].

Запасы комплексного по составу сырья, пригодного для производства пигментов и наполнителей, неограничены. Повышение эффективности его использования, а также привлечение к переработке горно-рудных и техногенных отходов действующих производств могут сыграть положительную роль в решении задачи сокращения дефицита пигментов и наполнителей, расширения их ассортимента, повышения качества, а также приведут к сокращению количества отходов, загрязняющих окружающую среду.

В данной работе речь идет о получении атмосферостойкого пигмента на основе одного из минеральных компонентов, входящего в состав хвостов обогащения апатитонефелиновых руд. Этот минерал, известный под названием «сфен», примерно на треть состоит из титана в расчете на TiO_2 , что определяет возможность получения из него продукта, обладающего малярными свойствами. Помимо титана минерал содержит кремний и кальций, и его состав можно выразить формулой $CaTiSiO_5$. Известны работы, авторы которых предпринимали попытки использования сфенового концентрата для получения цветного пигмента [3]. Однако из-за низкого качества концентрата и малоэффективных способов его переработки конечный продукт был низкого качества.

Модернизация способа выделения сфенового концентрата из хвостов обогащения позволила значительно повысить содержание в нем минеральной фракции и соответственно снизить количество примесных минералов, в частности магнетита и эгирина, содержащих хромофорные элементы. Кроме того, было использовано более эффективное измельчительное оборудование, позволившее получать продукт с высокой степенью дисперсности [4, 5]. Все это способствовало улучшению пигментных характеристик конечного продукта. Так, пробы сфенового концентрата, полученные при его измельчении как на струйной, так и на ударно-центробежной мельнице, представляют собой тонкодисперсный порошок с серо-бежевым оттенком. Эффективное измельчение концентрата было достигнуто и при использовании шаровой

мельницы. Однако продолжительность измельчения и соответственно энергетические затраты при получении тонкодисперсного продукта увеличиваются. С помощью СЭМ (сканирующего электронного микроскопа) получено изображение частиц измельченного продукта и установлена их дисперсность (см. рисунок).

Пробы состоят из достаточно мелких частиц, дисперсность которых изменяется от 0,5 до 5 мкм. Наблюдается образование агрегатов, связь частиц в которых обусловлена, по всей вероятности, наличием электростатического заряда, наведенного при истирании измельчаемого материала. Кроме того, проведен рентгенофазовый и ИК-спектроскопический анализ исходного и измельченного порошка.

Различия в структуре образцов не обнаружено, о чем свидетельствует идентичность их рентгенограмм. Однако с помощью ИК-спектров удалось установить, что при измельчении идет разрушение зерен минерала с аморфизацией поверхности частиц за счет локализации свободной связи кремния с ОН-группами и свободной связи кальция с образованием карбоната кальция [4]. Все это способствует не только изменению оптических свойств измельченных частиц (отбеливание), но и повышению их поверхностной активности.

Процесс поверхностного модифицирования широко применяется в практике при получении пигментов и наполнителей различного назначения. Причем эта операция является одной из наиболее важных в технологии пигментов, поскольку позволяет подбором модификаторов и условий их нанесения в широких пределах варьировать свойства конечных продуктов и соответственно расширять области их применения [5, 6].

Выбор модификатора для обработки частиц сфена определялся конечной целью эксперимента и его доступностью (включая дешевизну). В частности, для проведения опытов были выбраны вещества, содержащие алюминий, фосфор, кремний, т. е. компоненты, которые известны в практике получения модифицированных пигментов.

Методика подготовки проб исходных смесей состоит в следующем. Навеска измельченного сфена и необходимые добавки помещались в агатовую механическую ступку и измельчались в течение 1–2 ч. Расход твердого модификатора составлял 10% от массы сфена, а жидкого – из расчета 0,03 мл на 1 г сфена. Далее смесь помещалась в лабораторную ударно-центробежную мельницу

Таблица 1

Добавка твердая	Добавка жидкая	Без термообработки		200°C		500°C	
		Б	У	Б	У	Б	У
–	–	79	87,9	79,2	96	81	100
Апатит	–	79,8	88,3	79,2	100	81,5	100
Апатит+ нефелин	–	79,8	98,8	79	101,4	80,3	101
АФ-кислый	–	81	97,4	82	96,8	81,2	96,8
–	H_3PO_4	81,1	98	82,2	98,1	82	96,9
Нефелин	H_3PO_4	82,5	97,6	83	96	82,8	95,7
Апатит	H_2SO_4	83,7	97,8	83	96,7	82,8	96

Примечание. Б – белизна, %; У – укрывистость, г/м².

типа КМ-1, и процесс ее измельчения продолжался еще 1,5 ч. Отмечался значительный разогрев смеси при измельчении, что положительно сказывается на интенсификации операции модифицирования. Для закрепления на частицах сфена поверхностных новообразований проводилась термическая обработка измельченной смеси при 200, 500°C. Проведено сравнение свойств модифицированного минерального пигмента и после его термической обработки при 200 и 500°C (табл. 1).

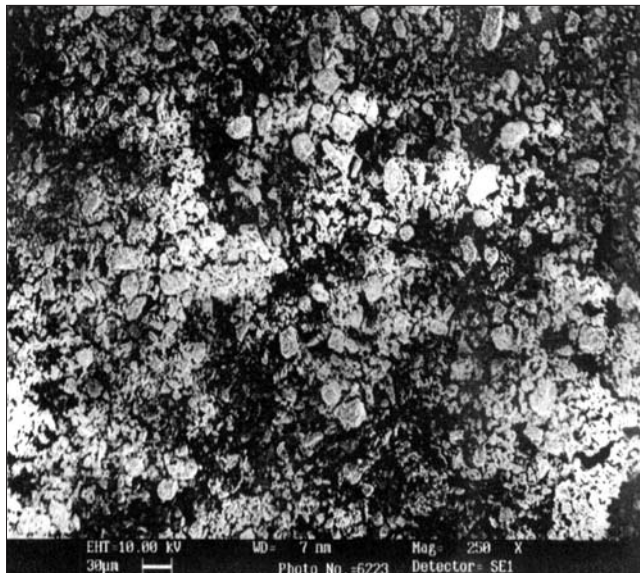
Отмечено, что при модифицировании поверхности твердыми веществами, такими как апатит, нефелин, лишь незначительно повышаются регистрируемые показатели у образцов после их термообработки при 200°C. Использование кислого алюмофосфата (рН = 4) сопровождается повышением как белизны, так и укрывистости обработанного образца, но повышение температуры до 500°C снижает эффект отбеливания за счет окисления содержащегося в сфене железа до трехвалентного состояния и усиления желтого оттенка. Добавка перед измельчением к навеске сфена фосфорной кислоты, содержащей 200 г/л H_3PO_4 , приводит к повышению указанных показателей, и первоначальный эффект сохраняется. Использование в качестве модификатора смеси, состоящей из апатита с добавкой 10% раствора серной кислоты или нефелина с добавкой фосфорной кислоты, позволяет наиболее эффективно отбеливать частицы исходного сфена, но после обжига при температуре 500°C показатель белизны несколько уменьшается, а укрывистость повышается.

В табл. 2 приведены показатели свойств исходного микроизмельченного сфенового концентрата (фракция до 5 мкм) после его модифицирования карбонатом кальция (25 и 50 мас. %) и смесью карбоната кальция и TiO_2 модификации рутил при их расходе соответственно 5% $CaCO_3$ и 3% TiO_2 .

Анализируя приведенные данные, можно констатировать следующее. Измельчение приводит к образованию гидратированного оксисиликатного слоя на поверхности частиц, дегидратация которого (700°C) приводит к повышению показателя ППП (потери при прокаливании). Определенную лепту в величину ППП вносят и CO_2 , сорбируемый из воздуха активной поверхностью частиц измельченного продукта. Повышение ППП у модифицированного продукта свидетельствует о разложении $CaCO_3$, который дополнительно вводится в состав модифицирующей смеси. Поскольку термическое разложение карбоната кальция сопровождается образованием известки CaO , которая является слабым основанием и обладает большей растворимостью, чем карбонат кальция, то этот факт объясняет повышение у прокаленных образцов показателей ВРС и рН. Также показано, что модифицирование одним карбонатом кальция с расходом его по отношению к массе пигмента до 25% практически не ухудшает малярные характеристики конечного продукта. Модифицирование измельченного продукта при низком расходе (25%) модификаторов повышает белизну пигмента на 1,5%, при повышенном расходе $CaCO_3$ белизна повышается на 2,5–3%.

Использование для модифицирования минеральных добавок, таких как апатит и нефелин, и достаточно хорошие результаты, полученные при этом, позволяют сделать вывод, что для получения минеральных пигментов можно использовать сфеновый концентрат с более высоким содержанием названных компонентов. Этот факт позволяет снизить количество операций технологической схемы получения сфенового концентрата из хвостов нефелиновой флотации и тем самым снизить его себестоимость и соответственно стоимость минерального пигмента.

Минеральный титансодержащий пигментный продукт использовался на специализированных предприятиях для изготовления укрупненных партий лако-



Изображение частиц микроизмельченного сфенового концентрата

Таблица 2

Продукт	ППП при 700°C	ВРС, %	рН	М, г/100г пигмента	У, г/м ²
Исходный	—	0,7	8,3	23	87,9
Исходный прокаленный	5,8	1,8	10,6	23	100
Модифицированный 5% $CaCO_3$ +5% TiO_2	—	0,6	8,7	16,1	84,4
Модифицированный и прокаленный	8	2	10,2	18,4	93,5
Модифицированный 25% $CaCO_3$	—	0,7	8,6	18,4	98,3
Модифицированный 50% $CaCO_3$	—	0,75	8,8	17	107,6

Примечание. ППП сфенового концентрата перед измельчением не превышает 1 %, ВРС <0,4%.

красочных материалов (ЛКМ) на водной и масляной основах, в частности масляной краски МА-15 различных цветов и водно-дисперсионной краски ВД-ВА, ВД-АК. Полученные ЛКМ на 15–20% дешевле аналогичных продуктов, приготовленных с использованием диоксида титана. Они рекомендованы для внутренних и наружных строительных и ремонтных работ.

Список литературы

1. Сапрыкин М.В., Конин С.А. Экономические аспекты развития потребительского рынка ЛКМ // Лакокрасочные материалы и их применение. 1999. № 9. С. 6–8.
2. Состояние мировой лакокрасочной промышленности в 2002 г. (по материалам конференции) // Лакокрасочные материалы и их применение. 2002. № 12. С. 26–27.
3. Ермолаева Т.А., Богатырев П.М. и др. Получение цветных атмосферостойких пигментов из сфенового концентрата – побочного продукта апатитового производства // Лакокрасочные материалы и их применение. 1973. № 5. С. 11–12.
4. Герасимова Л.Г., Лазарева И.В. и др. Получение минерального пигмента из сфенового концентрата // Лакокрасочные материалы и их применение. 2003. № 2–3. С. 34–37.
5. Бельский Е.Ф., Рискин И.В. Химия и технология пигментов. М.: Химия. 1974. 658 с.
6. Герасимова Л.Г. Пигменты и наполнители из природного титансодержащего сырья и техногенных отходов. Апатиты. Изд. КНЦ РАН. 2001. 100 с.

УДК 666.972.5

В.С. ДЕМЬЯНОВА, д-р техн. наук, В.И. КАЛАШНИКОВ, д-р техн. наук,
И.Е. ИЛЬИНА, канд. техн. наук, А.А. КРАСНОЩЕКОВ, инженер,
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Высококачественные бетоны для дорожных и аэродромных покрытий

Ежегодно для строительства новых, ремонта и восстановления существующих дорог тратится огромное количество материалов. Важнейшим фактором снижения стоимости строительства автомобильных дорог и повышения эффективности капитальных вложений является применение местных дорожно-строительных материалов повышенной долговечности, в том числе с использованием техногенных отходов.

Для повышения конкурентоспособности цементобетонных покрытий по сравнению с асфальтобетонными покрытиями необходимо совершенствовать дорожный бетон, технологию строительства и конструкции покрытий на его основе. При этом, с одной стороны, требуется повышение долговечности (срока службы), с другой – снижение материалоемкости и стоимости конструкций.

К таким более совершенным разновидностям дорожного бетона следует отнести высокопрочный бетон, основной расчетной характеристикой которого является прочность при растяжении и изгибе. Под высокопрочным дорожным бетоном понимается разновидность дорожного бетона с нормированным объемом вовлеченного воздуха, отличающаяся более высоким классом по прочности при растяжении и изгибе, низким водоцементным отношением и капиллярно-пористой структурой, обеспечивающей высокую долговечность бетона [1–4].

При проведении экспериментальных исследований использовался промышленный цемент, выпускаемый ПО «Осколцемент». В качестве мелкого заполнителя ис-

пользовался песок из отсева песчано-гравийной смеси Жигулевского карьера с $M_{кр}=2,8$. В качестве крупного заполнителя применялся гранитный щебень М1400 фракций 5–10 мм Свердловского карьера.

Получение быстротвердеющего высокопрочного бетона повышенной долговечности обеспечивалось путем комплексного модифицирования структуры бетона добавками различного функционального назначения, в частности водоредуцирующего и гидрофобизирующего действия.

Из числа исследуемой совокупности добавок пластифицирующего и гидрофобизирующего действия выявлен высокоэффективный гидрофобизатор цементного камня – редиспергируемый латексный порошок PAV-29, обеспечивающий наряду с гидрофобными свойствами значительное водоредуцирующее действие $W_d=8\%$, что соответствует группе добавок-пластификаторов по ГОСТ 24211–2003 [2].

Известные теоретические положения об активизирующей роли микронаполнителей в формировании структуры цементного камня и бетона, позволили предложить реакционноактивный компонент комплексной добавки на основе природных высокоплотных опок водопотребности, не превышающей 28,5%.

Испытания модифицированных образцов высокопрочного бетона показали, что наличие в их составе добавок гидрофобизирующего действия способствует значительному росту прочности при растяжении при изгибе. Максимально высокое значение прочности при растяжении при изгибе $R_{изг}=12,2$ МПа по-

лучено для бетона класса В80 с комплексной добавкой С-3, PAV-29 и минеральным наполнителем. При этом прочность при сжатии в возрасте 1 сут достигает не менее 52% от нормативной, а нормативная в возрасте 28 сут – 100,4 МПа.

Одним из важнейших факторов, обуславливающих повышение прочности и долговечности бетона, предназначенного для ремонта и восстановления дорожных одежд, является обеспечение адгезионной прочности на границе раздела старого бетона со свежей ремонтной смесью.

Присутствие модифицирующих добавок в составе бетона позволяет значительно повысить клеящую способность и улучшить когезионно-адгезионное взаимодействие бетона с основанием. Это особенно важно при нанесении бетона на гладкие плохо впитывающие основы со слабой сцепляемостью. Повышение клеящей способности и прочности при сдвиге при модификации бетонов добавками достигается за счет улучшения адгезии на границе с основой, а также когезионной прочности самого бетона вследствие образования полимерных пленок.

Изучение границы раздела старый бетон – свежий бетон производилось на опытных образцах бетона 4×4×16 см. В качестве старого использовались образцы бетона 3-летнего твердения, прочностью при сжатии 112 МПа. Расход материалов на 1 м³ бетонной смеси для свежего состава был принят следующий: цемент – 551 кг, ПГС – 572 кг, щебень – 1290 кг. Максимальная крупность используемого заполнителя не превышала 15 мм. В качестве добавок – модификаторов свежего бетона использовались суперпластификаторы С-3, PAV-29, взятые в соотношении 1:1. Общее содержание добавки составляло 2% от расхода цемента.

На старый образец, помещенный в опалубку, наносилась бетонная смесь свежего бетона, модифицированного добавками. Совместные опытные образцы подвергались твердению в течение 28 сут в нормально-влажностных условиях и затем испытывались на сдвиг (табл. 1).

Максимальная прочность сцепления $R_{сц}=3,75$ МПа обнаружена

Таблица 1

Вид и содержание добавок в свежем бетоне, %	Прочность сцепления, МПа	Характер отрыва, %		
		Когезионный по свежему бетону	Адгезионный	Когезионный по старому бетону
–	2,9	11	89	–
С-3, 1	3,2	63	30	7
PAV-29, 1	3,4	60	25	5
С-3, 1 PAV-29, 1	3,75	67	15	18

Таблица 2

Вид и объемная доля комплексной добавки, %	В/Ц	Марка по удобоукладываемости	Прочность при сжатии, МПа			Водопоглощение, %, через ч					
			Прочность при изгибе, МПа в возрасте, сут			1	24	72	672	2160	5040
			1	3	28						
–	0,32	Ж1	30,6 5	38,4 7,2	85 10,2	2,7	3,2	3,4	3,9	4,2	4,6
С-3, 1% PAV-29, 1% Опока 12,5%	0,38	П5	–	29,3 5,2	64,4 8,3	2,5	3	3,2	3,7	3,9	4,2

Таблица 3

Вид и объемная доля комплексной добавки, %	Марка по удобоукладываемости	Показатели структуры, определяемые по методике Г.И. Горчакова			
		Π _о , %	Π _г , %	Π _к , %	Д _{мрз}
–	Ж1	12,32	7,84	3,53	0,92
С-3, 1% PAV-29, 1% Опока 12,5%	П5	8,4	6,72	3,02	1,16

для бетона с комплексной добавкой С-3, PAV-29. Несколько меньшее значение прочности сцепления $R_{сц} = 3,4$ МПа получено при использовании добавки гидрофобизирующего действия PAV-29. Прочность сцепления бетона, пластифицированного только СП С-3, отличается незначительно и составляет $R_{сц} = 3,2$ МПа.

Проведенные исследования подтверждают возможность применения бетона, модифицированного комплексной добавкой, содержащей адгезионный компонент PAV-29, для ремонта и возведения дорожных одежд.

Разработан и оптимизирован состав бетона с комплексной добавкой суперпластификаторов С-3 и PAV-29 в отношении 1:1 из высокоподвижной смеси марки по удобоукладываемости П5, изготовленной при В/Ц=0,45. В качестве сравнения принят состав бетона из жесткой смеси марки Ж1 при В/Ц=0,32. При существенной разнице нормативной прочности бетона гигрометрические свойства бетона с комплексным модификатором, полученного из бетонной смеси марки П5, не уступают свойствам бетона из жесткой смеси. Водопоглощение бетона сравниваемых составов отличается незначительно и достигает 4,2 и 4,6%. (табл. 2)

Выполнена сравнительная оценка водонепроницаемости бетона в соответствии с методикой ГОСТ 12730.5–84 по мокрому пятну и по воздухопроницаемости на приборе «Агама-2Р». В ходе эксперимента при создаваемом давлении в 1,8 МПа просачивания воды не наблюдалось. Возможность используемой установки не позволила создать давление воды, необходимое для протекания образцов. В связи с этим ориентировочную величину давления протекания определяли расчетным путем из следующего выражения:

$$P_{расч} = P_0(150/h_{max})^{1/2},$$

где $P_{расч}$ – расчетная величина давления протекания воды через образец, МПа; P_0 – испытательное давление, МПа, соответствующее

максимальной глубине h_{max} , мм, протекания воды.

В бетоне с модифицирующими добавками заметен уровень поднятия жидкости $h_{max} = 78$ мм. В бетоне контрольного состава высоту поднятия жидкости определить не удалось из-за просачивания ее по микрокапиллярным порам по всей высоте образца.

В результате испытаний установлено, что использование комплексной модифицирующей добавки позволяет получить бетон марки по водонепроницаемости не менее W18 из бетонной смеси высокой подвижности.

Испытания на морозостойкость разработанного бетона, модифицированного комплексной добавкой, были прекращены после 500 циклов попеременного замораживания и оттаивания. Появления трещин и отколов бетона при этом не обнаружено. Промежуточные испытания контрольных и основных образцов показали изменение первоначальных физико-механических свойств в установленных ГОСТ 10060–95 пределах. На основании расчетной методики, предложенной Г.И. Горчаковым, выполнена оценка долговечности бетона по относительному показателю длительной морозостойкости $D_{мрз}$, которое определяется по соотношению трудно обводняемых гелевых (Π_g) и контракционных (Π_k) пор к обводняемым порам (Π_o) (табл. 2).

Установлено, что для бетона, изготовленного из подвижной бетонной смеси с комплексной добавкой, показатель длительной морозостойкости $D_{мрз}$ составляет 1,16, что на 20% превышает $D_{мрз}$ бетона, изготовленного из жесткой бетонной смеси.

Результаты испытаний высокопрочного бетона на прочность, водонепроницаемость и морозостойкость подтверждают, что на практике можно получить бетон класса 80–100 требуемой морозостойкости на стандартных, рядовых материалах (портландцементе марки ПЦ500, на гранитном щебне и кварцевом песке) при использовании комплексной добавки суперпластификаторов С-3, PAV-29 и высокоплотной опоки.

Применение высокопрочного бетона позволяет сократить сроки строительства, повысить эффективность строительства, стойкость кромок покрытия на швах против скалывания при наезде транспортных средств, увеличить срок службы дорожных и аэродромных цементных покрытий из высокопрочного бетона не только по условиям прочности, но и по морозостойкости.

Список литературы

1. Шейнин А.М., Эккель С.В. Высокопрочные бетоны для дорожных и аэродромных покрытий // Бетон и железобетон. 2001. С. 7–9.
2. Демьянова В.С., Калашиников В.И., Ильина И.Е. Быстротвердеющий высокопрочный бетон повышенной гидрофобности // Обзорная информация. Серия: «Строительные конструкции и материалы». М.: ВНИИТПИ. 2005. Вып. 4.
3. Калашиников В.И., Демьянова В.С. Быстротвердеющие высокопрочные бетоны с органоминеральными модификаторами. Пенза: ПГУАС. 2003. 195 с.

Композиции на основе полимеров для облицовки

Многолетние производственные исследования показали рациональность использования синтетических клеев и полимеррастворов на их основе в строительстве. Интерес представляют эпоксидные диановые смолы, которые взаимозаменяемы и имеют широкий спектр применения. В качестве пластификаторов этих смол используют каучуки или отходы их производства, а также битуминозные материалы.

Для снижения вязкости диановых смол рационально применять этилсиликат-32 или растворители: толуол, ксилол, ацетон и их смеси. В качестве отвердителей чаще всего используют третичные амины, например полиэтиленполиамин (ПЭПА).

Основная проблема при работе с эпоксисоставами – дозирование ингредиентов. Для упрощения решения этой проблемы автором с коллегами разработана композиция для защитных покрытий, состоящая из двух компонентов ЛО и ЛА, равные объемы которых смешивают перед употреблением.

Состав компонента ЛО, мас. %

Эпоксидная смола ЭД-20	25
Пластификатор	15
Этилсиликат-32	35
Резиновая крошка (пудра)	15
Наполнитель (отходы асбеста)	10

Состав компонента ЛА, мас. %

Нефтяной гудрон (жидкий битум)	82
Отвердитель типа ПЭПА	2,5
Разжижитель (отходы в виде смывок, получаемые при очистке оборудования растворителями)	15,5

Компоненты такой эпоксидно-гудронокаучуковой мастики (ЭГКМ) изготавливают в заводских условиях. Срок хранения составляет 2 года. Перед употреблением компоненты перемешивают.

При смешивании компонентов ЛО и ЛА при температуре 5–35°C происходит реакция полимеризации с отверждением в течение 20–26 ч. Жизнеспособность ЭГКМ при температуре около 20°C составляет 3 ч, причем чем выше температура воздуха, тем меньше жизнеспособность. Применять композицию рекомендуется при любых положительных температурах. Свойства композиции приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики мастики ЭГКМ	Через 48 ч	Через 7 сут
Гибкость (образец толщиной 0,8±0,2 мм на стержне Ø 10 мм, °С)	-30	-30
Предел прочности при разрыве, МПа	1	3
Адгезия, МПа к бетону к металлу к керамике	0,5 1,5 1,2	1,2 18 15
Температурустойчивость, °С	70	100

ЭГКМ имеет 4-й класс опасности, что позволяет применять ее для ремонтно-строительных работ.

Для приклеивания облицовочной плитки в санитарно-технических помещениях на заводах, в подземных помещениях зданий и сооружений эффективно применять противокоррозионный состав для покрытий – двухкомпонентную эпоксидно-каменноугольную мастику (ЭКМ).

Компонент I – эпоксидно-диановая смола ЭД-20 или Э-85.

Компонент II – препаратированная каменноугольная смола (масса черного цвета с резким запахом) с отвердителем ПЭПА или УП-0633М. Количество отвердителя следует дозировать точно, так как отклонение от рецептуры отрицательно сказывается на адгезионно-когезионных свойствах составов.

Для получения полимерраствора равные объемы компонентов ЭКМ смешивают перед употреблением, а затем до нормальной консистенции, позволяющей наносить состав мастерком; добавляют сухую цементно-песчаную смесь (2,5–4 объема на один объем смолы). Гарантированный срок хранения компонентов I и II в течение 1 года при температуре –25 – +25°C. По истечении срока хранения следует провести лабораторные испытания образцов каждой партии. При этом определяют вязкость, адгезию к бетону и жизнеспособность, которая должна быть не менее 3 ч. При наличии сгустков или при снижении адгезии к бетону более чем на 25% всю партию забраковывают.

Растворители ЭКМ – толуол, Р-4, ксилол и сольвент.

Адгезия и когезионная прочность ЭКМ выше, чем у ЭГКМ на 15% при отсутствии относительного удлинения у ЭКМ, то есть полимерраствор, каким является ЭКМ, более жесткий. В табл. 2 приведены показатели механических свойств полимеррастворов на эпоксидно-каменноугольных вяжущих, наполненных сухой цементно-песчаной смесью.

Из отечественной и международной практики известно, что наибольшее распространение при ремонте и строительстве получили полимеррастворы на эпоксидных клеях, как наиболее прочные и долговечные.

В качестве модификаторов эпоксидных смол используют фенолоформальдегидные смолы, полисульфиды (тиоколовые пасты без вулканизирующих добавок), полиамиды, перхлорвиниловые, мочевино-, анилино-, и меламиноформальдегидные смолы, фурановые смолы, элементорганические соединения, синтетические каучуки и отходы их производства.

В большую часть полимеррастворов, используемых в строительстве для наружных работ, вводят эластомеры: бутилкаучук, полиизобутилен, нитрильные и бутадиенстирольные каучуки, полихлоропрены, полиуретаны, полисульфидные и карбоксилсодержащие эластомеры.

С целью удешевления эпоксидных составов также вводят битумосодержащие добавки и различные отходы. Одним из примеров удешевления и модификации эпоксидных клеев является добавление метилметакрилата и фурфуролацетонного мономера (ФА).

Клеевые соединения на модифицированных составах достаточно прочны, но их невозможно заготовить

Таблица 2

Модифицирующая добавка в ЭКМ	Время выдерживания (возд. сух.), сут	R _{сж} , МПа	R _{изг} , МПа	R _{разр} , МПа	R _{срез} , МПа×0,01 м
ЭД-16	10	58	20	8	3
	30	61	22	10	3,8
	180	66	28	12	5,5
	360	70	30	13,5	6,5
Э-85	10	30	11	4	2
	30	33	12,5	5,5	2,2
	180	36	13	6	3
	360	37	14	6,5	3,2
МСЭ-1	10	24	7	2,5	1,2
	30	25	7,8	3	1,6
	180	27,5	8,5	3,8	2
	360	28	8,8	4,2	2,2
ЭИС-1	10	33,5	12	4,5	2,2
	30	34,5	12,8	5,6	2,4
	180	36,5	13,5	6,2	3,2
	360	38	14,3	6,8	3,4

заблаговременно равными объемами, как ЭКМ и ЭГКМ. При этом следует иметь в виду повышенную токсичность бензолсульфокислоты (БСК) и гипериза. Состав можно пластифицировать и ускорить реакцию отверждения добавлением низкомолекулярного дивинилстирольного каучука (ДВС).

Разрабатывая полимеррастворы, следует помнить, что наполнители (песок, цемент, андезит, перлит, лёсс, маршалит) не только удешевляют их, но и уменьшают коэффициент линейного расширения и, следовательно, снижают внутренние напряжения.

В случае выполнения облицовки из керамической плитки по влажному бетонному основанию рекомендуется использовать полимерраствор, дополнительно включающий полиизоцианатное связующее (ПС) с содержанием 29% NCO-групп и головную фракцию от дистилляции канифоли (ГД), что способствует диффузионной проницаемости в верхний слой бетона и увеличению адгезионной прочности. Физико-механические свойства полимеррастворов, наполненных цементно-песчаной смесью (1:1) в количестве до 4 объемов на 1 объем ЭКМ, приведены в табл. 2.

Состав полимерраствора (мас. ч.): ПС – 100; ГД – 0,5–3; портландцемент М400 – 200–300; кварцевый песок – 200–300; каменноугольная смола – 50–100.

Такой состав обеспечивает адгезию к влажному (8–12%) бетону до 6 МПа, причем адгезия не снижается более чем на 10% после 30 сут выдерживания в воде и 100 циклов замораживания-оттаивания.

Головная фракция от дистилляции канифоли – ГД образуется при переработке древесины. Ее состав, мас. %:

смоляные кислоты	40–50
жирные кислоты	11–20
неомыленные кислоты	20–30
омыленные кислоты	1

Очевидно, что полимерраствор с ГД рационально применять в тех регионах, где ведется переработка древесины.

ГД можно заблаговременно смешивать с каменноугольной смолой, с которой она не вступает в химическую реакцию. Состав готовят, дозируя компоненты по объему.

При выполнении облицовки бетона керамической плиткой, например в бассейнах, целесообразно применять полимерраствор для покрытия и приклеивания. Его состав, мас. ч: ПС – 100; диспропорционированная канифоль (ГДД) – 2–4; портландцемент М400 – 120–160; олигоэфирциклокарбонат – 20–40; тонкодисперсный мел – 5–25.

Особенность такого полимерраствора в том, что он имеет хорошую адгезию к влажному бетону, не влияет на цвет плитки, не оплывает с вертикальной поверхности. Адгезионная прочность к бетону до 8,5 МПа; к керамике, как сухой, так и влажной – более 5,5 МПа. Причем после 100 циклов замораживания-оттаивания адгезия не ниже 5 МПа. Олигоэфирциклокарбонат содержит не более 1% воды, которая хорошо реагирует с ПС; 23,2–25% циклокарбонатных групп; до 5% эпокси групп, что способствует повышению прочностных показателей.

В регионах интенсивной переработки древесины рационально применять полимерраствор, дополнительно содержащий головную фракцию от ГДД, которая содержит, мас. %: смоляных кислот – 25–35; жирных кислот – 10–25; окисленных веществ – до 5; наполнителей – до 55. Адгезионная прочность к бетону достигает 8,5 МПа, к плитке с сухой и влажной поверхностью – 6,5 и 5,5 МПа соответственно. Этот полимерраствор сохраняет прочностные показатели после 180 сут выдерживания в воде и 100 циклов замораживания-оттаивания.

При необходимости повышения начальной адгезии к керамике и стеклу в полимерраствор добавляют диэтоксидифурфурилоксисилан в количестве 0,5–1,5 мас. ч. Разработанный полимерцементную смесь готовят заблаговременно и перед употреблением добавляют ГДД и ГД.

Начальная адгезия к бетону у такого состава достигает 8,5, а к стеклу – 4,5 МПа. После воздействия 300 циклов замораживания-оттаивания минимальная адгезия 5,7 МПа.

С целью повышения вибростойкости, например для облицовки в тоннелях или близко расположенных зданиях, можно использовать Состав для герметизации, содержащий, мас. ч.: ПС – 100; алкиленгликоль – 10–40; 1-аминоэтилалкилимидазолин-2 – 2–14; диметилформамид – 0,5–2.

Адгезионная прочность этого состава к металлу достигает 2,2 МПа и снижается не более чем на 15% после испытания на вибростойкость.

Таблица 3

Полимерцементную смесь с прочностью при сжатии до 65 МПа, адгезией как к сухому, так и влажному бетону до 6 МПа можно приготовить, смешав, мас. ч.: ПС – 100; триэтиламин – до 0,09; песок – до 240; этилсиликат-32 – до 3,5; этиленгликоль – до 35; портландцемент М400 – до 235.

При наличии в регионе производства капролактама целесообразно изготавливать полимерраствор, мас. ч.: ПС – 100; этилсиликат-32 – 8–12; диэтиленгликольуретан – 10–15; наполнитель – до 80; отходы производства капролактама на основе бензойной кислоты – 23–25.

Прочность при сжатии этого полимерраствора достигает 13, а при растяжении – 1,4 МПа. Адгезия к бетону 8 МПа. В качестве наполнителя можно использовать местный лёсс.

Особый интерес представляет полимерраствор, отличающийся повышенной химостойкостью при высокой и стабильной адгезии к влажной поверхности бетона, мас. ч.: жидкое стекло – 800–100; кремнефтористый натрий – 10–15; наполнитель (графит, андезит) – 180–220; ПС – 100; олигодендиизоцианат – 8–12.

Для производства таких полимеррастворов необходимо дозирование по массе.

Основные достоинства полимеррастворов на полиизоцианатном связующем: сравнительно низкая токсичность; пониженная пожароопасность; стабильная адгезия к стройматериалам, в том числе с повышенной влажностью; повышенная био-, водо-, морозостойкость; возможность использования для их пластифицирования и наполнения отходов химических производств, получения широкой цветовой гаммы и фактуры, регулировать объем отвердевшей массы.

При выполнении облицовки керамической плиткой по гидроизоляционному покрытию рекомендуется полимерраствор на основе хлорсульфированного полиэтилена (ХСПЭ) состава, мас. %: ХСПЭ – 5–5,5; ПС – 0,02–0,05; толуол – 20–22,5; портландцемент – 47,5–47,7; остальное песок. Такой полимерраствор имеет повышенную эластичность. Его относительное удлинение достигает 40%. При сравнительно низкой адгезионной прочности к бетону он имеет хорошую адгезию к гидроизоляции на основе битумно-каучуковых (ХСПЭ, бутилкаучук) покрытий (до 0,6 МПа).

Приведенные составы – часть большого семейства полимеррастворов, поэтому, выбирая конкретную смесь, целесообразно оценить все показатели, включая наличие ингредиентов в регионе строительных работ, а также учитывать их рыночную стоимость.

Проведены лабораторные испытания полимеррастворов на клеях следующих составов: эпоксидный (К-139 или ЭД-20, МГФ-9), на 100 мас. ч. которого вводили до 18 мас. ч. ПЭПА-шифр Э; эпоксидно-фурановый БОВ-1 (ЭД-20, мономер ФА и стирол), на 100 мас. ч. смеси – 15 мас. ч. ПЭПА-шифр Ф; поли-

Шифр полимерраствора	Физико-механические свойства			
	Прочность при разрыве, МПа		Характер разрушения	Водопоглощение 30 сут, %
	$\sigma_{\text{рвод 30}}$	$\sigma_{\text{рвод 60}}$		
Э	23	36	Хрупкий разлом	4,5
Б	18	24,5	Деформативность до 5%	3,8
Ф	15	22	Деформативность до 5%	3,9
П	37	49	Хрупкий разлом	3,8

эфирный (ПН-1 – 100 мас. ч., гипериз-Г – 3 мас. ч., нафтенат кобальта – 8 мас. ч.) – шифр П.

В табл. 3 приведены результаты испытаний на прочность при разрыве образцов после 30 и 60 сут в воде.

Анализ результатов испытания когезии составов показал:

- полимерраствор на основе полиэфирного клея обладает наибольшей прочностью, которая интенсивно нарастает в течение первых трех месяцев;
- у полимеррастворов шифров Э и П всегда хрупкое разрушение, в то время как у составов шифра Б и Ф проявляется деформативность;
- воздействие воды различно сказывается на изменении физико-механических свойств: у состава шифра Э, прочность практически неизменна, а у состава шифра П интенсивно снижается, несмотря на то что водопоглощение у последнего меньше, чем у состава шифра Э.

Надежность шва облицовки плит характеризуется кинетикой изменения адгезионной прочности в водной среде. Проведены испытания адгезионной прочности исследуемых ненаполненных клеев и полимеррастворов на основе этих клеев с тремя видами наполнителей различного содержания.

Анализ приведенных в табл. 4 результатов испытаний показал, что высокой и стабильной адгезией к бетону обладает полимерраствор с БОВ-1; для композиций с заполнителями из песка и цемента оптимальным является состав полимер:наполнитель в соотношении 1:3 по массе, а на диабазовой муке – 1:4. Установлено, что показатели адгезии этих полимеррастворов к бетону не пропорциональны их когезионной прочности.

В табл. 5 приведены результаты адгезионных испытаний оптимальных составов полимеррастворов под воздействием воды и циклов замораживания-оттаивания. Результаты получены при воздушном хранении образцов

Таблица 4

Шифр клея	Прочность при разрыве, МПа						
	Без наполнителей	Наименование наполнителей и соотношение, мас. ч.					
		Песок		Цемент		Диабазовая мука	
		1:3	1:4	1:3	1:4	1:3	1:4
Э	2	2	1,7	1,9	2	1,5	2,3
Б	2,7	2,6	2,3	2,1	2,3	1,6	1,5
Ф	1,7	1,5	1,2	2,4	1,9	2,4	2,5
П	1,8	1,9	0,9	1,5	1,6	2	1,5

Таблица 5

Шифр полимер-раствора	Адгезионная прочность к бетону, МПа														
	30 сут на воздухе			5 сут на воздухе и 30 сут в воде			5 сут на воздухе, затем 100 циклов замораживания-оттаивания								
	П	Ц	Д	П	Ц	Д	П	Ц	Д	П	Ц	Д	П	Ц	Д
Э	4,1	3,9	4,7	1,5	0,9	1,4	0,7	1,4	1,7	0,6	1	1,1	0,6	1,1	1
Б	5,1	4,3	3	1,9	3	2	1,3	2,3	1,7	1,2	1,9	1,7	1,1	1,6	1,1
Ф	3	5,1	5,1	2,1	1,9	1,6	0,9	1,9	1,2	0,8	1,6	1,1	0,7	0,8	0,9
П	3,9	3,1	3	1,6	0,6	0,3	1,1	0,2	0,2	1	0,1	1,6	1	0,1	0,1

при 20°C и 45% относительной влажности: П – песок в соотношении по массе 1: 3; Ц – цемент – 1: 3; Д – диабазовая мука – 1: 4. Цикл замораживания-оттаивания состоит из 3-часового выдерживания образцов (склеенных полу-восьмерок) при –30°C и оттаивания в воде при 12–16°C в течение 3 ч, то есть 4 цикла за сутки.

Испытания образцов с оптимальным содержанием наполнителей позволяют сделать выводы:

- адгезионная прочность полимеррастворов к бетону в сухом состоянии превышает когезионную;
- адгезия к бетону снижается в водной среде, особенно в композициях на основе полиэфирной смолы;
- наибольшей водо- и морозостойкостью обладает клеевая композиция на основе БОВ-1, наполненная портландцементом и диабазовой мукой;
- в качестве наполнителя полимеррастворов на основе полиэфирных смол целесообразно использовать кварцевый песок;

– в условиях, где соединительные швы подвергаются длительному воздействию воды, не рекомендуется использовать композиции на полиэфирной смоле типа ПН-1.

Дифенольные клеи и полимеррастворы на их основе из-за высокой вязкости непригодны для ремонта поверхностных каверн бетонных конструкций при температуре ниже 25°C.

Приведенные составы, проверенные многолетней практикой автора, охватывают небольшую часть всего многообразия полимеррастворов. Выбор следует производить для каждого конкретного случая, пользуясь независимой экспертной оценкой. Универсальных составов не существует и нецелесообразно стремиться к их поиску. Зачастую определяющим фактором при выборе являются требования заказчика по стоимости и надежности в конкретных условиях. На все приведенные в статье составы полимеррастворов автором совместно с коллегами получены авторские свидетельства.



**РНТО строителей, ассоциация «Недра»,
Московский государственный горный университет
приглашают на 12-ю международную конференцию**

**«Технология, оборудование и сырьевая база горных предприятий
промышленности строительных материалов»**

6–8 сентября 2006 г.

Москва

Тематика конференции:

- минеральные и альтернативные ресурсы, охрана окружающей среды;
- технология горных работ;
- технология переработки различных видов сырья;
- новое горное оборудование и приборы;
- требование потребителей к продукции горных предприятий.

На вопросы об участии в конференции вам ответят по телефону (495) 915-11-03, 915-22-56

Construction & Interior

СТРОИТЕЛЬСТВО & ИНТЕРЬЕР

ВЫСТАВКА строительных и отделочных материалов из ТУРЦИИ

7-9 сентября 2006

ИНЭКСПО
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР

Екатеринбург
ул. Громова, 145
(343) 293-40-36
293-40-47
www.in-expo.ru

14-16 сентября

Государственный Региональный Выставочный Центр
ИНЭКСПО

Межрегиональная выставка
«Национальный проект –
Доступное жилье.
Свердловская область – 2006»

Екатеринбург,
ул. Громова, 145
Тел.: (343) 293-40-32, 293-40-36, 243-05-86
www.in-expo.ru
vystavka@in-expo.ru

МИР НЕДВИЖИМОСТИ
5-й салон недвижимости и дизайна интерьеров

МИР БЕЗОПАСНОСТИ
8-я специализированная выставка оборудования и услуг для безопасности бизнеса и дома

13-15 СЕНТЯБРЯ 2006

Тверь
Дворец спорта
«ЮБИЛЕЙНЫЙ»

ОРГАНИЗАТОР АГЕНТСТВО «МАКСИМУМ-ИНФОРМ»
(4822) 34-52-07, 49-08-09 WWW.MAXINFORM.RU

МАКСИМУМ-ИНФОРМ
10
В ТВЕРИ ЛЕТ

Стройэкспо
10-я специализированная строительная выставка

МЕГАПОЛИС
22-24 СЕНТЯБРЯ
НОВОРОССИЙСК

СТРОИТЕЛЬНЫЕ ВЫСТАВКИ • 2006

МЕГАПОЛИС

АНАПА

30 НОЯБРЯ – 2 ДЕКАБРЯ

ЧЕРНОМОРСТРОЙ

СТРОЙИНДУСТРИЯ. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ
ГОРОДСКОЕ КОММУНАЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО
МЕТАЛЛ И МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ
ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ

Информационный спонсор:
Rostex

РОСТЭКС
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
СОЮЗА СТРОИТЕЛЕЙ ЮФО

Тел./факс: (863) 240-32-60/61/64/66
WWW.ROSTEX-EXPO.RU ROSTEX@AAANET.RU

ПРИГЛАШАЕМ НА ВЫСТАВКУ

26 – 28 сентября

14-я специализированная выставка-ярмарка

СТРОИТЕЛЬСТВО

РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ

- Градостроительство
- Благоустройство
- Строительные материалы, конструкции
- Строительные системы, быстровозводимые здания
- Инженерное оборудование зданий
- Строительные машины и механизмы
- Программное обеспечение в строительстве
- Недвижимость
- Страхование
- Образование
- Специальная литература

2006

Организатор:
ООО «Дальэкспоцентр»,
Член Международного Союза выставок и ярмарок,
690090,
г. Владивосток, а/я 255,
Тел./факс
7 (4232) 300-418, 300-518
E-mail: dalexpo@vlad.ru,
www.dalexpo.vl.ru

ВЛАДИВОСТОК

ДАЛЬ ЭКСПО ЦЕНТР

И.Ф. ШЛЕГЕЛЬ, канд. техн. наук, генеральный директор Института Новых Технологий и Автоматизации промышленности строительных материалов (ООО «ИНТА-СТРОЙ», Омск)

Эффективен ли пустотелый кирпич?

Мода, как известно, приходит и уходит, а строить будем мы всегда. Сложившаяся в последнее время мода на пустотелый кирпич вызывает у многих специалистов негативное отношение. Это отношение высказывается в ряде публикаций отдельными абзацами, однако статьи, полностью посвященной этой проблеме, пока не было. В настоящем анализе мы попытались восполнить этот пробел и ответить на вопрос, нужны ли стены из пустотелого кирпича.

Ранее нами [1] указывалось, что в связи с новыми требованиями по тепловой защите зданий отверстия и пустоты в кирпиче становятся бесполезными. Более того, пустотность ухудшает качество кирпича как конструкционного материала, снижая бруто-прочность, и как лицевого материала, так как при повреждении тонкого лицевого слоя пустоты в кирпиче создают дополнительный зрительный эффект зияющих чернотой выбоин.

Другие авторы [2] указывают, «что пустотелые изделия обладают мостиками холода, а в процессе кладки происходит неконтролируемое заполнение пустот кладочным раствором», что ведет к его перерасходу.

П.Г. Комохов и Ю.А. Беленцов [3], исследовавшие структурную механику разрушения кирпичной кладки, пришли к выводу, что «наличие пустот в кирпиче влечет за собой возникновение дополнительных напряжений, в том числе в растворе горизонтальных швов, пропорциональных отношению площади контакта кирпича и раствора к площади эффективной условной поверхности кирпича. При пустотности кирпича, равной 50%, в растворе увеличивается концентрация напряжений в два раза, а на границе контакта появляется эффект ослабления прочности кладки за счет концентрации локальных напряжений».

Ученые из ВНИИСТРОМ и МГСУ В.А. Езерский, Д.В. Кролевицкий, Г.И. Горбунов констатируют следующее: «Технология производства пористо-пустотных изделий средней плотностью 750–850 кг/м³ предлагается многими зарубежными компаниями. По результатам физико-механических испытаний керамические блоки относятся к стеновым изделиям марки М 150. Прочность при сжатии отдельных изделий составляет 19–22,5 МПа. А прочность при сжатии столба кладки из этих изделий составляет всего 3,5–4,2 МПа, то есть только 15,5–22% от прочности изделий». Далее авторы

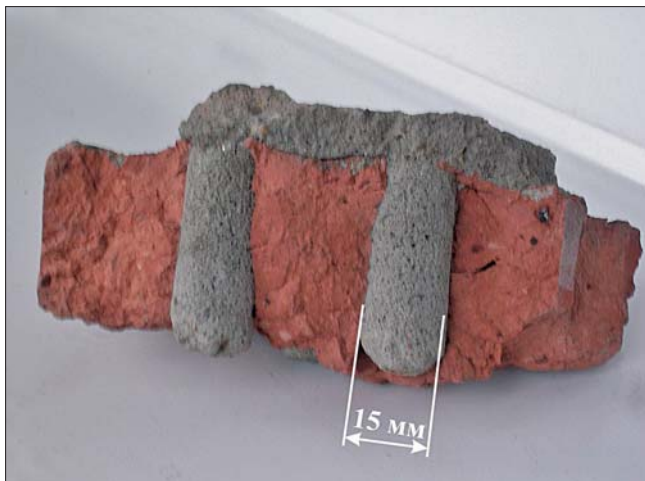


Рис. 1. Взаимодействие раствора и пустотелого кирпича

указывают, что причина такого снижения прочности «заключается в высокой пустотности изделий и в расклинивающем действии кладочного раствора, частично затекающего в пустоты и вызывающего растягивающие напряжения в изделиях. Среди других причин снижения прочности кладки из высокопустотных керамических изделий можно назвать следующие:

- неравномерное распределение давления по поверхности кирпича, вызывающее в нем кроме сжатия напряжения изгиба и среза;
- трещины, возникающие в плоскости вертикальных швов, могут проходить по сечениям кладки, ослабленным пустотами и т. д.».

Небезынтересно мнение производителей по этому вопросу. Так, например, М.Ш. Хуснуллин и Б.П. Тарасевич из Татарстана пишут [4]: «В республике выпускается только пустотелый лицевой керамический кирпич, тогда как с точки зрения повышения долговечности и архитектурной выразительности фасадов предпочтительным является производство полнотелого лицевого кирпича с технологической пустотностью менее 13%.

В то же время имеющиеся в республике заводы пластического формования не могут освоить выпуск полнотелого лицевого кирпича из местного высококачественного к сушке глинистого сырья».

А президент ОАО «Моспромстройматериалы» Евгений Скларов [5] говорит: «В процессе строительства жилья мы пришли к выводу, что пустотелый кирпич нельзя делать с внешней стенкой менее 3 см, то есть пустоты не должны приближаться к поверхности кирпича более чем на три сантиметра, иначе они откалываются. Сейчас у нас модно использовать для облицовки стен зданий щелевой кирпич, который списали с западных образцов, но у нас совсем другие погодные условия! У нас морозы, сильные перепады температур, внутрь кирпича попадает вода, и его раздирает. То есть на наружной поверхности облицовочный кирпич должен быть либо полнотелым, либо пустоты должны быть глубоко внутри».

В публикации [6] подчеркнуто, что пустотообразователи, установленные в муштабке пресса, позволяют избавиться от свиля и снизить трещинообразование; пустотелый кирпич лучше и быстрее сушится в сушилке и требует меньше затрат на обжиг.

Но зачем же его называть эффективным? Ведь для повышения качества строительства он ничего не дает. Мало того, с точки зрения строителя пустотный кирпич хуже полнотелого по следующим причинам: кладка из пустотелого кирпича требует повышенного расхода раствора, так как часть его проваливается в пустоты, пустотелый кирпич практически не повышает тепловое сопротивление кладки, пустотелый кирпич снижает бруто-прочность кладки и лицевого слоя.

Устоявшееся заблуждение насчет эффективности пустотелого кирпича поддерживается не только производителями пустотного кирпича (ведь его себестоимость ниже), но и зарубежными машиностроительными компаниями, которые в основном выпускают оборудование для получения пустотелого кирпича, так как технико-экономические показатели таких технологических линий в расчете на один кирпич выше, чем при изготовлении полнотелого кирпича. В результате сложилась такая ситуация, что все новые кирпичные заводы

выпускают в основном пустотелый кирпич, а купить хороший полнотелый кирпич практически невозможно.

С изменением норм по теплозащите необходимо менять и идеологию стандарта на кирпич и перестать обманывать себя, называя пустотелый кирпич эффективным.

При подготовке этой публикации мы провели обследование многих кирпичных зданий и составили свой фотоархив, часть которого приводим ниже.

На рис. 1 показан фрагмент разобранной кирпичной кладки, по которому видно глубокое проникновение раствора в пустоты кирпича даже при небольшом их сечении. При старательном выполнении кладки все пустоты оказываются заполненными раствором.

Рис. 2 показывает поведение щелевого кирпича в незавершенном строительстве. Если пустотная кладка добротной не защищена, в пустоты попадает вода и при заморозках рвет кирпич. Кладка, как видно на рисунке, превращается в труху.

Показательно, как ведет себя кладка из пустотелого кирпича в случае выполнения ею парапета (рис. 3) и ступеней (рис. 4). Видно, что незащищенная кладка пустотелого кирпича быстро приходит в негодность.

В рамках данной статьи, видимо, следует подтвердить наше утверждение о бесполезности пустот в кирпиче небольшим расчетом. Так, по СНиП II-3-79 теплопроводность кладки из полнотелого кирпича составляет $\lambda_{\text{полн}} = 0,56-0,47$ Вт/(м·°С), а теплопроводность кладки из пустотелого кирпича составляет $\lambda_{\text{пуст.}} = 0,47-0,35$ Вт/(м·°С).

Если принять средние значения теплопроводности $\lambda_{\text{полн}}^{\text{ср}} = 0,51$ Вт/(м·°С), а $\lambda_{\text{пуст.}}^{\text{ср}} = 0,41$ Вт/(м·°С) и нормируемое значение теплопередачи ограждающих конструкций $R = 3$ м²·°С/Вт, толщина стен составит:

$$S_{\text{полн}}^{\text{ср}} = R\lambda = 3 \cdot 0,51 = 1,53 \text{ м};$$

$$S_{\text{пуст.}}^{\text{ср}} = 3 \cdot 0,41 = 1,23 \text{ м}.$$

Понятно, что делать стены толщиной более метра никто не будет ни из полнотелого, ни из пустотелого кирпича. Поэтому в настоящее время применяют комбинированные стены с утеплением, например из пенобетона с теплопроводностью $\lambda_{\text{п}} = 0,11$ Вт/(м·°С).

При конструкции стены в один кирпич ($S_{\text{к}} = 0,25$ м) и толщине утеплителя $S_{\text{у}} = 0,3$ м тепловое сопротивление стен определится следующим образом:

$$R_{\text{полн}} = \frac{S_{\text{к}}}{\lambda_{\text{полн}}} + \frac{S_{\text{у}}}{\lambda_{\text{у}}} = \frac{0,25}{0,51} + \frac{0,3}{0,11} = 0,49 + 2,73 = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°С}/\text{Вт};$$

$$R_{\text{пуст.}} = \frac{S_{\text{к}}}{\lambda_{\text{пуст.}}^{\text{ср}}} + \frac{S_{\text{у}}}{\lambda_{\text{у}}} = \frac{0,25}{0,41} + \frac{0,3}{0,11} = 0,61 + 2,73 = 3,34 \text{ м}^2 \cdot \text{°С}/\text{Вт}.$$

Следовательно, разница теплового сопротивления стен составляет:

$$\frac{R_{\text{пуст.}} - R_{\text{полн.}}}{R_{\text{пуст.}}} \cdot 100\% = \frac{3,34 - 3,2}{3,34} \cdot 100\% = 4,2\%.$$

Эта разница столь малозначительна, что может быть восполнена дополнительной толщиной утеплителя в 1,5 см. А если учесть тот факт, что часть пустот заполняется раствором и толщина облицовочного слоя может быть в «полкирпича», эта разница практически не ощутима.

Констатируя изложенные в статье мнения специалистов, можно сделать вывод, что пустотелый кирпич ничего не дает для теплоэффективности стен, а по всем другим параметрам вреден для строительства: большие потери при транспортировке, снижение прочности стен, снижение облицовочных качеств, повышенный расход раствора, низкая морозостойчивость. Возможность разрушения пустотелого кирпича снижает надежность установки дверей и защитных решеток на окна с помощью монтажных дюбелей.



Рис. 2. Пустотный кирпич в незавершенном строительстве



Рис. 3. Кладка парапета



Рис. 4. Кладка ступеней из пустотного кирпича

Почему же пустотелый кирпич продолжает продвигаться на отечественный рынок строительных материалов, и какие факторы способствуют этому продвижению?

Прежде всего это **экономические интересы производителей кирпича**: меньше затрат на сырье, ниже затраты на сушку, ниже затраты на обжиг. В результате ниже себестоимость 1 шт. условного кирпича.

Второй фактор – **экономические интересы производителей оборудования**: стоимость комплекта оборудования для производства пустотелого кирпича ниже, чем такой же комплект оборудования для производства полнотелого кирпича, за счет уменьшения количества сушильно-обжигового оборудования и его габаритных размеров и уменьшения количества сушильных и обжиговых вагонеток. В результате ниже стоимость оборудования на единицу выпускаемой продукции.

Третий фактор **технологический**: без пустотообразователей сложно избавиться от свиля при пластическом формовании, при сушке полнотелого кирпича возможен повышенный брак. И сушка, и обжиг пустотелого кирпича более равномерные, с меньшим расходом топлива.

Четвертый фактор **нормативно-технический**: обозначение в стандартах пустотелого кирпича как «эффективного» подталкивает многих производителей к переходу на новую моду, но ряд СНиПов уже запрещает применение пустотелого кирпича для строительства колонн, труб, цоколей зданий. Необходимо расширить запрет СНиПов на строительство из пустотелого кирпича помещений с влажной средой, пилястр, парапетов и других частей зданий, подверженных воздействию осадков, вплоть до запрещения облицовки зданий.

Для того чтобы ликвидировать влияние экономических и технологических факторов, необходима серьезная работа по внедрению новой техники и технологий.


Производственникам, внимательно изучающим патентную литературу и публикации в журнале «Строительные материалы», хорошо известно, что существует ряд отечественных разработок, способных не только решить вопрос выпуска качественного полнотелого кирпича, но и значительно снизить его себестоимость.

Как варианты можно предложить освоение выпуска пористого кирпича (не путать с пустотелым) или переход на технологию полусухого прессования.

Следует отметить, что только те предприятия, где смело внедряются современные технологии и оборудование, смогут выжить в условиях ужесточающейся рыночной конкуренции.

Список литературы

1. Шлегель И.Ф. Комплекс ШЛ 300 – кирпичный завод третьего поколения // Строит. материалы. 2001. № 2. С. 8–9.
2. Кукса П.Б., Акберов А.А. Высокопористые керамические изделия, полученные нетрадиционным способом // Строит. материалы. 2004. № 2. С. 34–35.
3. Комохов П.Г., Беленцов Ю.А. Структурная механика разрушения кирпичной кладки // Строит. материалы. 2004. № 11. С. 46–47.
4. Хуснуллин М.Ш., Тарасевич Б.П. Производство лицевого керамического кирпича из высокочувствительного к сушке глинистого сырья // Строит. материалы. 2006. № 2. С. 10–13.
5. Скляр Е.В. Есть мнение // Строительство. 2005. № 1–2. С. 83.
6. Шлегель И.Ф. Необходим пересмотр не только ГОСТ 530–95 // Строит. материалы. 2002. № 10. С. 6–8.

 **Институт Новых Технологий и Автоматизации промышленности строительных материалов**
 Техническая помощь предприятиям по реконструкции производства
www.inta.ru E-mail: info@inta.ru

Через историю кирпича к истории Сибири

В июне в Институте Новых Технологий и Автоматизации промышленности строительных материалов открылся Музей омского кирпича. Экспозиция нового музея – это не только кирпич, это история освоения новых земель, строительства крепостей и городов, развития промышленности, формирование архитектурного облика края.

Идея создания музея сформировалась под воздействием естественного интереса к истории развития керамического производства в России, возникшего у сотрудников «ИНТА-СТРОЙ» в процессе работы над проектом кирпичного завода полусухого прессования. Исторические изыскания велись по нескольким направлениям: освоение сибирских земель, технологии прошлого, производители керамического кирпича, клейма мастеров, объемы производства, готовые объекты, история архитектуры старого Омска.

Среди экспонатов музея есть образцы, подтверждающие славные исторические страницы России: кирпич Тобольского кремля (1708–1709 гг.) – на нем нет клейма, но есть отпечатки пальцев, оставшиеся после формовки. Считается, что в это время на кирпичных заводах работали пленные шведы (битва под Нарвой, Полтавская битва и др.). Есть кирпич от Спасской церкви (1761 г.) г. Тары, которая считается первым кирпичным зданием на территории Омской области. Есть кирпич от здания гауптвахты (1799 г.), использованный при строительстве Омской крепости. Ф.М. Достоевский, отбывавший здесь каторгу, рабо-

тал на формовке кирпичей и на строительстве этого здания («Записки из мертвого дома»).

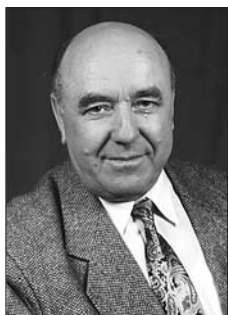
Всего в собрании музея насчитывается около двухсот оригинальных образцов. Изыскательские работы будут продолжены.

На базе музея институт намерен осуществлять информационную и просветительскую деятельность. В дальнейшем планируются экскурсии для школьников, студентов вузов, будущие специальности которых связаны со строительством, а также для заинтересованных горожан.



По сообщению пресс-службы ООО «ИНТА-строй»

КОЛЛЕГИ



К 70-летию Е.М. Чернышева

Редакция и редакционный совет поздравляют *Евгения Михайловича Чернышева* – известного ученого-материаловеда, действительного члена РААСН, проректора по научной и инновационной работе Воронежского государственного архитектурно-строительного университета, руководителя академического регионального научно-творческого центра РААСН «Архстройнаука ЦЧР», доктора технических наук, профессора – с 70-летием.

В сферу научных интересов Евгения Михайловича с момента начала его научных исследований после окончания в 1960 г. Воронежского инженерно-строительного института (ныне ВГАСУ) входит управление процессами структурообразования и качеством сили-

катных автоклавных материалов, разработка которого нашло дальнейшее развитие в его научно-педагогической деятельности. В настоящее время Е.М. Чернышев работает над проблемами системно-структурного материаловедения строительных композитов; концепцией, методологией и научно-инженерными решениями комплексной и глубокой переработки техногенных продуктов; технико-экономическими проблемами развития архитектурно-строительного комплекса региона.

Е.М. Чернышев ведет активную научно-педагогическую работу. Он является автором более 300 публикаций, в том числе пяти монографий, семи авторских свидетельств и патентов на изобретения, подготовил 20 кандидатов наук, руководит докторантурой.

Редакция и редакционный совет журнала «Строительные материалы»® желают Евгению Михайловичу Чернышеву крепкого здоровья, неиссякаемой энергии и творческих успехов.

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

Компания «ТехноНИКОЛЬ» застраховала потребителей своей продукции

Компания «ТехноНИКОЛЬ» заключила договор страхования гражданской ответственности за причинение вреда вследствие дефектов гидроизоляционных материалов Техноэластмост Б и Техноэластмост С с российской страховой компанией ОАО «РОСНО». Действие договора распространяется на территории РФ, Белоруссии, Казахстана и Украины.

Компания «ТехноНИКОЛЬ» создала важный прецедент в своей отрасли, имеющий большое значение для приведения российского рынка в соответствие с международными правилами торговли. Компания готова защищать интересы потребителя не только на этапах

приобретения и монтажа материала, но теперь и в период его эксплуатации. ОАО «РОСНО» берет на себя расходы, связанные с возмещением ущерба в случае, если в результате дефекта материала Техноэластмост произойдет нарушение его гидроизоляционных свойств и, как следствие, разрушение элементов конструкции (повреждение внутренних помещений водой, уничтожение имущества и т. д.).

Период страховой ответственности составляет 10 лет. Это значит, что каждый потребитель имеет право на удовлетворение требований по возмещению ущерба вследствие дефектов материалов Техноэластмост Б и Техноэластмост С, выпущенных на ООО «Завод Технофлекс» с 15 мая 2006 г. по 14 мая 2007 г., на последующие 10 лет до 2017 г. Страховая сумма составляет 35 млн р.

Новый продукт компании «ТехноНИКОЛЬ»

Компания «ТехноНИКОЛЬ» выпустила новую серию материалов для скатных кровель класса премиум. В линейке гибкой черепицы SHINGLAS® появился ламинированный (двухслойный) SHINGLAS Джаз. Гарантийный срок службы до 30 лет. Этот вид гибкой черепицы был разработан специально для России, применяется на крышах любой сложности и конфигурации, рекомендуемый уклон крыши 12–90°. Новый материал соответствует требованиям по качеству, надежности и долговечности европейского стандарта EN 544.

Новая черепица прошла весь цикл испытаний для кровельных и гидроизоляционных материалов в исследовательском центре компании. На материал разработана необходимая нормативная документация, получены сертификаты, свидетельствующие о соответствии принятым техническим условиям и строительным нормам. Гибкая черепица производится на заводе «Шинглас» в Рязани, который является совместным предприятием компании «ТехноНИКОЛЬ» и испанской группы «Чова».

По материалам компании «ТехноНиколь»

Knauf Insulation приобрел Heraclith

Knauf Insulation заявила о приобретении за 230 млн евро международной группы компаний по производству теплоизоляционных материалов Heraclith. В число приобретаемых компаний входят Izomat, Termo and Termika, которые ведут свою деятельность в основном в Центральной и Восточной Европе. Для Knauf Insulation это важный шаг на пути к достижению лидирующих позиций на растущем восточно-европейском рынке теплоизоляционных материалов.

Knauf Insulation – наиболее быстрорастущая в Европе группа компаний, производящая теплоизоляционные материалы на основе стеклянного штапельного волокна, базальтового волокна, экструдированного полистирола, а также

фибrolит. В мае 2006 г. Knauf Insulation запустила самый мощный в Европе завод по производству теплоизоляции на основе стекловолокна в Чешской Республике. Объем инвестиций составил 90 млн евро. Еще один завод стекловолоконной продукции начнет производство в России в начале 2007 г. Растущие требования по увеличению энергоэффективности строительных сооружений, а также степень осведомленности потребителей о выгодах от использования теплоизоляционных материалов положительно влияют на увеличение спроса на продукцию Knauf Insulation во всех европейских странах.

По материалам фирмы KNAUF в СНГ

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

Итоги деятельности «Сибирского цемента» за 4 месяца 2006 г.

В целом за 4 месяца 2006 г. цементными заводами холдинга было произведено 925 тыс. т цемента. Расходы на социальную политику составили больше 19 млн р.

С января по апрель на ООО «Топкинский цементный завод» произвели 534,5 тыс. т цемента, за аналогичный период прошлого года было произведено 362,3 тыс. т. Среднесписочная численность на предприятии составляет 1922 человека. На ООО «Красноярский цемент» произведено 210,4 тыс. т цемента, за этот же период прошлого года произвели 183,5 тыс. т. Среднесписочная численность на предприятии – 972 человека. На ОАО «Ангарский цементно-горный комбинат» производство

составило 141,2 тыс. т (2005 г. – 115,4 тыс. т). Численность рабочих на предприятии – 1200 человек. На ООО «Тимлюйский цементный завод» было произведено 38,8 тыс. т цемента (2005 г. – 12,7 тыс. т). Среднесписочная численность составляет 513 человек.

На комбинате «Волна», также входящем в холдинг, произведено 37048 тыс. усл. плит шифера (за аналогичный период прошлого года – 41 530 тыс. усл. плит). Среднесписочная численность рабочих на предприятии составляет 828 человек.

По сообщению пресс-службы
ОАО «Холдинговая компания
«Сибирский цемент»

Запущены в эксплуатацию новые заводы по производству ССС

Машиностроительная компания «Вселуг» поставила технологические линии для двух новых заводов по производству сухих смесей на цементном вяжущем производительностью 7,5 т/ч.

Один был построен латвийской компанией LATIKRETEbaltik в г. Саласпилсе. Торговая марка выпускаемой продукции – LATIKRETE. Второй – в г. Гусев (Калининградская обл.) – ООО «Гусев-сухие смеси». Здесь будут выпускать сухие строительные смеси торговой марки Крептонит. Шеф-монтаж и запуск в эксплуа-

тацию выполняла компания «Вселуг». Технологическая линия включает: силосные склады основных компонентов, оборудование для дозирования основных компонентов и модифицирующих добавок, оборудование для смешивания (смеситель «Вселуг Торнадо 600 К»), оборудование для фасовки в мешки (фасовочная машина «Аэропресс 1П»), оборудование для укладки на палеты и транспортировки мешков, оборудование для обеспечения сжатым воздухом, электрооборудование, автоматизированная система управления.

По материалам
компании «Вселуг»

Компания «Хенкель» приобрела торговую марку CIMSEC

В июне 2006 г. завершилась сделка по приобретению компанией «Хенкель» в Центральной и Восточной Европе (Henkel Central Eastern Europe) торговой марки CIMSEC у концерна ICI. Британский концерн ICI является одним из всемирно известных производителей красок и сухих строительных смесей в Европе. Концерн работает по четырем основным направлениям: обойный клей, краски, плиточный клей и сухие строительные смеси. На данный момент около четверти всех продаж концерна приходится на Азиатско-Тихоокеанский регион, 40% – на Америку и около 12% – на Европу. В результате этой сделки «Хенкель» получает право на

производство и продажу строительного плиточного клея CIMSEC в Австрии и Венгрии.

Помимо торговой марки компания «Хенкель» приобрела у концерна ICI завод, производящий продукцию под маркой CIMSEC, расположенный в г. Эбенси на севере Австрии; на нем работают 58 человек. Стоимость активов данного бизнеса ICI оценивает в 13 млн евро. Доход от продаж завода составляет 20 млн евро в год.

В настоящее время компания «Хенкель» активно представлена на строительном рынке своей торговой маркой CERESIT (профессиональные строительные смеси).

По материалам
компании «Хенкель»

Новый завод группы компаний «СУ-155» будет изготавливать топливные гранулы

Группа компаний «СУ-155» приобрела у немецкой фирмы Salmatec GmbH завод по выпуску топливных гранул из отходов лесной промышленности. Сумма инвестиций составила более 150 млн р. Мощность завода – 28 тыс. т гранул в год. Ожидается, что завод будет пущен в августе этого года. Технологическая линия закуплена специально для принадлежащего «СУ-155» лесопромышленного комплекса «Леспромсевер» в Верховажском районе Вологодской обл. Объем расчетной лесосеки составляет 180 тыс. м³. Для полной загрузки мощностей завода комплекс готов брать заказы на производство гранулированного топлива у других деревообработывающих предприятий, что позволит ускорить процесс окупаемости инвестиций в новое производство. По оценкам экспертов, вложения в приобретение завода могут окупиться в течение трех лет.

ОАО «Леспромсевер» занимается заготовкой, переработкой древесины и доставкой пиломатериалов. С февраля 2006 г. комплекс довел производство продукции для нужд строительства до 4 тыс. м³.

С вводом в строй завода по выпуску топливных гранул компания сможет поставлять эту продукцию не только на внутренний российский рынок, но и в соседние европейские страны.

По материалам пресс-службы
группы компаний «СУ-155»

ТЕХНО НИКОЛЬ

ВСЯКАЯ ПОГОДА
БЛАГОДАТЬ



ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ДЛЯ КРОВЛИ И ИЗОЛЯЦИИ

Сделано в России. Товар сертифицирован

Техноэласт-Грин®

СБС-модифицированный рулонный гидроизоляционный наплавляемый корнестойкий материал

**МАТЕРИАЛ
КЛАССА
ПРЕМИУМ**

ТЕХНОЭЛАСТ® – серия новых высокотехнологичных материалов, разработанных на основе мирового опыта и научно-технических разработок исследовательского центра компании

Компания «ТехноНИКОЛЬ» уделяет первостепенное значение вопросам качества и надежности продукции. Мы стремимся к тому, чтобы наши решения были эффективными, сохраняли природу, здоровье людей, позволяли уделять больше внимания тому, к чему они стремятся: будь то успех в бизнесе или уют домашнего очага. Мы уверены, что достигнем данных целей, благодаря знанию потребностей наших клиентов, работе высококвалифицированных специалистов, постоянному внедрению новых технологий и системному подходу к развитию компании.

Узнайте больше

www.tn.ru

**krom
schroeder**



Оборудование фирмы «Kromschroeder»:

- Шаровые краны и фильтры
- Регуляторы давления
- Клапаны
- Датчики-реле давления
- Компактные блоки и Moduline
- Автоматика, шкафы управления
- Горелки
- Устройства розжига и датчики контроля пламени
- Термоэлектрические устройства безопасности
- Автоматы управления горелками и АСУТП
- Измерительные и тестовые приборы

Оборудование для автоматизации производства:

- Датчики: индуктивные, емкостные, оптические, магнитные, ультразвуковые, контроля потока, температуры, давления, уровня
- Интерфейсные модули (барьеры с гальванической развязкой в т.ч. температурные, аналоговые, числа оборотов) («Turck»)
- Искробезопасные барьеры (токовые, преобразователи температуры, имеющие российские градуировки 50М, 53М, 100М)
- Реле (*COMAT, RELECO, FINDER*)
- Модуль оценки сигналов («Turck»)
- Системы промышленного зрения (*BANNER*)
- Частотные преобразователи
- Пускатели



Наш адрес: Россия, Москва, 117105, ул. Нагатинская д. 3Б, офис 416

Тел./факс: +7 (495) 111-00-62, +7 (495) 111-04-31

Тел.: +7 (910) 406-83-72

Internet: www.promautomatika.ru

E-mail: mail@promautomatika.ru



2006

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
Ф О Р У М**

СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ:

"Градостроительство и реставрация"

"Девелопмент"

"Спецстройматериалы и оборудование"

"Стройинженерия"

По вопросам участия в выставке
обращайтесь в Оргкомитет



ЭКСПОЦЕНТР

Тел.: (495) 255-37-34, 255-28-86

E-mail: stroyka@expocentr.ru

www.expocentr.ru



РЕСТЭК

ВЫСТАВОЧНОЕ
ОБЪЕДИНЕНИЕ

Тел.: (495) 544-38-31

E-mail: ibif@restec.ru

www.restec.ru/ibif

23 – 27 октября

Москва, ВК "Экспоцентр"

на Красной Пресне

В ДЕЛОВОЙ ПРОГРАММЕ ФОРУМА:

- Международный Московский строительный конгресс
- Конференция "Современная система оказания коммунальных услуг"
- Семинар "Инженерные системы для коммерческих зданий"

Организатор конгресса, конференции и семинара ООО "ВСБ"

Тел.: (812) 320-95-27, 320-95-26

E-mail: ep@restec.ru

Поддержка Форума:

Министерство регионального развития РФ

Министерство промышленности и энергетики РФ

Федеральное агентство по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству

Торгово-промышленная палата РФ

Правительство Москвы

Российский Союз промышленников и предпринимателей

Гильдия ландшафтной индустрии России

ГРУППА КОМПАНИЙ «СУ-155» ОТКРЫВАЕТ ПРОДАЖИ

СТРОИТЕЛЬНЫХ И НЕРУДНЫХ МАТЕРИАЛОВ



ГРУППА КОМПАНИЙ
«СУ-155»



Специальные предложения для строителей
по поставке стеклопакетов в деревянной
и пластиковой раме.

- Торф от 250 руб. за м. куб.
- Сваи от 415 руб. за м.п.
- Кирпич от 4.72 руб. за шт.
- Фундаментные блоки от 850 руб.
- Дорожные плиты от 3 080 руб. за шт.
- Лестничные марши: ЛМ 30-54-10 от 9 000 руб. и др.



(495) 129 84 11
129 82 77

sales@su155.com www.su155.ru



Мы создаем настоящие ценности

Жилой дом за 3 месяца из экологически чистых материалов, спроектированный и построенный в соответствии с современными принципами энергосбережения, не подверженный проникающему действию влаги и перепадам температуры, а также без ограничения архитектурно-планировочных решений.

Представительство Lindab в России
123290, г. Москва,
ул. 2-я Магистральная, 14Г, стр. 1,
тел. (495) 937-22-78, факс 937-22-79
info@lindab.ru

Lindab
www.lindab.ru

Филизоль
ТРАДИЦИИ, КАЧЕСТВО, РАЗВИТИЕ

**Ленточные герметики
серии "Герлен" -
25 лет качества!**

Кровельные и гидроизоляционные материалы, мягкая кровля, кровельные работы

**123995, г. Москва,
Кутузовский проезд, 16
Телефон: +7 495 142 4267,
983-3040, 983-3041
E-mail: market@filizol.ru;
www.filizol.ru**

Применение ленточных герметиков для монтажа кровельного ковра из материала Эпикром

Специалистами нашего предприятия разработан, запатентован, поставлен на серийное производство и сертифицирован полимерный рулонный кровельный и гидроизоляционный материал Эпикром (ТУ 5774-001-46439362–99, ГОСТ 30547–97), на основе этиленпропилен-диенового каучука (EPDM) СКЭПТ-60 производства ОАО «Нижекамскнефтехим».

Эпикром выпускают двух модификаций: Р – рядовой и ПНГ – с пониженной горючестью.

Комплекс свойств, присущих этиленпропиленовым каучукам, удовлетворяет практически всем требованиям, предъявляемым к кровельным материалам. Отсутствие двойных связей в главной цепи молекулы обеспечивает термо-, атмосферо- и озоностойкость, стойкость к окислению и воздействию УФ-лучей. Неполарная природа полимера определяет его стойкость к действию агрессивных сред, а также к воде.

В основу рецептуры Эпикром-ПНГ с пониженной горючестью положен эффект интумесценции – вспучивания и коксообразования при горении. Этот эффект позволил сохранить свойства, присущие кровельным EPDM-материалам, и получить трудновоспламеняющийся, не распространяющий пламени материал с характеристиками Г1, РП1, В2.

При горении Эпикром не выделяет токсичных продуктов, характеризуется низким дымообразованием и отсутствием горящих капель расплава, что выгодно отличает его от материалов на основе битума, ПВХ и полиуретанов.

Технические характеристики материала Эпикром

Толщина, мм	1,2
Поверхностная плотность, кг/м ²	1,63
Теплостойкость, °С	120
Водопоглощение за 24 ч, мас. %	0,15
Разрывная сила при растяжении полосы шириной 50 мм, Н	
после изготовления	423,4
после термостарения в течение 14 сут при 100°С	358,7
через 20 условно-годовых циклов	282,2
Условная прочность при растяжении, МПа	
после изготовления	7,2
после термостарения в течение 14 сут при 100°С	6,1
через 20 условно-годовых циклов	4,8
Относительное удлинение, %	
после изготовления	32
после термостарения в течение 14 сут при 100°С	238,3
через 20 условно-годовых циклов	120
Гибкость на брусе с радиусом скругления 5 мм, °С	
после изготовления	-62
после термостарения в течение 14 сут при 100°С	-60
через 20 условно-годовых циклов	-56

Показатели получены по результатам испытаний в ЦНИИПромзданий.

Кровельное покрытие создается из одного слоя материала и не требует защиты от УФ-излучения.

Достоинства однослойных EPDM-мембран нашли отражение в резолюции Госстроя России от 25 апреля

2000 г. В этом документе «в качестве важнейшей задачи Госстроя России, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, отраслевых НИИ, проектных и строительных организаций» рекомендовано «наращивать производственные мощности и объемы выпуска полимерных кровельных и гидроизоляционных материалов на основе атмосферостойких каучуков».

Отличительной особенностью Эпикрома является электронно-химическая полимеризация на отечественных ускорителях ЭЛВ-6 или Электрон-10. Технология позволяет получить практически инертный материал, что является его достоинством, вместе с тем требует особенного внимания при склеивании полотен. При использовании Эпикрома возникает ряд технологических особенностей, недооценка или игнорирование которых может привести к протечкам кровли.

При устройстве кровли из EPDM-мембран возможно балластное, механическое крепление материала к основанию или приклеивание. Частным случаем балластного крепления является инверсионная кровля. Но в любой из этих конструкций швы выполняются идентично.

Были испытаны практически все отечественные и импортные клеевые составы, но ни один из них не обеспечил исходных требований – равнопрочного соединения, то есть когезионного разрушения при расслаивании и физико-механических показателей склеенного материала, измеримых с показателями Эпикрома. Кроме того, зачатую стоимость 1 м шва была равна или превосходила стоимость 1 м² Эпикрома. Исходя из свойств материала, требуемого качества, удобства и простоты монтажа в качестве основного склеивающего элемента была выбрана бутилкаучуковая двухсторонняя липкая лента Герлен Т 80х1,5, выпускаемая ОАО «Завод «Филикровля» (Москва).

Для дополнительной герметизации и защиты шва и исключения влияния человеческого фактора после укладки склеенного ковра на кровлю наносили полосу двухкомпонентной полиуретановой мастики шириной 20 мм за два прохода с интервалом в 1–2 сут (рис. 1).

При устройстве плоских кровель с уклонами менее 2% практически всегда возникают застойные зоны, в которых скапливается вода. Поэтому однослойный кровельный ковер должен быть абсолютно герметичен. Поскольку сама EPDM-мембрана водонепроницаема, протечки возможны только по швам соединяемых полотен и дополнительных элементов кровли (воронки, пропуски труб, парапетные окончания и др.).

Причиной протечек шва EPDM-мембран может быть некачественное склеивание, нарушение сопряжений полотен, а также применение клея или герметика, впитывающего влагу.

К некачественному склеиванию может привести: наличие в клеевом шве остатков антиадгезионной посыпки, пыли, влаги; наличие жировых или масляных пятен;

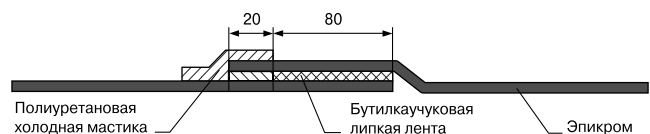


Рис. 1. Конструкция шва с использованием липкой ленты Герлен Т 80х1,5

неравномерное натяжение соседних полотнищ; вытягивание верхнего полотнища при прикатке его к нижнему.

Необходимо строго следить, чтобы перечисленные выше негативные факторы были исключены.

При устройстве кровель из EPDM-мембран 80–90% трудозатрат приходится на склеивание швов, при этом обеспечение их качества в построчных условиях требует дополнительных трудовых и материальных затрат и организации контроля на стройплощадке, вплоть до проведения приемосдаточных гидравлических испытаний на особо ответственных объектах.

В 2000 г. компания «Поликром» организовала склеивание кровельных и гидроизоляционных ковров площадью до 1000 м² в заводских условиях. Это позволило исключить типовые ошибки при склеивании и значительно повысить качество.

В производственном помещении площадью 25×6 м установлен стол длиной 23 м и шириной 1,6 м. Размеры стола выбраны из расчета удобной укладки двух полотнищ Эпикрома. Два полотнища укладывают на стол, зачищая шкуркой на ширину 100 мм и по краю склеивают липкой бутилкаучуковой лентой. Склеенные рулоны передвигают на шаг, равный ширине рулона, и укладывают на полу «гармошкой».

Для очистки шва перед обезжириванием поверхность Эпикрома рекомендуется обрабатывать абразивной шкуркой, а затем обезжиривать. За счет образовавшегося микро рельефа увеличивается площадь сцепления Эпикрома и герметика, что ведет к увеличению прочностных показателей при испытаниях шва на сдвиг и нормальный отрыв.

Бригада из двух человек за смену может собрать ковер площадью до 600 м². Ковры упаковывают на европоддонах и транспортируют заказчику. В среднем 1 м² ковра весит 1,8 кг. При отсутствии у заказчика грузоподъемных механизмов 4–5 человек вручную распаковывают и перемещают коври площадью до 400–500 м². Это возможно благодаря высокой эластичности Эпикрома, позволяющей поочередно перемещать части ковра.

Какими бы незначительными ни казались элементы сопряжения полотнищ, они требуют повышенного внимания и 100% контроля. Чтобы исключить возможность протечек даже при правильном сопряжении полотнищ, необходимо обеспечить заполнение шовным герметиком или клеем свободного пространства между склеиваемыми материалами (рис. 2). В зимнее время для придания нормальной пластичности герметику швы перед прикаткой прогревают промышленным феном.

В построчных условиях кромки очищают от грязи, пыли и остатков антиадгезионной посыпки, обезжиривают и только после этого наносят на кромку нижнего полотна шовный ленточный герметик с защитной силиконизированной бумагой, обеспечивая незаклеенный нахлест 10–20 мм. Если между Эпикромом и герметиком образовались воздушные пузыри, необходимо их удалить, проткнув силиконизированную бумагу и герметик тонким острым предметом, но не повредив при этом Эпикром. Разметив верхнее полотнище, отогнув его кромку, производят подготовку поверхности, как указано выше. Совместив смежные полотнища в требуемое положение, снимают силиконизированную бумагу с герметика. Прикатку шва производят роликами поперек шва, удаляя при этом воздушные пузыри и не допуская вытягивания Эпикрома вдоль шва и образования складок.

Таким образом, пятнадцатилетний опыт работ компании «Поликром» показал высокую эффективность применения сборных ковров при устройстве кровель, гидроизоляции водоемов, подземных сооружений при стабильно высоком качестве. Со временем выявились некоторые особенности этого способа, связанные в том числе со свойствами бутилкаучуковых композиций (невысокая когезионная прочность при температуре выше 50°С,

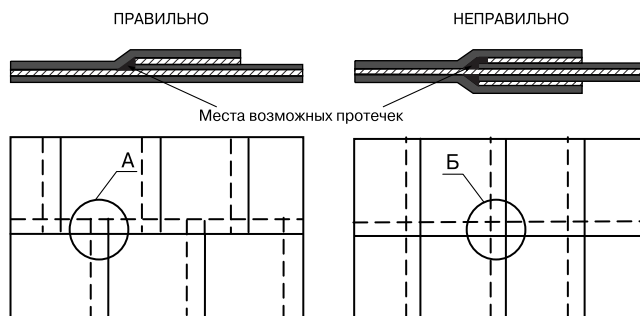


Рис. 2. Схема соединения полотнищ между собой

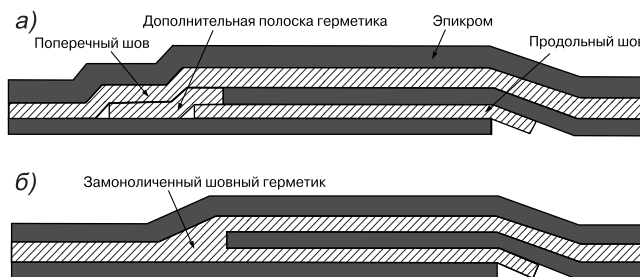


Рис. 3. Правильное сопряжение материала Эпикром: а) до прикатки; б) после прикатки

миграция низкомолекулярных соединений, наличие гидрофильных минеральных наполнителей).

Неоспоримое удобство работы, снижение трудоемкости, повышение качества и анализ зарубежного опыта убеждают в правильности принятого решения — использования ленты Герлен. Большинство недостатков, возникающих при монтаже, исключается правильно выбранной для каждого конкретного случая конструкцией кровли, хотя это зачастую и противоречит существующим сегодня ГОСТам и СНиПам.

Закон «О техническом регулировании» сегодня позволяет снять все противоречия, надо лишь иметь неопровержимые аргументы при обсуждении профессиональных вопросов с коллегами.

В 2005 г. Завод герметизирующих материалов (г. Дзержинск Нижегородской обл.) выпустил опытную партию ленточного герметика, также предназначенного для устройства ковра из Эпикрома. Испытания герметика в практических условиях подтвердили его высокое качество, но в то же время выявили технологические трудности при работе с ним. После решения этих вопросов планируется серийный выпуск ленточного герметика для Эпикрома.

Использование высоконадежных полимерных кровельных материалов и качественных комплектующих при устройстве кровель, несмотря на их более высокую стоимость, экономически оправданно, так как при этом исключаются более частые сложные и дорогие поиски протечек и трудоемкие ремонтные работы.

Вместе с тем экономическая ситуация с применением полимерных кровельных материалов достаточно оптимистична. В 1997 г. материалы фирмы «Поликром» были в два раза дороже наплавляемых битумно-полимерных, а сегодня стоимость Эпикрома сравнима со стоимостью только верхнего слоя битумного наплавляемого материала, при этом обеспечивая долговечность, на порядок превосходящую битумные материалы.

Основной аргумент против долговечных кровельных EPDM-материалов — их высокая стоимость по сравнению с битумными — сегодня с изменением структуры рынка (стоимость нефти и сокращение ее добычи) опровергнут. Это и приведет к ситуации, когда кровли, выполненные из Эпикрома, по сметной стоимости будут сравнимы с рубероидными, превышая их на порядки по долговечности.

Новые виды материалов в системе LindabConstruline

Шведская промышленная группа Lindab — один из лидеров рынка легких стальных конструкций и водосточных систем не просто берет на вооружение новейшие достижения в сфере строительства, но и в сотрудничестве с учеными работает над собственными ноу-хау. Поэтому система LindabConstruline, с помощью которой за несколько месяцев можно возвести как отдельный дом, так и целый поселок, позволяет сделать быстровозводимые здания еще более надежными, а жизнь в них — еще более комфортной.

Проблема звукоизоляции жилых помещений актуальна не только для России. В европейских странах акустике жилья уделяется большое внимание. И в этом вопросе здания, построенные с помощью легких стальных конструкций, могут успешно соперничать со своими бетонными и кирпичными аналогами.

В дополнение к существующему ассортименту компонентов системы LindabConstruline, позволяющему монтировать здания с высокой шумозащитой, недавно специалисты компании Lindab предложили специальные акустические профили RdBF для межкомнатных перегородок. Обычно такого рода продукция выполняется с повышенной звукоизоляцией. Профили RdBF помимо дополнительной перфорации имеют сложную пружинную форму, за счет чего великолепно гасят передачу звука через стены. В результате межкомнатные стены с такими элементами снижают уровень шума на 50–60 дБ и являются хорошей преградой на пути звуковой волны.

Хорошими акустическими характеристиками обладают межэтажные перекрытия Lindab, новые перфорированные профили RYF и SKYF для оконных конструкций и дверных проемов. Отличную звукоизоляцию обеспечивает использование перфорированных термо-



профилей во внешних стеновых конструкциях.

Как подчеркивают специалисты, для акустики дома важны не только все детали соединений, но и то, как они смонтированы. Конструкции Lindab, которые производятся с машинностроительными допусками, точно в размер, идеально стыкуются и обеспечивают минимальную звуко- и теплопроводность.

Систему LindabConstruline часто сравнивают с детским конструктором — настолько легко и просто собирать дома из входящих в нее элементов. **Термопрофили** для проемов дверных и оконных конструкций RYF и SKYF — еще одно новое решение от Lindab, упрощающее и без того несложный процесс монтажа. Такие профили благодаря специальным ушкам легко крепятся по контуру проемов.

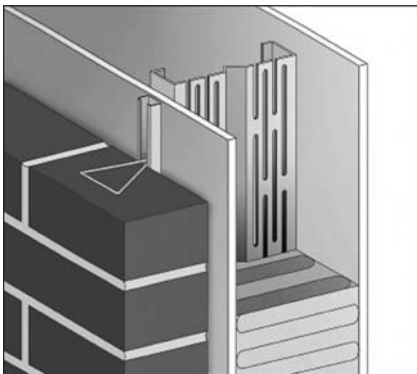
Несмотря на то что сталь проводит тепло в 430 раз лучше, чем дерево, дома из конструкций Lindab имеют хорошие теплотехнические характеристики. Дело в том, что специальная перфорация термопрофилей системы LindabConstruline увеличивает расстояние, которое проходит тепловой поток, и уменьшает таким образом теплопроводность. Сопrotивление теплопередаче в домах, собранных из материалов Lindab, значительно превышает требования СНиПов. В них отлично сохраняется тепло при крутых морозах на российском Севере, а жители южных регионов спасаются в таких домах от изнуряющей летней жары.

Рациональная практичность пришла по душе жителям разных континентов. Действительно, если уж строить дом, то по самым современным технологиям, из лучших материалов. Строить так, чтобы можно было воплотить в жизнь все свои архитектурные фантазии, а потом забыть о ремонте лет на 50.

Надежность, долговечность и экономичность в эксплуатации — безусловные преимущества домов из металлоконструкций Lindab. Экономия начинается еще на этапе проектирования. Lindab оснащает своих дилеров и дистрибьюторов современным программным обеспечением, позволяющим в сжатые сроки спроектировать каркас дома и подготовить спецификацию для размещения на производстве. При этом прочность постройки рассчитывается с большой точностью, что позволяет изготавливать каркас минимальной массы. Увидеть конструкцию дома в трехмерном изображении позволяет обновленная версия программы — Lindab ADT Tools, которая призвана еще больше облегчить работу архитекторов и проектировщиков.

Большая несущая способность конструкций Lindab обеспечивается высоким пределом текучести стали, из которой они изготовлены. О других особенностях легких стальных тонкостенных конструкций компании Lindab можно узнать на сайте www.lindab.ru.

Представительство Lindab в Москве



Л.А. КРОЙЧУК, канд. техн. наук, ОАО «НИИЦЕМЕНТ» (Москва)

Известковая промышленность западноевропейских стран

По публикациям журналов *Zement-Kalk-Gips Internation* и *Cement International* за 2001–2005 гг.

Среди европейских стран – производителей известии бесспорным лидером является Германия, далее следуют Италия, Франция, Бельгия и Австрия. В конце 80-х гг. прошлого века потребление известии в Европе снизилось вследствие сокращения производства стали, но в середине 90-х гг. вновь наметился подъем ее производства, обусловленный использованием известии при проведении мероприятий по охране окружающей среды (табл. 1).

Производство чугуна и стали. При получении агломерата кислые оксиды руды нейтрализуют известняком. Для этих целей только в Австрии ежегодно расходуется около 450 тыс. т известняка. Негашеную известь в количестве примерно 250 тыс. т в год используют при производстве стали для блокирования оксидов кремния, фосфора и серы. Еще одно направление применения негашеной известии в металлургии – вторичная десульфурация сталелитейных ванн. Получаемый при этом шлак используют для изготовления цемента, в строительстве, а также в качестве удобрения.

Производство сахара. Негашеную известь применяют для очистки сока сахарной свеклы. Потребление известняка в австрийской сахарной промышленности составляет около 500 кг/сут. Производители сахара, как правило, имеют собственные известеобжигательные печи. Коэффициент их использования невысок, поскольку кампания сахароварения длится не более 100 суток в год.

Производство удобрений. Для предотвращения закисления почвы в результате жизнедеятельности растений в нее периодически добавляют известняковую муку, негашеную или смешанную известь. Это особенно важно в тех случаях, когда почва не содержит карбоната кальция. Для указанных целей используют чисто известковые удобрения, известковые отходы и удобрения, в которых известь является второстепенным компонентом. В последнее время все более широкое распространение получают удобрения на основе известии с примесью магнезия.

Производство стекла. Известно, что свойства стекла зависят от качественного и количественного состава оксидов. Например, растворимость стекла в воде может быть уменьшена за счет введения оксидов щелочноземельных металлов – кальция (негашеная известь), магнезия или бария.

Производство соды. Известь используют при производстве соды на переделе получения сольвея или аммонийной соды для регенерации аммония, поэтому содо-

вое производство предъявляет жесткие требования не только к качеству известии, но и к содержанию CO_2 в отходящих газах известеобжигательных печей, которое не должно быть ниже 40%.

Производство цианамиды кальция. Цианамид кальция, получаемый при химическом взаимодействии карбида кальция с азотом, находит применение в качестве удобрения, для борьбы с сорняками, а также как промежуточный продукт при производстве меламин, который служит исходным материалом для изготовления красок, клеев и формовочных композиций. Цианамид свинца, входящий в состав антикоррозионного покрытия, также получают из цианамиды кальция.

Производство целлюлозы. Известь используют для регенерации щелочи при выделении химических реагентов из черного шелока в производстве сульфатной целлюлозы. В процессе каустификации гидроксид натрия получают из зеленого шелока путем смешивания щелочного расплава с водой с добавлением известкового молока или негашеной известии. Негашенная известь вновь превращается в карбонат кальция, а тот, в свою очередь, после обжига превращается в негашеную известь. При этом в качестве побочных продуктов из отходящих газов выделяют скипидар и талловое масло.

Очистка отходящих газов. Карбонат кальция, оксид и гидроксид кальция применяют в установках для очистки отходящих газов с целью обеспечения ПДК диоксида серы в выбросах в атмосферу. Получаемый при этом сульфат кальция используют в цементном производстве. Десульфурация может осуществляться в виде сухого, полусухого или скрубберного процесса. При сухом процессе непосредственно в пространстве горения вдувают известняковую муку, степень десульфурации составляет около 60%. При полусухом процессе в очищаемые отходящие газы вдувают водные растворы известии или гидроксида кальция. Среди преимуществ скрубберного процесса следует отметить высокую эффективность очистки отходящих газов и возможность повторного использования уловленного материала. Установки для очистки отходящих газов от диоксида серы успешно работают на ТЭС, стекловаренных печах и мусоросжигательных установках.

Очистка шламов сточных вод. Шламы промышленных и муниципальных сточных вод сначала обезвоживают, а затем удаляют остаточную влагу в процессе обработки оксидом кальция. Получаемые прессованные лепешки могут служить удобрением (если очистке подвергались шламы муниципальных сточных вод). Утилизация продуктов обработки шламов промышленных сточных вод представляет собой сложную проблему, поскольку не исключена возможность загрязнения их тяжелыми металлами. Исследования, проведенные в земле Рейнланд-Пфальц (Rheinland-Pfalz, ФРГ), показали, что сжигание таких материалов в цементнообжигательной печи не приводит к ухудшению качества цемента, но требует дополнительного расхода тепла из расчета 2500–4000 кДж/кг лепешек для удаления из них остаточной влаги.

По данным Германской федеральной ассоциации известковой промышленности, объем потребления известии в Германии в 2004 г. составил порядка 6,7 млн т, а годовой рост цен на известь – 0,6%. Такой уровень

Таблица 1

Области применения известии в странах ЕС	Доля в потреблении, %
Производство стали и цветных металлов	40
Строительная индустрия	20
Сельскохозяйственное производство	12
Химическое производство	10
Мероприятия по охране окружающей среды	8
Производство сахара	5
Стабилизация грунта в гражданском строительстве	3
Производство бумаги	2

Таблица 2

Страна	Количество предприятий	Вращающиеся печи	Шахтные печи			Печи других типов	Всего печей
			Кольцевые	Печи Мерца	Других типов		
Австрия	7	–	2	6	3	1	12
Бельгия	6	8	5	14	–	2	29
Дания	2	2	–	–	–	–	2
Финляндия	4	5	–	–	–	–	5
Франция	19	4	21	20	18	1	64
Германия	67	7	31	12	74	12	136
Греция	44	1	2	1	39	1	44
Ирландия	4	1	0	1	3	0	5
Италия	32	–	5	25	30	0	60
Люксембург	–	–	–	–	–	–	–
Нидерланды	–	–	–	–	–	–	–
Португалия	12	–	–	2	1	9	12
Испания	26	4	1	21	16	0	42
Швеция	6	5	0	3	2	0	10
Великобритания	9	8	0	7	10	1	26
Итого	238	45	67	112	196	27	447

потребления извести поддерживался устойчивым подъемом в сталелитейном производстве и государственным стимулированием мероприятий по охране окружающей среды, компенсирующий спад в строительном секторе (порядка 1,5%), связанный с проблемами производства силикатного кирпича и ячеистого бетона.

Для производства извести в основном используют шахтные и вращающиеся печи. Шахтные печи подразделяют на два основных подвида: печи, в которых обжигается дробленый материал с размером кусков не менее 20 мм, и двухшахтные регенеративные печи Мерца, в которых возможно обжигать известняк размером от 10 мм.

Особняком стоят кольцевые шахтные печи, главным отличием которых является поперечное движение газов в зоне обжига. В результате осуществляется их двух-трехкратное просасывание через слой обжигаемого материала.

Анализ структуры печного парка известковой промышленности стран ЕС (табл. 2) свидетельствует о том, что ведущие позиции по оснащению предприятий прямоточными регенеративными печами Мерца занимают Бельгия, Франция, Австрия, Испания и Италия. Эти печи, разработанные в конце 40-х годов прошлого века в австрийском г. Вopfингере, в настоящее время являются агрегатами с самым низким в мире расходом теплоты. Получаемая известь характеризуется высокой активностью. В печах этого типа можно использовать различные горючие отходы. Например, на австрийском известковом заводе в Вopfингере на одной из печей с суточной мощностью 350 т были выполнены успешные эксперименты по сжиганию в качестве топлива древесных опилок, отработанного смазочного масла и растворителя. Впоследствии такое же техническое решение было использовано на двух известковых заводах на севере Италии. На другом австрийском известковом заводе в г. Голлинг (вблизи г. Зальцбурга), где установлена последняя модель шахтной кольцевой печи Twin-C®, которая при обжиге известняка с размером кусков 50–150 мм обеспечила суточную мощность 196–206 т при удельном расходе теплоты 4265–4480 кДж/кг извести, получены хорошие результаты по сжиганию в печи Мерца отходов пластика.

Впервые в России в 2004 г. в проекте ОАО «Карельский окатыш» используется технология и оборудование швейцарской компании Maerz и ряда других ведущих западных компаний по созданию в г. Костомукша предприятия по производству высококачественной извести при производстве синтетического карбоната кальция, необходимого при изготовлении бумаги, а также в стро-

ительной и ряде других отраслей. Производительность печи Мерца составляет 112 тыс. т извести в год.

Свойства исходного сырья и специфические требования к готовой продукции определяют выбор печного агрегата для обжига извести. В Великобритании, Швеции, Дании и Финляндии широко распространены вращающиеся печи, так как используемое в этих странах сырье слишком липкое.

В табл. 3 приведены данные о расходе топлива и электроэнергии при получении извести и доломита в печных агрегатах, эксплуатируемых в различных европейских странах. Наиболее высокий уровень выбросов NO_x характерен для вращающихся печей, а CO₂ – для шахтных пересыпных печей.

В европейской известковой промышленности сложилась следующая структура топливопотребления, %: уголь – 36, мазут – 15, газ – 48, другие виды топлива – 1.

Основным топливом для обжига извести является кокс, который с 2002 г. по 2004 г. подорожал с 70 до 400 евро за 1 т. В связи с этим в известковой промышленности предпринимаются попытки по замене природного топлива более дешевым альтернативным. Теоретическое количество теплоты, необходимое для превращения CaCO₃ в CaO, составляет около 3200 кДж/кг CaO (763 ккал/кг CaO). В современной печи Мерца расходуется около 3500 кДж/кг CaO, что ненамного превышает теоретическое значение. Это означает, что не следует ожидать дальнейшего существенного снижения выбросов CO₂ в атмосферу за счет осуществления мероприятий по энергосбережению.

Только в течение последних нескольких лет стоимость извести выросла с 25–30 евро/т до 45 евро/т в печах, отапливаемых лигнитом (слабоуглефицированным бурым углем), и до 60 евро/т в печах, отапливаемых коксом.

Именно с целью снижения себестоимости продукции в известковой промышленности осуществляются мероприятия по переходу на дешевое топливо. В этом плане представляет интерес модернизация сооруженной в 1990 г. шахтной печи известкового завода Rheinkalk Messinghausen путем установки центральной горелки, отапливаемой пылеобразным лигнитом. При использовании центральной горелки поступление топлива (природный газ и пылеобразный лигнит) обеспечивается непосредственно в зону обжига печи. Капиталовложения окупаются за 2–3 года.

Экономические расчеты показывают, что в себестоимости известковой продукции затраты на топливо составляют до 50%. Удельный расход теплоты на

Таблица 3

Печной агрегат	Расход топлива, МДж/т негашеной извести	Расход электроэнергии, кВтч/т негашеной извести
Получение извести		
Пересыпная печь	4000–4700	5–15
Наклонная печь	4300	30
Многокамерная шахтная печь	4000–4500	20–45
Кольцевая шахтная печь	4000–4600	18–35
Печь Мерца	3500–3950	20–40
Шахтные печи других типов	4000–5000	10–15
Длинная вращающаяся печь	6500–7500	18–25
Вращающаяся печь с запечным колосниковым теплообменником	5000–6100	35–100
Вращающаяся печь с шахтным подогревателем	4800–6100	17–45
Вращающаяся печь с циклонным теплообменником	4600–5400	23–40
Спекательная решетка	3700–4800	31–38
Декарбонизатор	4600–5400	20–25
Печь кипящего слоя	4600–5400	20–25
Получение мертвообожженного доломита		
Пересыпная печь	6500–7000	20
Вращающаяся печь с запечным колосниковым теплообменником	7200–10500	35–100

обжиг важен не только с точки зрения контроля себестоимости извести, но и с точки зрения защиты окружающей среды от выбросов CO₂. В этой связи предполагается, что после 2008 г. штраф за выброс в атмосферу 1 т CO₂ возрастет до 87 USD.

Эти факторы стимулировали в известковой промышленности ФРГ в период с 1990-го по 1998 г. снижение удельного расхода теплоты на обжиг 1 т извести с 5,4 до 5,1 ГДж. При этом в результате сокращения расхода топлива выбросы CO₂ в атмосферу уменьшились на 9,2%. Всего же в известковую промышленность ФРГ для снижения выбросов CO₂ в атмосферу на 15% (за счет сокращения затрат топлива) в период с 1990-го по 2005 г. инвестирована сумма, эквивалентная 76 млн немецких марок.

В процессе получения 1 т извести выделяется 1,2 т CO₂, 2/3 которого образуется за счет разложения карбоната кальция и 1/3 является продуктом сжигания топлива. Эксперты прогнозируют, что европейская схема торговли квотами на эмиссию CO₂ обусловит повышение стоимости электроэнергии до 10%, а также существенно увеличатся затраты на административный персонал и на содержание международных организаций, контролирующих процессы эмиссии углекислого газа и торговли квотами. При этом подчеркивается, что уменьшение эмиссии CO₂ германской известковой промышленности и связанных с ней электростанций составит 10 млн т, то есть менее 1% вызывающих парниковый эффект газовых выбросов Германии. При стоимости квоты за выброс 1 т CO₂ 10–30 евро стоимость 1 т извести может возрасти на 12–36 евро.

Как уже отмечалось, в отличие от цементной промышленности в известковом производстве дешевое вторичное топливо – горючие отходы – практически не применяется. Работы в этом направлении все еще находятся в стадии экспериментов. Естественно, что опыт цементников использования горючих отходов в качестве топлива может быть относительно просто применен в известкообжигательных вращающихся печах, но в печном парке европейской известковой промышленности преобладают различные виды шахтных печей. Учитывая, что известковые материалы активно используются при осуществлении мероприятий по охране окружающей среды, важно не допустить попадания в них примесей, которыми нередко загрязнены горючие отходы.

Физические и физико-химические характеристики сырья того или иного месторождения оказывают существенное влияние на качество продукции известкового производства, которая должна обладать широким спектром свойств. Наиболее важным параметром является содержание в исходном известняке карбоната кальция.

Химическая промышленность, и в особенности бумажное производство, предъявляют дополнительные требования к известьесодержащим материалам: регламентируются содержание MgO, Fe₂O₃, MnO и степень белизны. Этим требованиям удовлетворяет известковое сырье большинства месторождений Австрии, однако в некоторых случаях приходится прибегать к селективной добыче при строгом контроле качества сырьевых материалов.

Производители стали жестко регламентировать содержание в сырье серы. Несмотря на то что в сырье австрийских месторождений сера содержится в незначительном количестве, не исключена возможность попадания в известь соединений серы из топлива.

Одним из важнейших параметров, определяющих качество обжига извести, является ее активность. Существенное влияние на качество обжига оказывают особенности исходного сырья (известняка), вид используемого топлива и тип обжигового агрегата.

Для производства стали требуется высокоактивная мягкообожженная известь, а при изготовлении газобетона предпочтение отдается сильнообожженной извести. Основным контролируемым параметром является температура обжига извести. Наименее активную известь получают в процессе обжига в отапливаемых коксом шахтных пересыпных печах. В современных шахтных печах получают мягкообожженную известь.

Примерно четверть потребляемых в Германии известковых материалов выпускается предприятием Fladersbach works, входящим в Rheinkalk GmbH. Здесь ежедневно отгружается 16 тыс. т продукции, из которой примерно 50% потребляет сталелитейная промышленность, а остальное используется для мероприятий по охране окружающей среды, в производстве строительных материалов и в химическом производстве.

Многие известковые заводы входят в одну структуру с цементными заводами или заводами, выпускающими сухие строительные смеси. В известковой промышленности в отличие от цементной отсутствуют предприятия-гиганты. Исключением являются расположенные в Бельгии заводы в Кармесе (Carmeuse) и Льесте (Lhoist).

А.М. ДАНИЛОВ, д-р техн. наук, советник РААСН,
 Е.В. КОРОЛЕВ, д-р техн. наук, советник РААСН,
 И.А. ГАРЬКИНА, канд. техн. наук,
 Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Строительные материалы как системы

В последнее время в связи с недостаточностью традиционных подходов формируется системология [1] как новая методология научных исследований.

В данной работе предлагается *новый подход* к созданию *строительных материалов как систем* с использованием методов системного анализа.

Системология состоит из четырех разделов. Каждый из них имеет характер самостоятельной научной дисциплины и содержит разработку системного, синергетического, информационного и гомеостатического подхода к исследованию систем соответственно.

В *системном подходе* предполагается: целостное видение сложного объекта (явления, процесса); наличие доминирующей роли целого над частным, сложного над простым; невозможность познания главных свойств системы на уровне изучения *только* характеристик ее элементов (свойства системы не сводятся к сумме свойств ее элементов); количество свойств системы больше, чем сумма свойств элементов, отношения между элементами порождают новое *особое* качество

целостности — *интегративное*; исследование свойств, структуры и функции объектов (явлений, процессов) *в целом как систем*.

Здесь под системой (рис. 1) понимается совокупность элементов, соединенных отношениями, порождающими интегративное качество. *При отсутствии интегративного качества сложный объект не является системой*.

С точки зрения *синергетического подхода* порядок и хаос взаимосвязаны и порождают друг друга; наряду с детерминизмом неотъемлемыми свойствами природы и общества являются неопределенность и случайность; хаос не только полная дезорганизация и разрушение структуры (процесса или явления), но и потенциальный источник нового развития более сложной и высокоорганизованной системы.

В *информационном подходе* информация рассматривается как мера порядка, противостоящего хаосу; мера сложности системы; характеристика внутреннего разнообразия системы; мера вероятностного выбора одной из возможных траекторий развития.

Синергетический и информационный подходы фактически являются развитием системного подхода.

В основе *гомеостатического подхода* лежат системный подход к гармонии и дисгармонии сложных систем и определение механизмов управления системами для поддержания в допустимых пределах жизненно важных параметров (поддержание путем управления интегративными параметрами системы в допустимых пределах и, следовательно, сохранение системы — *гомеостаз системы*).

При этом предполагается двойственность мира: *устойчивая гомеостатическая система состоит из балансирующих объединенных между собой противоположностей. Нарушение двойственности приводит к потере устойчивости системы*. Сохранение основных определяющих систему параметров поддерживает существование системы и определяет ее гомеостаз. *Наличие изоморфизма структур систем дает возможность переноса и распространения результатов исследований с одной гомеостатической системы в другую*. Интегративное качество системы сохраняется, пока значение системообразующего параметра не выходит за пределы заданной области, а при выходе за пределы области частичного гомеостаза ведет к переходу системы в новое качественное состояние без разрушения системы. Системный, общий гомеостаз обеспечивает сохранение интегративного качества, а частный — конкретной компоненты. При приближении интегративных параметров системы к предельно допустимым наступает системный кризис — *система вступает в зону бифуркации*.

Очевидно, *строительные материалы являются системами, так как обладают соответствующими системными атрибутами* (рис. 2). Легко обнаруживаются присущие при системном подходе к изучению строительных материалов внутренняя противоречивость и парадоксальность.

Парадокс целостности: *познание строительного материала как целостности невозможно без анализа ее частей*.

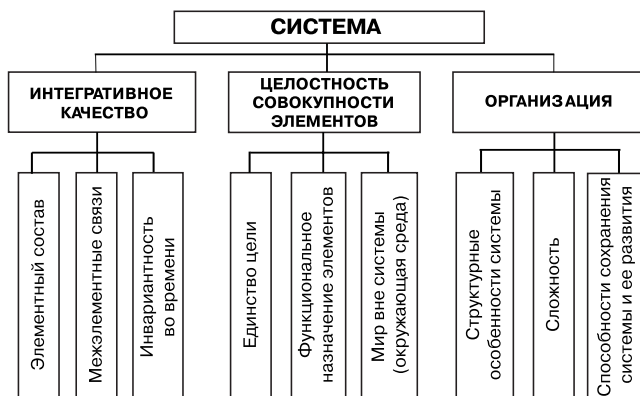


Рис. 1. Характерные признаки системы



Рис. 2. Строительный материал как система

Возможны два способа декомпозиции (разбиения) целостной системы «строительный материал».

1. После разбиения целостной системы получают элементы (части), которые *не несут на себе целостных свойств исходной системы*. Так, при разработке бетона (системы) естественным представляется разбиение системы на отдельные входящие в него компоненты. Однако такое представление бетона не позволяет с необходимой достоверностью предсказать его свойства на основе изучения свойств компонентов (элементов). Такая декомпозиция практической ценности не имеет. В известной мере это справедливо и для декомпозиции материала по масштабному структурному признаку (макро- и микроструктура в полиструктурной теории).

2. Выделяются такие части (элементарные образования), которые в специфической форме сохраняют целостные свойства исследуемого материала (условно это называется *«целостным» разбиением*). Так, в качестве элементарного образования служит образец материала, свойства которого определяются как свойствами составляющих компонентов, так и присущих материалу (системе) интегративными свойствами.

Без целостного системного подхода невозможно изучение материала с целью прогноза возможности его практической эксплуатации.

Парадокс целостности состоит в том, что целостное описание строительного материала возможно лишь при «целостном» его разбиении на части (при описании как некоторой целостности). Однако даже интегративное свойство системы на качественном уровне может изучаться по существу вне системы. Так, смачиваемость поверхности заполнителя может быть определена в отдельном эксперименте. При этом полученные результаты могут служить лишь качественным описанием процесса структурообразования и не позволяют осуществить целостное описание системы. *Используемый элемент декомпозиции не позволяет последующее агрегирование системы.*

Выделяются четыре вида свойств системы:

1. **Целостное свойство** материала: свойство принадлежит материалу в целом, но не принадлежит составным элементам. Например, прочность, эксплуатационная стойкость, определяющие строительные композиты, не принадлежат ее отдельным элементам.

2. **Нецелостное свойство** материала: свойство принадлежит составным элементам, но не принадлежит системе в целом. Так, компоненты композита обладают свойствами, которыми материал не обладает. Например, цемент (элемент) как минеральное вяжущее имеет определенную дисперсность. В бетоне (системе) цемент образует цементный камень, равномерно распределенный в объеме композита.

3. **Целостно-нецелостное свойство** материала: *свойство принадлежит как системе в целом, так и его составным элементам*. Так, прочность и деформативность бетона (системы) зависят от прочности и деформативности заполнителя (элемента).

4. **«Небытийное» свойство**: свойство не принадлежит ни системе в целом, ни его элементам. Так, снег можно использовать в качестве строительного материала в условиях низких температур. Однако невозможно его применение в условиях повышенных температур, то есть как элементы (снег), так и сама система (строение) не обладают стойкостью (свойство) в эксплуатационной среде.

Таким образом, *целостное разбиение материала возможно лишь при наличии целостно-нецелостного свойства материала как системы.*

Изучая только свойства компонентов как подсистем (при декомпозиции) нельзя судить о свойствах системы в целом.

При определении строительного материала как системы предполагается наличие целостного, интегративного свойства системы.

Отличительной особенностью композиционных материалов от механической смеси компонентов является наличие границы раздела фаз, определяющей интенсивность процессов структурообразования и свойства материала (системы). На границе раздела фаз формируется контактный слой, обеспечивающий сцепление компонентов — адгезионную прочность — *новое интегративное свойство*, которым не обладают входящие в систему элементы и свойства материала. Объединение компонентов приводит к образованию на границе раздела фаз слоев с измененными свойствами, оказывающими влияние на формирование свойств системы, отличных от характеристик компонентов, например твердение цемента в большом объеме отличается от твердения в тонких слоях на границе раздела фаз.

Как видим, при изучении строительных материалов налицо наличие парадокса целостности. С одной стороны, оценку и анализ строительных материалов можно производить лишь на основе рассмотрения материала как целостной и единой системы; с другой — изучение материала невозможно без анализа ее частей. Именно поэтому исследования структуры и свойств материала должны осуществляться и на основе изготовления опытных образцов с изучением межэлементных связей при сохранении целостности системы, например так изучаются кинетические процессы формирования физико-механических характеристик материала.

Парадокс иерархичности: *описание строительного материала как системы возможно только при наличии его описания как элемента надсистемы (более широкой системы) и обратно, описание строительного материала как элемента надсистемы возможно только при наличии описания системы «строительные материалы».* Характеристика надсистем для системы «строительные материалы» приводится на рис. 3. В частности, для строительных материалов, пригодных для использования в заданных условиях эксплуатации, надсистемой является система «строительные материалы».

Выделение приоритетов и оптимизация основных параметров строительных материалов осуществляется на основе междисциплинарных исследований и интеграции различных знаний для изучения отдельных аспектов.

Качество строительных материалов оценивается с учетом их места как элемента в иерархической структуре целостной надсистемы.

В соответствии с так называемым организмическим принципом критерий качества подсистемы должен быть частью общего критерия качества системы, определяемого ее интегративными свойствами.

Выделение систем при изучении строительных материалов можно осуществить путем расчленения сложных явлений, процессов на множество составных



Рис. 3. Надсистемы для системы «строительные материалы»

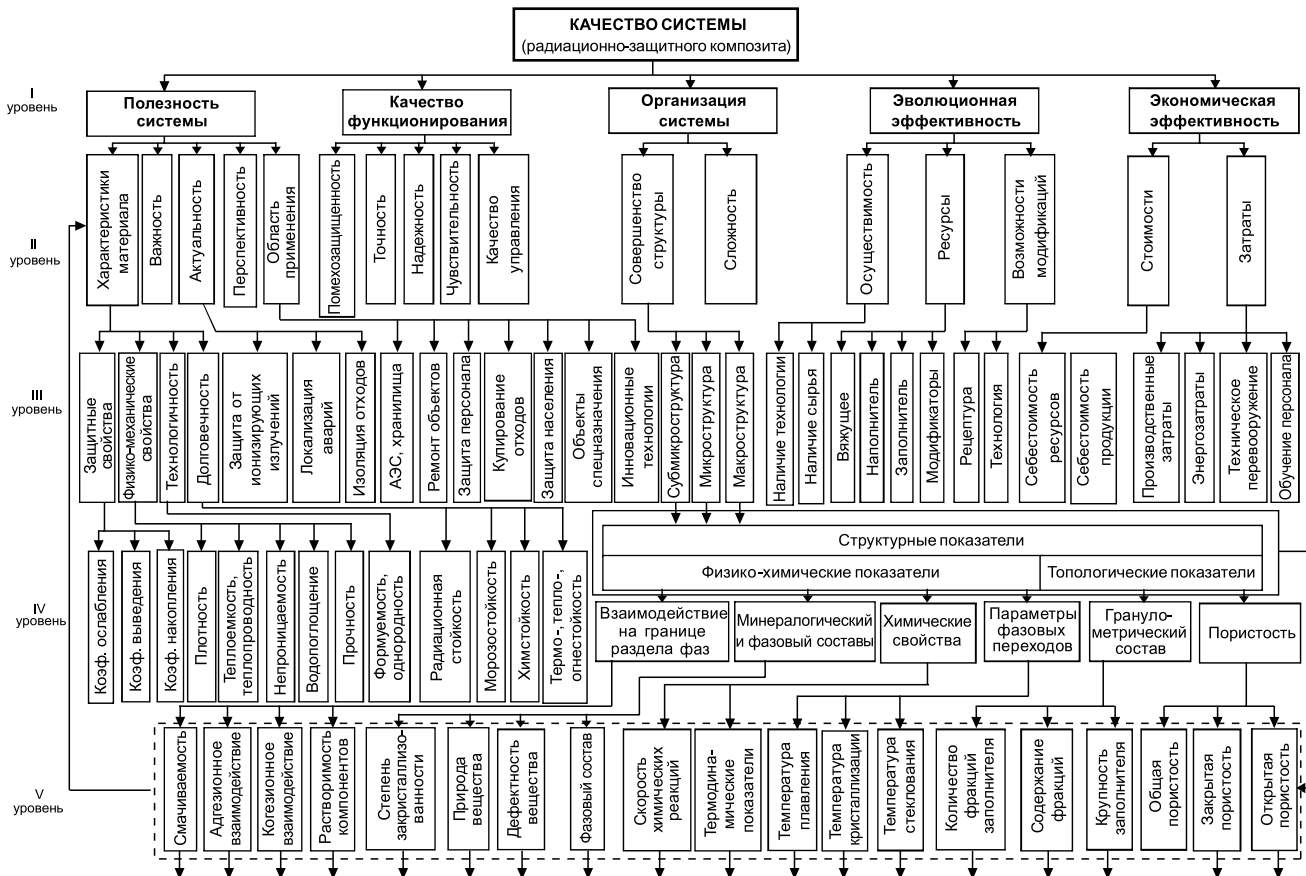


Рис. 4. Иерархическая структура критериев качества радиационно-защитного композита

элементов (систем различной природы). Между ними выявляются системообразующие межэлементные связи и отношения, придающие целостность.

Возможен и другой способ выделения системы — это представление не всего исследуемого объекта, явления или процесса как системы, а только его отдельных сторон, аспектов, граней, разрезов, являющихся существенными для исследуемой проблемы. Здесь каждая система в одном и том же объекте (строительный материал) выражает лишь определенную грань его сущности. Такое применение понятия системы позволяет досконально и целенаправленно изучать разные аспекты или грани единого объекта, например поверхностные явления — смачиваемость, капиллярные процессы и др.

Во многих случаях целостность системы подразумевает, что изменение любого элемента системы оказывает воздействие на другие ее элементы и ведет к изменению всей системы, поэтому **часто невозможно разложить строительный материал как целостную систему на отдельные компоненты без потерь ее интегративных свойств.**

В качестве примера приведем результаты разработки иерархической структуры критериев качества радиационно-защитного композита (рис. 4). На верхнем (первом) уровне находятся следующие основные критерии: полезность системы (выходные характеристики материала, важность, актуальность, перспективность); качество функционирования (помехозащищенность, точность, надежность, чувствительность, качество управления); организация системы (совершенство структуры, сложность и т. д.); эволюционная эффективность (осуществимость, ресурсы, возможности модификаций и др.).

Декомпозиция системы в рамках этой иерархии продолжается до тех пор, пока на нижнем уровне не будут получены элементы, принадлежащие разработан-

ным типам или сформулированы технические задачи создания необходимых элементов.

При применении каждого критерия в отдельных задачах, возникающих на рассматриваемом этапе разработки материала, определяются характеризующие его **количественные показатели**, единицы и способы измерения (расчетные, экспериментальные или экспертные оценки), альтернативой которым, естественно, будут лишь **бездоказательные суждения** о качестве системы. Зависимости между критериями выявляются методами факторного анализа, математической статистики и др. и представляют собой эмпирические закономерности или получаются на основе процедур оценки гипотез и взвешивания факторов.

В соответствии с введенной иерархией критериев и выделенными комплексами решаемых частных задач строится **иерархическая структура материала (системы) с оценками ее элементов.** Она и служит основой перспективного планирования всего комплекса разработок и отдельных систем. Определяются ее части для уровней микро-, мезо- и макроструктуры применительно к композитам специального назначения.

На примере синтеза материала на основе серы с классификацией рецептурно-технологических факторов изучалась роль ингредиентов в формировании интегративных, системообразующих свойств материала как системы. Был осуществлен отбор ингредиентов для последующего определения рецептурно-технологических параметров с подтверждением эффективности и перспективности использования системного подхода при разработке композитов специального назначения.

Литература

1. **Прангшивили И.В.** Системный подход и общесистемные закономерности. Москва: СИНТЕГ. 2000. 528 с.

удк 69.059

И.А. КОНДРАТЬЕВА, канд. геол.-минер. наук, Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова РАН (Санкт-Петербург),
 А.А. ГОРБУШИНА, канд. биол. наук,
 Университет им. Карла фон Оссиетского (Ольденбург, Германия),
 А.И. БОЙКОВА, д-р хим. наук, Л.Г. ГАЛАФУТНИК, ведущий инженер,
 Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова РАН (Санкт-Петербург)

Исследование биоповреждений промышленных клинкерных композиций

Решение проблемы увеличения долговечности цемента и цементосодержащих конструкций требует глубокого понимания кинетики микроскопических механизмов их разрушения. Основные механизмы, приводящие к повреждению цементосодержащих материалов, могут существенно различаться в зависимости от условий эксплуатации конструкции, микроклимата, особенностей воздействия природных факторов. Так, в сооружениях, находящихся в условиях повышенной влажности, большую роль играют процессы биоповреждения, вызванные расселением на поверхности цементных бетонов сообществ грибов, их размножением и проникновением в толщу материала. Эти процессы приводят к зарождению и развитию разнообразных микродефектов, в частности микрополостей и трещин, которые трудно, а подчас и невозможно обнаружить традиционными средствами мониторинга за состоянием строительных конструкций. Тем не менее присутствие и накопление указанных микродефектов снижает прочность цементосодержащей конструкции и может явиться причиной самопроизвольного ее разрушения.

К настоящему времени большая часть работ по биодеградации строительных материалов касается коррозии бетонов и железобетонных конструкций и сооружений, работающих в непосредственном контакте с газовой или жидкой средой, содержащей сероводород, что часто сопровождается случаями раннего и интенсивного разрушения бетона [1–7]. В этих случаях продукты жизнедеятельности бактерий и грибов подвергают коррозии, особенно в условиях повышенной влажности, компоненты цементного камня. Другими словами, биоповреждения неорганических строительных материалов преимущественно сводятся к нарушению сцепления составляющих компонентов этих материалов в результате воздействия минеральных или органических кислот микробного происхождения. Так, оксид аммония, образовавшийся под воз-

действием продуктов жизнедеятельности нитрифицирующих бактерий, соединяется с кальцием из цементных минералов, в результате чего образуется растворимый нитрат кальция, который легко вымывается из бетона [8, 9].

Механизм биоповреждения строительных материалов к настоящему времени изучен, как известно, недостаточно. Поскольку минералогическую основу строительных материалов составляют силикаты, предположим, что до некоторой степени на них можно распространить данные по биоповреждениям почв и горных пород, исследованных на данный момент гораздо лучше.

По имеющимся в настоящее время данным биоповреждения природного и искусственного камня в атмосферных условиях связаны с развитием на камне многообразных микроорганизмов, образующих покрывающие материал биопленки. Процесс развития биопленок протекает с разной скоростью в зависимости от химического состава камня, его влажности и температуры окружающей среды. Температурный диапазон, в котором могут жить грибы, широк: от -10 до $+80^{\circ}\text{C}$. Однако наиболее интенсивное развитие мицелия (биомассы грибов) наблюдается при $25-30^{\circ}\text{C}$ [10].

Можно выделить два различных механизма воздействия грибов на разрушение минеральных материалов – механический и химический, которые взаимно усиливают деструктивный эффект друг друга.

Рост биомассы микроорганизмов, внедрившихся в поры и микротрещины, способствует их расширению. Способность грибного мицелия конденсировать на своей поверхности повышенное количество влаги усиливает разрушительный эффект циклического замораживания и оттаивания воды в порах и трещинах камня, а накопление продуктов жизнедеятельности микроорганизмов, в число которых зачастую входят органические кислоты, способствует химическому разрушению камня.

Разрушающему действию плесневых грибов подвергаются не толь-

ко минералы горных пород, но и бетон, находящийся в условиях повышенной влажности [4, 11]. Кроме таких грибов коррозию бетонных конструкций могут вызывать дереворазрушающие грибы [10, 12], которые в зоне непосредственного контакта с бетоном создают условия для образования растворимых в воде солей (муравьинокислый кальций, ацетат кальция и др.), что в конечном итоге снижает механическую прочность бетона. В частности, под сканирующим электронным микроскопом обнаруживаются заметные изменения структуры бетона, на поверхности видны большие дефекты типа изъязвлений. При этом в образцах существенно увеличивается количество влаги вследствие развития в них дереворазрушающих грибов [12].

В основе процесса биоповреждения бетона в зоне его контакта с гифами (гифы – нитевидные формы распространения грибов) дереворазрушающих грибов лежат происходящие за счет увеличения влажности и кислотности среды реакции между продуктами обмена грибов и компонентами материала. Поскольку процесс биоповреждения в бетонах в данном случае ограничивается зонами контактов с гифами дереворазрушающих грибов, степень повреждения зависит от размеров зоны контакта.

Авторы работы [13], изучавшие биоповреждения структуры цемента и бетонов в трех различных климатических зонах, пришли к выводу, что независимо от климата одинаковые типы разрушений строительных материалов могут вызываться разными типами микроорганизмов. В качестве наиболее часто встречающихся продуктов таких биоповреждений в случае цемента методом электронной микроскопии были выявлены кальциевые продукты (портландит и карбонаты кальция), а в случае бетонов – кремниевые продукты (кварц, полевошпатовые слюды и другие неидентифицированные кристаллы). При этом отмечалась корродированность многих исследованных образцов.

Целью данной работы являлось исследование начальной стадии биоповреждения цементов, протекающей в условиях, возникающих при эксплуатации строительных материалов в воздушной среде. Для этого были отобраны образцы отшлифованных срезов гранул промышленных портландцементных клинкеров, а также стандартные образцы клинкеров в виде кубиков, затворенных водой, в двух вариантах – с кварцевым песком и без песка. Перед проведением эксперимента был осуществлен фазовый и количественный химический анализ образцов, который показал, что клинкера имеют сложный химический состав, включающий кроме главных (CaO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , SiO_2) различные количества примесных компонентов, содержащих Na, K, Mg, Ti, S.

В окружающей природе существует огромное количество разнообразных грибов. Не все они, однако, могут эффективно жить и размножаться на минеральных материалах, поэтому адекватный выбор их штаммов являлся одним из ключевых условий для успешного проведения эксперимента. В данном случае использовались штаммы микроскопических грибов, обитающих на силикатных породах во всех климатических зонах мира. Из уникальной коллекции штаммов лаборатории геофизиологии Университета им. Карла фон Оссиетского (Ольденбург, Германия) были выделены широко распространенные грибы, изолированные с минеральных субстратов. С целью последующего длительного мониторинга образцы покрывались суспензией спор грибов с концентрацией 10^7 клеток на 1 мл физиологического раствора. Образцы шести различных цементных заводов были одновременно покрыты (инокулированы) спорами пяти различных штаммов, совместный рост которых должен был имитировать естествен-

ные сообщества грибов на неорганических субстратах.

Начальные условия эксперимента: 50–100 мкл суспензии грибов помещалось на цементные образцы, которые затем инкубировались в чашках Петри при комнатной температуре. Относительная влажность в камерах поддерживалась на уровне 60–85% посредством помещения в чашку насыщенного водой вермикулита. Ранние стадии взаимодействия (2–3 месяца) к каким-либо изменениям поверхности цементных образцов не привели. В целях ускорения эксперимента рост микроскопических грибов на поверхности цементных образцов стимулировали нанесением органической субстанции – 0,2% пивного сусла (1 мл).

Полное время взаимодействия микроскопических грибов с гидратированными клинкерными образцами, как с кварцевым песком, так и без песка, составило 2,5 года, с отшлифованными срезами промышленных клинкеров – 1 год. В ходе непрерывного мониторинга за состоянием исследованных образцов была отмечена явно большая корродированность образцов с песком (даже визуально, без микроскопического исследования) по сравнению с гидратированными цементными образцами без кварцевого песка. Такое различие объясняется большей гетерогенностью текстуры образцов, обусловленной многочисленными порами в гидратированных цементных образцах с песком. Небольшие отверстия диаметром около 1 мм отчетливо видны на поверхности цементных кубиков с песком, покрытых спорами микроскопических грибов, уже после 1,5 лет экспозиции грибами. Подобные отверстия появились на гидратированных цементных образцах без песка лишь после 2,5 годичной экспозиции.

Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ), проведенная на за-

вершающей стадии мониторинга, иллюстрирует рост грибного мицелия на цементных образцах (рис. 1–4). Моделирование естественного сообщества отражается в присутствии гиф (мицелиальных тяжей) различного диаметра, отражающих одновременное развитие нескольких видов грибов на цементных образцах, что указывает на максимальную приближенность картины роста грибов к встречающейся в естественных условиях. Мицелий нескольких видов грибов, различающийся по толщине отдельных гиф, распространяется по поверхности субстрата, образуя покрывающую пленку и проникая в глубину материала.

Рост мицелия в плотном контакте с поверхностью материала обуславливает проникновение гиф в межфазовые пространства (между зернами основных фаз клинкера) (рис. 1). Глубина проникновения в материал не очень велика, что может быть связано с относительно небольшой длительностью эксперимента. Ветвящиеся гифы микроскопических грибов распространяются по поверхности цементных блоков, вступая в плотный контакт с фазами клинкера. Рост грибов в межфазовых пространствах разобьет зерна основных фаз клинкера, тем самым способствуя механическому повреждению цементов. Подобный механизм, который ранее был обнаружен для других минералов [14], может указывать на одну из важнейших причин изменения механических свойств цементных материалов.

На рис. 3 показано развитие биопленки на гидратированных цементных образцах после 2,5-годичной экспозиции. Очевидно полное покрытие поверхности материала развитой биопленкой. При более высоком увеличении заметны новообразования кристаллов на поверхности гиф (неровные гифы), которые, как уже было указано, гораздо быстрее и эффективнее развивают-

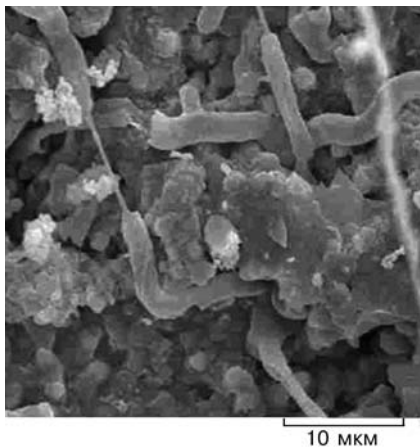


Рис. 1. Внедрение гиф в межфазовые пространства цементного клинкера

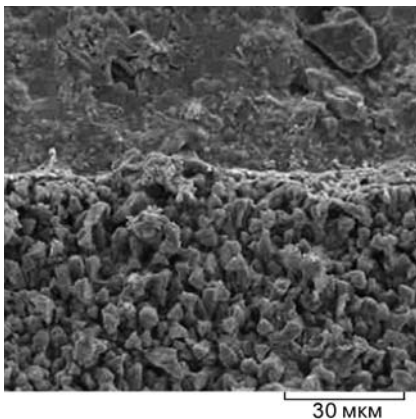


Рис. 2. Граница раздела зоны отшлифованного среза клинкера (верхняя часть) и зоны, подвергшейся действию грибов (нижняя часть)

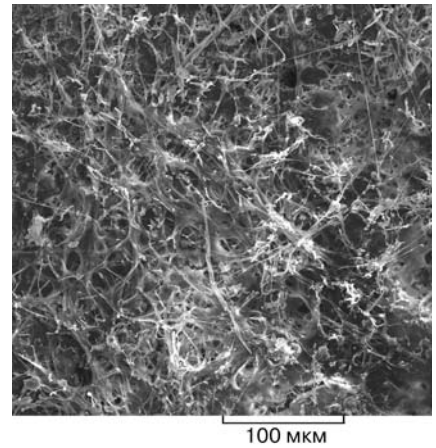


Рис. 3. Рост биомассы грибов на гидратированных цементных образцах

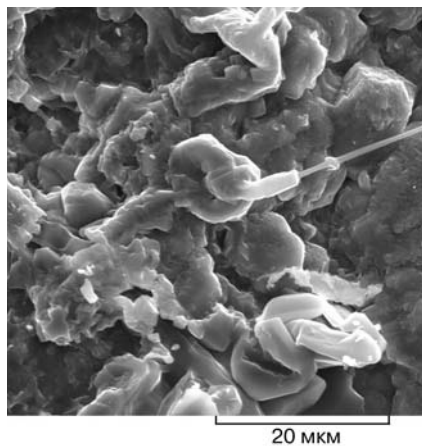


Рис. 4. Новообразование кристаллов кальцита на гифах грибов

ся на образцах с песком, чем на образцах без песка.

Рис. 4 представляет новообразование кристаллов в толще биопленки, связанное с отдельными гифами. Кристаллы кальцита перекрывают гифы грибов, тем самым указывая на последовательность их образования (более позднее отложение кристаллов).

Помимо гидратированных цементов было изучено развитие биопленок на образцах отшлифованных срезов промышленных клинкеров различных заводов, не затворенных водой. СЭМ очевидно показывает, что грибы активно действуют на безводные минералы клинкера. Рис. 2 демонстрирует границу раздела зоны отшлифованного среза стандартного промышленного клинкера и зоны, подвергшейся воздействию микроскопических грибов после годичной экспозиции. Видно резкое отличие минералогического состава верхней части снимка (алит, белит и др.) от нижней части (преимущественно кальцит).

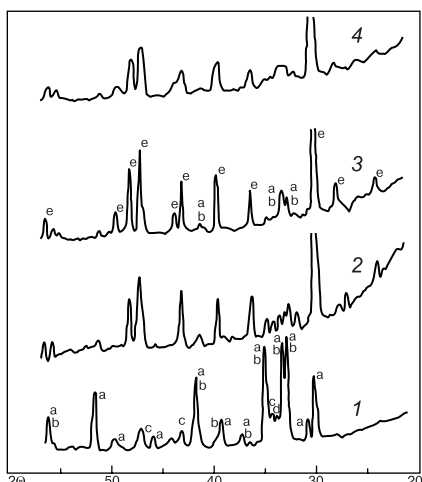


Рис. 5. Рентгенограммы промышленных поликомпонентных клинкерных композиций: 1 – чистый срез отшлифованного промышленного клинкера; 2 – тот же срез с грибами; 3 – грань кубика гидратированного цементного клинкера без грибов; 4 – то же с грибами: а – алит; б – белит; с – алюмоферрит; d – алюминатная фаза; е – кальцит

Проведенный рентгенофазовый анализ (рис. 5) показал, что как при затворении клинкера водой, так и при его взаимодействии с микроскопическими грибами происходит однотипное изменение фазового состава образцов, характерное для процесса гидратации цемента. Все изученные образцы клинкеров после взаимодействия представлены преимущественно кальцитом и непрореагировавшей частью алита и белита. При этом фазовый состав всех шести граней образцов клинкеров в виде кубиков, затворенных водой, после взаимодействия с грибами остался неизменным. Присутствие грибов в этом случае можно определить на рентгенограммах по уменьшению степени кристалличности грани, подвергшейся действию грибов, выраженной в уменьшении интенсивности максимумов всех присутствующих фаз, а также некоторому уширению и диффузному характеру самих максимумов.

В настоящее время пока не удалось идентифицировать непосредственно продукты взаимодействия грибов с клинкерными фазами и их гидратами. Тем не менее очевидно, что взаимодействие грибкового мицелия с цементными композициями выражается в разъединении зерен материала в результате роста грибковых гиф, а также в изменении поверхности структуры в зоне действия веществ, выделяемых клетками грибов. Плотные контакты клеток грибов и минералогических фаз цемента указывают на возможные химические и механические взаимодействия микроорганизмов с минералами поликомпонентных клинкерных композиций.

В заключение следует подчеркнуть, что на начальной стадии взаимодействия цементных материалов с грибковыми средами происходит проникновение тяжелей грибов внутрь материала и разъединение отдельных его компонентов, что способствует механическому и химическому повреждению цементов. Разработанная и тщательно апробированная методика моделирования процесса биодеградации поликомпонентных клинкерных композиций позволяет имитировать как различные условия эксплуатации цементосодержащих конструкций, так и возможные климатические факторы и является незаменимым инструментом дальнейших исследований в области биоповреждений строительных материалов.

Список литературы

1. Штарк И., Вихт Б. Долговечность бетона. Киев: Оранта. 2004. 295 с.

2. Klaus N. etc. Stability of concrete against sulfuric acid corrosion – a new method for determination. // 10th Int. Congress on the Chemistry of Cement. Gothenburg, Sweden. 1997. Vol. 4, 4iv038. 4 pp.

3. Hueck-van der Plas E.H. The microbial deterioration of porous building materials // Intern. Biodeterior. Bull., 1968. V. 4. PP.11-28.

4. Читаишвили Т.Г., Гуджеджиани Э.Н. Тионовые бактерии как фактор коррозии бетонных сооружений, омываемых сероводородными минерализованными водами // В кн. Биоповреждения в строительстве. М.: Стройиздат. 1984. С. 193–199.

5. Иванов Ф.М., Гончаров В.В. Влияние катапина как биоцида на реологические свойства бетонной смеси и специальные свойства бетона // В кн. Биоповреждения в строительстве. М.: Стройиздат. 1984. С. 199–203.

6. Андреюк Е.И. и др. Микробиологическая коррозия строительных сталей и бетонов // В кн. Биоповреждения в строительстве. М.: Стройиздат. 1984. С. 209–221.

7. King R.A., Miller J.D.A. Corrosion by sulfate-reducing bacteria // Nature. 1971. V. 233, 5320. PP. 491–492.

8. Исаченко Б.Л. О коррозии бетона. Избр. Тр. М.: Изд-во АН СССР. 1951. Т. 2. С. 254–256.

9. Bock E. Corrosion biologique des pierres: forte attaque par des nitrifiants. In: Attaques Biologiques des Pierres, Lab.C.P.Et.Ch. Paris, 1990. PP. 9-18. Trad. S. Proeschel.

10. Злочевская И.В. Биоповреждения каменных строительных материалов микроорганизмами и низшими растениями в атмосферных условиях // В кн. Биоповреждения в строительстве. М.: Стройиздат. 1984. С. 257–268.

11. Иванов Ф.М. Биокоррозия неорганических строительных материалов // В кн. Биоповреждения в строительстве. М.: Стройиздат. 1984. С. 183–188.

12. Важны Е. Влияние дереворазрушающих грибов на бетон // В кн. Биоповреждения в строительстве. М.: Стройиздат. 1984. С. 188–193.

13. Silva M.R., Garcia L.A.M. Microbiological identification of microorganisms responsible for degradation of concrete. // 10th Intern. Congress on the Chemistry of Cement. Gothenburg, Sweden, 1997. Vol. 4, 4iv037. 4 pp.

14. Dornieden Th., Gorbushina A.A., Krumbein W.E. Changes of the physical properties of marble as a result of fungal growth // International Journal for Restoration of Buildings. 1997. V. 3. PP. 441–456.

УДК 621.928.9

Ю.В. КРАСОВИЦКИЙ, д-р техн. наук, А.В. ЛОГИНОВ, Е.В. АРХАНГЕЛЬСКАЯ, кандидаты техн. наук, Д.Б. ТРОЩЕНКО, инженер, Воронежская государственная технологическая академия, С.В. ЭНТИН, канд. техн. наук, Д.А. ЕРМОЛЫЧЕВ, С.Л. КАБАРГИН, инженеры, ОАО «Семилукский огнеупорный завод», Б.Г. КОЛБЕШКИН, М.Н. КУЗНЕЦОВА, О.В. МИТЮКОВА, инженеры, ОАО «РЖД» Воронежский вагоноремонтный завод им. Тельмана, В.П. ДОБРОСОЦКИЙ, Г.В. КОЛЬЦОВ, инженеры, ПКФ «Воронежский керамический завод»

Улавливание и утилизация пыли зернистыми слоями при сушке гранулированных материалов

Широкое применение зернистых фильтров обусловлено дешевизной фильтрующего материала, возможностью работы при резком изменении физико-химических параметров пылегазового потока, вполне достаточной для многих технологических целей эффективностью в сочетании с относительно невысоким гидравлическим сопротивлением, термо- и коррозионно-стойкостью, высокой механической прочностью отдельных гранул или фильтрующих элементов со связанной структурой, отсутствием электрокапиллярных явлений, использованием различных способов регенерации, возможностью возврата насыпного зернистого слоя вместе с уловленной пылью в производственный процесс и, следовательно, создания безотходного производства. Последнее обеспечивает особую перспективность применения зернистых фильтров для улавливания и утилизации пыли при сушке гранулированных материалов, используемых одновременно в качестве фильтрующей среды, в частности для технологической и санитарной очистки газов после сушильных барабанов на асфальтобетонных заводах [1–3].

Выброс пыли из сушильных барабанов асфальтобетонных заводов достигает 3,5% от общего количества приготовляемой смеси. Например, выбросы пыли на заводе, оснащенном двумя смесителями Д597А производительностью 25 т/ч, достигают 3500 т/год. Улавливание такого количества пыли, которую можно использовать для приготовления битумно-

минеральных смесей, необходимо по санитарно-гигиеническим и экономическим соображениям. Массовая концентрация и дисперсный состав этой пыли зависят от granulometрии исходных материалов, их влажности, рецептуры смеси, вида топлива, причем специфика производства обуславливает частное изменение этих факторов в широком диапазоне.

Используемые в производстве битумно-минеральных смесей одиночные, групповые и батарейные циклоны недостаточно эффективны при диаметре частиц пыли <10 мкм, чувствительны к колебаниям газового режима и могут использоваться лишь в качестве предварительной ступени очистки.

Применение высокоэффективных мокрых пылеуловителей (скрубберов, ротоклонов) связано с организацией водного хозяйства (отстойников, устройств для удаления шлама, бесперебойной подачи воды). Кроме того, они неприменимы для возвращения уловленной пыли в производство [4].

Тканевые фильтры громоздки, имеют сложные механизмы переключения секций и регенерации рукавов, а фильтрующая ткань обладает значительным гидравлическим сопротивлением и склонна к залипанию при снижении температуры газов ниже точки росы [4].

В этих условиях целесообразно использование зернистых (гравийных или песчаных) фильтров, позволяющих вернуть зернистый слой с уловленной пылью в производственный процесс. Последнее имеет особое

значение, так как в настоящее время при приготовлении смеси для верхнего слоя дорожного покрытия рекомендуется применять пески с повышенным содержанием пыли, чтобы увеличить шероховатость покрытий.

Использование зернистых фильтров на асфальтобетонных заводах хорошо известно [1]. Весьма перспективны для этой цели гравийные фильтры-циклоны ФЦГН, в которых осуществляется двухступенчатая очистка [2]. Однако конструкции известных аппаратов и технологическими вариантами их включения не предусматривается утилизация пылевых выбросов и создание безотходных производств.

По данным НИПИОТСТРОМ, капитальные затраты на сооружение зернистого фильтра в условиях асфальтобетонного завода составляют (в ценах 2004 г.) 169–338 р. на 1000 м³ очищаемого газа (ниже, чем на электрофильтры), а эксплуатационные – 0,23 р. при удельной нагрузке до 2500 м³/(м²·ч).

Принципиальная схема технологического процесса получения асфальтобетона представлена на рис. 1.

Исходный материал подают в питатель 1, откуда он попадает на холодный элеватор 2, а затем в сушильный барабан 3 типа Д597А. В сушильном барабане материал, продвигаясь по направлению к разгрузочной коробке, просушивается и нагревается до требуемой температуры за счет тепла отходящих газов, движущихся навстречу материалу из топки 4. Дымовые газы поступают в циклоны 12, а уловленную пыль с

Завод	Расход дымовых газов, (нм ³ /ч)·10 ⁻³	Пылесодержание (кг/нм ³)·10 ³		Дисперсионный состав пыли (ЛНР)		Точка росы, °С
		после сушильного барабана	после циклонов	средний медианный диаметр частиц, м	среднее квадратическое отклонение логарифма диаметров	
1	11,5–14	50–140	3,9–18,5	(2,4–11,7)·10 ⁻⁶	0,32–0,66	65–75
2	4,5–6	6,3–14,1	–	(5,5–6)·10 ⁻⁶	0,56–0,72	80–89

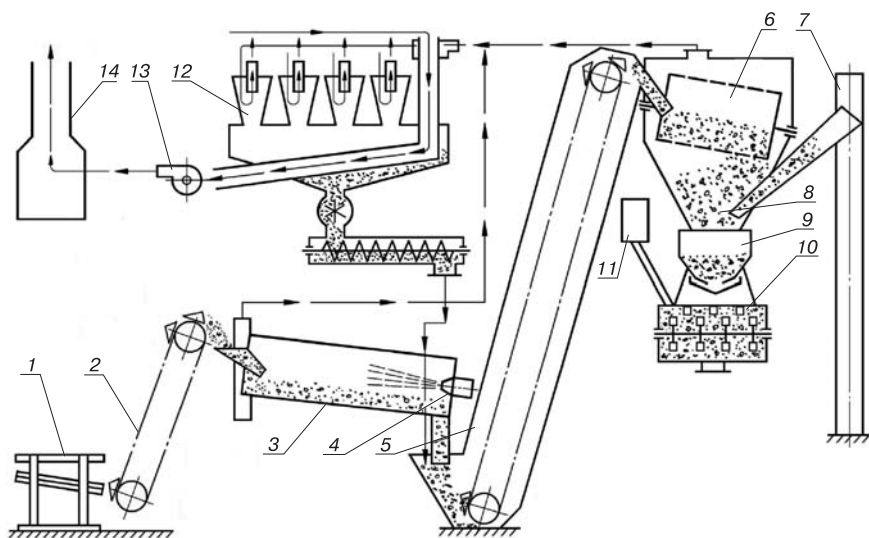


Рис. 1. Схема технологического процесса получения асфальтобетона: 1 – питатель; 2, 5, 7 – элеваторы; 3 – сушильный барабан; 4 – топка; 6 – грохот; 8, 9 – бункеры; 10 – мешалка; 11 – дозатор; 12 – циклоны; 13 – вентилятор; 14 – дымовая труба

помощью шнека подают в горячий элеватор 5, из которого материал поступает на грохот 6. Каждая из трех фракций (0–5; 5–15; 15–35 мм) материала попадает в соответствующий отсек весового бункера 8 или 9, откуда поступает в мешалку 10. Горячий битум загружают из дозатора 11. Очищенные отходящие газы вентилятором 13 нагнетают в дымовую трубу 14.

Усредненные физико-химические параметры пылегазового потока до и после сушильного барабана Д597А приведены в таблице.

Содержание в пылегазовом потоке конденсирующихся смолистых соединений, образующихся при высокотемпературном разложении мазута, составляло $0,3 \cdot 10^{-3}$ кг/м³.

Анализ этих данных и эксперименты показали, что установка для пылеулавливания должна состоять из двух ступеней. Первая ступень – группа циклонов с непрерывным принудительным удалением пыли из бункеров и направлением ее в технологический цикл; вторая ступень – зернистый фильтр с параллельно работающими секциями, вертикальным расположением зернистого слоя и непрерывным удалением загрязненного фильтрующего материала из аппарата в технологический процесс. В качестве зернистого слоя целесообразно применить песок или гравий с диаметром зерен $(3-5) \cdot 10^{-3}$ м, толщиной слоя 0,06–0,15 м при удельной газовой нагрузке 1000–1800 м³/((м²·ч). Перепад давлений, лимитируемый тяговыми возможностями дымососа, не должен превышать 2,45 кПа. На установке необходимо предусмотреть регулировку скорости вертикального перемещения слоя (от 10 до 40 мм/мин) в

зависимости от массовой концентрации пыли на входе и обогрев аппаратов и коммуникаций во избежание десорбции влаги из уловленной пыли.

Схема со слоевым зернистым фильтром для очистки дымовых газов после сушильных барабанов Д597А представлена на рис. 2. Дымовые газы, отходящие от двух сушильных барабанов 2, поступают для предварительной очистки в конические циклоны 3 типа СДК-ЦН-33 и далее в слоевой зернистый фильтр 4. Фильтрующий материал загружают через питатель 5 и винтовой конвейер 6. Для выгрузки отработанного фильтрующего материала

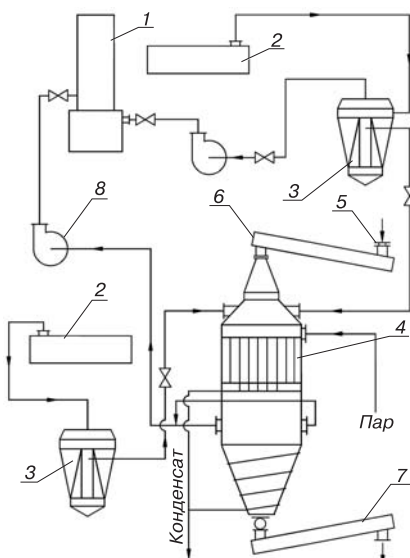


Рис. 2. Схема установки зернистого фильтра для очистки отходящих газов после сушильного барабана Д597А на асфальтобетонном заводе: 1 – дымовая труба; 2 – сушильные барабаны Д597А; 3 – циклоны конические СДК-ЦН-33; 4 – фильтр зернистый; 5 – питатель; 6, 7 – винтовые конвейеры; 8 – вентилятор

ла вместе с уловленной пылью применяют винтовой конвейер 7. Очищенные дымовые газы удаляют из аппарата вентилятором 8 типа ВМ-15 и выбрасывают в трубу 1.

Схема зернистого фильтра показана на рис. 3. Фильтр имеет четыре параллельно работающие секции, зернистый слой расположен вертикально, фильтрующий материал (песок из накопительного бункера смесителя) удаляют непрерывно вместе с уловленной пылью в технологический процесс.

Аппарат состоит из цилиндрического корпуса 1 с расположенной по оси полой камерой 2, загрузочного устройства 3 в верхней части и устройства для выгрузки фильтрующего материала 4 в нижней. В верхней части фильтра расположены направляющие элементы 5 для распределения фильтрующего материала. Фильтр включает радиально установленные кассеты, образованные входной жалюзийной и выходной сетчатой решетками 6 и 7, которые соединены с устройством для загрузки зернистого материала, а снизу – с устройством для выгрузки, имеющим затвор. Элементы входной жалюзийной решетки выполнены с заостренными входными кромками. В верхней части корпуса установлены входные патрубки 8, кассеты попарно образуют камеры входа и выхода 9 и 10 причем, последние снабжены выходными патрубками 11.

Фильтр работает следующим образом. Запыленный газ через входной патрубков 8 поступает в камеры входа и, фильтруясь через кассеты, собирается в камерах выхода, откуда через патрубки 11 выходит из фильтра. Зернистый фильтрующий материал подают в загрузочное устройство 3, которое всегда заполнено. Под действием силы тяжести зернистый слой, равномерно распределяясь по фильтрующим кассетам, движется вниз по мере выгрузки отработанного материала через нижний затвор-дозатор. Регулируя количество выгружаемого материала, можно регулировать скорость движения слоя, добываясь ее оптимальной величины. Фильтр может работать и с периодической заменой материала по мере его загрязнения (с неподвижным слоем), для чего затвор надо включать периодически.

Постоянное заполнение слоевого фильтра песком и герметичность системы обеспечиваются установкой двух указателей уровня, расположенных в загрузочной точке фильтра (на схеме не показаны). Снижение температуры пылегазового потока ниже точки росы и попадание влаги в аппарат нежелательно, так как при этом сокращается продолжитель-

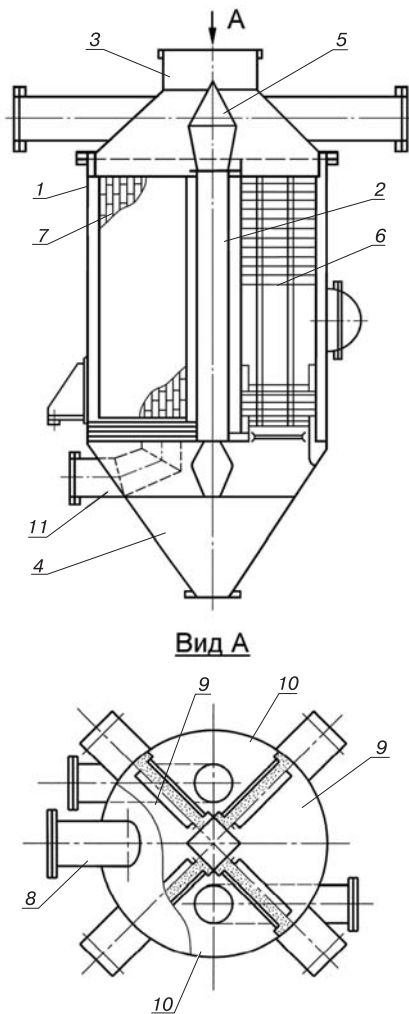


Рис. 3. Схема зернистого фильтра на асфальтобетонном заводе: 1 – корпус; 2 – полая камера; 3, 4 – устройства для загрузки и выгрузки фильтрующего материала; 5 – направляющие элементы; 6, 7 – жалюзийные и сетчатые решетки; 8, 11 – вход грязного и выход очищенного газа соответственно; 9, 10 – камеры входа и выхода газа

ность фильтрования в результате ускоренного роста перепада давлений. Для предотвращения конденсации водяных паров на стенках аппаратов и газоходов всю систему газоочистки тщательно теплоизолируют, а корпус слоевого фильтра также дополнительно снабжают обогревом.

При физико-химических параметрах пылегазового потока, пред-

ставленных выше, эффективность фильтра составила 98,4%. По расчетам переход на газовое топливо и отсутствие мазута в факеле форсунки сушилки позволяет уменьшить содержание смолистых соединений до $0,1 \cdot 10^{-3}$ кг/м³ и повысить эффективность улавливания до 98,9%. Перепад давления на слое – от 500 до 2000 Н/м² при устойчивой регенерации частичным удалением лобовой части гранул.

Концентрация пыли в зоне дыхания при работе зернистого фильтра не превышала $0,38 \cdot 10^{-6}$ кг/м³, т. е. была ниже допустимого [5–7].

Известны зернистые фильтры и других конструкций [8], которые целесообразно применять при улавливании и утилизации пыли в процессе сушки гранулированных материалов. Высокая эффективность регенерации зернистого слоя и предотвращение образования застойных зон достигается и при использовании оригинальной системы импульсного псевдоожижения. Развитая поверхность фильтрования при компактном оформлении аппарата в сочетании с исключительной простотой системы импульсной регенерации обеспечивается желобчатой формой кассет. Для интенсификации процесса регенерации фильтровальные кассеты выполняют с переменным сечением, увеличивающимся по ходу регенерирующего агента.

Высокотемпературные зернистые фильтры позволяют утилизировать не только уловленную пыль, но и тепло отходящих дымовых газов. Такие фильтры, изготовленные из огнеупорных неметаллических материалов, применимы при температуре до 1000°C, и поэтому их можно использовать не только в процессах сушки гранулированных материалов.

Список литературы

1. Машиностроение. Энциклопедия. Машины и аппараты химических и нефтехимических производств. Т. IV / М.Б. Генералов, В.П. Александров, В.В. Алексеев и др. М.: Машиностроение, 2004. 832 с.

2. Очистка газов: Справочное издание / В.С. Швыдкий, М.Г. Ладыгичев. М.: Теплоэнергетик, 2003. 640 с.
3. СанПиН 2.1.6.1032–01. Атмосферный воздух и воздух закрытых помещений. Санитарная охрана воздуха. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест. Изд. офиц. Зарегистр. в Минюсте РФ 18 мая 2001 г. № 2711. 8 с.
4. Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» от 4 мая 1999 г. № 96-13. М.: Собрание законодательства РФ. 1999. № 18.
5. Горемыкин В.А., Красовицкий Ю.В., Панов С.Ю., Логинов А.В. Энергосберегающее пылеулавливание при производстве керамических пигментов по сухому способу. Воронеж: ВГУ. 2001. 296 с.
6. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031–01. Проектирование, строительство, реконструкция и эксплуатация предприятий. Планировка и застройка населенных мест. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Зарегистр. в Минюсте РФ 18 мая 2001 г. № 2712.
7. Добросоцкий В.П., Громов К.С., Малинов А.В., Кольцов Г.В. и др. Коммерческие и социально-экономические перспективы высокоэффективного пылеулавливания в производстве строительных материалов и керамики // Строит. материалы. 2005. № 8, приложение «Бизнес». С. 12–13.
8. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ. М.: Собрание законодательства РФ, 1999. № 4. С. 1650.
9. Энтин В.И., Красовицкий Ю.В., Анжеуров Н.М., Болдырев Л.М. Аэродинамические способы повышения эффективности систем и аппаратов пылеулавливания. Воронеж.: Истоки. 1998. 362 с.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ®

Стенд журнала № 83 Hall East

TECNARGILLA 2006

Уважаемые коллеги!

С 28 сентября по 2 октября 2006 г. в г. Римини (Италия) состоится 20-я Международная выставка технологий и оборудования для керамической промышленности Tecnargilla 2006.

Выставочная компания RiminiFiera и итальянская ассоциация производителей машин и оборудования для керамической промышленности ACIMAC впервые пригласили участвовать в экспозиции российское отраслевое издание – журнал «Строительные материалы»®.

Приглашаем вас посетить стенд журнала «Строительные материалы»® в дни работы выставки Tecnargilla 2006.

В.Т. ЕРОФЕЕВ, д-р техн. наук, член-корр. РААСН,
С.А. КОРОТАЕВ, канд. техн. наук, Мордовский государственный
университет им. Н.П. Огарева (Саранск, Республика Мордовия)

Структурообразование жидкостекольной связки крупнопористого керамического материала

При контактной упаковке заполнителя в композиционном материале заполняющая часть, сцементированная по поверхностям контакта, образует каркас. Суть каркасной технологии заключается в том, что вначале из заполнителя изготавливают каркас путем склеивания зерен заполнителя друг с другом с помощью связующих, а затем окончательно формируют структуру посредством заполнения связующим (матрицей) пустот крупнопористого каркаса. Бетоны, полученные по такой технологии, получили название каркасных. К таковым относят бетоны раздельного бетонирования, бетоны, изготавливаемые вибронагнетательным способом, с фиксированным щебеночным каркасом и некоторые другие.

Особенностью каркасной технологии является то, что каркасы, по аналогии с крупнопористыми бетонами, можно получать на различных связующих и использовать различные связующие для матриц, заполняющих пустоты каркаса, т. е. данная технология позволяет использовать комплексные связующие.

К настоящему времени в качестве связующих при получении материалов по каркасной технологии исследованы полимерные, цементные, полимерцементные, гипсоцементно-пуццолановые, битумные, серные и прочие связующие [1]. Использование указанных типов связующих предполагает проведение процесса их отверждения в естественных условиях или при низкотемпературной обработке.

Расширение свойств каркасных композитов и области их использования может быть осуществлено при использовании для клеевой связки и пропитывающей матричной композиции высокотемпературных составов. В качестве заполнителя в таких материалах предполагается использовать жаростойкие материалы, незначительно изменяющиеся при обжиге. Каркасная технология получения керамического материала предусматривает предварительное склеивание каркаса из зерен крупного жаростойкого заполнителя с последующим заполнением пустот каркаса матричным составом, приобретающим прочность за счет его спекания при высокотемпературной обработке [2]. В качестве клея, склеивающего зерна заполнителя, в каркасных керамических материалах может быть использовано натриевое жидкое стекло, обладающее высокой адгезионной способностью к заполнителям из различных материалов. Для отверждения жидкого стекла в его состав вводят отвердители: кремнефтористый натрий, вещества, содержащие двухкальциевый силикат, например нефелиновый шлам — побочный продукт переработки щелочных алюмосиликатов на глинозем, и т. д. Твердение жидкостекольной связки может происходить и без отвердителей при ее сушке за счет полимеризации кремнийсодержащих химических связей при удалении гидроксильных и водородных групп с образованием кремнийполимерного каркаса объемной сетчатой структуры.

При изготовлении плиток, обладающих повышенной адгезией к раствору соединительной прослойки, эффективная технология, заключающаяся в пропитке каркаса матрицей на небольшую глубину только с лицевой

поверхности [3]. Повышенная адгезия к раствору соединительной прослойки достигается в этом случае за счет механического зацепления крупнопористой стороны. В каркасном керамическом материале двухслойного поперечного сечения клеевая связка должна обеспечить прочную связь зерен заполнителя в крупнопористом слое. В связи с этим представляет интерес изучение свойств жидкостекольной связки, приобретаемых ею в процессе термообработки.

В данной работе при постановке экспериментов, направленных на изучение свойств жидкостекольной связки без отвердителей при термообработке, для изготовления каркасов использовали три вида крупного заполнителя: керамзитовый гравий, бой облицовочного кирпича, изготовленного способом полусухого прессования, и бой плотного керамического материала (с водопоглощением 3–4 %), полученного в лабораторных условиях при обжиге в вакууме кирпичной глины. Размер зерен заполнителя находился в пределах 5–15 мм. Использованное для склеивания каркасов натриевое жидкое стекло имело плотность 1212 кг/м³. Количество клея принималось с некоторым избытком для обеспечения качественного обволакивания им зерен заполнителя и устанавливалось из предварительных опытов. После перемешивания заполнителя с клеем производилась его укладка в металлическую цилиндрическую форму без дна для стекания излишков клея. Диаметр и высота формы составляли 50 мм. Форма устанавливалась на ровное основание. Перед укладкой заполнителя основание и внутренняя поверхность формы выкладывались бумагой для предотвращения прилипания клеевой связки к основанию и поверхности формы. После укладки заполнителя в форму производилась сушка склеенных каркасов при температуре, не превышающей 100°C.

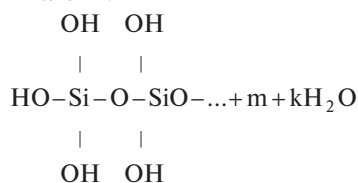
В процессе сушки структурообразование клеевой связки происходит в водной щелочной силикатной системе Na₂O–SiO₂–H₂O, в которой возможно образование гидросиликатов натрия и безводного метасиликата натрия Na₂SiO₃. Но безводный метасиликат натрия в гидротермальных условиях при температуре до 100°C практически не образуется. В этих условиях возникают пересыщенные метастабильные растворы с последующим переходом гидратных форм силикатов натрия при испарении влаги в стекловидное состояние [4]. Для образования более сложных структур нужны более высокие температуры, которые в присутствии воды требуют повышенного давления. В проведенных экспериментах в процессе высушивания клеевая связка каркасов приобретала стекловидное состояние и имела прочность, превышающую прочность зерен керамзитового гравия и боя кирпича, но не обладала водостойкостью: при помешении каркасов в воду они распадались на отдельные зерна с образованием в растворе хлопьевидного осадка.

Дальнейшая термообработка каркасов при температуре выше 100°C производилась в муфельной печи после извлечения образцов из формы. В работе [4] отмечается, что при термических превращениях гидросиликатов натрия удаление воды может происходить в

широком диапазоне температур вплоть до 300–350°C. Процесс этот, как правило, многоступенчатый с промежуточными полуморфными фазами. Удаление конституционной воды сопровождается анионной поликонденсацией, называемой обычно полимеризацией. Так, двузамещенные ортосиликаты при нагревании в конечном итоге превращаются в Na_2SiO_3 при температуре около 120°C, однозамещенные ортосиликаты натрия полимеризуются до $\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ в диапазоне температур 100–300°C. Трехзамещенные ортосиликаты вначале распадаются на две фазы Na_2SiO_3 и Na_2O , а выше 400°C образуется бисиликат натрия $\text{Na}_6\text{Si}_2\text{O}_7$.

В проведенных экспериментах при быстром подъеме температуры до 140°C и выше связка из жидкого стекла интенсивно вспучивалась вследствие дегидратации продуктов твердения жидкого стекла и удаления воды в виде пара и приобретала вспененную структуру с крупным размером пор. Установлено, что интенсивность вспучивания клеевой связки уменьшается при добавлении в жидкое стекло до 9% трепела. При введении большего количества трепела клей приобретал консистенцию липкого теста и плохо перемешивался с зёрнами заполнителя. При термообработке до 370°C жидкостекляная связка с добавкой трепела имела более равномерную вспученную структуру со значительно меньшим размером пор, а ее прочность с увеличением содержания трепела возрастала. Данный результат, по-видимому, является следствием возрастания числа силоксановых связей в единице объема стекловидной связки при твердении системы $\text{SiO}_2\text{--H}_2\text{O}$, что придает кремнеземному каркасу большую жесткость и прочность. Учитывая то обстоятельство, что поведение кремнезема по отношению ко всякого рода агрегации и полимеризации зависит от pH среды, можно предположить следующую схему структурообразования связки в присутствии трепела. В начале сушки при повышенном значении pH среды образуется ортокремниевая кислота. По мере увеличения температуры и удаления влаги оксид щелочного металла кристаллизуется и среда нейтрализуется.

На следующем этапе начинается полимеризация ортокремниевой кислоты:



В работе [5] показано, что в интервале температур 20–330°C кремнеземистые системы проявляют свою максимальную электромагнитную активность при 150–180°C. На основании этого делается вывод, что при этих температурах в условиях безавтоклавной обработки наиболее вероятно дегидратационное структурообразование систем с дальнейшим упрочнением структуры при более высоких температурах за счет полимеризации и дегидратации $\text{Si}(\text{OH})_4$. Принимая во внимание такой механизм структурообразования, можно предположить, что на четвертой ступени происходит переход $\text{Si}(\text{OH})_4$ в SiO_2 или в $\text{SiO}_2\cdot n\text{H}_2\text{O}$ в результате процессов дегидратации.

Таким образом, в условиях тепловой безавтоклавной обработки формирование повышенной прочности клеевой связки идет за счет полимеризации $\text{Si}(\text{OH})_4$ с переходом в SiO_2 или в $\text{SiO}_2\cdot n\text{H}_2\text{O}$. Как показано в работе [6], в данном случае щелочной компонент не вступает в химическое соединение с SiO_2 , а играет роль активатора поверхности частиц кремнезема и катализатора реакций полимеризации. В процессе нагрева полимеризация кремнекислородных тетраэдров ускоряется.

Нами было выявлено, что начиная с температуры 700°C жидкостекляная связка как с добавкой, так и без

добавки трепела начинает уплотняться с уменьшением пористости. При более высоких температурах термообработки проявляются деформативные свойства склеенных каркасов из-за размягчения жидкостекляной связки. В данной связи необходимо отметить, что собственной огнеупорность жидкого стекла составляет около 800°C. Однако на деформативность каркасов будут влиять многие факторы. К таким факторам, например, относятся: площадь контактов зерен каркаса, зависящая от формы и гранулометрического состава заполнителя; толщина слоя клеевой связки и наличие модифицирующих добавок, изменяющих ее свойства; впитывающая способность поверхности заполнителя; поверхностная плотность термообрабатываемого изделия (статическая нагрузка на основание). В этой связи необходимо отметить, что введение в состав жидкостекляной связки трепела показало уменьшение деформативности каркасов при прочих равных условиях.

При температурах обжига 950–1000°C каркасы на жидкостекляной связке без добавки трепела показали пониженную стойкость к деформации, вследствие чего происходило их частичное разрушение. При добавке трепела и обжиге в указанном температурном интервале в случае использования в каркасах зерен керамзитового гравия и боя кирпича не наблюдалось формирования прочного слоя клеевой связки необходимой толщины из-за повышенной впитывающей способности поверхности зерен данных типов заполнителей. Вследствие этого была зафиксирована слабая связь между зёрнами каркаса. Формирование прочного прозрачного слоя жидкостекляной связки происходило при использовании в каркасах зерен заполнителя из плотного керамического материала. Полученная связка характеризовалась высокой прочностью и водостойкостью. При испытании каркасов на прочность разрушение шло по объему зерен заполнителя, а не по клеевой связке. При выдерживании в воде в течение нескольких месяцев прочность связки ощутимо не уменьшилась.

Таким образом, добавка трепела в жидкостекляную связку каркасов из зерен крупного жаростойкого заполнителя способствует упрочнению структуры связки в процессе термообработки, что приводит к уменьшению деформативных свойств каркасов. Использование в каркасах пористых заполнителей, поверхность которых характеризуется повышенной впитывающей способностью, отрицательно влияет на формирование при термообработке прочного слоя жидкостекляной связки необходимой толщины.

Список литературы

1. Ерофеев В.Т., Мищенко Н.И., Селяев В.П., Соломатов В.И. Каркасные строительные композиты: В 2 ч. Ч. 1. Структурообразование. Свойства. Технология. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та. 1995. 200 с.
2. Ерофеев В.Т., Кортаев С.А. Керамические материалы каркасной структуры // Вестник Волжского регионального отделения РААСН. Н. Новгород: Изд-во ННГАСУ. 2005. № 8. С. 115–120.
3. А.с. 1738969 СССР. М. кл. Е 04 F 15/00, В 28, В 19/00 // Соломатов В.И., Селяев В.П., Ерофеев В.Т. и др. Б.И. 1992, № 21. С. 126.
4. Корнеев В.И., Данилов В.В. Производство и применение растворимого стекла: Жидкое стекло. Л.: Стройиздат. Ленингр. отд. 1991. 176 с.
5. Жаворонков Н.М., Нехорошев А.В., Гусев Б.В. и др. Свойства коллоидных систем генерировать низкочастотный переменный ток // ДАН СССР. 1983. Т. 270. № 1. С. 124–128.
6. Нехорошев А.В., Цителаури Г.И., Хлебионек Е., Жадамбаа Ц. Ресурсосберегающие технологии керамики, силикатов и бетонов. Структурообразование и тепловая обработка / Под общ.ред. А.В. Нехорошева. М.: Стройиздат. 1991. 488 с.



7. Правка черновика

Приемы правки черновика письменной работы, которые предлагаются вашему вниманию в этой статье, на первый взгляд могут показаться механистичными и слишком детальными, а возможно, излишними. Тем не менее если следовать этим приемам шаг за шагом, то это поможет проанализировать письменную работу быстро и полно и позволит избежать несогласованности отдельных ее частей.

Еще древние учителя риторики говорили, что умелый оратор (или автор) обязан приспособиться к аудитории, в частности к ее неспособности читать ваши мысли. Поэтому на всех этапах написания работы об этом надо помнить.

Не надо опасаться того, что приспособление к читателям подорвет вашу авторскую индивидуальность. Истина открытия не может говорить сама за себя. Новое знание никогда просто не открывается, не излагается и не принимается.

Вы не будете потворствовать читателям, если представите себя беседующим с ними, стараясь понять, как они думают, но в то же время твердо придерживаясь того, что знаете сами. В этом случае вы не только проявите свои идеи им, но и откроете наилучшие стороны своих идей. Сильные выводы помогают увидеть значимость вашей работы.

Чтобы создать такую беседу с читателями, вы не можете читать свою работу предложение за предложением, исправляя слова и орфографию. Здесь необходим другой подход, который проверит целостность работы, задаст вопросы так, как это будут делать читатели.

Читатели не читают статью предложение за предложением, накапливая постепенно информацию. Читателям более важно целое, чем его части. Поэтому начните с общей организации работы, а затем переходите к отдельным ее частям, после чего к ясности отдельных предложений и уже в последнюю очередь к орфографии и пунктуации.

Когда вы обдуманно исправляете или перестраиваете свою работу, направляясь от общей организации к отдельным абзацам, предложениям, словам, вероятность того, что вы внесете полезные изменения выше, чем если вы будете двигаться в обратном направлении — от слов к предложениям, абзацам и т. д.

Правка — это не просто приведение в порядок того, что уже написано и обдумано; это способ осмысления сделанной работы, поэтому, занимаясь ею, не спешите. Возьмите за правило не спешить при написании письменной работы. Помните, что она является вашим представлением научному и инженерному сообществу.

Три шага анализа письменной работы

1. Определите внешний каркас работы — главное утверждение, идею, решение проблемы, ответ на поставленный вопрос.
2. Определите главные разделы основной части работы, затем определите введения и идеи каждого из этих разделов.
3. Во введении ко всей статье определите ключевые понятия лейтмотива статьи, а затем во всей оставшейся части найдите их.

При определении внешнего каркаса статьи надо помнить о трех основных элементах:

- где заканчивается введение и начинается основная часть статьи;
- где заканчивается основная часть статьи и начинаются выводы;
- в каком предложении сформулирована основная идея работы.

Чтобы быть уверенным, что читатели безошибочно определяют эти основные элементы, можно использовать следующие приемы.

Всегда начинайте новый абзац после введения. Практически можно применить простой прием — добавить пустую строку после введения и перед выводами или ввести к каждой части статьи заголовки в подбор, т. е. в основной строке, но выделенные шрифтом.

В рабочем введении подчеркните предложение, в котором сформулирована основная идея статьи. При этом не считайте им предложение, в котором излагается тема статьи, например: *В данной работе рассматривается...* и т. д.

В выводах подчеркните предложение, в котором выражается главная идея вашей аргументации, суть ответа на поставленный вопрос.

А теперь сравните идею во введении и идею в выводах. Убедитесь, что они по крайней мере не противоречат друг другу.

Можно приступить к работе над каждым разделом письменной работы. Определите границы каждого раздела, как связаны эти разделы между собой и какова главная идея каждого раздела. Для этого используйте те же приемы, которые изложены выше. Если вы не можете найти границ каждого раздела основной части работы, то этого не смогут сделать и читатели.

Выделите в каждом разделе вводные предложения и заключительные; выделите то



предложение, в котором сформулирована основная идея раздела (как правило, оно должно находиться в конце введения к каждому разделу; никогда не помещайте его в середину раздела). Подчеркните несколько первых слов в разделе, они должны подсказать, как этот раздел связан с предыдущим. Читатели должны понять, почему разделы идут в данном порядке.

Если вы не сумеете сделать эти несколько шагов, то это означает серьезную проблему с организацией работы и следует вернуться к началу — планированию черновика.

Следующий этап — это *проверка лейтмотива* вашей статьи. Это скрупулезная работа, требующая времени и усилий. Вы должны найти слова, которые выражают ключевые понятия, идущие от введения через основную часть к выводам. Если читатели не увидят этих ключевых слов, выражающих лейтмотив, то они не поймут вашей работы.

Практически сделайте следующее: выделите каким-то образом, например цветом или подчеркиванием, ключевые понятия (пропускайте такие общие слова, как *тема, вопрос, важный, основной, значимый* и т. д.). Если вы не можете во введении найти ни одного ключевого слова или их очень мало, то внимательно присмотритесь к последним страницам письменной работы, определите наиболее часто встречающиеся ключевые понятия и перепишите введение так, чтобы оно содержало эти понятия.

Если ключевые термины в выводах более подробны, чем во введении, то введение может оказаться слишком расплывчатым, чтобы дать понять читателям представление о вашей работе.

Убедитесь, что ключевые термины согласованно появляются в предложениях с промежуточными идеями в основной части работы. Метод проверки тот же, что описан выше.

Как только вы убедитесь, что организация статьи по крайней мере реалистична, настанет время спросить себя, соответствует ли данная организация письменной работы вашей аргументации или это лишь хорошо организованные литературные данные и описание результатов исследования.

Для того чтобы ответить на этот вопрос, надо вернуться к плану работы и определить, нет ли расхождения между организующими идеями письменной работы и структурой утверждений аргументации.

Затем проверьте, какая часть текста представляет собой *анализ*. В каждом разделе письменной работы определите все, что относится к фактам, — обобщения, переказы, цитаты, свидетельства, рисунки, графики, таблицы — все, что относится к первичным или вторичным источникам. Пропуская все это, посмотрите на то, что осталось. Найдите выражение вашего анализа, оценки, суждений. Если то, что осталось, намного меньше того, что пропущено, то вы, возможно, написали не содержательную аргументацию, а всего лишь конспект данных. Исправьте аргументацию, добавив анализ данных.

Теперь приступайте к оценке фактов, аргументов и оснований аргументации. Для этого надо вспомнить основные правила построения аргументации. Приведем кратко главные пункты, на которые надо обратить внимание.

1. Достаточно ли ясно и надежно связаны факты с утверждениями? Если вы близки к окончательному варианту письменной работы, то поздно находить более представительные факты. Но можно убедиться, что приведенные факты ясно соотносятся с вашим утверждением. Убедитесь, что вы не пропустили промежуточных шагов аргументации.
2. Надлежащим ли образом вы ввели ограничения аргументации? Без колебания расставьте в соответствующих местах оговорки: *большинство, часто, может* и т. д.

И последний этап оформления письменной работы — сформулируйте название и реферат.

Первое, что читают читатели в вашей письменной работе и что последним надо исправлять, — это ее *название*. Большинство авторов называют свои работы по принципу «о чем», но полезным и информативным будет то название, которое поможет понять читателям, что ожидает их впереди, и которое отражает суть работы.

Название статьи должно вводить *ключевые понятия* вашего главного утверждения. Такой принцип построения названия статьи или любой другой письменной работы позволит облегчить поиск ее в электронных каталогах и базах данных. Вспомните, как вы сами искали в начале своей исследовательской работы надежные источники, какую роль в этом играло название статьи, книги и т. д. Автор должен придумать взвешенное название.

На практике следует избегать в названии статьи таких слов, как: *К вопросу о... Исследование процесса... Изучение... Эффективный... Новый...* и т. д.

Канадец Т. Хадлайки (Chem. Eng. News, 2005, April 4, p. 6) посчитал по указателям, сколько раз в названиях статей по органической химии употреблялись слова «новый», «эффективный» и им подобные и пришел к выводу, что если хотя бы один процент этих слов соответствовал действительности, то в органической химии давно не осталось бы никаких проблем (Золотов Ю.А. ЖАХ, №1, 2006).

Ниже приведены рекомендации по составлению названия статьи. Начните с рабочего названия, а затем скорректируйте его, чтобы сделать полезным для читателя. Ограничивайте название статьи, оно не должно быть длинным. Многие редакции вводят в требования к оформлению рукописей, направляемых для публикации, ограничение к количеству слов в названии. Лучше, чтобы название статьи не превышало 10 слов. Этого достаточно, чтобы кратко, избегая вводных слов и лишних деталей, сформулировать название статьи.

В естественно-научной области знания каждая работа обычно сопровождается *рефератом* — кратким изложением сути работы. Реферат должен быть коротким, но:

- формулировать исследовательскую проблему;
- объявлять ключевые термины;
- заканчиваться формулировкой главной идеи.

В реферате также должны содержаться ключевые понятия лейтмотива вашей работы.

Каждая область знания имеет традиции составления рефератов. Однако их можно отнести к одной из трех моделей. Чтобы определить, к какой модели должен относиться реферат вашей письменной работы, посмотрите профильные издания и внимательно проанализируйте принципы организации рефератов в них.

Модель «контекст + проблема + главная идея» представляет собой сокращенную версию введения. Она начинается одним-двумя предложениями, отражающими контекст предшествующих исследований, продолжается одним-двумя предложениями, формулирующими основную проблему, и завершается главным результатом.

Модель «контекст + проблема + идея-рамплин» аналогична предыдущей, но только сообщает не конкретные результаты исследования, а лишь их общую природу.

В модели «краткое изложение» формулируется контекст и проблема, а также кратко сообщается обобщение основной части работы: факты, поддерживающие результат, методики и процедуры, использованные для его достижения.

Традиционными для нашего журнала являются первая и третья модели реферата.

В следующей статье будут изложены основные приемы написания введения и выводов. Нет ничего более полезного, чем сильное введение и сильные выводы,

Полифункциональные наполнители для поливинилхлоридных композиций строительного назначения

Поливинилхлорид (ПВХ) является одним из важнейших термопластов в современной технологии полимерных материалов. В нем сочетаются многие полезные технические свойства. Это и определяет самое разнообразное применение материалов на его основе в различных областях. В частности, в строительной промышленности ПВХ можно считать полимером номер один. На проходившем в ноябре 2005 г. научно-практическом семинаре «Производство продукции из ПВХ – реальность и перспективы» отмечалось развитие мирового рынка ПВХ нарастающими темпами [1]. Потребление ПВХ в мире составило в 2004 г. 29 млн т, прогноз на 2010 г. – 35,7 млн т. Отмечается, что рынок России самый быстроразвивающийся после Украины. Спрос на ПВХ у переработчиков большой, и ощущается дефицит смолы.

В отличие от других полимеров, которые могут быть использованы в строительстве (полиэтилен, полипропилен, полистирол и др.), ПВХ обладает исключительными возможностями для модификации (пластификация, наполнение, совмещение с другими полимерами). Возможности такой широкой модификации заложены в его химическом строении и характере надмолекулярной организации. В нем сочетается полярность, высокая степень упорядоченности, наличие аморфного и частично кристаллического состояний. Это в итоге и предопределяет широкий спектр материалов и изделий разного функционального назначения, получаемых на основе ПВХ, – порядка 3500–4000 видов материалов и изделий, как жестких, так и пластифицированных. Никакой другой пластик не может сравниться с ПВХ по оптимальному соотношению его стоимости и эксплуатационных свойств.

Наряду со многими достоинствами ПВХ эти же свойства определяют и присущие ему серьезные недостатки – низкую стойкость к энергетическим воздействиям и высокую вязкость расплавов при переработке. Температура перевода ПВХ в вязкотекучее состояние в процессе переработки практически совпадает с температурой его термодеструкции. В отличие от других термопластичных полимеров, которые могут быть использованы в строительстве, но не имеют такого широкого диапазона эксплуатационных свойств, как ПВХ, при его переработке в изделия достаточно сложно получить материал со стабильными свойствами, сохраняющимися в процессе эксплуатации. Поэтому ПВХ в чистом виде для получения материалов практически не применяется. В составе его рецептур всегда содержатся стабилизаторы, мягчители, красители и пигменты, а наиболее значимыми по содержанию и функциональному назначению являются пластификаторы и наполнители. Наиболее многоотнажными в рецептурах ПВХ-материалов строительного назначения являются наполнители, которые не только снижают стоимость

конечного изделия за счет уменьшения расхода полимера, но и улучшают физико-механические характеристики, снижают горючесть пластифицированных материалов, повышают электрическое сопротивление, свето- и радиационную стабильность за счет экранирующего действия и т. д.

Большинство основных проблем физики и физико-химии наполненных полимерных материалов изложено в монографиях и обзорных статьях [2–12]. В них обобщены работы большой группы исследователей данной проблемы как в нашей стране, так и за рубежом, причем как один из важнейших разделов физической химии наполненных полимеров рассмотрена адсорбция полимеров. Особая роль отводится структуре граничных слоев, образованных в результате адсорбционного, а иногда и химического взаимодействия полимера с наполнителем. Основы этих представлений изложены еще в трудах П.А. Ребиндера.

Введение дисперсных наполнителей приводит к существенным изменениям физико-химических свойств композиционных материалов, что обусловлено изменением подвижности макромолекул в граничных слоях, ориентирующим влиянием поверхности наполнителей, различными видами взаимодействия полимеров с ней. Результаты и закономерности, полученные при исследовании свойств, и прежде всего термостабильности и вязкости расплавов на ненаполненных полимерах, не могут быть полностью перенесены на композиционные материалы. В первую очередь это касается наполненных полимеров на основе ПВХ, так как для него характерна сложная специфика взаимодействия с наполнителями, особенно в присутствии пластификаторов в связи с их адсорбцией наполнителями. Несмотря на широкое использование ПВХ в наполненном виде, вопросы термической, термоокислительной деструкции наполненного ПВХ, его динамической термостабильности в процессе переработки изучены сравнительно мало [13, 14]. Не столь многочисленны и исследования технологических свойств наполненного ПВХ, в частности изменения вязкости расплавов в результате наполнения [15, 16].

В целом исследования, связанные с рассмотрением физико-химических основ влияния наполнителей на свойства ПВХ, по сравнению с другими полимерами немногочисленны, хотя специфика химического строения и надмолекулярной структуры ПВХ при разработке конкретных многокомпонентных рецептур требует рассмотрения этих вопросов.

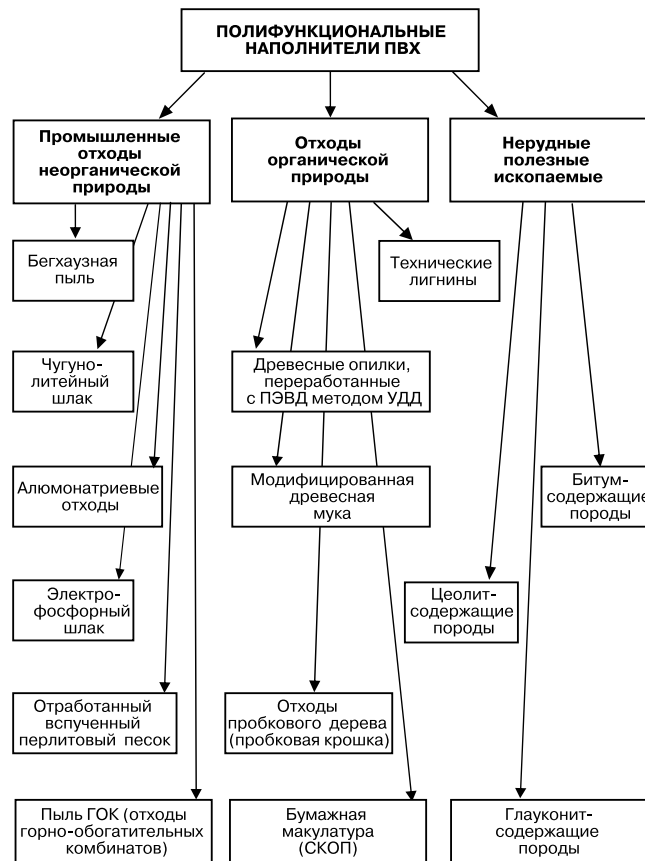
В отличие от других полимеров при наполнении ПВХ образование граничных слоев может сопровождаться не только изменением надмолекулярной структуры полимера, подвижности, плотности упаковки макромолекул, появлением анизотропных эффектов, но и изменением химического строения самого поли-

мера. Это связано как с возможностью химического взаимодействия полимера с активными группами поверхности наполнителя, что часто может быть при наполнении разных полимеров, особенно терморезистивных, так и с возможностью процессов химической деструкции или структурирования под влиянием наполнителей макромолекул ПВХ в граничных слоях. Поэтому многие закономерности изменения свойств при наполнении ПВХ имеют особенности, иногда не укладывающиеся в традиционные рамки представлений о влиянии наполнителей на технологические и технические свойства полимеров. В каждом отдельном случае необходимы конкретные исследования. Однако такая специфика ПВХ открывает и более широкие возможности целенаправленного регулирования и полифункционального воздействия различных видов наполнителей на свойства материалов на его основе, нежели это возможно в случае других полимеров.

В немногочисленных исследованиях, посвященных анализу термостабильности наполненного ПВХ, отмечается, например, что наполнители в виде металлов оказывают стабилизирующее действие на полимер, связывая выделяющийся хлористый водород. Что касается оксидов металлов, то они эффективны в области высокотемпературного разложения ПВХ, подавляя выделение ароматических соединений. Есть данные, которые указывают на то, что введение в качестве наполнителей кварцевого песка и других аналогичных по минеральной природе наполнителей приводит как к снижению температуры разложения ПВХ, так и к снижению стабильности полимера в целом [13]. Предлагается для повышения термостабильности использовать наполнители с высокой удельной поверхностью и большим числом активных центров на поверхности, что может обеспечить образование поперечных связей в макромолекуле ПВХ и увеличить его термостабильность, особенно термоокислительную. Структурированный слой ПВХ на поверхности частиц наполнителя обнаружен В.В. Гусевым с соавторами [17]. Структурирование ПВХ положительно сказывается на его термостабильности в целом, но в то же время повышает вязкость расплавов и ухудшает перерабатываемость.

Поэтому задача состояла в выборе специфических наполнителей из широкого спектра нерудных полезных ископаемых и техногенных отходов промышленности, введение которых оказало бы полифункциональное действие на ПВХ, заключающееся в повышении термостабильности, снижении вязкости расплавов полимера, а также в придании ему в зависимости от назначения материалов тех или иных свойств.

Следовательно, необходимо использование комплексных полифункциональных модификаторов-наполнителей, выполняющих одновременно функции стабилизаторов и пластификаторов. Наиболее перспективным представляется применение комплексных наполнителей или наполнителей, обладающих определенной специфической структурой частиц. Вообще тенденция к использованию вместо инертных и активных наполнителей, так называемых функционализированных наполнителей, в последние годы считается самым перспективным направлением повышения качества рецептур полимерных композитов [18]. Под функционализированными понимаются специально обработанные органическими аппретами или неорганическими соединениями наполнители, что позволяет искусственно придавать им дополнительные характеристики, которые могут улучшить или оптимизировать многие важные параметры пластмасс. Наполнитель становится носителем специальных свойств и призван дополнять, заменять или экономить соответствующие технологические целевые добавки. В качестве базы для



Классификация предлагаемых наполнителей для модификации пластифицированных и жестких ПВХ-материалов строительного назначения

таких наполнителей могут быть как исходно инертные, так и активные наполнители.

Все предлагаемые модификаторы-наполнители, представленные на схеме, ранее не изучались в качестве компонентов полимерных строительных материалов на основе ПВХ. В силу специфики строения и состава большинства из них полимерные строительные материалы не требуют дополнительной модификации. В жестких и пластифицированных ПВХ-композициях они могут быть эффективными заменителями традиционных наполнителей: каолина, мела, известняковой и кварцевой муки, доломита, древесной муки и т. д. Этому утверждению предшествовал анализ минерального, химического и вещественного состава наполнителей, их морфологической структуры. В каждом конкретном случае были выдвинуты рабочие гипотезы механизма положительного влияния различных типов предлагаемых модификаторов-наполнителей на комплекс технологических и эксплуатационных свойств ПВХ-материалов строительного назначения.

Оценка эффективности многофункционального модифицирования рекомендуемыми наполнителями проведена по основным технологическим и эксплуатационным показателям ПВХ-материалов. В настоящее время отсутствует единая система показателей качества наполнителей, особенно много различий при измерении различными методами размеров частиц и плотности их распределения. Поэтому можно сразу оговориться, что достаточно сложно сравнивать многие исследовательские данные, а также техническую и рекламную информацию о наполнителях.

В результате исследований как пластифицированных, так и жестких ПВХ-материалов подтвердилось предположение, что термостабильность композиций

повышается при введении большинства использованных наполнителей. По данным климатических испытаний выявлено повышение долговечности материалов. Повышение термостабильности ПВХ-композиций при введении модификаторов возможно по двум механизмам:

- химическому, как результату связывания хлористого водорода компонентами стабилизирующей системы или взаимодействия с лабильными группами макромолекул ПВХ. Этот механизм имеет место в случае использования, например, битумсодержащих пород, бегхаузной пыли, технических лигнинов, модифицированной древесной муки, алюмонатриевых отходов, пробковой крошки (в каждом конкретном случае в результате различных химических реакций);
- физическому – вследствие удаления выделяющегося хлористого водорода из системы, например как результат адсорбции наполнителем, или за счет эффекта «эхо»-стабилизации в пластифицированных материалах. Данный механизм реализуется при использовании цеолитсодержащих пород, вспученного перлитового песка, бумажной макулатуры.

Другой принципиальной важной особенностью использованных наполнителей является выявленное в области оптимальных концентраций снижение вязкости расплавов.

Считается установленным фактом, что глобулярная структура ПВХ сохраняется при переработке. Частицы наполнителя в зависимости от их структуры, размеров, возможности агрегирования, характера поверхности, располагаясь в межглобулярном пространстве и взаимодействуя с полимером через образование граничных слоев, вызывают различные, иногда аномальные, эффекты изменения вязкости. Оказалось, что при введении рассматриваемых наполнителей достигается одновременное улучшение термостабильности и перерабатываемости. Полученные закономерности изменения вязкости расплавов в зависимости от вида наполнителей специфичны в жестких и пластифицированных ПВХ-композициях. Например, органоминеральный наполнитель (битумсодержащие известняки, песчаники) в жестких композициях играет роль структурного пластификатора ПВХ, а в пластифицированных его роль сводится к снижению адсорбции пластификатора поверхностью частиц наполнителя и потому к сохранению пластифицирующего действия основного пластификатора. Интересным является с точки зрения перерабатываемости высоконаполненных систем применение вспученного перлитового песка. Являясь высокопористым материалом (насыпная плотность 50–70 кг/м³), он поглощает большое количество пластификатора. В случае применения легких наполнителей всегда существует проблема смешения их с ПВХ. Авторами предложена технология, позволяющая ввести большое количество наполнителя (до 100 мас. ч. на 100 мас. ч. полимера). Предварительное смешение пластификатора с пористым наполнителем позволяет получить практически сыпучую смесь, которая хорошо совмещается с другими ее компонентами. При последующей температурной пластикации на вальцевом оборудовании происходит десорбция пластификатора, ведущая к снижению вязкости расплавов и вследствие этого к улучшению перерабатываемости.

Введение рассматриваемых наполнителей приводит также и к улучшению целого ряда эксплуатационных свойств: повышению деформационно-прочностных характеристик, водостойкости, теплостойкости, снижению миграции пластификатора, теплопроводности и т. д. Проблема, связанная со снижением ударной прочности жестких композиций, возникающая при напол-

нении минеральными дисперсными частицами, решена путем использования эластификаторов из числа разработанных и производимых в Казани смесевых и динамических термоэластопластов.

Таким образом, на основе теоретических обобщений и полученных экспериментальных путем закономерностей разработаны пластифицированные и жесткие ПВХ-композиции с применением местных сырьевых ресурсов – природных нерудных ископаемых и техногенных отходов неорганической и органической природы, которые могут быть рекомендованы для производства материалов и изделий строительного назначения.

Список литературы

1. Чалая Н.М. Производство продукции из ПВХ – реальность и перспективы (обзор материалов научно-практического семинара) // Пластмассы. 2006. № 1. С. 4–7.
2. Липатов Ю.С. Физическая химия наполненных полимеров. М.: Химия. 1977. 304 с.
3. Липатов Ю.С. Коллоидная химия полимеров. Киев: Наук. думка. 1984. 344 с.
4. Липатов Ю.С. Межфазные явления в полимерах. Киев: Наук. думка. 1980. 259 с.
5. Соломко В.П. Наполненные кристаллические полимеры. Киев: Наук. думка. 1980. 264 с.
6. Малинский Ю.М. О влиянии твердой поверхности на процессы релаксации и структурообразования в пристенных слоях полимеров // Успехи химии. 1970. Т. 39. С. 1511–1535.
7. Бобрышев А.Н., Калашников В.И., Квасов Д.В., Жарин Д.Е., Голикова Л.Н. Эффект усиления свойств в дисперсно-наполненных композитах // Известия вузов. Строительство. 1996. № 2. С. 48–53.
8. Симонов-Емельянов И.Д., Кулезнев В.Н. Трофимичева Л.З. Влияние размера частиц наполнителя на некоторые характеристики полимеров // Пластмассы. 1989. № 5. С. 61–64.
9. Липатов Ю.С. Структура, свойства наполненных полимерных систем и методы их оценки // Пластмассы. 1976. № 11. С. 6–11.
10. Малкин А.Я. Реология наполненных полимеров // В кн. Композиционные полимерные материалы. Киев: Наук. думка. 1975. С. 60–74.
11. Хархардин А.Н. Реология наполненных полимерных систем // Пластмассы. 1984. № 8. С. 40–43.
12. Симонов-Емельянов И.Д. Принципы создания и переработки полимерных композиционных материалов дисперсной структуры // Пластмассы. 2005. № 1. С. 11–16.
13. Брык М.Т. Деструкция наполненных полимеров. М.: Химия. 1989. 192 с.
14. Минскер К.С., Федосеева Г.Т. Деструкция и стабилизация поливинилхлорида. М.: Химия. 1979. 272 с.
15. Гузев В.В., Рафиков М.Н., Малинский Ю.М. О вязкости расплавов композиций на основе поливинилхлорида, содержащих белую сажу // Высокомолек. соед. 1978. Т. 20. № 5. С. 387–388.
16. Галимов Э.Р., Низамов Р.К., Евдокимов И.В., Кочергин В.С., Юдина Е.В., Хозин В.Г. Влияние гидролизного лигнина на реологические свойства ПВХ // Пластмассы. 1989. № 4. С. 56–58.
17. Гузев В.В., Котенков В.И., Белякова Л.К., Померанцева Э.Г., Мартынова Л.М. О природе граничного слоя ПВХ на поверхности наполнителей // Высокомолек. соед. 1981. Т. XXIII. № 1. С. 36–43.
18. Быков Е.А., Дегтярев В.В. Современные наполнители – важный фактор повышения конкурентоспособности композитов // Пластмассы. 2006. № 1. С. 32–36.

BalticBuild 

10-я Международная
выставка
**Балтийская
Строительная
Неделя**

**ВРЕМЯ
ИННОВАЦИЙ!**

Всё для строительства
завтрашнего дня
на выставке сегодня

13-16 сентября 2006

Санкт-Петербург, Ленэкспо



В рамках выставки:
Конкурс
“Иновация 2006”

Генеральный спонсор
конкурса:

ALUTECH
ГРУППА КОМПАНИЙ

www.balticbuild.ru

Организаторы:
Тел.: +7 (812) 380 60 00

ПРИМЭ/СПО



Генеральный
информационный спонсор:

Стройка
ГРУППА ГАЗЕТ

Конкурс проводится
при содействии:



Петербургский
Строительный
Центр

Информационная
поддержка:

СТРОИТЕЛЬСТВО
и ГОРОДСКОЕ КОММУНИКАЦИОННОЕ
КОМПЬЮТЕРНОЕ ПОСОБИЕ



Нестационарный тепло- и массоперенос в строительных материалах и конструкциях при несимметричных граничных условиях Часть I

Впервые А.В. Лыковым [1] были систематизированы знания в области строительной теплофизики, а также рассмотрены процессы взаимосвязанного тепло- и массопереноса в строительных материалах, изделиях и конструкциях.

Взаимосвязанный перенос теплоты и массы в твердом теле описывается системой уравнений в частных производных вида [1]:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a_q \nabla^2 t + \varepsilon r \frac{c_m}{c_q} \frac{\partial \Theta}{\partial \tau} + \frac{c_p k}{c_q \gamma_0} \nabla P \nabla t; \quad (1)$$

$$\frac{\partial \Theta}{\partial \tau} = a_m \nabla^2 \Theta + a_m \delta' \nabla^2 t + a_m \delta'' \nabla^2 P; \quad (2)$$

$$\frac{\partial P}{\partial \tau} = a_p \nabla^2 P - \varepsilon \frac{c_m}{c_a} \frac{\partial \Theta}{\partial \tau}. \quad (3)$$

Граничные условия на поверхности тела имеют вид:

$$-\lambda_q (\nabla t)_r + q_q (\tau) - (1 - \varepsilon) r q_m (\tau) = 0; \quad (4)$$

$$\lambda_m (\nabla \Theta)_r + \lambda_m \delta' (\nabla t)_r + \lambda_p (\nabla P)_r + q_m (\tau) = 0; \quad (5)$$

$$P_r = p = const. \quad (6)$$

Влияние эффекта бародиффузии для строительных конструкций мало, поэтому в инженерных расчетах их зачастую пренебрегают, тогда система уравнений (1)–(6) упрощается, так как из нее исключается уравнение (3), условие (6), третье слагаемое левой части уравнения (5), а в уравнениях (1) и (2) последние слагаемые правой части обращаются в ноль. Система уравнений взаимосвязанного тепло- и массопереноса распадается на две самостоятельные задачи переноса теплоты и массы, которые описываются параболическими уравнениями теплопроводности.

Уравнения тепло- и массопереноса для одномерной системы выведены в [1] и имеют вид:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a_q \nabla^2 t + \frac{\varepsilon r}{c_q} \frac{\partial u}{\partial \tau}; \quad (7)$$

$$\frac{\partial u}{\partial \tau} = a_m \nabla^2 u + a_m \delta \nabla^2 t. \quad (8)$$

В [1] на основе теоремы подобия Кирпичева–Гухмана [2] уравнения (7) и (8) записаны в безразмерных переменных и для неограниченной пластины в обозначениях [1] имеют вид:

$$\frac{\partial T(\bar{x}, Fo)}{\partial Fo} = \frac{\partial^2 T(\bar{x}, Fo)}{\partial \bar{x}^2} + K_o^* \frac{\partial \Theta(\bar{x}, Fo)}{\partial Fo}; \quad (9)$$

$$\frac{\partial \Theta(\bar{x}, Fo)}{\partial Fo} = Lu \frac{\partial^2 \Theta(\bar{x}, Fo)}{\partial \bar{x}^2} + Lu Pn \cdot \frac{\partial^2 T(\bar{x}, Fo)}{\partial \bar{x}^2}. \quad (10)$$

В [1] предложен прием решения системы дифференциальных уравнений (10) и (11) с помощью преобразований Лапласа:

$$F_L(\bar{x}, s) = \int_0^\infty F(\bar{x}, Fo) \exp(-sFo) dFo. \quad (11)$$

Граничные условия тоже приводятся к безразмерной форме. Эти преобразования значительно упрощают решение задач. Исходя из теоретических разработок, приведенных выше, была поставлена и решена комплексная задача проектирования ограждающих конструкций жилого помещения, фундамента и основания.

Анализ конструктивных решений современных ограждающих конструкций позволяет заключить, что это чаще всего многослойные конструкции, состоящие из различных строительных материалов, которые, в свою очередь, имеют присущие только им теплофизические свойства.

Для решения поставленной задачи предложен комбинированный метод расчета тепло- и массообменных процессов, протекающих в слоистых средах, состоящих из слоев строительных материалов с различными физико-механическими характеристиками. Метод базируется на решении ряда краевых задач:

- теплоперенос в пластине с комбинированными граничными условиями III и I рода и неравномерными начальными условиями (крайний слой конструкции) [3];
- теплоперенос в пластине с комбинированными граничными условиями II и I рода и неравномерными начальными условиями (средние слои конструкции) [4];
- теплоперенос в пластине с комбинированными граничными условиями II и III рода и неравномерными начальными условиями (крайний слой конструкции) [4];
- теплоперенос в пластине с фиксированными границами и условиями I рода на этих границах [5];
- теплоперенос в пластине с неравномерным начальным распределением температур и источника теплоты с комбинированными граничными условиями I и II рода [5];
- тепло- и массоперенос в пластине с комбинированными граничными условиями III и I рода и неравномерными начальными условиями (крайний слой конструкции) [6];
- тепло- и массоперенос в пластине с комбинированными граничными условиями II и I рода и неравномерными начальными условиями (средние слои конструкции) [6];
- тепло- и массоперенос в пластине с комбинированными граничными условиями II и III рода и неравномерными начальными условиями (крайний слой конструкции) [6].

Полученные решения краевых задач являются своего рода отдельными элементами, которые при стыковке образуют целостную картину процесса. Перебирая их как в конструкторе, можно смоделировать и описать ситуации, возникающие при эксплуатации конструкций.

Комбинированный метод решения краевых задач базируется на основе сочетания элементов аналитического и численного решения. Суть метода состоит в том, что весь процесс делится на ряд малых временных интервалов. В пределах каждого интервала предполагается, что температура постоянна на границе стыка слоев многослойной конструкции и плотность теплового и массового потока через соприкасающиеся поверхности тоже постоянна, т. е. предполагается идеальный тепловой и массовый контакт.

Общая задача разбивается на автономные, но взаимосвязанные между собой.

Каждая из этих задач решается аналитически. Решение общей задачи можно получить в результате сопряжения аналитических решений на каждом временном интервале. Это позволяет перейти от граничных условий четвертого рода к граничным условиям первого и второго рода на поверхностях раздела слоев, что облегчает решение задачи.

Для решения поставленных задач и их объединения в общее решение для многослойной конструкции разработаны две программы расчета — «Wall» и «Heat», которые зарегистрированы в Государственном координационном центре информационных технологий отраслевого фонда алгоритмов и программ министерства образования РФ.

При внедрении программ «Wall» и «Heat» в проектных институтах г. Иванова проводился хронометраж времени (трудоzатраты) на проведение теплотехнических расчетов многослойных ограждающих конструкций, состоящих из различных материалов.

При использовании программы «Wall» расчет ведут по данным СНиП II-3-79*. Подготовка исходных данных для ручного и машинного счета занимает одинаковое время. Расчет вручную для квалифицированного специалиста занимает 15–20 мин, расчет на персональном компьютере занимает секунду, таким образом, трудозатраты на расчет при использовании программы в 1200 раз ниже, чем при ручном счете. Программа построена таким образом, что позволяет вести вариантное проектирование, а также спрогнозировать распределение температуры в толще ограждения во времени для конкретных ситуаций при исследовательских работах и обследовании зданий и сооружений, что невоз-

можно при ручном расчете, так как методика теплотехнического расчета, приведенная в СНиП, основана на стационарности процесса теплопереноса.

При использовании программы «Heat» подготовка исходных данных занимает до 30 мин, а сам расчет длится 7–10 мин. Итого общие затраты времени достигают 40 мин. Вручную расчет практически невозможен. Программа описывает нестационарный взаимосвязанный теплоперенос в многослойной конструкции и позволяет смоделировать любую реальную ситуацию, возникающую при эксплуатации материала и конструкции.

Во второй части работы будет приведен пример решения комплексной задачи по расчету ограждающих конструкций.

Список литературы

1. *Лыков А. В.* Теоретические основы строительной теплофизики. Минск: Изд. АН БССР. 1961. 520 с.
2. *Гухман А. А.* Применение теории подобия к исследованию процессов тепло- и массопереноса. М.: Высшая школа. 1974. 328 с.
3. *Шмелев А. Л., Федосов С. В., Зайцев В. А. и др.* Моделирование нестационарного теплопереноса в реакторе гидролиза цианосодержащих полимеров. Иваново: Иванов. хим.-технол. ин-т. 1988. 10 с.
4. *Федосов С. В., Гнедина Л. Ю.* Нестационарный теплоперенос в многослойной ограждающей конструкции // Проблемы строительной теплофизики систем обеспечения микроклимата и энергосбережения в зданиях: Сб. докл. Четвертой научно-практической конференции 27–29 апреля 1999 г. М.: НИИСФ, 1999. С. 343–348.
5. *Федосов С. В., Кисельников В. Н., Щертаев Т. У.* Применение методов теории теплопроводности для моделирования процессов конвективной сушки. Алма-Ата: Гылым. 1992. 168 с.
6. *Федосов С. В., Ибрагимов А. М., Гнедина Л. Ю. и др.* Взаимосвязанный теплоперенос в многослойной ограждающей конструкции при несимметричных граничных условиях // Вестник отделения строительных наук. 2004. Вып. 8. С. 417–425.

ИНФОРМАЦИЯ

Компания Wacker получила звание «Поставщик года» в области гипсовых материалов

На состоявшейся в Мексике Международной конференции по гипсу компания Wacker Chemie AG и ее северный филиал Wacker Chemical Corporation удостоились звания «Поставщик года» и получили соответствующую премию среди компаний — поставщиков сырьевых материалов для гипсовой промышленности. Премия присуждается поставщикам в знак признания отличного качества производимых материалов, высокой организации технической поддержки и помощи своим клиентам, а также в связи с разработкой передовых инновационных технологий.

Такой чести компания Wacker была удостоена благодаря качеству и эксплуатационным характеристикам своей продукции под маркой SILRES® BS 94, высокому уровню технического обеспечения, оказания помощи клиентам при реализации продукции и послепродажном обслуживании, а также за хорошо организованную сеть поставки продукции.

Присуждением международной премии в области гипсовых материалов занималась группа международных экспертов, представляющих компании из Велико-

британии, Франции, Германии и США. Победителями также были признаны британская компания British Plaster Board — в области поставки стеновых плит, продукция под маркой DensGlass компании Georgia-Pacific — в номинации «Продукт года», завод Rainier американской гипсовой компании — в номинации «Завод года по производству стеновых плит».

Компания Wacker является активным участником Международной конференции по гипсовым материалам с самого момента возникновения идеи о ее создании в 1999 году. На конференции собираются производители гипсовых материалов и поставщики исходных материалов и сырья.

Силиконовые материалы марки SILRES® BS представляют собой высоко разветвленные трехмерные полимеры каркасной структуры, используемые в качестве пропиток для кирпичной кладки, в качестве связующего для красок и штукатурных систем. В гипсовой матрице SILRES® BS формируют силиконовую решетку, что обеспечивает изделиям долговечность и водоотталкивающие свойства.

26-29
сентября
Уфа

ФОРУМ
УРАЛСТРОЙ
ИНДУСТРИЯ-2006
XVI международная выставка

III выставка-ярмарка "Недвижимость Башкортостана"

Организаторы:

- ООО «Башкирская выставочная компания»
- ОАО «Выставочный комплекс «Башкортостан»

Официальная поддержка:

- Федеральное агентство по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству
- Министерство строительства, архитектуры и транспорта Республики Башкортостан
- Министерство жилищно-коммунального хозяйства Республики Башкортостан
- Союз строителей Урала

При содействии:

- Башкирского республиканского научно-технического общества строителей
- Республиканского отраслевого объединения работодателей «Союз строителей РБ»
- Ассоциации «Профессиональные участники рынка недвижимости РБ»

Генеральный партнер



Генеральный информационный спонсор



ОРГКОМИТЕТ:

Тел./факс (3472) 53-38-00, 53-14-13;

e-mail: bvk2006@mail.ru

www.bvkexpo.ru

Информационная поддержка



СТРОИТЕЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ®

ФОРУМ
УРАЛСТРОЙ
ИНДУСТРИЯ-2006

26 сентября 2006 г. в 13.00 в рамках форума состоится круглый стол

Журнал «Строительные материалы»: наука строительному комплексу

Тематика конференции

- Научные разработки для промышленности строительных материалов и стройиндустрии
- Моделирование и оптимизация в материаловедении и технологии
- Новые технологии в производстве строительных материалов
- Экология и отрасль
- Экспертиза и сертификация продукции в ПСМ

Редакция журнала «Строительные материалы»®

(495) 124-32-96, 124-09-00 mail@rifsm.ru

ОРГКОМИТЕТ ФОРУМА:

Тел./факс (3472) 53-38-00, 53-14-13

E-mail: bvk2006@mail.ru www.bvkexpo.ru



*2-я Международная
специализированная выставка*

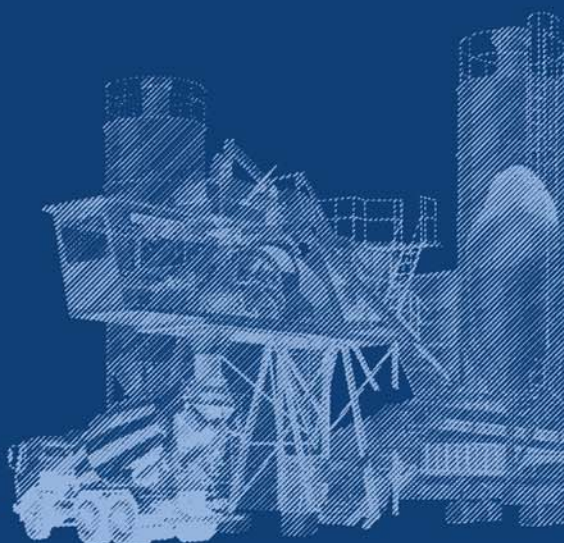
БЕТОННЫЕ ЗАВОДЫ ОБОРУДОВАНИЕ ОПАЛУБКА

21-23 ноября 2006

Москва

**Центр
Международной
Торговли**

Оргкомитет: 190068, Россия, Санкт-Петербург, а/я 597
Тел. факс в Москве: +7 (495) 580 54 36
Тел. факс в СПб: +7 (812) 380 65 72
703 71 85, 335 09 92
con-tech@mail.ru
www.con-tech.ru



**ОБЪЕДИНЕНИЕ
www.con-tech.ru**



МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА»



Под названием «Актуальные научно-исследовательские проблемы строительства» 18–20 мая 2006 г. в Ольштыне (Польша) прошла VIII Международная научно-практическая конференция, организаторами которой выступили отделение технических наук Варминско-Мазурского университета в Ольштыне, Институт строительства дорог и мостов в Варшаве при участии Варминско-Мазурской краевой палаты инженеров-строителей и Ольштынского отделения союза инженеров-строителей. Эта конференция является периодической и проходит с 1990 г. один раз в два года. Редакция журнала благодарит отделение технических наук Варминско-Мазурского университета за приглашение сотрудника редакции в качестве почетного гостя.



Здание ректората Варминско-Мазурского университета в Ольштыне

Варминско-Мазурский университет — один из молодых европейских университетов был образован 1 сентября 1999 г. в результате объединения нескольких высших учебных заведений, долгое время действовавших в Ольштыне, — Высшей педагогической школы, Технической академии, Аграрного университета. В настоящее время Варминско-Мазурский университет превращается в один из крупных академических центров, в котором преподают свыше 2,5 тыс. профессоров и преподавателей и где обучаются свыше 40 тыс. студентов.

История Ольштына насчитывает более 600 лет и имеет давние научные традиции. В древнем замке долгое время с ноября 1520 г. работал Николай Коперник — астроном, создатель гелиоцентрической системы, сначала администратором владений капитула в Ольштыне и Пененжно, а затем и канцлером капитула. Кроме того, в Ольштыне в разные годы

жизни работали философы Иоганн Хердер и Иммануил Кант, ботаник Анджей Хелвинг, математик и астроном Фридрих Бессель и первый лауреат Нобелевской премии по медицине Эмиль Бехринг.

Варминско-Мазурский университет состоит из 14 факультетов, причем семь из них имеют полные права академии и функционируют как автономные учебные заведения.

Отделение технических наук состоит из пяти факультетов — строительного, охраны окружающей среды, машин и механизмов, сельского и лесного хозяйства, технического.

На VIII научно-технической конференции, которую проводит отделение технических наук Варминско-Мазурского университета в Ольштыне, были заслушаны доклады по следующим основным темам:

- строительные конструкции;
- строительные материалы;
- теория конструкций;
- экономика и организация.

Открыл конференцию доклад д-ра техн. наук **Л. Рафальского** (Варшава, Польша) «Направления развития сети краевых дорог в Варминско-Мазурском воеводстве». Система транспортных коридоров имеет очень большое значение для развития транспортной инфраструктуры, в том числе автодорожной. Решением нескольких конференций министров транспорта стран ЕС было установлено для Центральной и Восточной Европы строительство 10 транспортных коридоров, в том числе (Хельсинки)

Таллин — Рига — Варшава с продолжением далее на Калининград — Эльблаг — Гданьск; Берлин — Варшава — Минск (Республика Беларусь) — Москва. Географическое расположение Варминско-Мазурского воеводства Польши на оси восток—запад в Балтийском регионе Европы и наличие границы с Калининградской областью Российской Федерации обуславливает его важность в развитии европейской транспортной инфраструктуры. В докладе были предложены основные направления в перспективе до 2013 г. строительства новой и реконструкции существующей сети автомобильных дорог, которая позволит создать транспортные коридоры на севере Европы.

Каждая строительная конструкция должна сохранять свои свойства в течение всего периода эксплуатации даже в условиях значительных динамических колебательных нагрузений. Традиционным способом увеличения прочности и долговечности конструкции в таких случаях было использование дополнительных упрочняющих материалов. О применении достижений современных информационно-коммуникационных технологий для снижения риска разрушения строения, для мониторинга безопасности сооружений рассказал д-р техн. наук **Чи Тран** (Ольштын). В докладе было показано, как применение датчиков из композиционных материалов и информационных технологий позво-



Приветствие вице-президента г. Ольштына П. Гжимовича



Открытие конференции состоялось в конференц-центре университета



О концепции развития транспортной сети Польши докладывает д-р техн. наук Л. Рафальский



О применении информационных технологий в строительстве сообщил д-р техн. наук Чи Тран



О важности масштабного фактора в исследованиях рассказывает магистр М. Свата



В оживленной дискуссии принимали участие и молодые ученые. На снимке магистр Л. Собчак

ляет осуществлять мониторинг технического состояния строительной конструкции. Использование в строительстве информационных технологий позволяет повысить качество строительной продукции как с точки зрения экономической составляющей, так и с точки зрения безопасности. Особенно актуально применение этих технологий в строительной механике, геомеханике.

При проведении испытаний бетона или других гетерогенных материалов на прочность при сжатии необходимо, по мнению магистра **М. Свата** (Варшава), учитывать влияние масштабного эффекта. Проведенные исследования на образцах бетона с различными геометрическими размерами и заполнителем различной крупности позволили выявить количественную эмпирическую зависимость средней величины прочности от размера образца и типа приготовленной бетонной смеси.

Серьезной проблемой для старых городов является отсутствие или нарушение гидроизоляции фундаментов давних построек, относящихся к памятникам архитектуры и истории. В докладе канд. техн. наук **Р. Вуйчика** (Ольштын) описана технология, которая позволяет решить эту проблему. Суть ее заключается в устройстве горизонтальной гидроизоляции путем пропитки нефтяными восками. По периметру стены определенным шагом бурят отверстия, через ко-

торые с помощью специальных устройств подают расплавленные нефтяные воски. По имеющейся в материале системе пор и трещин воски проникают вглубь, застывают и создают надежный барьер для влаги. На основе проведенного расчета процессов тепло- и массопереноса подобраны технологические параметры процесса.

На конференции были представлены работы нескольких украинских научных школ по строительному материаловедению.

Одесскую школу материаловедов представлял д-р техн. наук **С.В. Коваль** (Одесса, Украина), основными направлениями которой является разработка оптимальных структур композитов на основе экспериментально-статистических (ЭС) методов моделирования. Разработанная новая технология исследования и проектирования высококачественных многокомпонентных композитов позволяет наиболее полно извлекать с помощью ЭС-моделей полученную в натурном эксперименте информацию. Одним из базовых элементов ее являются вычислительные эксперименты на рецептурно-технологических полях свойств материалов. Применение этой технологии позволяет, например, подобрать или спроектировать специальные добавки-модификаторы бетона, оптимизировать технологию получения бетона и изделий из него.

Теорию многопараметрического проектирования состава бетона

и ее дальнейшее развитие представил д-р техн. наук **О.Л. Дворкин** (Ровно, Украина). Эта теория основана на известных базовых закономерностях бетоноведения (правило водоцементного (В/Ц) отношения, правило постоянства водопотребности, оптимального содержания песка и др.). Однако для решения сложных инженерных и технологических задач эти закономерности, по мнению докладчика, нуждаются в модифицировании. В результате было сформулировано правило, констатирующее однозначную связь прочности с приведенным Ц/В, учитывающее наряду с цементно-водным отношением влияние объема пор, обусловленных заполнителями, вовлеченным воздухом; возможность замены части цемента активными добавками. На основе предложенных зависимостей разработаны алгоритмы проектирования составов бетонов для дорожного и гидротехнического строительства, бетонов с активными минеральными добавками и мелкозернистых бетонов, легких бетонов, изделий из бетона, получаемых тепловлажностной обработкой и т. д.

Об исследовании гидратации расширяющихся цементов на основе известковой добавки и о физико-механических свойствах полученных расширяющихся цементов был доклад канд. техн. наук **Н.В. Любомирского** (Симферополь, Украина).

К сожалению, уважаемая российская школа строительного материаловедения не была очно представлена на конференции.

Оживленное обсуждение проблем и дискуссии, которые велись во время заседаний и в перерывах, отражают актуальность тем, затронутых в докладах. Открытая и непринужденная атмосфера общения, удовлетворение результатами способствуют развитию строительного материаловедения.

И.В. Козлова,
канд. физ.-мат. наук



На стендовых докладах вопросы будущему магистру задает д-р техн. наук Л. Качмарек



Во время прогулки по городу можно посидеть рядом с астрономом Николаем Коперником

А.В. АКСЕНОВ, канд. техн. наук, С.И. ПАВЛЕНКО, д-р техн. наук, С.Н. КАЛАШНИКОВ, д-р. техн. наук, Сибирский государственный индустриальный университет (г. Новокузнецк, Кемеровская обл.)

Оценка оптимальной продолжительности обработки смеси синтезируемого вяжущего с целью повышения прочности

В лабораториях Сибирского государственного индустриального университета (СибГИУ) и Института химии твердого тела и механохимии (ИХТТИМ) СО РАН получено новое бесцементное композиционное вяжущее исключительно из вторичных минеральных ресурсов [1], состоящее из высококальциевой золы ТЭС (60–80%), отработанного формовочного песка литейного производства (10–30%) и продукта высокоглиноземистого (ПВГ) – отхода абразивного производства (5–10%) путем переработки смеси на высокоскоростных планетарных мельницах нового поколения конструкции ИХТТИМ СО РАН [2].

Основные параметры нового вяжущего – это дисперсность смеси, содержание в ней $\text{CaO}_{\text{своб}}$ и прочность при сжатии. Все эти три параметра связаны с продолжительностью обработки смеси на мельницах.

В работе сделана оценка оптимальной продолжительности обработки смеси синтезируемого вяжущего в новых мелющих аппаратах с целью повышения его прочности.

Результаты экспериментов по исследованию влияния продолжительности обработки смеси на дисперсность D , содержание $\text{CaO}_{\text{своб}}$ и прочность композиционного вяжущего R приведены на рисунке.

При механической обработке смеси ее дисперсность D , содержание в ней $\text{CaO}_{\text{своб}}$ и прочность композиционного вяжущего R являются выходными параметрами и зависят от времени обработки t . Основными критериями при решении задачи оптимизации является повышение прочности R композиционного вяжущего. При этом параметры D и $\text{CaO}_{\text{своб}}$, а также характер их зависимости от времени можно использовать как источник информации для выбора экспериментальных точек, по которым будет построена математическая модель зависимости параметра R от времени обработки (t).

Анализ экспериментальных данных показывает, что для $t \geq 1$ мин характер зависимости параметров D и $\text{CaO}_{\text{своб}}$ от продолжительности обработки близок к линейному.

Если проанализировать экспериментальные точки для $t \geq 0$ мин, то зависимость D и $\text{CaO}_{\text{своб}}$ от продолжительности обработки существенно отличается от линейной.

Это можно объяснить тем, что при $t \geq 1$ мин смесь находится в одном и том же динамическом режиме обработки независимо от ее продолжительности. Другим режимом для смеси можно считать отсутствие обработки, когда продолжительность обработки равна нулю, что соответствует первой точке в экспериментальных данных, которая приводит к нарушению линейности зависимостей дисперсности и содержания $\text{CaO}_{\text{своб}}$ от продолжительности обработки. Следовательно, при оценке оптимальной продолжительности обработки смеси с точки зрения повышения прочности композиционного вяжущего первую точку в экспериментальных данных учиты-

вать нецелесообразно, так как она дает информацию о смеси, находящейся за пределами режима обработки.

Максимальная прочность композиционного вяжущего в экспериментальных данных соответствует времени обработки $t = 10$ мин.

В работе сделаны оценки оптимальной продолжительности обработки по трем, четырем и пяти точкам экспериментальных данных, содержащих точку, соответствующую максимальной прочности. По этим точкам были построены математические модели зависимости прочности от продолжительности обработки в виде интерполяционных полиномов в форме Лагранжа соответственно второй, третьей и четвертой степеней и в виде набора интерполяционных кубических сплайнов, аппроксимирующих экспериментальные данные.

Рассмотрим нахождение интерполяционного многочлена второй степени по последним трем экспериментальным точкам.

Пусть $t_4 = 6$, $t_5 = 10$ мин, $t_6 = 15$ мин; $R_4 = 52,48$, $R_5 = 56,76$, $R_6 = 43,54$ МПа, тогда:

$$R_{4-6}(t) = -0,4t_2 + 7,67t + 21,3. \quad (1)$$

Максимум прочности по оценке математической модели (1) достигается в момент времени t_1^* , при котором обнуляется производная $R'_{4-6}(t)$ и который будет оценкой оптимальной продолжительности обработки смеси с помощью этой математической модели. После решения уравнения $R'_{4-6}(t_1^*) = 0$ получено значение $t_1^* = 9,3$ мин. Оценка оптимальной прочности при этом имеет значение $R^* = 56,96$ МПа.

Нахождение интерполяционного многочлена третьей степени по четырем экспериментальным точкам.

Пусть $t_3 = 3$, $t_4 = 6$, $t_5 = 10$, $t_6 = 15$ мин; $R_3 = 41,35$, $R_4 = 52,48$, $R_5 = 56,76$, $R_6 = 43,54$ МПа, тогда:

$$R_{3-6}(t) = -0,003t^3 - 0,32t^2 + 6,79t + 23,96. \quad (2)$$

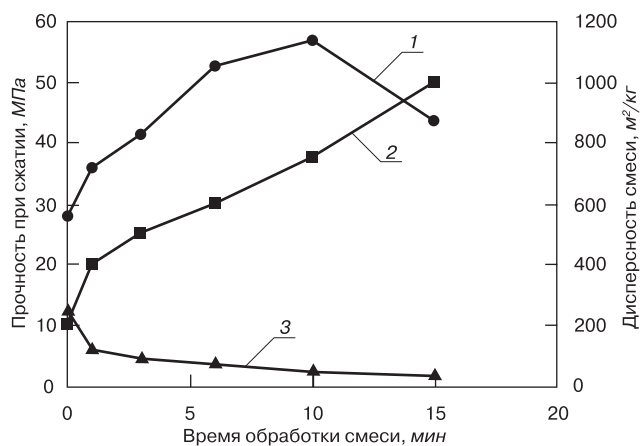
Максимум прочности по оценке математической модели (2) достигается в момент времени t_2^* , при котором обнуляется производная $R'_{3-6}(t)$ и который будет оценкой оптимальной продолжительности обработки смеси с помощью этой математической модели. После решения уравнения $R'_{3-6}(t_2^*) = 0$ получено значение $t_2^* = 9,34$ мин. Оптимальная прочность при этом имеет значение $R^* = 56,89$ МПа.

Математическая модель зависимости прочности при сжатии от времени в виде полинома четвертой степени получена по пяти экспериментальным точкам и имеет вид:

$$R_{2-6}(t) = 0,004t^4 - 0,14t^3 + 1,3t^2 - 0,65t + 35,12. \quad (3)$$

Решение уравнения $R'_{2-6}(t_3^*) = 0$ дает значение $t_3^* = 8,92$ мин, прочность при этом имеет значение $R^* = 57,12$ МПа.

Построим кубическую сплайн-интерполяцию для выходного оптимизируемого параметра, прочности при сжатии R при интервале времени 1–15 мин.



Зависимость степени дисперсности, содержания CaO_{своб} и прочности на сжатие синтезированного вяжущего от продолжительности обработки смеси: 1 – прочность при сжатии; 2 – содержание CaO_{своб}; 3 – дисперсность смеси

При кубической сплайн-интерполяции происходит совпадение значений соседних сплайнов в экспериментальных точках, а также совпадение значений первых и вторых производных этих сплайнов в указанных точках.

Этот интервал времени разбит на интервалы $[t_{j-1}, t_j]$, где $j = 1, \dots, n$, где $n = 4$. На каждом интервале функция $R(t)$ представляется в виде кубического сплайна:

$$R_j(t) = A_j(t-t_{j-1})^3 + B_j(t-t_j)^3 + C_j(t-t_{j-1}) + D_j(t-t_j), \quad (4)$$

где

$$A_j = \frac{S_j}{6h_j}; \quad B_j = -\frac{S_{j-1}}{6h_j};$$

$$C_j = \frac{F(t_j) - \frac{S_j h_j^2}{6}}{h_j}; \quad D_j = -\frac{F(t_{j-1}) - \frac{S_{j-1} h_j^2}{6}}{h_j},$$

где $h_j = t_j - t_{j-1}$.

Для S_j получена система линейных уравнений с трехдиагональной матрицей:

$$j = 1, \dots, n-1: S_{j-1} + 4S_j + S_{j+1} = \frac{6(R(t_{j+1}) - 2R(t_{j-1}))}{h_j^2};$$

$$j = 0: 2S_0 + S_1 = 6 \left(\frac{R(t_1) - R(t_0)}{h_1^2} \right);$$

$$j = n: 2S_n + S_{n-1} = -6 \left(\frac{R(t_n) - R(t_{n-1})}{h_n^2} - \frac{R'(t_n)}{h_n} \right). \quad (5)$$

Так как каждый интервал $[t_{j-1}, t_j]$ имеет свою длину, отличную от других, то для производных на концах всего интервала времени от первой экспериментальной точки (при $t = t_0$) режима обработки до последней (при $t = t_n$) использована двухточечная аппроксимация:

$$R'(t_0) = \frac{R(t_1) - R(t_0)}{h_1}, \quad (6)$$

$$R'(t_n) = \frac{R(t_n) - R(t_{n-1})}{h_n}. \quad (7)$$

Система уравнений (5) решена методом прогонки.

Максимум выходного показателя достигается на том кубическом сплайне, у которого обнуляется производная в момент времени t^* , который и будет оценкой оптимальной продолжительности обработки.

На первом и втором интервалах производная кубических сплайнов всюду положительна, а на четвертом интервале – всюду отрицательна. Обнуляется производная кубического сплайна на третьем интервале от 5 мин до 10 мин.

Производная кубического сплайна на третьем интервале имеет вид:

$$R'_3(t) = -0,15(t-6)^2 + 0,12(t-10)^2 + 1,2. \quad (8)$$

После решения уравнения $R'_3(t_4^*) = 0$ получено значение $t_4^* = 8,99$ мин. Оценка максимальной прочности при этом имеет значение $R^* = 57,34$ МПа.

После усреднения полученных данных оценочных значений оптимальной продолжительности обработки по трем полиномам в форме Лагранжа и с помощью кубической сплайн-интерполяции получена усредненная оценка:

$$t_{opt} = \frac{t_1^* + t_2^* + t_3^* + t_4^*}{4} = \frac{9,3 + 9,34 + 8,92 + 8,99}{4} = 9,14 \text{ мин}$$

Таким образом, оптимальное время обработки смеси в мельницах-активаторах составляет 9,14 мин.

Список литературы

1. Пат. 2196749 России, 6 С 04 И 28/08. Бесцементное вяжущее / С.И. Павленко, С.И. Меркулова, А.В. Аксенов и др. 2003.
2. Аксенов А.В., Павленко С.И., Авакумов Е. . Механохимический синтез нового композиционного вяжущего из вторичных минеральных ресурсов. Науч. изд. ИХТТИМ СО РАН. Монография. Новокузнецк. 2002. 62 с.

ИНФОРМАЦИЯ

В Правительстве Москвы подвели итоги работы научно-промышленного комплекса в первом полугодии 2006 г.

12 июля 2006 г. состоялась пресс-конференция министра Правительства Москвы, руководителя Департамента науки и промышленной политики Москвы Е.А. Пантелеева об итогах работы научно-промышленного комплекса столицы в первом полугодии 2006 г.

Было отмечено, что рост промышленного производства в Москве составил 121,4–133% к соответствующему периоду прошлого года и достиг дореформенного (1991 г.) уровня развития. В числе наиболее динамично развивающихся отраслей промышленности находится производство строительных материалов, наряду с полиграфией, производством электрообо-

родования, электронного и оптического оборудования, машин и транспортных средств.

Начата реализация проекта «Пром Сити Москва-Север», предусматривающего создание новой современной промзоны на севере столицы. Вывод промышленных предприятий из центра города происходит с сохранением существующего уровня производства, но при этом проводится оптимизация его инфраструктуры и обновление основных фондов.

Большое внимание уделяется правительством созданию технопарков, развитию инновационной сферы, сохранению кадрового потенциала предприятий и научных организаций.

Дни современного бетона на Днепре

С 31 мая по 2 июня в Запорожье состоялась VIII Международная научно-практическая конференция «Дни современного бетона», организатором которой выступила компания «Будиндустрия» (Запорожье, Украина). Конференция была посвящена обсуждению ряда традиционных проблем технологии бетона, цемента, сухих строительных смесей, а также впервые вопросам менеджмента качества, сертификации продуктов и услуг применительно к строительной отрасли.

Центральное место, как всегда, на запорожской конференции занимали технологии бетона, вяжущие и др., что связано со значительным расширением возможностей технологического регулирования номенклатуры и самого рынка добавок новой генерации.

Ситуация в этом плане, создавшаяся в Украине и странах СНГ, рассмотрена в генеральном докладе автора этой информации. Обращено внимание участников конференции на ряд проблемных аспектов научного, производственного и рыночного планов. Отмечена определенная стабильность сфер применения химических, минеральных и комплексных добавок. В сфере бетонов — товарные и специальные бетоны, железобетонные изделия, ремонт и защита, мелкоштучные элементы. Каждая из сфер предопределяет специфические требования к составам и процедурам введения добавок в зависимости от применяемых компонентов, прежде всего — цемента. В этой связи затронута важнейшая, обсуждаемая ранее в журнале «Цемент и его применение» (№ 6, 2002 и № 1, 2003), задача оценки совместимости добавок с цементами. В более широком аспекте поставлена и обсуждена задача устранения или хотя бы снижения так называемой ассиметричности (неадекватности) технологической информации, касающейся совместимости свойств компонентов бетона и железобетона. Действительно, различные нормативные документы, инструкции и т. п. содержат приближенные ре-

комендации по дозированию добавок практически без учета влияния химического и минерального состава цемента, его дисперсности, реакционной способности заполнителей и др. Таким образом, никак не исключается «кухонный» уровень проектирования и корректировки составов, режимов твердения, контроля за нарастанием прочности, ухода за бетоном с учетом действия климатических и эксплуатационных факторов.

Доклад д-ра техн. наук **Н.К. Розенталя** (НИИЖБ, Москва) был посвящен рассмотрению добавок как средств защиты от коррозии бетона и железобетона. Докладчик привел детальную классификацию контролируемых характеристик и технологических эффектов действия добавок, увязав их со свойствами, в том числе проницаемостью и стойкостью затвердевшего бетона. Доказана возможность сохранения защитных свойств арматуры разных классов при использовании суперпластификатора С-3 в комплексе с тиосульфатом и роданидом натрия. Оценены морозостойкость, степень агрессивного воздействия хлоридов, сульфатов и пр.

Неподдельный интерес участников конференции вызвал доклад «Модифицированные бетоны с улучшенными технологическими и эксплуатационными свойствами в современном монолитном строительстве» канд. техн. наук **Г.С. Кардунян** (НИИЖБ). Представленный материал основан на опыте возведения уникального объекта — высотного (440 м) здания делового центра «Федерация» в Москве. Бетон клас-



Открытие конференции. В президиуме (слева направо): А.П. Лихопуд, А.В. Ушеров-Маршак, Н.П. Синайко

са В90 с мультикомпонентными дисперсными минеральными добавками, включающими микрокремнезем, золу-унос, известняк и суперпластификатор С-3, позволил в заданном темпе строить сооружение зимой и летом. Объем изготавливаемого на шести заводах Москвы и одновременно укладываемого бетона достигал 14,5 тыс. м³. Предварительные расчеты и измерения параметров тепловыделения твердеющего бетона в сочетании с постоянным компьютеризированным мониторингом непосредственно на стройплощадке подтверждают эффективность использования разработанных мультикомпонентных добавок.

В докладах технического директора компании «Будиндустрия» **А.П. Лихопуда** и технического директора НТЦ «ПолиРелакс» канд. техн. наук **Н.Ф. Башлыкова** освещен опыт применения добавок системы «Релаксол» на основе роданидо-тиосульфатных реагентов и суперпластификаторов, из-



А.В. Ушеров-Маршак



Н.К. Розенталь



М.А. Саницкий

готовляемых и поставляемых на украинский и российский рынки компанией «Будиндустрия». В России эти добавки выпускаются компанией «Полипласт» под фирменным названием «Реламикс».

Канд. техн. наук **Т.В. Бабаевская** (Будиндустрия) представила оригинальное справочное пособие «Бетоны, строительные растворы, сухие строительные смеси и цементы с добавками системы «Релаксол». Оригинальность заключается в построении пособия по принципу объекта применения добавок. Любой потребитель может выбирать добавки, исходя из конкретной технологической цели — получение товарного, дорожного, гидротехнического бетона и т. п.

Доктора технических наук **Л.А. Шейнич** (НИИСК, Киев) и **М.А. Саницкий** (Львовская политехника) доложили об экструзионной технологии безопалубочного формования ЖБИ и современных композиционных вяжущих.

В докладе директора Харьковского опытного цементного завода **С.В. Щерблякина** речь шла о производстве специальных быстротвердеющих расширяющихся, напрягающих цементах с добавками системы «Релаксол», а также новых органоминеральных ускоряюще-уплотняющих добавках на основе метаксаолина и суперпластификатора.

Интересен доклад польского специалиста **Б. Карчевски** о бетонах для промышленных полов и пенобетоне. В нем большое внимание уделено стальным и синтетическим волокнам.

Отдельно и обстоятельно обсуждались вопросы управления качеством на предприятиях стройиндуст-



Т.В. Бабаевская

рии. С докладом «Современное состояние и развитие системных методов менеджмента качества» выступил д-р техн. наук **В.В. Якубовский**, управляющий Черноморскими регионами «Бюро Веритас». Также были освещены вопросы сертификации продукции, услуг и систем качества представителями органа по сертификации «УкрБудСЕРТ».

По-современному организованная конференция собрала более 150 участников из Украины, России, Польши, Молдовы и Армении. Подавляющее большинство участников — представители производственных предприятий, жаждущие конкретных сведений, способствующих росту эффективности производства в условиях слишком медленно повышающегося качества заполнителей бетона и модернизации производства. Поэтому кулуарное общение даже во время очаровательной теплоходной прогулки по Днепру и на товарищеском ужине было насыщено профессиональным обменом мнениями.

Можно констатировать результативность конференции. Вместе с тем



Обсуждение проблем продолжалось и в перерывах

желательно углубить ее уровень. Несмотря на повсеместное снижение объема научных исследований в странах СНГ, приглашать на особых условиях ведущих отечественных и западных профессионалов для проведения мастер-классов, восстановить существовавшую ранее в СССР координацию работ в материаловедении и технологиях. Результатом, несомненно, будет расширение круга и географии участников.

Нельзя не отметить, что компания «Будиндустрия» сумела сделать конференции «Дни современного бетона» весьма представительными и авторитетными. Подтверждением этого факта служит, к примеру, публикация в 2005 г. международного издания «Химические и минеральные добавки в бетон».

В заключение хочется пригласить к сотрудничеству в подготовке и проведении будущих конференций всех заинтересованных специалистов.

А.В. Уиеров-Маршак,
д-р техн. наук,

Харьковский государственный
технический университет
строительства и архитектуры



Строительство – формирование среды жизнедеятельности

Под таким названием в конце апреля 2006 г. в Москве прошла IV Международная (IX межвузовская) научно-практическая конференция молодых ученых, аспирантов и докторантов, которая по традиции была организована МГСУ и РНТО строителей и приурочена к юбилейным мероприятиям, посвященным 85-летию МИСИ-МГСУ.

На конференции было представлено около 100 докладов, подготовленных молодыми учеными, аспирантами, магистрантами, докторантами, а также студентами. Последние были рекомендованы секциями студенческих конференций, проведенных факультетами МГСУ в начале апреля 2006 г.

Основной целью конференции является поддержка и развитие научно-практических работ молодых ученых в области строительства, предоставление им возможности обмена опытом проведения научных исследований, а также знакомство с актуальными проблемами, стоящими перед наукой и практикой в строительстве.

На пяти секциях конференции были заслушаны доклады по следующим научно-практическим направлениям:

- актуальные проблемы строительства, архитектуры и инженерной инфраструктуры современного города;
- энергетическое, водохозяйственное и природоохранное строительство, безопасность и система жизнеобеспечения в строительстве;
- экономика, управление и информационные системы в строительстве и недвижимости;
- строительные материалы и изделия. Производство, оборудование и применение. Экологические проблемы при производстве и применении строительных материалов и изделий;
- фундаментальное строительное образование.

Жюри проводило оценку сделанных докладов с учетом актуальности и новизны затронутой проблемы, оригинальности научно-практического подхода к ее решению, а также подготовки доклада.

Авторы лучших докладов отмечены почетными грамотами, а также денежными премиями, которые были вручены ректором МГСУ В.И. Теличенко на заседании ученого совета МГСУ. По секции «Строительные материалы и изделия» премия была присуждена аспиранту НИИЖБ Бучкину Андрею Викторовичу (научный руководитель д-р техн. наук В.Ф. Степанова) за доклад «Цементные композиции повышенной коррозионной стойкости, армированные базальтовыми волокнами».

Наиболее интересные доклады, представленные на секции «Строительные материалы и изделия», мы предлагаем вниманию читателей.

удк 666.946.3

А.В. БУЧКИН, инженер, В.Ф. СТЕПАНОВА, д-р техн. наук, ФГУП «НИЦ «Строительство» филиал НИИЖБ (Москва)

Цементные композиции повышенной коррозионной стойкости, армированные базальтовыми волокнами

Фибробетон – дисперсно-армированный композиционный материал, упрочненный короткими волокнами (фибрами), равномерно распределенными по объему. Такой бетон отличается высокими эксплуатационными свойствами, особенно повышенной прочностью при изгибе и растяжении, ударной прочностью и трещиностойкостью.

За рубежом и в России уделяется большое внимание развитию технологии фибробетона, в основном стеклофибробетона, изучению и улучшению его физико-технических и деформативных характеристик [1–3].

Однако недостаточная изученность стойкости волокон в цементной матрице бетона ограничивает область и объем применения фибробетона в строительстве, несмотря на то что использование неметаллических волокон исключает ряд проблем, связанных с коррозией стальных фибр. Из неметаллических волокон наиболее доступными по экономическим показателям являются стеклянные и базальтовые волокна. Одним из способов повышения стойкости стеклянной фибры является применение щелочестойкого волокна с высоким содержанием оксида циркония. Однако высокая стоимость и сложность технологии его получения сдерживает его применение.

В последние годы повышенный интерес в строительной индустрии проявляется к использованию базальтовых горных пород в производстве различных материалов и изделий, в том числе базальтовых волокон для дисперсного армирования бетона. Базальтовое волокно отличается не только своими высокими физико-механическими свойствами (табл. 1), но и повышенной химической стойкостью, температуро-, свето- и атмосферостойкостью и, что немаловажно, простотой технологии производства, невысокой стоимостью и экологической безопасностью.

Исследованиями [4, 5] установлено, что все минеральные волокна независимо от химического состава вступают в химическое взаимодействие с растворами, имитирующими среду твердеющего бетона на портландцементе. По химической стойкости, определяемой по количеству поглощенного CaO, растворившегося SiO₂, связанных щелочей и изменению прочности, минеральные волокна можно выстроить в ряд: бесщелочное > щелочное > кварцевое > базальтовое > циркониевое. Исследования базальтового волокна (БВ) выполнялись зарубежными и отечественными организациями, например лабораторией базальтовых волокон (ЛБВ) Института материаловедения АН Украины, НИИЖБ,

Таблица 1

Вид волокна	Прочность при растяжении, МПа	Модуль упругости при растяжении, МПа	Плотность, г/см ³
Стеклонное	2200–2400	70000–80000	2,7
Базальтовое	2000–2200	80000	2,2–2,6

Таблица 2

Вид раствора	НИИЖБ		Мосспецпромпроект
	Прочность раствора, МПа, в возрасте		
	1 сут (при сжатии/при изгибе)	28 сут (при сжатии/при изгибе)	28 сут (при сжатии/при изгибе)
Неармированный Ц/П раствор	7,9 / 1,9	57,2 / 5,4	–
Раствор, армированный базальтовым волокном 10–13 мкм	16,9 / 5,4	59,8 / 9,2	70 / 20–22
Раствор, армированный базальтовым волокном 10–13 мкм + ускоритель твердения РСТН	24–31 / 6,5–7,7	61–66 / 10–10,3	–
Раствор, армированный базальтовым волокном 10–13 мкм + модификатор бетона Эмбэлит	25 / 7,3	69 / 12,4	–

ЦНИИПромзданий, ЛатНИИСтроительства, АрмНИИСВ, Basaltex Masureel Group, Department of Textiles (Ghent University Belgium) и др. Однако имеющиеся данные исследований о коррозионной стойкости базальтового волокна в цементных матрицах носят частный и противоречивый характер, что, в свою очередь, создает затруднение для широкого использования цементно-базальтовых композитов в строительстве.

Базируясь на накопленном опыте исследований в области фибробетона, НИИЖБ проводит работу по созданию цементных композиций, армированных базальтовым волокном, обладающих высокими физико-механическими характеристиками и повышенной коррозионной стойкостью, в том числе при эксплуатации в агрессивных средах. Основными направлениями являются: отработка технологии введения базальтового волокна в цементную матрицу; снижение пористости; стабилизация физико-механических свойств; отработка составов смеси для получения базальтофиброкомпозитов, повышенной прочности, малой проницаемости с улучшенными деформативными характеристиками.

Равномерное распределение волокон по объему матрицы – одно из проблемных мест в технологии приготовления базальтофибробетона. В то же время решение этого вопроса позволит получить фиброкомпозиты с высокими эксплуатационными характеристиками и высокой долговечностью.

В настоящее время в лаборатории коррозии и долговечности бетонных и железобетонных конструкций НИИЖБ при сотрудничестве с ОАО «Мосспецпромпроект» отработана технология введения в смесь базальтового волокна с равномерным распределением элементарных волокон по объему бетонной матрицы. Параллельно проводится подбор и оптимизация составов цементно-базальтовых композиций с различными сроками твердения. Полученные результаты приведены в табл. 2

Морозостойкость базальтокомпозита соответствует марке F300, марка по водонепроницаемости составляет W>16.

Имеющиеся в настоящее время в ассортименте химические добавки как зарубежного, так и отечественного производства позволяют в широком диапазоне регулировать свойства растворных и бетонных смесей: сроки твердения, подвижность и реакционную способность цементной среды по отношению к базальтовому волокну, обеспечив его стойкость в цементных системах [6].

Проводятся также исследования базальтофибробетонных и базальтофибробетонных с использованием добавок регуляторов твердения бетонной смеси. Полученные результаты подтверждают возможность получения требуемой прочности композита на вторые, третьи сутки твердения, что очень важно при использовании их в ремонтных составах.

Проводятся исследования по оценке развития коррозионных процессов базальтового волокна в цементной матрице и оценке долговечности материала.

В основу оценки долговечности положена методика А.А. Пашенко, в которой усовершенствован численный расчет скорости взаимодействия компонентов базальтовых волокон с компонентами матрицы. Расчеты, сделанные по усовершенствованной методике, показывают, что достоверно можно прогнозировать долговечность композита до 100 лет.

Приведенные выше данные, а также результаты коррозионных исследований позволяют определить рациональные области применения цементно-базальтовых композитов повышенной коррозионной стойкости, нормируемой долговечности с обоснованием экономической целесообразности.

Список литературы

1. Стеклофибробетон в строительстве: материалы семинара. М.: Центральный Российский Дом знаний. 1992. 354 с.
2. *Shuaib H., Ahmad George C., Hoff Morris Schupack* State-of-the-Art Report on Fiber Reinforced Concrete. Reported by ACI Committee 544, MCP2004.
3. *Velde K., Kiekens P., Van Langenhove L.* Basalt fibers as reinforcement for composites// Van de Department of Textiles, Ghent University, Technologiepark 907, B-9052 Zwijnaarde, Belgium.
4. Разработка технологии, конструкторской документации, изготовление и испытания опытно-промышленных партий композитных (стеклопластиковых и других видов) соединителей слоев бетона и трехслойных стеновых панелей. М.: НИИЖБ. 1999. С. 34–46.
5. *Пашенко А.А.* Армирование неорганических вяжущих веществ минеральными волокнами. Наука – строительному производству. М.: Стройиздат. 1988. 382 с.
6. *Розенталь Н.К., Чехний Г.В.* Коррозионно-стойкие бетоны особо малой проницаемости // Бетон и железобетон. 1998. №1. С. 27–29.

Совершенствование технологии производства керамических строительных материалов Социалистической Республике Вьетнам

До объединения Вьетнама в 1975 г. выпуск стеновой керамики на севере страны был незначителен и составлял менее 1 млрд шт. усл. кирпича вьетнамского формата размерами 220×110×60 мм в год. Лишь небольшая доля кирпича выпускалась на двух заводах, оборудованных туннельными сушилками и печами.

Впервые кирпичные заводы во Вьетнаме с использованием современных туннельных сушилок и печей были запроектированы в 1976–1978 гг. болгарскими фирмами. Недостатками этих разработок является высокая энергоемкость технологического оборудования и не использование отработанных дымовых газов печи и энергии солнечной радиации для сушки отформованного сырья [1, 2, 3]. Учитывая эти недоработки и низкий уровень технологических разработок с учетом особенностей местных ресурсов и климатических условий Вьетнама, была поставлена задача изучения состава основных глинистых материалов и их технологических свойств, а также разработки технологии изготовления из них керамических строительных материалов. Решение этой проблемы соответствует задачам, которые были поставлены в постановлении Правительства Социалистической Республики Вьетнам «О Генеральном плане развития промышленности строительных материалов Вьетнама на период до 2010 г.» от 1 августа 2001 г. № 115/2001/QD-ТТг.

В работе исследованы глины главных карьеров на севере Вьетнама: Ха Лонг, Суан Хоа, Донг Ань, Ким Шень, Суан Май, Куэ Во, которые снабжают сырьем производства керамических строительных материалов. Их химический состав колеблется в широких пределах, %: SiO₂ – 45,2–79,85; Al₂O₃ – 8,59–35,2; Fe₂O₃ – 0,5–10,26; CaO – 0,06–3,96; MgO – 0,2–2,8; K₂O – 0,5–2,95; Na₂O – 0,16–1,9; SO₃ – 0,01–0,6. Температура спекания составляет 950–1150°C. По гранулометрическому составу эти глины относятся к тонкодисперсному сырью с высоким содержанием глинистой фракции и низким содержанием включений. Число пластичности от 17 до 25.

Результаты рентгенофазового и микроструктурного анализа (рис. 1) показывают, что исследованные глины являются полиминеральным сырьем и пред-

ставлены каолинитом – Al₂Si₂O₅(OH)₄, иллитом – K_{0,7}Al_{2,1}(Si,Al)₄O₁₀(OH)₂, полуокатанными обломками кварца – SiO₂, полевого шпата – K₂O·Al₂O₃·6H₂O и Na₂O·Al₂O₃·6H₂O, тонкими чешуйками мусковита – KAl₂(Si₃Al)O₁₀(OH,F)₂, гематитом – Fe₂O₃, а также кальцитом, хлоритом, галлуазитом и плагиоклазом.

Были исследованы формовочные и сушильные свойства смесей глин изучаемых месторождений с кварцевым песком Красной реки полидисперсного состава с размером зерен 0,14–1,25 мм. Сделан вывод, что для производства рядового строительного кирпича массовую долю песка в сырьевой смеси можно доводить до 50%, обеспечивая марку кирпича 100, а для лицевых и декоративных изделий – не более 25–30%. По формуемым свойствам массы с добавлением кварцевого песка до 25% имеют число пластичности больше 15, поэтому они хорошо формируются способом экструзии.

Дилатометрические кривые образцов из халонгской глины (рис. 2), полученные при обжиге в лабораторной печи, показывают возможность построения безопасных кривых обжига изделий из этих глин. На рис. 2 видно, что интервал спекания халонгской глины довольно длинный и достигает 120–130°. Оптимальный температурный интервал обжига для халонгской глины составляет 880–1010°C.

Результаты исследований зависимости плотности, водопоглощения, открытой пористости образцов от температуры обжига приведены в табл. 1 и 2. Из данных, приведенных в табл. 1 и 2, видно, что при повышении температуры обжига средний диаметр пор увеличивается. При этом общий объем пор уменьшается. Это подтверждают микрофотографии структуры обожженного черепка керамических изделий при температуре 970 и 1045°C (рис. 3).

Исследование различных составов сырьевых смесей из разных глин, позволило отработать основные пределы технологии производства изделий из них с учетом особенностей влажно-жаркого климата Вьетнама.

Песок и глина в необходимых соотношениях смешиваются предварительно бульдозером на открытой площадке глинозапасника и оставляются для вылеживания в течение 10–12 месяцев. После вылеживания смесь по-

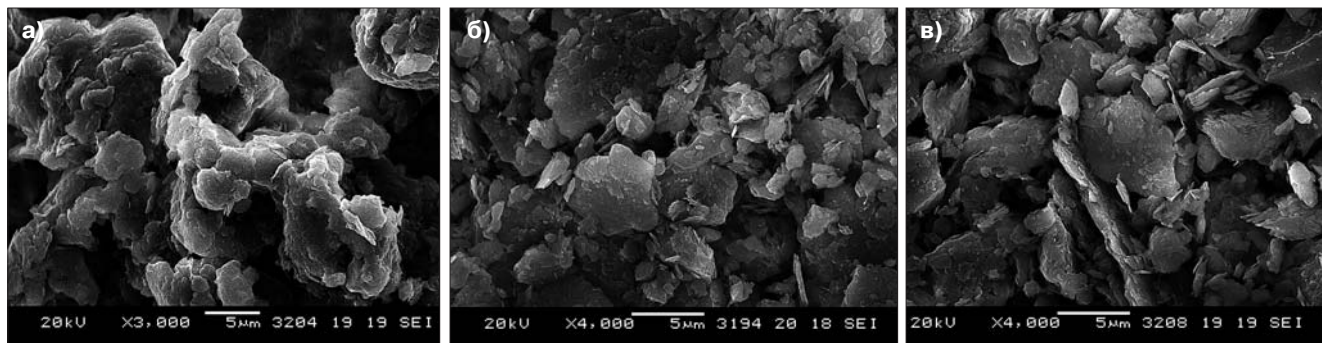


Рис. 1. Микрофотографии глин основных месторождений северного Вьетнама: а) – глины месторождения Халонг; б) – глины месторождения Суан Хоа; в) – глины месторождения Донг Ань

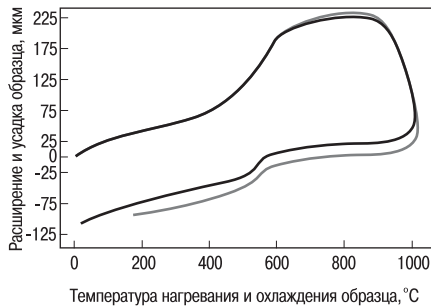


Рис. 2. Дилатометрические кривые обжига образцов из халонгской глины, снятые на приборе L 75/38C lineis. Первоначальная длина образцов 19,6 мм.

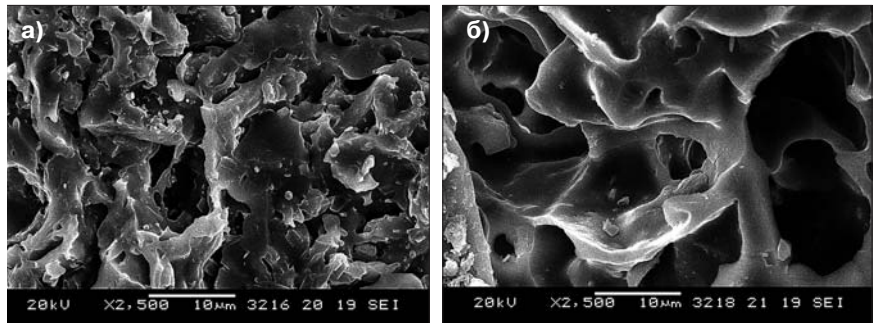


Рис. 3. Структура керамического черепка плиток завода «Донг Ань», обожженных при различной температуре: а) – температура обжига 970°C; б) – температура обжига 1045°C.

дают в крытый склад. Далее она поступает в ящичный питатель, ленточным транспортом подается в валковые дробилки грубого и тонкого помола, в смеситель с фильтрующей решеткой, а затем в вакуумный ленточный пресс.

Во Вьетнаме для возведения стен и перегородок, начиная со второго этажа жилых и общественных зданий применяется главным образом пустотелый кирпич, а для первого этажа – полнотелый. По TCVN 1450:1986 «Керамические пустотелые кирпичи» пустотелые кирпичи разделяют по марке 35, 50, 75, 100 и 125, а полнотелые кирпичи по TCVN 1451:1986 «Керамические полнотелые кирпичи» – 50, 75, 125, 150. Кирпичи 3-, 4-, 6-, 10-пустотные применяются главным образом для изоляции самых верхних этажей от солнечной радиации.

Кровельные керамические материалы производят способом пластического формования сырцовых заготовок с последующей подпрессовкой после того как сырцы высушатся до влажности 14–15%. Пластическое формование кирпича, черепицы, плитки для полов из массы с влажностью 18–22% производится на шнековых горизонтальных вакуумных прессах с давлением 1,6–2 МПа. Отформованный глиняный брус разрезается на изделия резательным автоматом. Сырые керамические изделия подаются на тележки и потом в цех подсушки с использованием солнечной энергии [4].

При заданной мощности завода можно рассчитать требуемую площадь для естественной сушки:

$$F = \frac{P \cdot t_{\text{ц}}}{(1 - K_o)(1 - K_c) \cdot t_{\text{раб}} \cdot m \cdot K_n} \quad (1),$$

где P – производственная мощность завода, шт. усл. кирпича в год; F – требуемая площадь для естественной сушки сырца, м^2 ; $t_{\text{ц}}$ – время одного цикла сушки на площадке от влажности 18–22% до 8–12%, ч, принимаемая 42–48 ч за вычетом неблагоприятного для сушки времени; K_o – коэффициент брака продукции при обжиге, принимаемый равным 0,03–0,05; K_c – коэффициент брака продукции при сушке, принимаемый равным 0,03–0,05; m – плотность садки сырца на сушильной площадке, штук/ м^2 , принимаемая равной 80–120 шт. усл. кирпича на 1 м^2 в зависимости от начальной влажности; K_n – коэффициент использования площади сушильной площадки, принимаемый равным 0,65–0,75 в зависимости от конструкции укрытия площадки, $t_{\text{раб}}$ – эффективное время работы сушильной площадки с учетом погодных условий сушки.

Эффективное время работы сушильной площадки рассчитывается следующим образом:

$$t_{\text{раб}} = t_{\text{кал}} + K_{\text{д}} \cdot t_{\text{л}} - K_{\text{д}} \cdot t_{\text{д}} - K_{\text{н}} \cdot t_{\text{н}} - K_{\text{т}} \cdot t_{\text{т}} - K_{\text{обл}} \cdot t_{\text{обл}} - K_{\text{ноч}} \cdot t_{\text{н.ноч}}, \quad (2)$$

где $t_{\text{кал}}$ – календарное время работы в году, принятое равным 8760 ч; $K_{\text{д}}$ – коэффициент благоприятности

сушки благодаря ветру Лао, принятый равным 0,2–0,3; $t_{\text{л}}$ – время ветра Лао, ч; $K_{\text{д}}$ – коэффициент не благоприятности из-за дождливых дней, принятый равным 0,5–0,6; $t_{\text{д}}$ – дневное время дождей в году, ч; $K_{\text{н}}$ – коэффициент не благоприятности из-за погоды Ном, принятый равным 0,8–0,9; $t_{\text{н}}$ – время погоды Ном в году, ч; $K_{\text{т}}$ – коэффициент не благоприятности из-за тумана, принятый равным 0,7–0,8; $t_{\text{т}}$ – время тумана, ч; $K_{\text{обл}}$ – коэффициент не благоприятности из-за облачной погоды; $t_{\text{обл}}$ – дневное время облачной погоды в году, ч; $K_{\text{ноч}}$ – коэффициент не благоприятности из-за ночного времени, принятый равным 0,6–0,7; $t_{\text{н.ноч}}$ – необыкновенное ночное время по погоде, ч.

Выше указанные коэффициенты благоприятности и не благоприятности сушки получают экспериментальным путем в зависимости от месторасположения завода и принимаются по национальному стандарту TCVN-4088–85 «Климатические данные для проектирования».

Высушенные изделия, имеющие влажность 10–11% вручную укладывают на сушильные и обжиговые вагонетки. Сушка и обжиг изделий производится в туннельных сушилах и печах. В качестве топлива используется молотый уголь. При производстве черепицы и плитки для полов совместно с углем при обжиге используется мазут.

Для оптимизации теплового режима обжига и видов садки изделий на вагонетке применялась контрольная вагонетка с комплексом приборов, регистрирующих температуру рабочего пространства печи по сечению садки и длине печи. Кривая тепловой обработки изделий записывалась на компьютере, расположенном в кабинете обслуживающего персонала.

Таблица 1

Температура обжига, °C	Плотность образцов, г/см ³	Водопоглощение, %	Открытая пористость, %
855	1,78–1,8	16,7–17,8	29,8–32
890	1,78–1,82	16,8–17,4	29,7–31,7
920	1,79–1,83	16,8–17,5	30,1–32
970	1,83–1,85	15,6–16,6	28,5–30,9
1005	1,92–1,95	12,3–13,4	23,7–26,1
1045	1,98–2,1	10,2–11,9	20,2–23,9

Таблица 2

Температура обжига, °C	Средний диаметр пор, мкм	Объем пор, %
890	0,082–0,05	34,3–32,43
970	0,108–0,082	31,72–31,14
1045	0,173–0,147	25,43–25,93

Сушильный агент является смесью из горячего воздуха, полученного из зоны охлаждения туннельной печи и дымовых газов печи. Смесью воздуха с дымовыми газами подается в зону сушки с мягким режимом, а горячий воздух подается в зону сушки с жестким режимом. На разработанных технологических линиях в отделении сушки и обжига для отбора их отработанных газов используется общая дымовая труба с высотой по расчету. В сезоне при относительной влажности окружающего воздуха около 95–100%, небольшая часть дымовых газов печи сбрасывается в специальный канал, который соединяется с дымовой трубой.

При обследовании ряда заводов были обнаружены факты нарушения охраны окружающей среды. Концентрации CO, CO₂, SO₂ воздуха окружающей среды превышали допустимые нормы по Вьетнамскому стандарту «Нормы окружающего воздуха в промышленной зоне». Для решения этой проблемы были разработаны системы очистки дымовых газов туннельной печи.

Отработанные дымовые газы после камеры отбора подаются по стальному трубопроводу в камеру первичной механической пылеочистки, а затем в камеру химической очистки раствором извести. Количество раствора извести для нейтрализации SO₂ определяется расчетом в зависимости от времени года. В проекте для завода мощностью 25 млн шт. усл. кирпича вьетнамского формата дымовая труба строится из железобетона с кирпичной кладкой, внутренний диаметр которой у основания 2250 мм, у выхода трубы – 1500 мм, высота трубы 25 м.

При расчете для завода объединения «Кау Дуонг» при производительности линии 3100 шт. усл. кирпича в час, количество отходящих дымовых газов печи составляет 28,2 тыс. м³/ч при температуре 100°C, а количество отработанных газов из сушилки составляет 20,9 тыс. м³/ч при температуре 45°C. По расчету количество CO₂, SO₂, максимально допустимое для выброса в окружающую среду составляет соответственно 603 и 5,7 м³. Количество CO₂, SO₂, содержащиеся в дымовых газах в нормальных условиях соответственно составляет 1184,5 и 17,6 кг/ч. Для нейтрализации этих количеств газов необходимо 18,5 м³/ч раствора извести с концентрацией 10% (количество CaO по расчету 1523 кг/ч). Первая построенная система очистки дымовых газов была сдана в эксплуатацию в 1996 г. Опыты эксплуатации этой системы показывают, что концентрации CO, CO₂, SO₂ воздуха окружающей среды ниже допустимых норм. Производительность печи увеличилась на 8–10%. Расход условного топлива составляет 110 кг на 1000 шт. условного кирпича,

ча, экономия топлива на линии после реконструкции составляет 10–15 кг условного топлива на 1000 шт. усл. кирпича. Выход продукции категории А 97–98%.

Система очистки дымовых газов туннельной печи дает высокую экономическую и экологическую эффективность. В настоящее время эта система внедряется на многих действующих кирпичных заводах во Вьетнаме.

За последние 15 лет (1990–2005 гг.) во Вьетнаме было построено больше 250 керамических заводов мощностью 30, 20, 15, 10–12 и 5–7 млн шт. усл. кирпича вьетнамского формата в год. В отличие от первых построенных линий, при проектировании новых технологических линий применяются новейшие национальные достижения научно-исследовательских работ по переработке сырьевых смесей, используется естественная сушка. В этих проектах почти все технологическое оборудование отечественное. В 2005 г. из объема 10,94 млрд шт. условного кирпича стеновых изделий, керамический кирпич составлял больше 96%.

Список литературы

1. *Бак Динь Тхиен*. Современная технология строительной керамики // Сб. материалов совместного международного симпозиума «Научные достижения в исследованиях о новых современных строительных материалах». Ханой, 2006. С. 39–45.
2. *Bach Dinh Thien, Bui Van Boi, Hoang Vinh Long, Stark J.* Research and development of ceramic glued tiles for external decoration of buildings using tightly-fusible clays // NOCMAT/3 – «Vietnam International Conference Non-Conventional Materials and Technologies». 12–13 March 2002. Hanoi, Vietnam. P. 280–286.
3. *Бурлаков Г.С., Бак Динь Тхиен., Баландина В.В.* Крупноразмерные стеновые блоки из легкого бетона на обжиговой связке с использованием производственных отходов // Известия вузов. Строительство и архитектура. 1984. № 1. С. 79–83.
4. *Бак Динь Тхиен, Баженев Ю.М.* Определение производительности технологических переделов на заводах керамических стеновых материалов с естественной сушкой сырых кирпичей // Сб. материалов 3-й международной (VIII традиционной) научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и докторантов «Строительство – формирование среды жизнедеятельности». Москва, 25–26 мая 2005 г. С. 191–193.

СПЕЦИАЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Дайджест

«Керамические строительные материалы»

В дайджест вошли статьи, опубликованные в журнале «Строительные материалы»® за 1996–2002 гг. – всего около 70 статей по тематическим разделам: отраслевые проблемы; сырьевая база отрасли; оборудование и технология; технологические особенности производства; контроль качества; ограждающие конструкции; предприятия отрасли.

Практикум по технологии керамики

Авторы – ученые 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. Практикум рассчитан на студентов вузов, будет полезен специалистам, работающим в области технологии керамики и огнеупоров.



По вопросу приобретения обращайтесь в редакцию журнала «Строительные материалы»®.

Тел./факс: (495) 124-32-96, 124-09-00
E-mail: mail@rifsm.ru

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.

н е н у ж н о е з а ч е р к н у т ь

Наши реквизиты для оформления счета:

Название организации с указанием формы собственности _____

ИНН

Юридический адрес _____

Телефон/факс: () _____

Фамилия, имя, отчество получателя: _____

Почтовый адрес доставки _____

В редакции можно заказать отдельные экземпляры журнала «Строительные материалы»® и приложений. Ознакомьтесь с содержанием журналов на сайте www.rifsm.ru и выберите нужные номера.

Заполните заявку на приобретение журналов:

Просим выставить счет на приобретение журналов:

№ 1 год . . .	№ 2 год . . .	№ 3 год . . .	№ 4 год . . .	№ 5 год . . .	№ 6 год . . .	СМ-Наука № . . . год . . .	СМ-Technology № . . . год . . .
№ 7 год . . .	№ 8 год . . .	№ 9 год . . .	№ 10 год . . .	№ 11 год . . .	№ 12 год . . .	СМ-Бизнес № . . . год . . .	СМ-Архитектура № . . . год . . .

Наши реквизиты для оформления счета:

Название организации с указанием формы собственности _____

ИНН

Юридический адрес _____

Телефон/факс: () _____

Фамилия, имя, отчество получателя: _____

Почтовый адрес доставки _____

Отправьте заполненную заявку по тел./факсу (495) 124-32-96, 124-09-00 или e-mail: mail@rifsm.ru

Счет на оплату будет выслан по факсу или по почте.



***Всем заказчикам
фирменные календари***



***Всем заказчикам
фирменные календари***