

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ №8

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ИЗДАЕТСЯ С 1955 г.

WWW.RIFSM.RU

АВГУСТ 2012 г. (692)



BRAER[®]
ГРУППА

BRAER — САМЫЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ЗАВОД В ЕВРОПЕ*

*По версии Ассоциации производителей керамических стеновых материалов



ЗАВОД
ТЕХПРИБОР

г. Щекино Тульской обл.
ПРЕДЛАГАЕТ

Автоматизированный мельничный комплекс



«Трибокинетика-6000»

- 2 950 000 р. с НДС
в полной комплектации
- 2 года гарантии
- Низкая себестоимость помола

РАБОТАЕТ ПО ВСЕЙ РОССИИ!



www.tpribor.ru

Завод «Техприбор» РФ, Тульская область, г. Щекино, ул. Пирогова, д. 43
Контактные телефоны: (48751) 4-87-27, 4-08-69, (48751) 4-57-78, 4-76-99

E-mail: manager@tpribor.ru

Учредитель журнала:
ООО Рекламно-издательская
фирма «Стройматериалы»

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

Главный редактор
ЮМАШЕВА Е.И.

Редакционный совет:
РЕСИН В.И.

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

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

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

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

Редакция не несет ответственности
за содержание рекламы и объявлений

Адрес редакции:

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

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

**E-mail: mail@rifsm.ru
http://www.rifsm.ru**

Керамические строительные материалы

X Международная научно-практическая конференция «Развитие керамической промышленности России: КЕРАМТЭК-2012» (Информация) 4

Вячеслав Андреевич Чайка, Слава! (Юбиляры отрасли) 10

Инновации в производстве керамической продукции 14

О.А. СЕРГИЕВИЧ

Особенности гранулометрического и минералогического составов каолинов месторождений Республики Беларусь 18

Представлены гранулометрические особенности каолинов месторождений Республики Беларусь «Ситница» и «Дедовка» во взаимосвязи с химико-минералогическим составом, рекомендованы методы повышения кондиционности каолинового сырья и перспективы его применения в керамической промышленности.

В.А. ГУРЬЕВА, В.В. ПРОКОФЬЕВА

Строительная керамика на основе композиции техногенного серпентинитового сырья и низкосортных глин. 20

Показана актуальность замены традиционного сырья на более дешевое техногенное в производстве строительной керамики. Приведены результаты исследований влияния содержания магнезиального компонента, низкосортных глин и формовочной влажности на свойства промежуточного продукта и готового изделия.

И.Ф. ШЛЕГЕЛЬ, Г.Я. ШАЕВИЧ, А.В. РУКАВИЦЫН, А.В. НОСКОВ, Д.А. СЛЕМНЕВ

Определение эффективности смешивания при пластической подготовке сырья 22

Разработана и апробирована методика определения эффективности смешивания при пластической подготовке сырья. Приведены схема и пример оценки однородности распределения компонентов с использованием в качестве ключевого гранул вспенивающегося полистирола. Характеристикой эффективности распределения принят коэффициент вариации. Показано, что включение в линию по подготовке сырья агрегата «Каскад» позволяют обеспечить высокую степень гомогенизации сырья (коэффициент вариации <5).

М.Б. СЕДЕЛЬНИКОВА, Н.В. ЛИСЕЕНКО, В.М. ПОГРЕБЕНКОВ

Пигменты на основе двухвалентного силиката для окрашивания строительной керамики 25

На основе промышленного отхода – нефелинового шлама (двухвалентного силиката) синтезированы пигменты широкой цветовой гаммы, со структурами силикатов: сфена, волластонита, диоксида, геленита, гардистонита, окерманита, анортита. Использование недорогого сырья и относительно низкой температуры синтеза позволяет снизить затраты на производство пигментов. Полученные пигменты могут быть использованы для объемного окрашивания грубой керамики, в составах ангобов, отделочных материалов, сухих строительных смесей.

С.М. УСОВ, В.Г. ГОРШКОВ

Энергосберегающая технологическая линия для производства кирпича – источник тепловой энергии 28

Приведены результаты расчета величин энергетических потоков и тепловой баланс линии производительностью 30 млн шт. пустотелого кирпича в год. Применение предлагаемой энергоэффективной линии позволяет в 2–2,5 раза снизить расходы тепловой энергии для производства кирпича. Включение в комплекс теплоутилизационного оборудования теплообменника, циклонно-пенного теплообменника и экологически безопасного бромистолитиевого теплового насоса позволяет осуществить глубокую утилизацию (включая теплоту конденсации водяных паров) и очистку дымовых газов, трансформировать низкопотенциальную тепловую энергию для теплоснабжения кирпичного завода и соответствующей инфраструктуры.

А.М. САЛАХОВ, Л.Р. ТАГИРОВ, В.П. МОРОЗОВ, Р.Р. КАБИРОВ, Р.А. САЛАХОВА, Г.Р. ФАСЕЕВА

Керамика с высоким содержанием силикатов кальция 32

Доказано, что керамические стеновые материалы с высоким содержанием силикатов кальция могут быть получены при температуре обжига на 100°C ниже традиционно используемых в технологии строительной керамики. Теорию и экспериментальные данные подтверждает производственный опыт ОАО «Алексеевская керамика», где выпускаются керамические стеновые материалы с высоким физико-техническими характеристиками.

А.Н. ЛИВАДА

Инновационные технологии в производстве керамических изделий на кирпичном заводе «Ключищинская керамика». 36

Проведен анализ внедренных технологических решений на предприятии «Ключищинская керамика» и намечены дальнейшие пути развития производства в направлении улучшения качества производимой продукции и получения энергоэффективных материалов.

Green tec by LINGL – оптимальные решения для снижения затрат на энергию 38

Экология и отрасль

Фундаментальные основы технологий переработки и утилизации техногенных отходов (Информация) 42

А.Ю. ЕРЕМИН, О.Н. ОРЛОВА

О формировании и ведении Свердловского областного кадастра отходов производства и потребления 44

Показано, что необходимость ведения региональных кадастров отходов производства и потребления является необходимостью. Приведен пример формирования такого кадастра в Свердловской области. Введение кадастра дает достоверную информацию по всем вопросам обращения с отходами в динамике с 2004 г.

И.Н. ШВЕЦОВА, Г.М. БАТРАКОВА, Е.С. ШИРИНКИНА

Оценка экологической опасности строительных материалов после эксплуатации в агрессивной производственной среде 46

На примере одного из предприятий по производству анилина, подлежащего сносу, показано, что для возвращения градостроительной ценности промышленных территорий важно не только предложить организационные и технические решения демонтажа и сноса, но и решить вопросы обращения с отходами от ликвидации зданий и сооружений. Экспериментально доказано, что в условиях эксплуатации в агрессивной среде в отделочных материалах накапливаются токсичные вещества. Полученные данные и выявленные зависимости миграции приоритетного загрязняющего вещества вглубь строительных материалов позволили обосновать необходимую степень и способ обезвреживания строительных конструкций.

Г.В. ИЛЬИНЫХ

Оценка потенциала твердых бытовых отходов при использовании продуктов их переработки в строительной отрасли. 49

Представлены результаты натурных исследований морфологического состава отходов для нескольких городов. На основании полученных результатов выполнена оценка потенциала твердых бытовых отходов для строительной отрасли как одного из наиболее приоритетных в настоящее время для России направлений использования продуктов переработки ТБО.

В.И. КАЛАШНИКОВ, В.С. ДЕМЬЯНОВА, В.М. ВОЛОДИН, А.Д. ГУСЕВ

Ресурсосберегающие порошковые фибробетоны с использованием техногенных отходов 52

Разработаны ресурсосберегающие порошковые фибробетоны с использованием техногенных отходов. В качестве армирующих элементов предложено использовать металлокорд, как продукт переработки изношенных автомобильных шин.

К.Г. ПУГИН

Вопросы экологии использования твердых отходов черной металлургии в строительных материалах 54

Рассмотрены экологические риски при использовании в составе строительных материалов твердых отходов черной металлургии. Приведены экспериментальные данные по миграции тяжелых металлов в модельные среды из строительных материалов разного состава. Представлено аналитическое сравнение величины экологического риска при разных технологиях вовлечения отходов металлургии в строительство.

Ф.Л. КАПУСТИН, И.В. РЫЖКОВА

Безобжиговый зольный гравий – эффективный заполнитель для конструкционных бетонов 57

Представлены результаты исследований по влиянию добавок на прочность золоцементного камня. Показана возможность применения безобжигового зольного гравия в конструкционном бетоне.

Б.В. ГУСЕВ, С. ИН ИЕН-ЛЯНЬ, Ю.Р. КРИВОБОРДОВ

Повышение активности золосодержащих цемента и бетонов на их основе 60

Одним из перспективных направлений развития производства вяжущих материалов является выпуск малоклинкерных цемента, что достигается введением при помолу цемента различных минеральных добавок. Приведены результаты исследования прочности цементного камня из портландцемента с добавкой золошлаковых отходов. Поскольку введение в состав цемента добавок приводит к снижению прочности цементного камня, использован способ активации цемента с помощью устройства для диспергации (РПА). Активация золошлаковых отходов и цемента, содержащего эти отходы, позволяет в значительной степени повысить прочность цементного камня и улучшить его микроструктуру.

Е.В. КОРНЕЕВА

Исследования шлаков сталеплавильного производства с целью вторичного использования. 62

Работа посвящена физико-химическим исследованиям техногенных отходов металлургического производства. Приведены результаты экспериментальных исследований. Рассмотрен процесс активации шлака. Полученные результаты проанализированы.

В.В. ЯДЫКИНА, А.М. ГРИДЧИН, С.С. ТОБОЛЕНКО

Стабилизирующая добавка для щебеночно-мастичного асфальтобетона из отходов промышленности. 64

Исследована возможность использования отходов в качестве гранулированной добавки для щебеночно-мастичного асфальтобетона. Описаны результаты исследований гранулированной добавки собственного производства. Отмечено, что характеристики асфальтобетона с данной добавкой не уступают характеристикам асфальтобетона с добавкой импортного производства.

И.В. НЕДОСЕКО, В.В. БАБКОВ, С.С. ЮНУСОВА, А.Р. ГАИТОВА, И.И. АХМАДУЛИНА

Гипсовые и гипсошлаковые композиции на основе природного сырья и отходов промышленности. 66

Обобщен отечественный опыт производства и применения гипсовых стеновых материалов. Приведены составы гипсовых композиций и номенклатура изделий, получаемых на их основе для строительства малоэтажных зданий. Показана возможность получения стеновых и перегородочных изделий на гипсошлаковой основе способом полусухого прессования.

Материалы и конструкции

Б.С. БАТАЛИН, В.В. КАРМАНОВ, А.А. КЕТОВ

Пожарная опасность пенополистирола самозатухающего. 69

Обсуждаются причины высокой пожарной опасности самозатухающего пенополистирола. Приведены результаты термогравиметрического анализа, совмещенного с масс-спектрометрическим определением продуктов пиролиза. Доказано, что содержание галогенорганических антипиренов в самозатухающем пенополистироле может приводить в условиях окислительного пиролиза к высокотоксичным продуктам.

С.А. ГОЛУНОВ, С.П. СИВКОВ

Причины снижения адгезии базовых штукатурных составов к минераловатным плитам в фасадных теплоизоляционных композиционных системах. 72

Описываются результаты исследования процессов, возникающих на границе минерального базового штукатурного слоя и поверхности плит утеплителей из каменного и стеклянного волокна в системах фасадных теплоизоляционных композиционных с тонкими штукатурными слоями. Показаны нарушения целостности системы, вызывающее снижение прочности сцепления слоев, вследствие возникновения внутренних напряжений из-за циклического изменения объема оболочек высокодисперсных щелочных гидросиликатов кальция, образующихся на поверхности минеральных волокон при их коррозии в контакте с цементными растворами с повышенным содержанием щелочных оксидов K_2O и Na_2O . В статье так же приводятся рекомендации по улучшению показателей адгезии между слоями системы СФТК.

С.К. БЕЗРУЧКО, Ю. БЕЗЛЕР

Энергосбережение и снижение стоимости в строительстве с помощью инновационной химии. 76

Правильно подобранная система теплоизоляции может снизить энергозатраты по содержанию дома на 60%. Приведены данные по применению ССТИ в Германии. Описаны слои ССТИ и применяемые в них материалы, а также показано назначение каждого слоя. Дисперсионные полимерные порошки можно использовать для создания инновационных, адаптированных к требованиям потребителя систем теплоизоляции, обеспечивающих комфортные условия внутри помещений при одновременном обеспечении экологичности. Показана роль дисперсионных полимерных порошков VINNAPAS® в составе ССТИ и других сухих смесях строительного назначения.

Республика Бурятия развивает строительство и строительную науку (Информация) 78

А.П. ПИЧУГИН, М.О. БАТИН, В.В. БАНУЛ

Полы из модифицированных полимерными композициями материалов в сельском строительстве. 80

Приведены результаты обследования полов животноводческих помещений. Показано, что полы и другие элементы сельскохозяйственных зданий и сооружений имеют низкую стойкость в условиях воздействия агрессивной среды животноводческих помещений. Описана технология устройства решетчатых полов с изготовлением решеток $1 \times 0,5$ м из предварительно модифицированной полимерными композициями древесины для различных половозрастных групп крупного рогатого скота.

Ю.Ф. ПАНЧЕНКО, Г.А. ЗИМАКОВА, О.А. СТЕПАНОВ, Д.А. ПАНЧЕНКО

Теплоизолирующее покрытие на основе жидкой фольги и полых микросфер. 83

Рассмотрено повышение теплозащитных характеристик ограждающих конструкций за счет применения материалов в виде тонкослойных покрытий, которые наряду с теплоотражающими функциями имеют низкую теплопроводность. Наиболее эффективно это может быть реализовано за счет применения теплоизолирующего покрытия состоящего из жидкой фольги, полых микросфер и пластификаторов.

Новости. 86

X Международная научно-практическая конференция «Развитие керамической промышленности России»



27-28 июня 2012 г. в Санкт-Петербурге состоялась X Международная научно-практическая конференция «Развитие керамической промышленности России: КЕРАМТЭК-2012». Ее традиционно организует редакция отраслевого научно-технического и производственного журнала «Строительные материалы»® в сотрудничестве с крупнейшим российским производителем керамических стеновых материалов «ЛСР. Стеновые материалы» (до недавнего времени – ОАО «Кирпичное объединение «Победа ЛСР»).

Партнерами конференции выступили немецкие компании «Хендле» и «ЛИНГЛ».

Юбилейная конференция собрала рекордное количество участников. Встретиться с коллегами приехали более 230 руководителей и специалистов предприятий по производству строительной керамики, ведущих отраслевых научно-исследовательских институтов, представителей машиностроительных и инжиниринговых компаний из 32 регионов России от Калининграда до Хабаровска и из 11 зарубежных стран.

Как и ожидалось, мероприятия юбилейной конференции были проникнуты атмосферой праздника. Многие коллеги ради встречи в Санкт-Петербурге скорректировали планы отпусков, зарубежных командировок, деловых встреч. Не сговариваясь, старались больше говорить об успехах, творческих и маркетинговых находках.

Оргкомитет сердечно поблагодарил коллег за постоянный высокий интерес к мероприятиям проекта КЕРАМТЭК и вручил памятные сувениры участникам конференции с десятилетним стажем: Н.Г. Гурову (Ростов-на-Дону), В.А. Клевакину (г. Новомосковск Тульской обл.), С.Г. Куватову, В.В. Курносову (Москва), Н.И. Рыхновой (Томск), В.В. Сироте (Калининград), И.Ф. Шлегелю (Омск); Ильке Альберт, Годфриду Ристлю (Германия), Жаку Теста (Франция) и Гвидо Пуччини (Италия).

Региональный менеджер по сбыту компании «КЕЛЛЕР ХЦВ» (KELLER H.C.W GmbH) **Т. Бертельс** озаглавил свое выступление «Успешная эволюция проекта КЕРАМТЭК и перспективы на будущее». Он отметил, что идея объединения профессионального сообщества вокруг отраслевого научно-технического журнала стало эффективным инструментом сотрудничества между российскими производственными предприятиями и зарубежными поставщиками технологического оборудования, местом для представления и обсуждения новых проектов. Как пример успешного сотрудничества фирмы «КЕЛЛЕР» с российской промышленностью Т. Бертельс представил строительство нового завода «БРАЕР» в Тульской области.

Впервые в конференции принял участие представитель Европейской ассоциации кирпича и черепицы (ТВЕ) **Г. Кох**, который отметил ведущую роль ТВЕ по защите интересов кирпично-черепичной промышленности в целом и предприятий – членов ассоциации в частности. В 2012 г. ТВЕ отмечает 50-летие с момента основания. Созданная в 1962 г., в настоящее время ассоциация объединяет более 2 тыс. организаций и предприятий из 24 стран мира, штаб-квартира располагается в Брюсселе (Бельгия). В настоящее время перед ассоциацией стоит главная задача: успешное сочетание энергоемкого производства и задач устойчивого развития, подразумевающее в первую очередь всемерное снижение расхода энергии на производство продукции и эксплуатацию зданий. Как и в России, в Евросоюзе законодательной закрепление благих начинаний часто опережает технические возможности промышленности. Здесь большую роль играет представительство ТВЕ в европейском парламенте.

В заключение своего выступления Г. Кох вручил сертификат участника ассоциации ТВЕ российским коллегам – Ассоциации производителей керамических стеновых материалов.

Краеугольным камнем развития керамической промышленности является ее сырьевая база. Эта тема стала основной на КЕРАМТЭК-2012. В общей сложности сырьевым материалам и их переработке было посвящено 12 докладов. Следует отметить, что если до недавнего времени производители высококачественных глин в первую очередь де-



Подарок КЕРАМТЭКСу от давних партнеров – фирмы «КЕЛЛЕР»



Группа ЛСР (Кирпичное объединение «Победа ЛСР») поддержала проведение научно-практической конференции, объединяющей керамиков России, еще на уровне идеи. С тех пор все 10 лет кирпичное направление Группы ЛСР является неизменным спонсором и организатором КЕРАМТЭК. Памятный знак о сотрудничестве редакции и Группы ЛСР вручен управляющему «ЛСР. Стеновые материалы» П.В. Жиронкину



Ситуацию с разработкой отраслевой НТД прокомментировала президент Ассоциации производителей керамических материалов (АПКМ) Г.Я. Дуденкова



О роли ассоциации ТВЕ в развитии керамической промышленности в странах Европы рассказал Г. Кох



Выступает председатель Ассоциации производителей керамических стеновых материалов (АПКСМ), П. Хениг

ляли упор на сбыт, то в условиях ужесточившейся конкуренции все больше внимания уделяется сервису и дополнительным технологическим услугам.

В настоящее время на российском сырьевом рынке для кирпичной промышленности представлены российские глины (А.Л. Богдановский, ООО «Пласт-Импульс»; А.И. Панфёров, ООО «Новоорская керамика»), традиционные беложгущиеся и тугоплавкие украинские глины (С.А. Мельниченко, компания UMG; В.И. Резник, ПГ «Кислотоупор»), глины различных европейских месторождений, поставляемые крупными сырьевыми холдингами (Д.В. Кролевецкий, ООО «СИБЕЛКО РУС»).



Активно развивается под руководством канд. техн. наук **В.А. Езерского** НИИ керамики. Специалисты института выполняют заказы на исследование глины и разработку технологии для российских предприятий, активно сотрудничают с зарубежными компаниями, ведущими строительство заводов в России. На конференции Владимир Александрович рассказал о Новоорском месторождении каолиновых глин (Оренбургская обл.), которые являются эффективной добавкой при производстве облицовочного кирпича. В настоящее время ведется подготовка к строительству кирпичного завода в непосредственной близости от карьера.

Впервые в конференции КЕРАМТЭК-2012 принимали участие специалисты ГК «Полипласт», крупнейшего производителя химических добавок для строительной отрасли. Директор по сбыту ООО «Полипласт-Новомосковск» **М.В. Ковалевский** отметил, что применение химических добавок в массовом производстве керамического кирпича – новое перспективное направление развития бизнеса. Для этих целей разработана серия специальных добавок «Литопласт», которые апробированы на действующих заводах.



На юбилейной конференции дебютировала французская компания «ПОИТМИЛЛ» (POITEMILL). Ее генеральный директор **Х.-Ф. Марешаль** рассказал, что с момента создания в 1933 г. уже три поколения одной семьи развивают успех компании «ПОИТМИЛЛ», постоянно совершенствуя технологию и выпускаемое оборудование. Согласно технической концепции компании качество готовой продукции в наибольшей степени зависит от качества переработки сырья, этому всемерно отвечает сухая массоподготовка. Основным агрегатом установок «ПОИТМИЛЛ» является маятниковая мельница, в которой материал измельчается до размера 50–500 мкм и смешивается. При этом происходит сушка материала до необходимой кондиции. Важным преимуществом технологии является возможность тонкого измельчения нежелательных включений (карбонатов, пиритов, извести), что гарантирует высокое качество продукции.



Ученики В.А. Езерского Д.В. Кролевецкий, менеджер технической поддержки, ООО «Сибелко Рус» (слева) и Д.В. Бондаренко, главный технолог ООО «МОСТЭК»



Ученики В.А. Езерского Д.В. Кролевецкий, менеджер технической поддержки, ООО «Сибелко Рус» (слева) и Д.В. Бондаренко, главный технолог ООО «МОСТЭК»



Исследовательский центр керамики 4С (Cleia Competence Ceramic Center) как платформу для разработки и проверки научных и технологических решений представили коммерческий инженер французской компании «КЛЕЯ» (CLEIA SAS) **М. Кристалло** (слева) и генеральный директор ООО «Керамтехносервис» **Р. Свинцицкий**. В распоряжении компании опытно-экспериментальный завод, включающий все технологические переделы, и оснащенная по последнему слову техники лаборатория. Компания может не только испытать сырье и предложить оптимальные режимы массоподготовки, сушки и обжига, но и сама разрабатывает и изготавливает оборудование. В частности, компания владеет патентом и товарным знаком на универсальную сушилку Zephyr®, которая комбинирует преимущества скоростной сушки и производительности туннельной сушилки. Также компанией разработаны камерные печи различной производительности, которые могут работать в том числе на альтернативных видах топлива, например, на био-топливе.



Самые благодарные слушатели докладов – технические специалисты заводов. **Н.И. Рыхнова**, главный технолог ООО «СК СибДом» (Томская обл.) и **Ю.В. Федотов**, технический директор ОАО «Черепановский ЗСМ» (Новосибирская обл.)

Об успешных опытно-промышленных испытаниях технологии тонкого помола сырья на одном из челябинских заводов доложил генеральный директор ООО «Баскей» (Новосибирск) д-р техн. наук **Г.И. Стороженко**. Практически доказана экономическая и технологическая целесообразность тонкого сухого помола некондиционного сырья, засоренного крупнозернистыми включениями. Разработчики готовы тиражировать технологию и оборудование для их установки как на действующих, так и на вновь строящихся заводах.

Традиционно активны на конференции зарубежные производители оборудования для производства строительной керамики. Однако, если раньше внимание инвесторов и специалистов можно было привлечь красочной презентацией, то в настоящее время для этого требуются более весомые аргументы. Отрадно, что от похвал своему оборудованию коллеги перешли к представлению конкретных проектов. Например, региональный менеджер итальянской фирмы «Бедекси» (BEDESCHI) **В. Грубачич** подробно рассказал о завершаемом в Московской области строительстве Гжельского кирпичного завода. Менеджер по продажам греческой фирмы «САБО» (SABO S.A.) **Н. Крокодилос** представил новый проект компании в Бельгии – завод «Dumoulin». На примере строительства завода на Кипре впервые на КЕРАМТЭКС было представлено оборудование турецкой компании «Керамик макина» (KERAMIK MAKINA).

Российские производители оборудования пока не могут порадовать производителей кирпича комплексными предложениями, однако разработки последних лет внушают осторожный оптимизм на возрождение отечественного машиностроения.



Генеральный директор и учредитель ООО «Новоорская керамика» **Р.Н. Юлташева** приехала на конференцию с сыновьями **Рустамом** (справа) и **Ильгамом** – соучредителями предприятия



На кирпичном заводе ООО «СТЭП-Инвест», возглавляемом **А.И. Никитиным** (слева), **Г.И. Стороженко** внедрил новую установку тонкого помола сырья



Без пресс-оснастки немецкой компании «Браун» (Braun GmbH) не обходится практически ни один российский кирпичный завод. **К. Мюллер**, менеджер проектов и продаж и **Е. Комягина**, региональный менеджер по сбыту

Сразу два новых агрегата – сушилку и печь – для керамической промышленности вынес на суд специалистов **В.В. Курносов**, канд. техн. наук, генеральный директор ЗАО «КОМАС». Директор ЗАО «Уральский завод прокатных валков» **С.Е. Муравьев** представил новую разработку предприятия – высокопрочные бандажи для валцов. Генеральный директор ООО «Реновация» **В.А. Перевёртов** предложил коллегам использовать в технологическом оборудовании инновационные подшипники, имеющие повышенный ресурс, что влияет на безремонтную эксплуатацию оборудования, следовательно, повышает его эффективность.

Отдельно отметим очень, на наш взгляд, положительное явление. Старшие коллеги привезли на конференцию своих учеников. Это касается не только представителей вузовской науки, но и производственных предприятий. Значит в российской промышленности строительных материалов нормализуется естественный ход смены поколений.



В настоящее время д-р техн. наук Ю.А. Беленцов (слева) занимается оценкой технического состояния и восстановлением кирпичных зданий в Санкт-Петербурге, однако он продолжает пристально следить за развитием кирпичной промышленности. Справа региональный менеджер испанской компании «Вердес» (Verdes, s.a.) Х. Жулио



Представитель китайской компании «Драгон и стронг» Р.Р. Фаезов выбрал простую и эффективную схему участия в конференции: короткий фильм вместо доклада и буклеты – в папки участников



Генеральный директор ЗАО «ЮЖНИИСтром» Н.Г. Гуров за 10 лет участия в конференции неоднократно был и докладчиком и слушателем



Крупнейший итальянский производитель оборудования для керамической промышленности компания «САКМИ» (SACMI) активно развивает направление грубой керамики, потому региональный менеджер В. Трантини в последние годы стал постоянным участником КЕРАМТЭК



М. Бернини, генеральный директор известной итальянской компании «Бернини импianti» (Bernini Impianti srl), специализирующейся на разработке и производстве горелок и топливных систем для кирпичных печей, приехал на конференцию впервые. Очень доволен.



Испанская компания «Форгестал» (Forgestal s.l.) по производству огнеупоров – активный партнер КЕРАМТЭКСа. Руководители и ведущие специалисты фирмы не только приезжают на конференцию и семинары в России, но и гостеприимно встречают российских коллег на своих заводах в Испании. Президент компании Х.-П. Ногера (слева) и представитель в России и СНГ Н. Гулий



«Гвардейцы» отрасли В.А. Ширяев (слева), генеральный директор нижегородского завода «Керма», и Ю.И. Марченко, генеральный директор ярославского «Норского керамического завода» знают о производстве кирпича все. Однако ежегодно КЕРАМТЭКС – в числе обязательных мероприятий.

В этом году была несколько изменена схема выездной сессии, которая состоялась на Рябовском керамическом заводе. Данный успешный проект фирмы «ЛИНГЛ» (LINGL) и ООО «Газстрой» официально был презентован на прошлогодней конференции. Ему были посвящены статьи в журнале «Строительные материалы». Поэтому на завод коллеги – участники конференции приехали теоретически подготовленные с множеством вопросов по существу. С благодарностью отметим, что сотрудники завода не оставили ни один вопрос без ответа. Экспрессом состоялись мини-экскурсии в глинохранилище, в механический цех, в лабораторию. Каждый увидел все, что хотел.



После посещения завода состоялся семинар «Рябовский завод керамических изделий ООО «Газстрой» - крупнейший новый завод в России и Европе», на котором присутствовали заместитель председателя Комитета по строительству Санкт-Петербурга Н.В. Крутов, глава администрации Тосненского района Ленинградской области С.В. Баранов. В рамках семинара выступили генеральный директор Рябовского завода керамических изделий Г.М. Иванова, а также представители фирм, участвовавших в его строительстве: В. Аверьянов («Хендле», Германия), С. Мартель («ЛИНГЛ», Германия), Ю. Дюк («Хелмиш», Германия), А. Богдановский («Пласт-Импульс», Россия).



В память посещения завода на территории была заложена аллея КЕРАМТЭКС, где высажены молодые деревья, привезенные не только из разных регионов России, но и из Германии.



Торжественный прием по случаю 10-летия КЕАМТЭКС состоялся в ресторане «Классик», расположенном в одной из башен знаменитых Императорских конюшен в Петергофе. Для участников конференции это был не просто ресторан, а редкий образец сохранившегося почти без разрушений памятника кирпичной архитектуры в стиле английской готики, построенный по проекту Н.Л. Бенуа в 1848–1855 гг. Известно, что кирпич на строительство этого грандиозного сооружения поставлялся со Знаменского кирпичного завода.

У входа в ресторан гостей встречал «серебряный» Мистер КЕРАМТЭКС



Веселую динамичную программу, никого не оставившую равнодушными, организовало агентство «Sky tour» (Санкт-Петербург)



Участники конференции получили официальное приглашение от руководства итальянской фирмы «Бедески» и Гжельского кирпичного завода, провести выездную сессию XI Международной научно-практической конференции «Развитие керамической промышленности России: КЕРАМТЭКС» в 2013 г. на новом заводе в п. Гжель Московской обл.



До встречи в Москве, друзья!



Вячеслав Андреевич Чайка, Слава!

Эта статья – не совсем обычное поздравление руководителю одного из крупнейших современных заводов по производству керамических стеновых материалов – Вячеславу Андреевичу Чайке, основателю и генеральному директору ОАО «Славянский кирпич», которому 24 августа 2012 г. исполнилось 60 лет.

Это короткий рассказ о начале очередной российской эпохи перемен, о становлении новой отечественной промышленности, о несгибаемой воле, высоком профессионализме и о настоящей мужской дружбе.

До начала перестройки Вячеслав Андреевич Чайка уверенно шел дорогой многих советских молодых людей: получил образование, женился, растил сыновей, честно и много работал, постепенно продвигался, как теперь говорят, по карьерной лестнице – стал заместителем директора совхоза «Новопетровский»...

Во время второго этапа перестройки в экономике стало развиваться частное предпринимательство в форме кооперативов, начали активно создаваться совместные предприятия с зарубежными компаниями. Часть населения охватила эйфория от долгожданных перемен и невиданной по советским меркам свободы. В 1989 г. В.А. Чайка круто изменил свою жизнь – оставил пост заместителя директора совхоза и организовал строительный кооператив. Дела быстро пошли в гору, но рост сдерживало отсутствие в требуемом количестве строительных материалов, особенно кирпича. И решил Вячеслав Андреевич построить собственный кирпичный завод...

Следует отметить, что на территории Краснодарского края в те годы кирпич выпускали более 200 производителей. В основном это были небольшие заводы сезонного действия, которые создавались при колхозах, совхозах, крупных предприятиях для обеспечения собственных потребностей в кирпиче. Работали в регионе и несколько крупных заводов, например, Новокубанский завод керамических материалов, оснащенный итальянским оборудованием, но добыть кирпич этого завода для сельского строительства было из области ненаучной фантастики.

На первых порах славная идея претворялась в жизнь весьма споро: на территории родного Новопетровского рисоводческого совхоза было разведано месторождение суглинков, пригодных для производства рядового строительного кирпича марки М75, получен отвод земли под строительство завода и разработку карьера, решены вопросы подключения к инженерным сетям; саратовский институт «РоссельстройНИИАгропроект» сделал проект завода

мощностью 15 млн шт. кирпича и началось строительство производственного корпуса. С финансированием на этом этапе также проблем не было: в отделении Стройбанка кредит доверия руководителю набирающего силу кооператива был значительный.

Но Вячеслав Андреевич, будучи по жизни максималистом, хотел выпускать на своем новом заводе не только рядовой строительный кирпич, но и облицовочный высокого качества. И если приобрести комплектное импортное оборудование для этой цели было невозможно, то найти новую технологию, которая могла бы обеспечить конкурентоспособность и качество продукции, казалось вполне реальным. В 1990 г. В.А. Чайка принял решение о сотрудничестве с одной из также недавно созданных фирм НТЦ «Возрождение», которую возглавлял канд. техн. наук, эксперт Государственного комитета Совета Министров СССР по науке и технике Д.Д. Катанов.

Основой технологического прорыва, по словам Д.Д. Катанова, была разработанная им добавка, малая толика которой позволяла практически из любого суглинка получить лицевой кирпич марки М150 и выше; формовать кирпич при пониженной до 15–16% влажности (против 19–21% при традиционной схеме пластического формования); и главное, сразу укладывать сформованный кирпич-сырец на печные вагонетки в 14 рядов. Это давало возможность направлять обжиговые вагонетки с кирпичем-сырцом сначала в туннельные сушилки, а затем в обжиговую печь, минуя операцию перекладки кирпича-сырца с сушильных на печные вагонетки. Также декларировалось снижение температуры обжига на 150–160°C.

Предлагаемая Д.Д. Катановым технология была весьма заманчива, так как обеспечивала владельцам завода существенное сокращение инвестиционных вложений и более низкие эксплуатационные затраты. Профессиональное сообщество давно искало решение перечисленных задач (использование низкосортного сырья, снижение формовоч-



В.А. Чайка на строительной площадке будущего завода, 1990 г.



Начало строительства производственного корпуса, 1990 г.



Панорама кирпичного завода №1 в х. Голицын, 1992 г.

ной влажности и температуры обжига, возможность сушить и обжигать кирпич без перекладки). С переменным успехом апробировались различные предложения, поэтому декларация комплексного решения всех задач в одной технологии на первый взгляд не казалась фантастикой или мощенничеством.

Оборудование массоподготовки предлагалось штатное и многократно испытанное. Новинкой была установка в линию годовой мощностью 25 млн шт. усл. кирпича новых только осваиваемых отечественной промышленностью тяжелых вальцов тонкого помола СМК-339, которые обеспечивали тонкий (до 1,1 мм) помол глиномассы, что является одним из условий выпуска качественного лицевого кирпича.

Следующим новым элементом предлагаемой технологической схемы была модернизированная головка пресса СМК-506, позволяющая вести формование глиномассы с пониженной влажностью при давлении 2,8–3,1 МПа, что и создавало предпосылки для пакетирования свежесформованного кирпича-сырца сразу на печные вагонетки.

После пресса в линии предполагалась установка нового аппарата КАКАР, призванного обеспечить в автоматическом режиме резку бруса на кирпичи и их пакетирование на печные вагонетки. Этот аппарат был аналогом зарубежного, который по заданию Минстройматериалов СССР начал разрабатывать институт НИИСтроммаш (г. Гатчина Ленинградской обл.) на советской элементной базе и комплектующих. Однако из-за недостатка финансирования в конце 1980-х гг. работы были практически свернуты.

Таким образом, набор серийно выпускаемого оборудования, несколько новых или модернизированных единиц техники и чудо-добавка должны были если не озолотить, то по крайней мере гарантировать безбедное существование владельцу нового завода. В.А. Чайка искренне поверил в идею Д.Д. Катанова и оставив уже имевшийся проект кирпичного завода по производству рядового кирпича с энтузиазмом и присущим ему напором начал осуществление нового проекта.

Необходимо отметить, что под влияние идей Д.Д. Катанова попали многие вполне компетентные специалисты. Идея создания завода-автомата по выпуску высококачественного лицевого кирпича на полностью отечественном оборудовании, причем доступного по цене, но более конкурентоспособного по основным параметрам, чем импортные, была сама по себе мечтой многих специалистов-кирпичников и хозяйственных руководителей. В такую сказку хотелось верить.

И вновь фортуна благоволила Вячеславу Андреевичу: несмотря на надвигающийся экономический кризис, нестабильность финансовой сферы страны, стремительный рост инфляции, он сумел получить кредитную линию в банке и

начал строительство. Генеральным проектировщиком Д.Д. Катанов определил Ростовский филиал СПКНТО «Росортгехстром», переименованный впоследствии в ЮжРосНИИТстромпроект, ныне – ЗАО «ЮжНИИСтром».

Несмотря на подробное техническое задание на проектирование, полученное от Д.Д. Катанова, ростовские специалисты отнеслись к нему с осторожностью. Особый скепсис вызвала никому неизвестная добавка в шихту, придающая новые свойства как полуфабрикату, так и готовому продукту.

Следует отметить, что в Ростовском филиале «Росортгехстрома» в те годы сосредоточились в основном специалисты, которые прошли школу пуско-наладочных работ, имели опыт проектирования как новых заводов, так и реконструкции действующих производств. Кроме того, в филиале была научно-исследовательская лаборатория строительных материалов. Вместе с Николаем Григорьевичем Гуровым трудились канд. техн. наук, зав. лабораторией Лидия Валентиновна Котлярова, начальник проектного отдела Юрий Вадимович Унтилов, ведущий инженер-наладчик Галина Яковлевна Колтакова и другие коллеги. Было решено в инициативном порядке проверить все основные технологические параметры производства кирпича, заложенные в техническом задании Д.Д. Катанова, сначала в лабораторных условиях, а затем в заводских. Однако ни специалисты организации-проектировщика, ни лично В.А. Чайка не смогли получить даже небольшого количества добавки для эксперимента под предлогом патентования ее за рубежом.

Завод тем временем строился полным ходом, уже начался монтаж оборудования. В.А. Чайка все глубже залезал в долги: очередную серию кредитов он брал уже под 240% годовых. В таких условиях остановка строительства означала неминуемое разорение.

Именно в это время «продавец мечты» Д.Д. Катанов стал стремительно выходить из проекта, несмотря на переводимые ему денежные средства. Понимая серьезность ситуации, ростовские коллеги под руководством Н.Г. Гурова занялись исследованием сырья, подбором шихты и моделированием технологических процессов. Выяснилось, что и без чудо-добавки из имеющегося сырья возможно получение качественного способом лицевого кирпича марки М150 и выше.

Надо было проверить работоспособность всей технологической линии, самым узким местом которой был мифический аппарат КАКАР – роботизированный комплекс, выполняющий резку мерного бруса, укладку бруса друг на друга, резку сдвоенных брусьев на кирпичи, раздвижку и транспортировку их под поворотный захват, который обеспечивал пакетирование кирпича-сырца в 14 рядов на печную вагонетку.



В.А. Терехов, начальник научно-технического управления Минпромстройматериалов РСФСР, 1994 г



Слева направо: А.В. Журналев, начальник цеха, В.А. Чайка, генеральный директор, Б.Ф. Лошкарёв, главный конструктор на строительной площадке завода №2 в х. Голицын, 2008 г.

Оплатив деньги за работы по созданию этого аппарата, В.А. Чайка и Н.Г. Гуров выехали в гатчинский НИИИстроммаш для приемки изделия после его демонстрационных испытаний. Но никакой демонстрации работы агрегата не состоялось, так как он не был изготовлен.

Будучи по профессии инженером электромехаником В.А. Чайка принял единственно верное в той ситуации решение: он немедленно вызвал бригаду специалистов, которые демонтировали каркас установки, забрали все узлы и комплектующие и увезли на строящийся завод.

Трудно переоценить помощь в сборке, запуске и отладке нового агрегата товарища В.А. Чайка со студенческой скамьи, верного друга по жизни Бориса Федоровича Лошкарёва, который оставил насиженное место, работу, гилье и приехал помогать запускать новый завод. Благодаря его инженерной смекалке, опыту реанимации практически безнадежной сельскохозяйственной техники, КАКАР был собран и запущен.

Следующей ключевой задачей реализуемой технологии было получение гарантированной прочности свежеформованного кирпича-сырца без загадочной добавки Д.Д. Катанова. Ведь технология укладки кирпича в пакеты на печные вагонетки, под которую был сконструирован КАКАР, предполагала укладку сырца на постель, чтобы иметь гарантированное качество лицевых поверхностей обожженного кирпича. Лабораторные исследования специалистов ЮжНИИстром показали, что при давлении формования более 2,8 МПа кирпичу-сырцу с пустотностью 32–34% обеспечивается необходимая прочность и сохранение геометрии изделия после сушки и обжига. Но важно было этот опыт провести в условиях реального завода, способного воспроизвести условия, близкие к заданным.

И вновь на помощь В.А. Чайка пришел коллега – давний товарищ Н.Г. Гурова Владимир Аркадьевич Петров, возглавлявший в то время Пелгусовский завод керамических дренажных труб (Ивановская обл.). Этот завод имел хорошую массопереработку и был оснащен новыми прессами СМК-506, правда со штатными шнеками. Таким образом, переработка шихты пластическим способом до нужной кондиции вопросов не вызвала, но формование на запредельном для штатной комплектации давлении 2,7–2,8 МПа было чревато разрушением основных силовых частей прессы. Тем не менее, понимая новизну задачи, В.А. Петров и его коллектив совместно с сотрудниками ЮжНИИстрома

блестяще провели эту работу, практически подтвердив возможность укладки в пакеты в 14 рядов по вертикали свежеформованного кирпича-сырца без деформации нижних рядов кирпича. Причем без всяких чудодейственных добавок.

Только те коллеги, кто в начале 1990-х гг. занимались производственным бизнесом, могут в полной мере представить, под каким психологическим гнетом жил В.А. Чайка в тот период: постоянные сбои в кредитовании строительства, рост процентных ставок за кредиты в геометрической прогрессии, резкий выход из проекта и отказ от своих обязательств компаньона, по технологии которого строился завод (строительная готовность уже не позволяла без частичного разрушения сооружений и увеличения инвестиций почти на треть перейти на традиционную технологию пластического формования).

Перед В.А. Чайка встал выбор: объявить себя банкротом или идти до конца, достраивать и запускать завод.

Строительство основных производственных корпусов было завершено, шихтозапасник практически готов, сушильный барабан смонтирован, серийное технологическое оборудование закуплено, проведена модернизация прессы (изготовлены новые шнеки и рубашки с целью повышения давления прессования). Получена опытно-промышленная партия кирпича марки М175 пустотностью 34% с высоким качеством лицевых поверхностей. Конечно, снизить температуру обжига до обещанных Д.Д. Катановым 820°C не удалось. Это негативно влияло на экономику, но не было смертельным.

Поэтому решение было принято: только вперед – к запуску завода!

Не мог Вячеслав Андреевич поступиться честным именем, обмануть надежды и чаяния родных, друзей, коллектива – людей, веривших в него безоговорочно и помогавших всемерно, всегда, даже когда сам он сомневался, сдюжит ли.

Нельзя не отметить значительную роль, которую сыграл на завершающей стадии проекта начальник научно-технического управления Минстройматериалов РСФСР, канд. техн. наук В.А. Терехов. Будучи выдающимся организатором промышленности, обладая энциклопедическими знаниями технологии буквально всех строительных материалов, Владимир Алексеевич, конечно, был знаком с идеями Д.Д. Катанова и их не разделял. Однако когда он лично встретился с В.А. Чайка, детально ознакомился с ситуаци-



Н.Г. Гуров, генеральный директор ЗАО «ЮжНИИСтром» (Ростов-на-Дону): «Есть продукция завода в Славянске-на-Кубани!», 2010 г.

ей, сложившейся при строительстве Славянского кирпичного завода, а также с результатами исследований ЮжНИИСтрома, то активно подключился к работе. Благодаря его представлению министру МПСМ РСФСР заводу был придан статус опытно-экспериментального производства, тема разработки новой технологии признана перспективной. Благодаря этому стало возможным частичное финансирование из фонда НИОКР министерства.

Конечно, трудности на этом не закончились. Завод построили, запустили, но отладка технологии, вывод предприятия на проектную мощность, достижение необходимого качества продукции требовали много сил и времени. Однако это уже были, как говорится, приятные хлопоты, хотя дневали и ночевали на заводе, сообща решали возникавшие тут и там проблемы, помогали и поддерживали друг друга. В 1998 г. завод превысил проектную мощность выпустив 26,2 млн шт. усл. кирпича отменного качества. Рынок откликнулся, очень быстро кирпича вновь не стало хватать.

Пройдя такое горнило, расширение производства, строительство новых мощностей уже не казалось чем-то несбыточным. Закаленная команда была готова к выполнению новых масштабных задач.

Светлая память Борису Федоровичу Лошкарёву, главному инженеру и доброму другу с молодости, который до последних дней занимался заводскими делами.

Соратники сомкнули ряды.

Игорь Александрович Слупский, первый заместитель генерального директора по маркетингу, дипломат, мастер по переговорам и улаживанию всех спорных вопросов.

Юрий Николаевич Показаньев, заместитель генерального директора по производству, прирожденный командир, глубоко знающий дело, умеющий ладить с людьми.

Любовь Михайловна Мартынович, заместитель директора по административно-хозяйственным вопросам.

Строительство первого завода в начале перестроечных процессов экономики было самым трудным испытанием, но без преувеличения можно сказать, что именно этот первый завод сделал того Вячеслава Андреевича Чайка, который теперь известен далеко за пределами Краснодарского края, как блестящий организатор производства, строитель, соиздатель.

Второе производство лицевого объемно окрашенного кирпича в Галицине было построено легко, заводские специалисты уже работали на равных с коллегами из немецкой фирмой LINGL и не только не уступая в профессионализме, но и кое-чему их учили.

Производство было запущено в 2006 г., а уже в 2007 г. линия мощностью 15 млн шт. усл. кирпича вышла на производительность 20 млн шт. усл. кирпича.



Слева направо: И. Матусевич, представитель фирмы «Хендле», А.Н. Полозов, директор инженеринговой компании «Промстройпроект» (Санкт-Петербург), Ю.Н. Показаньев, заместитель генерального директора по производству, И.А. Слупский, первый заместитель генерального директора по МС и ВЭД, В.А. Чайка, генеральный директор ОАО «Славянский кирпич», Германия, 2011 г.

Третье производство – завод по выпуску пустотнопоризованных крупноформатных стеновых камней POROMAX В.А. Чайка начал строить в разгар кризиса в 2009 г., а в 2010 г. завод мощностью 120 млн шт. усл. кирпича был запущен. Многие считали, что в кризис, когда финансовая система не устойчива, объемы строительства стремительно падают, когда нет перспективы гарантированной окупаемости строительство нового завода, мягко говоря, нецелесообразно. Но практика показала, что ход был правильный.

Вячеслав Андреевич не останавливается на достигнутом. Уже готов проект нового завода с суперсовременной технологией для производства клинкерной керамики. Это означает, что через 1,5–2 года ОАО «Славянский кирпич» вновь пригласит коллег и друзей на открытие нового предприятия, которое будет выпускать новую для региона продукцию, платить налоги, обеспечивать жителей района рабочими местами и достойной заработной платой.

Это означает, что не смотря на все трудности и grimасы смены социально-экономической формации в России можно развивать промышленность высокого технического уровня. Это означает, что формируется новая профессиональная элита. Это означает, что несгибаемая воля, профессионализм и крепкая мужская дружба – понятия вне времени и политики.





Инновации в производстве керамической продукции

В последние годы появляется все больше экологически чистых материалов, принцип создания которых людям зачастую подсказывает сама природа. Сочетание натуральных и инновационных технологичных материалов предоставляет широкие возможности для строительства эстетически привлекательного и безопасного для здоровья человека жилья и городских зданий.

Кирпич является одним из древнейших строительных материалов в мире наряду с природным камнем. Но если камень создала природа, то кирпич – творение человеческих рук. Керамическим кирпичом украшали фасады в Древнем Египте и Вавилоне, кирпичом облицована Великая Китайская стена, символом российской государственности стал архитектурный ансамбль Московского Кремля с его зубчатыми стенами и башнями из красного кирпича. В царской России керамический кирпич пользовался большим уважением, старые мастера ставили на нем личные клейма.

По данным ИК СМПРО, производство строительного кирпича в мае 2011 г. увеличилось на 15,3% к уровню мая прошлого года и составило 816 млн шт. усл. кирпича. Основным потребителем производимого кирпича является сегмент индивидуального жилищного строительства, доля потребления кирпича в сегментах массового и нежилого строительства последнее время сокращается. Как показывают отраслевые исследования INFOLine (РосБизнесКонсалтинг), если в 2003–2008 гг. доля индивидуального жилья в общем объеме ввода варьировалась в диапазоне от 39,2% (2006 г.) до 43,2% (2007 г.), не демонстрируя отчетливой тенденции к увеличению, то по итогам 2009 г. доля малоэтажного жилья составила 47,7%, а в 2010 г. превысила 50%.

Более 70% всего производимого кирпича приходится на керамический кирпич. Тенденции рынка таковы, что именно он занимает наиболее прочные позиции на рынке индивидуального строительства, успешно конкурируя с деревянным домостроением, каркасно-щитовыми и иными технологиями, реализуясь, как правило, в индивидуальных домах, особняках, при возведении малоэтажных коттеджных поселков.

В то же время современный рынок становится все более взыскательным, побуждая производителей расширять ассортиментный ряд, предлагая различные цветовые решения и фактуры кирпича. Наиболее популярными в настоящее время являются фактуры, имитирующие природные объекты: «кора дуба», «тростник», а также различные волнистые линии «риф» и «волна». Несмотря на то что спрос на традиционный красный кирпич очень высок, многие стремятся выделить свое будущее жилище посредством оригинальных цветовых решений. Кирпичный завод BRAER предлагает альтернативные варианты облицовочного кирпича, такие как «Солома», «Бордо», «Коричневый».

Активно в моду входит так называемая «Баварская кладка», при которой кирпичи различных оттенков одного цвета комбинируются между собой. Основой производства цветного кирпича является технология объемного окрашивания, при которой используются пигменты. Данная технология позволяет достигнуть равномерности цвета и уменьшить вероятность появления высолов в процессе эксплуатации.

Также на эксплуатационные характеристики готовой продукции непосредственно влияет качество сырья, из которого производится кирпич, и уровень технологического оснащения производства. По данным лабора-





торных исследований, состав глиноматериала кирпичного завода BRAER полностью соответствует всем нормативным требованиям и подходит для создания продукции европейского уровня качества. На заводе BRAER все, от сырья до готовой продукции, проходит несколько уровней автоматизированного контроля, что помогает избежать влияния человеческого фактора. Современное оборудование и многоступенчатая система контроля позволяют ежедневно получать одинаково высококачественный продукт.

Помимо выбора колористических решений для фасада необходимо обратить внимание и на выбор материала для несущих конструкций. По мнению специалистов строительной отрасли, будущим хозяевам дома стоит руководствоваться не только ценой вопроса, но и конкретными показателями. Например, насколько теплым (морозостойким) и прочным будет дом. Сможет ли новая постройка без дополнительных вложений сохраняться в хорошем состоянии 50–100 лет? Будет ли строение экологичным и пожаро-безопасным? Для объектов, построенных из крупноформатного поризованного камня, на все эти вопросы можно ответить утвердительно. Для того чтобы выбрать качественный продукт, специалисты кирпичного завода BRAER рекомендуют обращать внимание на маркировку изделия. Надежный крупноформатный поризованный камень обладает следующими характеристиками: прочность M100–150, эта прочность утверждена ГОСТом для малоэтажного строительства. Морозостойкость не менее 25–50 циклов, режe 75. Чтобы оценить, сколько примерно лет простоит здание, количество циклов следует умножить на поправочный коэффициент, который (в зависимости от климатических условий) равен 2,5–3. Немаловажное значение имеет такая характеристика кирпича, как водопоглощение, которое должно быть не ниже 6%, что обеспечит благоприятный микроклимат внутри помещений. Также следует обратить внимание на такую особенность поризованной керамики, как абсолютная экологичность всех компонентов и отсутствие дополнительных примесей.

Еще одним немаловажным фактором при выборе крупноформатного поризованного камня является толщина внешней стенки. Согласно ГОСТ 530–2007 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия», а именно п. 4.2.2 толщина наружных стенок пустотелого кирпича и камня должна быть не менее 12 мм, крупноформатного камня не менее 10 мм. Многие производители зачастую указывают, что крупноформатная поризованная керамика выпускается по ГОСТу, но при этом наружная стенка составляет менее 10 мм, что позволяет увеличить пустотность камня и снизить его вес. Уменьшая вес продукции за счет толщины стенки, производитель снижает качественные характеристики продукции, а имен-

но прочность блока. Таким образом, продукция, заявленная как соответствующая требованиям ГОСТа, является на самом деле выпущенной по ТУ. Специалисты кирпичного завода BRAER особое внимание уделяют стандартизации продукции и соблюдению требований нормативных документов, поэтому вся продукция BRAER выпускается в полном соответствии с ГОСТом. Внешняя стенка всех крупноформатных поризованных камней BRAER Ceramic Block 10 мм.

Одной из последних новинок рынка теплой керамики является давно ожидаемый блок компании BRAER – SuperThermo. Этот крупноформатный поризованный камень есть не что иное, как усовершенствованный аналог существующего Ceramic Block формата 10,7 NF. От предыдущей версии его будет отличать пониженная теплопроводность, которая составит 0,13 в отличие от текущей 0,16 Вт/(м·°C). К плюсам блока SuperThermo можно отнести его небольшой вес и относительно небольшую длину по сравнению с Ceramic Block формата 14,3 NF. Улучшенные технические характеристики камня позволят избежать использования дополнительного утеплителя при строительстве, а небольшая длина сохранит полезную площадь дома.

Несмотря на то что рынок строительных материалов активно развивается и появляются все новые и новые решения, дома из кирпича остаются неизменным выбором тех, кто ценит качество, традиции и доверяет только проверенному материалу. Ведь несмотря на заявляемые преимущества новых материалов, им еще надо пройти практическую проверку временем и сложными российскими климатическими условиями. Кирпич же как строительный материал многовековой историей уже доказал свои конкурентные преимущества и востребованность на рынке и имеет одно главное качество, чего нет, пожалуй, ни у одного современного строительного материала, – он выражает образ и стиль жизни и стал индикатором здоровья экономики.

А.В. ЛОГВИНОВ, генеральный директор «Торговый дом BRAER»,
И.А. КАБАНОВ, генеральный директор «Кирпичный завод BRAER»



BRAER®

ООО «ТД БРАЕР»

119019, г. Москва, Гоголевский б-р, д. 31, стр.2

тел./факс: +7 (495) 645 71 20

www.braer.ru | td@braer.ru

Завод DUMOULIN в Бельгии — новый проект компании SABO S.A. (Греция)



Компания SABO S.A., неотъемлемое звено объединения SABO GROUP, основана в 1984 г. и является одной из лидирующих компаний-производителей в сфере кирпично-черепичной промышленности. SABO S.A. проектирует, производит и устанавливает оборудование и заводы «под ключ» как для кирпично-черепичной, так и для иных направлений промышленности, а также обеспечивает информационную и техническую постпродажную поддержку высочайшего класса. SABO S.A. адаптирует каждый свой проект к индивидуальным требованиям клиента, обеспечивая таким образом наилучший возможный результат.

Компания SABO S.A. представлена во всех уголках мира: в Европе, Азии, России и Африке. В настоящий момент компания успешно развивает свою деятельность в странах Латинской Америки.

Один из последних успешно завершённых проектов компании SABO S.A. – завод DUMOULIN.

DUMOULIN BRICKS BVBA – это небольшой, но конкурентоспособный производитель кирпича, присутствующий на рынке в течение многих десятилетий, который доверил SABO S.A. строительство нового завода по производству широкого ряда продукции из красной глины для бельгийского рынка.

Инженеры SABO S.A. в сотрудничестве с менеджментом DUMOULIN долгое время выработывали решение, которое соответствовало бы долгосрочным планам заказчика.

Большое внимание было уделено созданию гибкого и эффективного производства высококачественной продукции с многообразием размеров и пустотности. Вся система автоматизации была разработана с соблюдением этого требования, и были приняты во внимание характеристики используемой глины.

Согласно этим требованиям были сконструированы и сушилка с печью, которые характеризуются высокой гибкостью в системе регулирования. Более того, предусмотрены низкое потребление энергии, а также простота в эксплуатации и техобслуживании.

Завод производит лицевой кирпич, кирпич бельгийского стандарта, а также пустотелые блоки и имеет производственную мощность 550 т/день.

Сушилка – туннельного типа, мультизональная, вентилируемая с обеих сторон. Размеры каждой сушильной вагонетки 3390×1465×4900 мм при суммарном их количестве 172.

Печь – традиционная туннельная, общей длиной в 135 м, в качестве топлива используется природный газ. Садка на печные вагонетки осуществляется по схеме 8×3 пакета и имеет высоту 1,4 м.

Упаковка выполняется на деревянные паллеты с использованием обвязки и рукавной эластичной пленки (stretch-hood).

Завод запущен в эксплуатацию в апреле 2012 г. Данный проект станет отправной точкой в применении технологии SABO S.A. в Северной Европе.

Компания SABO S.A. гордится своими проектами и всегда рада предоставить их заинтересованным специалистам.



www.sabo.gr info@sabo.gr sabo.sa@mail.ru



УДК 533.612

О.А. СЕРГИЕВИЧ, заведующий сектором «Керамических материалов и технологий специального назначения», Государственное предприятие «Институт НИИСМ» (г. Минск, Республика Беларусь)

Особенности гранулометрического и минералогического составов каолинов месторождений Республики Беларусь

Каолин – мономинеральная глинистая порода, которая может образовываться при разрушении гранитов, гнейсов и других пород, содержащих полевые шпаты. В производстве керамики каолины, введенные в тонкокерамические массы, улучшают их формовочные и литевые свойства, повышают механическую прочность изделий в воздушно-сухом и обожженном состоянии, термическую, химическую стойкость и белизну после обжига. Эти функции глинистых материалов наиболее проявляются при высокой однородности химического, минералогического и гранулометрического составов, что достигается их обогащением.

Каолины белорусских месторождений значительно отличаются по своей структуре и свойствам от высококачественных каолинов Украины и России. На территории Беларуси выявлено четыре месторождения каолина (Ситница, Дедовка, Березина, Люденевичи) и несколько его проявлений (Скрипицкое, Глушковичское, Селишское). Эти месторождения находятся на участках неглубокого залегания кристаллических пород и являются продуктом разрушения гнейсов, гранитогнейсов, сланцев, гранитов и, как правило, относятся к первичным, в отдельных случаях к вторичным за счет размыва и переотложения. Наличие механических включений, окрашивающих оксидов и других примесных компонентов определяет технологическую и коммерческую ценность сырья. Наибольший интерес для практического использования представляют каолины Ситницы и Дедовки.

Месторождение Ситница расположено в восточной части Лунинецкого района Брестской области. Каолины представляют собой кору выветривания гнейсов и гранитогнейсов, слагают пластообразную залежь, вытянутую с северо-запада на юго-восток на 2,5 км, а их мощность составляет 2–9,1 м (средняя – 3,6 м). Залегают они под песчано-глинистыми отложениями мощностью 12–23,4 м. Определенные суммарные запасы первичного каолина-сырца месторождения Ситница составляют около 2,53 млн т. Макроскопически первичные каолины Ситница представляют собой глинистую породу серого цвета, жирную на ощупь, слабохлоритизированную с крупными включениями полевошпатово-кварцевых обломков, чешуйками биотита, зернами кварца и полевого шпата. Восточная часть месторождения находится в пределах проектируемого карьера строительного камня, поэтому с целью попутной добычи каолина этот участок разведан достаточно детально [1].

Месторождение Дедовка расположено в западной части Житковичского района Гомельской области и представлено первичными и вторичными каолинами. Первичные каолины – кора выветривания гранитов Житковичского комплекса. Пластообразная залежь вытянута с юга на север на 620 м, ее мощность составляет 2,9–53,9 м, а глубина залегания – 29,7–37,4 м. Вскрыша представлена песчано-глинистыми отложениями. Вторичные каолины залегают в виде пласта среди глауконито-кварцевых песков на глубине 28,3–33 м.

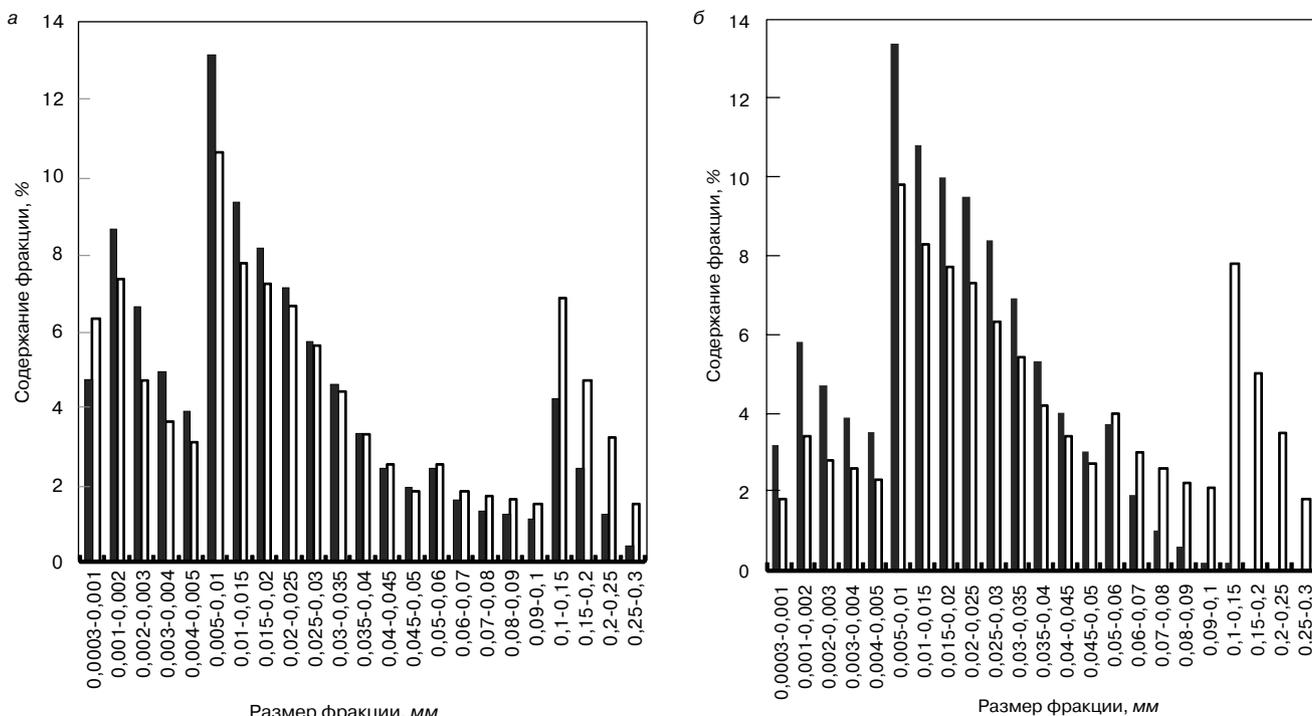


Рис. 1. Гистограммы распределения частиц по размерам в каолинах месторождений Ситница (а) и Дедовка (б). □ – природный каолин, ■ – обогащенный каолин

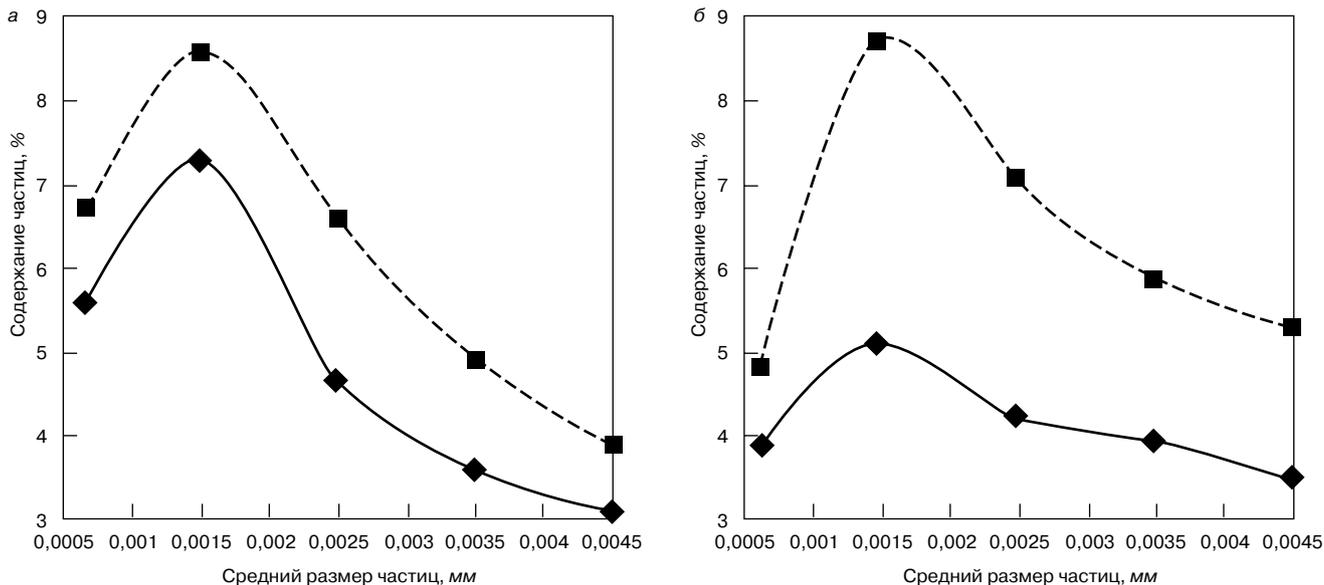


Рис. 2. Дифференциальные кривые гранулометрического состава глинистой части каолинов месторождений Ситница (а) и Дедовка (б). ♦ – природный каолин, ■ – обогащенный каолин

Залежь вторичных каолинов расположена над первичными, повторяя их форму, но она несколько больше по размерам при значительно меньшей мощности, составляющей 1,2–5,4 м. Это породы желтовато-серой окраски с механическими примесями глауконито-кварцевого песка, мусковита, полевого шпата и обломками кристаллических пород; для вторичных каолинов характерен зеленоватый оттенок из-за примесей глауконита. Общие запасы первичного каолина-сырца составляют 7,02 млн т, вторичного – 1,23 млн т. Несмотря на засоренность вторичных каолинов глауконитово-кварцевыми песками, выход обогащенного каолина у них несколько выше (48,8 против 28,4% у первичных), химический состав и технологические свойства близки [1].

Гранулометрический состав является важнейшим показателем, определяющим относительное содержание частиц различных размеров. Его характеристики во взаимосвязи с химическим или минералогическим составом являются основополагающими при выборе метода обогащения каолинового сырья. Дисперсность каолинов влияет на такие технически важные свойства, как водозатворение, пластичность, связанность, усадка и т. д. Помимо дисперсности имеет значение и состояние поверхностного слоя частиц.

Задача гранулометрического анализа заключается в получении информации о распределении частиц в исследуемой пробе. Определение гранулометрического состава заключается в разделении материала на отдельные гранулометрические элементы. Методы определения гранулометрического состава можно разделить на прямые и косвенные. К прямым относятся методы, основанные на микрометрическом измерении частицы с помощью зрения оптических и электронных микроскопов и других электронно-механических устройств. К ним относятся электронно-оптический (метод сканирующего микроскопа, телевизионный, метод развертки струи суспензии), кондуктометрический, импульсный и метод микроискры. В практике данные методы не получили широкого распространения [2].

К косвенным относятся методы, которые базируются на использовании взаимосвязи между размерами частиц и скоростью осаждения их в жидкой или воздушной среде. Это ареометрический метод (основан на последовательном определении плотности суспензии породы через определенные промежутки времени с помощью ареометра), пипеточный (используется для определения гранулометрического состава глинистых грун-

тов), полевой метод Рутковского, в основе которого лежит ситовый анализ, определяющий гранулометрический состав крупнообломочных и песчаных грунтов, а также крупнозернистой части пылевато-глинистых грунтов.

Изучение закономерностей распределения частиц проводилось в сочетании с комплексным исследованием химико-минералогических характеристик каолинового сырья с целью выбора наиболее рационального метода его обогащения. Для этого был использован лазерный микроанализатор «Analysette-22», принцип работы которого основан на физическом рассеивании электромагнитных волн в каолиновой суспензии. Это позволило установить распределение частиц по размерам в природных и обогащенных гидравлическим ситовым методом первичных каолинах месторождений Ситница и Дедовка, а также установить влияние степени обогащения на распределение тонкодисперсных частиц в глинистой субстанции.

На рис. 1 представлены гистограммы зернового состава каолинов Ситницы и Дедовки в природном и обогащенном виде. Дифференциальные кривые исследуемых каолинов, изображенные на рис. 2, показывают, что максимальное количество собственно глинистой части породы составляют частицы размером менее 0,005 мм.

Из рис. 1 видно, что количественный максимум приходится на частицы фракции 0,01–0,005 мм, при этом степень дисперсности гораздо выше у обогащенных каолинов за счет удаления крупных фракций песка и материнской породы. Повышение содержания фракций менее 0,001 мм вызывает увеличение пластичности и усиливает реакционную способность при спекании, что происходит благодаря увеличению контактной поверхности частиц и изменению химического состава данной фракции. Кварцевая составляющая как наиболее трудносжигаемая остается преимущественно в крупной фракции размером свыше 0,1 мм.

Пылеватость (по Рутковскому) глинистому материалу обеспечивают частицы размером 0,03–0,01 мм, содержание которых составляет для природного каолина Ситницы 31,5%; для обогащенного – 34,8%; для природного каолина Дедовки 35% и 45,6% – для обогащенного.

Эти данные хорошо согласуются с результатами минералогического и химического анализа каолинов [3]. Грубодисперсная часть, согласно данным рентгенофазового анализа, представлена в основном примесными минералами – кварцем и микроклином и характеризуется максимальным содержанием SiO₂ (81,5% – природный

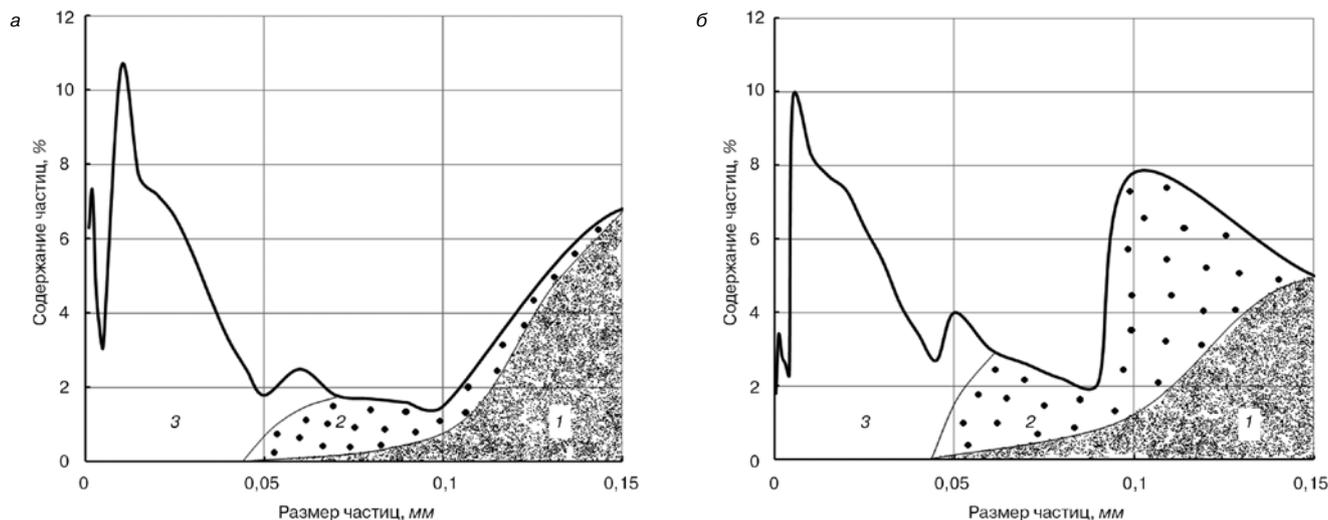


Рис. 3. Распределение частиц в каолине Ситница (а) и Дедовка (б) и области с характерным минералогическим составом: 1 – кварц; 2 – микроклин; 3 – глинистые минералы (гидрослюда и каолинит)

каолин Ситница, 76,9% – природный каолин Дедовка). В обогащенном каолине Дедовка полностью отсутствуют частицы размером свыше 0,15 мм, однако в обогащенном каолине Ситница их количество составляет 9,4%, что, вероятно обусловлено, неизометричной формой частиц в пробе. Примесные минералы в природных каолинах содержатся во фракциях 0,3–0,1 и 0,1–0,005 мм, причем максимальное их количество приходится на фракции 0,1–0,15 мм (преобладают кварцевые частицы) и 0,005–0,01 мм (частицы тонкодисперсного микроклина с примесями кварца). Для обогащенных каолинов обоих месторождений максимум приходится на содержание частиц размером 0,005–0,01 мм, где кроме глинистых минералов могут присутствовать тонкодисперсные разновидности кварца и микроклина.

Ход дифференциальных кривых каолинов показывает, что в необогащенном виде установить максимальное содержание глинистой составляющей довольно сложно за счет значительного количества посторонних примесей в материале.

В обогащенной пробе наибольшее количество частиц со средним размером 0,0015 мм характерно как для каолина Ситницы, так и для Дедовки. Согласно данным рентгенофазового анализа в частицах с размерами <0,005 мм в каолинах Ситницы и Дедовки примесные минералы отсутствуют, а их фазовый состав представлен практически полностью глинообразующими минералами – каолинитом и гидрослюдами (мусковит, гидрослюда, иллит). Химический анализ показывает содержание Al_2O_3 в обогащенной пробе каолина Ситницы 34,6% и Дедовки – 33,4%.

По данным результатов исследований гранулометрического и фазового составов были построены характерные кривые распределения фракций во взаимосвязи с минералогическим составом природных каолинов месторождений Ситница и Дедовка, приведенные на рис. 3.

Анализ полученных данных позволил установить, что обогащение меняет ход кривой распределения глинистых частиц по размерам, но следует отметить, что в обоих каолинах как в природном, так и в обогащенном виде фракция частиц с размером от 0,001 до 0,002 мм содержится в максимальном количестве. Наибольшее количество глинистых минералов содержится в каолине месторождения Ситница, что свидетельствует о его более высокой пластичности по сравнению с каолином Дедовки.

Из установленной взаимосвязи минералогического, химического и гранулометрического составов каолинов обоих месторождений следует, что процесс обогащения требуется проводить для максимального выхода ценных минера-

лообразующих пород до фракции <0,063 мм. При этом наиболее оптимальные способы обогащения данных каолинов были нами изучены и описаны в работе [4]. Учитывая большое содержание примесных минералов и гидрогеологические условия залегания каолинов, целесообразно применение окрых способов обогащения, поскольку выход полезного продукта в этом случае составит для каолина Ситницы 35%, а каолина Дедовки – около 40%.

По гранулометрическому составу каолины по мере их обогащения переходят из класса грубодисперсного сырья в среднелдисперсное (каолин Ситницы) и низкодисперсное сырье (каолин Дедовки). Значения числа пластичности возрастают с увеличением степени обогащения в связи с увеличением тонкодисперсной составляющей (для каолина Ситницы – от 6,8 до 18,5; для каолина Дедовки – от 2,88 до 12,6). В обогащенном состоянии значения показателя упругости изменяются до значений, позволяющих отнести каолины Ситницы (132 кг/м^3) и Дедовки (144 кг/м^3) ко II группе, что обусловлено также увеличением седиментационной устойчивости и предела текучести каолиновой суспензии.

Таким образом, каолиновое сырье Республики Беларусь как в природном, так и в обогащенном виде можно рекомендовать в качестве сырьевого материала для производства керамических материалов строительного назначения, в том числе и огнеупорных материалов, что позволит в определенной степени отказаться от импортируемых каолинов украинских месторождений и расширить минерально-сырьевую базу керамической промышленности.

Ключевые слова: каолин, гранулометрический состав, обогащение, распределение частиц.

Список литературы

1. Хомич П.З. и др. Полезные ископаемые Белоруссии: К 75-летию БелНИГРИ / Мин-во прир. рес-в и охраны окр. среды РБ, Бел. науч.-исслед. геологоразвед. ин-тМинск.: Адукацыя і выхаванне, 2002. С. 323–327.
2. Мяздриков О.А. Дифференциальные методы гранулометрии. М.: «Металлургия», 1974. 168 с.
3. Мелешко В.Ю., Махленкова Л.Н. Использование белорусских месторождений необогащенных каолинов в производстве керамических изделий // Строительные материалы. 2010. № 1. С. 41–43.
4. Малиновский Г.Н. и др. О возможности повышения кондиционности каолинового сырья Республики Беларусь различными методами обогащения // Строительная наука и техника. 2011. № 4. С. 7–13.

удк 691.4

В.А. ГУРЬЕВА, канд. техн. наук, Оренбургский государственный университет;
В.В. ПРОКОФЬЕВА, д-р техн. наук, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Строительная керамика на основе композиции техногенного серпентинитового сырья и низкосортных глин

В настоящее время развитие отечественной строительной керамики сдерживается отсутствием запасов высококачественных пластичных глин в стране, вынужденным переходом предприятий отрасли с украинских высококондиционных глин на российское глинистое сырье. Технология, реализованная на большинстве предприятий отрасли, не позволяет получить конкурентоспособную по качеству продукцию на уровне мировых стандартов из низкосортного сырья. Вследствие этого замена традиционного сырья на более дешевое техногенное, научное обоснование новых технологий и разработка оптимальных составов новых керамических материалов приобретает особую актуальность.

Магнийсодержащие силикаты, несмотря на широкое распространение в земной коре — ориентировочно по отдельным наиболее крупным массивам, областям на глубину 100 м насчитывается около 75 млрд т [1], имеют весьма ограниченное применение в промышленности. Основным направлением применения высококачественного природного магнезиального сырья (оливиниты, тальк, дуниты и др.) является производство различных видов высокотемпературной керамики: форстеритовой, периклазовой, кордиеритовой и др. Однако система глина+техногенное сырье, прошедшая спекание в условиях низкотемпературного обжига (1000–1200°C), отличается качеством исходного сырья, фазовым составом черепка, процессами структурообразования, размерами кристаллов по сравнению с огнеупорами. По классификации, предложенной П.И. Боженковым [2], данное техногенное сырье является продуктом обогащения горных пород ультраосновного состава и относится к группе А — продуктам, сохраняющим химический и минералогический состав соответствующих горных пород.

В работе с целью оптимизации составов и технологии строительной керамики на основе композиции тех-

ногенного магнезиального сырья (серпентинит) использованы низкосортные легкоплавкие глины Оренбуржья (Соль-Илецкое и Чернореченское месторождения) и техногенный серпентинит Халиловского горно-обогатительного комбината. Химический состав компонентов представлен в табл. 1. Согласно результатам количественного рентгенофазового анализа, выполненного ФГУП «ЦНИИгеолнеруд» МПР России (Казань), серпентинитовое техногенное сырье содержит серпентиновые минералы в количестве $83 \pm 7\%$, которые представлены смесью хризотила и лизардита в соотношении ~ 2:1. Характеристика глинистого сырья по основным качественным признакам приведена в табл. 2. Выполненные РФА и ДТА месторождений опытных глин свидетельствуют об их полиминеральном составе.

Основными глинами являются смешанослойные фазы — гидрослюда—каолинито-монтмориллонит с примесью кальцита, хлорита, полевого шпата.

На первом этапе подбирался диапазон формовочной влажности сырья рационального состава исходной смеси с учетом расчетно-модельных составов шихт глина+серпентинит, полученных методом математического планирования эксперимента. Согласно [3] именно этот фактор является причиной образования серьезных дефектов в структуре сырца, так как чрезмерное снижение влажности массы может привести к повышению формовочных напряжений и увеличению вероятности образования дефектов как до загрузки сырца в сушилку, так и в начальный период сушки.

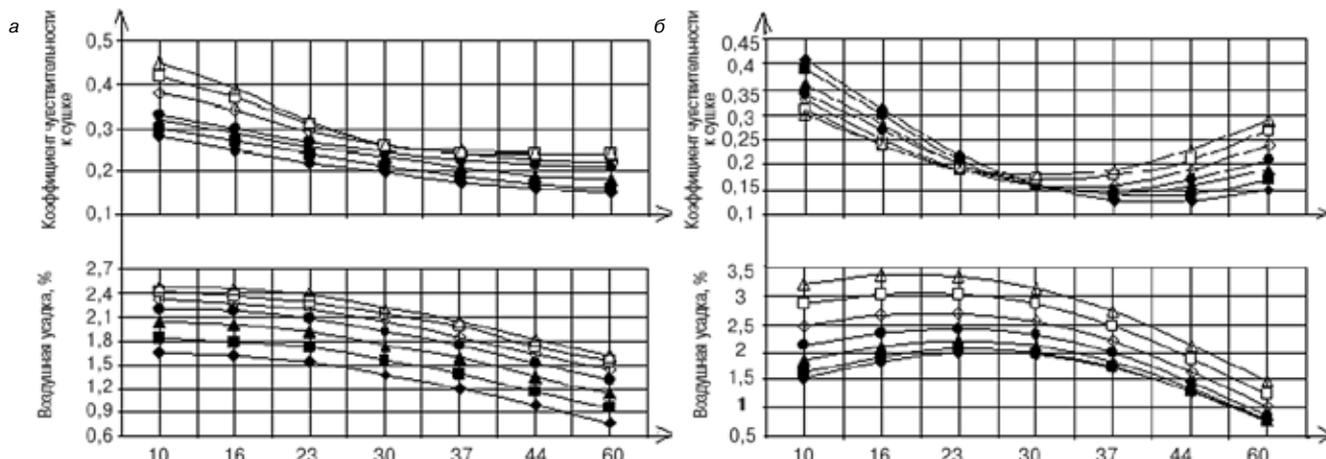
Однако величина формовочной влажности тесно связана с количеством глинистых частиц в составе шихты и видом их минеральной составляющей. Чем выше доля глинистого сырья в шихте, тем выше связующая способность и механическая прочность изделия-сырца, но в то же время повышается величина формовочной

Таблица 1

Сырье	Массовая доля, %						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO+Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	ΣR ₂ O	Σ
Глина соль-Илецкая	61,41	16,56	6,05	3,03	9,66	3,28	100
Глина чернореченская	67,28	12,17	5,15	2,62	9,27	3,51	100
Техногенный серпентинит	44,16	2,33	9,99	43,01	0,47	0,03	100

Таблица 2

Наименование месторождения	Текстура	Цвет	Число пластичности	Классификация глин по ГОСТ 9169–75				
				По числу пластичности	По содержанию красящих оксидов (Fe ₂ O ₃ , TiO ₂)	По содержанию Al ₂ O ₃ в прокаленном состоянии	По количеству включений размером, мм	
							> 0,5	< 0,001
Соль-Илецкое	плотная	коричневый	20,88–23,68	средне-пластичная	–	кислая	со средним содержанием	средне-дисперсная
Чернореченское	плотная	коричневый	11,09–13,99	умеренно-пластичная	–	кислая	с низким содержанием	низко-дисперсная



Влияние воздействия системы факторов (количества серпентинита в шихте и формовочной влажности смеси) на дообжиговые свойства: а – глина Чернореченского месторождения; б – глина Соль-Илецкого месторождения; величина формовочной влажности: —◆— 18%; —■— 19%; —▲— 20,25%; —●— 21,5%; —□— 22,75%; —○— 24%; —△— 25%

влажности, возрастает продолжительность и энергоёмкость сушки, усложняется процесс удаления механически примешанной воды. Поэтому в ходе эксперимента исследовалось влияние содержания магниезильного компонента (10–60%) и формовочной влажности (18–25%) на свойства как промежуточного продукта – сырья, так и готового изделия. Количество воды в экспериментальных составах вводилось с целью достижения влагосодержания, обеспечивающего нормальную формовочную влажность масс при пластическом способе формования изделий. Воду для затворения технологических смесей предварительно подогревали согласно [4] до 60–70°C. Проникая в структуру частиц в местах дефектов или в поры, вода интенсифицирует образование гидратных оболочек, усиливая расклинивающее действие. Подготовленные смеси после затворения вылеживались в течение суток, а затем повергались формованию. Влияние воздействия системы исследуемых факторов при их одновременном изменении оценивалось по свойствам изделий на двух технологических пределах:

1. После окончания процесса сушки: воздушная усадка, коэффициент чувствительности к сушке.
2. После обжига: общая усадка, средняя плотность, водопоглощение, пористость.

Полученные результаты представлены на рисунке.

Анализ двухкомпонентных систем глина+серпентинит показывает, что изменение коэффициента чувствительности к сушке происходит в двух случаях:

1. При постоянной величине формовочной влажности значение данного показателя уменьшается с увеличением содержания серпентинита в шихте.
2. При фиксированной доле техногенного сырья в сырьевой смеси коэффициент чувствительности к сушке возрастает одновременно с увеличением формовочной влажности.

Для составов на чернореченской глине и содержании серпентинита 30 мас. % при разных значениях формовочной влажности экспериментальные значения коэффициента чувствительности характеризуются наибольшей плотностью и наименьшим расхождением (рисунок, а). Данный результат указывает на то, что при пластическом способе подготовки сырьевых материалов доля серпентинита, равная 30%, технологически рациональна.

Для составов на соль-Илецкой глине данный результат повторяется. При содержании серпентинита в количестве 27–33% при разных значениях формовочной влажности экспериментальные значения коэффициента чувствительности к сушке практически равны между собой, образуя линию перелома, после которой данный показатель вновь начинает увеличиваться (рисунок, б).

Полученные результаты можно объяснить тем, что в первой части графиков расположены смеси с достаточно большим количеством глинистого вещества, основными минералами которых являются гидрослюда, смешанослойные образования. Для данных составов требуется повышение величины формовочной влажности, что и приводит к сравнительно высоким значениям коэффициента чувствительности и росту воздушной усадки. Увеличение в шихте серпентинита более установленного диапазона позволяет уменьшить воздушную усадку, так как снижается доля глинистого компонента, однако коэффициент чувствительности к сушке возрастает. Это связано с тем, что с повышением влажности число контактов увеличивается, повышаются модули сдвига быстрой и медленной эластичных деформаций, условный статический предел текучести. Таким образом, для смесей на основе легкоплавких глин и техногенных силикатов магния при пластическом формовании изделий технологически рациональный диапазон серпентинита составляет 27–33%, формовочная влажность изменяется от 18 до 21%.

Производственная апробация результатов исследований проведена в условиях завода ООО «Энергостройматериалы». Состав массы для производства пустотелого кирпича по технологии пластического формования: глина чернореченская – 40%; глина кумакская – 25%; техногенный серпентинит – 35%. Готовые изделия были испытаны в соответствии с ГОСТ 530–2007 и характеризовались: предел прочности при сжатии для опытных изделий составил 17–19 МПа (для изделий заводского состава 7,5–11 МПа); морозостойкость изделий опытного состава – 36–40 циклов (морозостойкость изделий заводского состава менее 10 циклов). Плотность изделий, водопоглощение соответствовали ГОСТ 530–2007.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о перспективности применения композиции техногенного магниезильного сырья и низкосортных глин для производства изделий строительной керамики.

Ключевые слова: техногенное сырьё, силикаты магния, низкосортные глины, строительная керамика.

Список литературы

1. Прокофьева В.В., Багаутдинов З.В. Строительные материалы на основе силикатов магния. Санкт-Петербург: Стройиздат, 2000. 200 с.
2. Боженов П.И. Комплексное использование минерального сырья и экология. М.: АСВ, 1994. 263 с.
3. Августиник А.И. Керамика. Л.: Стройиздат, 1975. 592 с.
4. Пат. № 2382746 (RU). Способ получения строительной керамики / В.А. Гурьева, В.А. Помазкин, Л.Т. Редько. Оpubл. 2010. М.: Бюл. № 6. С. 3.

И.Ф. ШЛЕГЕЛЬ, канд. техн. наук, генеральный директор; Г.Я. ШАЕВИЧ, директор; А.В. РУКАВИЦЫН, заместитель директора; А.В. НОСКОВ, ведущий специалист; Д.А. СЛЕМНЕВ, инженер-технолог, Институт Новых Технологий и Автоматизации промышленности строительных материалов, ООО «ИНТА-Строй» (Омск)

Определение эффективности смешивания при пластической подготовке сырья

Способ пластического формования сырца в настоящее время является доминирующим в производстве кирпича и других изделий грубой керамики. При этом качество пластической подготовки сырья определяет качество конечной продукции.

Для получения качественного кирпича на большинстве предприятий используют многокомпонентные сырьевые смеси: кроме глины одного или двух видов вводят пластифицирующие или отошающие добавки, выгорающие или плавневые компоненты, используют отходы промпредприятий (вторичные ресурсы).

Подготовка сырья предусматривает изменение его дисперсности, пластичности, сушильных свойств и других характеристик перерабатываемого сырья. Технологи умеют определять эти характеристики, так как есть стандартные методики, знают влияние не только компонентов, но и различных машин на те или иные показатели.

При этом наблюдается такой парадокс: нет методики определения эффективности перемешивания на различном оборудовании, установленном в линии пластической подготовки. Также нет данных по влиянию различных машин на этот показатель. Мы считаем, что этот показатель является наиболее важным при оценке качества подготовки сырья и определяет свойства конечной продукции.

В проведении работы руководствовались следующим: основной качественный критерий процесса смешивания – однородность конечного продукта. Однородной считается смесь, в которой содержание компонентов в любом ее объеме не отличается от заданного содержания всей смеси.

Эффективность смешивания зависит как от физических свойств компонентов (гранулометрический состав, форма и характер поверхности частиц, влажность, плотность), так и от параметров оборудования. Трудно определить, насколько равномерно распределены все компоненты в смеси, поэтому ставится задача установить равномерность распределения одного из компонентов. Экспериментально доказано [1], что если какой-то компонент распределен в смеси равномерно, то и другие компоненты также распределены равномерно. Однако определить равномерность распределения этих компонентов можно лишь в тех случаях, когда методы их количественного определения сравнительно

просты и наличие других компонентов не мешает анализу. Такие компоненты называют ключевыми.

Методики определения качества перемешивания, известные из других отраслей промышленности [2], в случае с пластичным сырьем не подходят, поэтому, на основании вышеизложенных принципов, разработана методика определения эффективности смешивания, которая и представляется вниманию специалистов кирпичной промышленности.

В шихту вводится известное количество ключевого компонента, в данном случае использованы гранулы вспенивающегося полистирола марки FSA, фракции 0,8–1,2 мм. Количество вводимого компонента может составлять 1–2% от массы шихты. Для определения смешивающей способности отдельной единицы технологического оборудования предварительное смешивание не осуществляется, т. е. дозирование производится равномерным рассыпанием на транспортер непосредственно перед агрегатом. Отбор представительной пробы осуществляется с отходящего транспортера, с участка, длина которого вычисляется для каждой машины пропорционально ее производительности (см. рисунок).

В процессе переработки осуществляется отбор представительных проб. Количество проб должно быть не менее 5, а масса каждой пробы – не менее 3 кг.

Вторым шагом в методике определения качества смешивания является анализ содержания ключевого компонента в 5–10 навесках по 100 г, отобранных из каждой представительной пробы методом квартования (ГОСТ 12536–79 «Грунты. Методы лабораторного определения зернового (гранулометрического) и микроагрегатного состава»). Отобранные пробы высушиваются до воздушно-сухого состояния, измельчаются в ступке, промываются на сите 0,63. Оставшийся на сите материал и полистирольные гранулы высушиваются при 105°C и взвешиваются. В процессе сушки полистирольное зерно вспучивается, что позволяет его легко отделить от песчаной составляющей. Вычисляется процентное содержание гранул в каждой отдельной пробе.

Эффективность смешивания, которую рассматривают в других отраслях промышленности как стохастический (случайный) процесс, определяют на основе статистических характеристик смеси. Такой характеристикой обычно служит коэффициент вариации (неоднородности) распределения ключевого компонента в смеси (Смесители для пищевых материалов [электронный ресурс]// URL: <http://tehnoinfo.ru/tehnolog/pishotr/130-2011-02-15-19-13-18.html>, последнее обращение: 15.02.2012).

Коэффициент вариации определяют по формуле:

$$V_c = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1) \bar{x}}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где \bar{x} – среднее содержание ключевого компонента в смеси, %; x_i – содержание ключевого компонента в каждой из проб, %; n – число проанализированных проб.

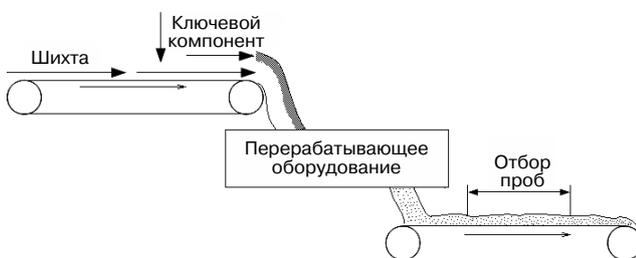


Схема эксперимента

Оборудование	Коэффициент вариации
Вальцы тонкого помола	9,66
Бегуны	6,25
Смеситель 2-вальный	6,58
Каскад-1 (лабораторный)	3,52
Каскад-12	3,67

Для оценки процесса смешивания следует придерживаться показателей, принятых в комбикормовой промышленности [1]:

- $V_c < 5\%$ – качество смеси отличное;
- $5\% < V_c < 7\%$ – хорошее;
- $7\% < V_c < 15\%$ – удовлетворительное;
- $V_c > 15\%$ – плохое.

Для отработки предложенной методики была проведена оценка эффективности перемешивания на различном оборудовании для подготовки пластичного сырья. При этом оказалось, что одного эксперимента с анализом 5 проб для определения коэффициента недостаточно.

Поэтому для каждой машины было проведено 8–12 экспериментов, отброшены крайние значения и для 5 экспериментов определено среднее значение коэффициента вариации (см. таблицу).

Как видно из представленной таблицы, наихудшее перемешивание и распределение добавок в шихте обеспечивают вальцы. Таким образом, мнение, что установкой вальцов можно решить проблему гомогенизации шихты, является ошибочным. Бегуны и смесители, дают хорошие результаты, обеспечивая практически равные показатели по однородности распределения до-

бавок в шихте. При анализе результатов исследования видно, что установки серии «Каскад» [3] обеспечивают более высокую степень гомогенизации шихты.

Результаты проведенной серии экспериментов по предложенной методике дают основание утверждать, что установки «Каскад» являются уникальным технологическим оборудованием, позволяющим обеспечить высокую степень гомогенизации сырья при пластическом способе подготовки керамических масс.

Таким образом, разработана и апробирована методика определения эффективности смешивания при пластической подготовке сырья. Однако проведенные эксперименты не являются всеобъемлющими, а технологам-энтузиастам предлагается расширить исследование и опубликовать данные по процессу перемешивания на их производстве. Надеемся, что накопление статистических данных позволит в дальнейшем разработать соответствующий стандарт для нашей отрасли.

Ключевые слова: *пластическое формование, эффективность смешивания, установка «Каскад».*

Список литературы

1. *Черняев Н.* Оценка качества смеси и эффективности работы дозаторов и смесителей // Комбикорма. 2010. № 4. С. 36–37.
2. *Максаков В.Я., Дюкарев В.В., Минько Л.А., Сергеев В.М.* Оценка качества комбикормов. М.: Колос, 1977. 239 с.
3. *Шлегель И.Ф., Шаевич Г.Я., Носков А.В., Астафьев В.А., Андрианов А.В., Молодкина Л.Н.* Новое поколение глиноперерабатывающих установок «Каскад» // Строительные материалы. 2008. № 4. С. 34–35.

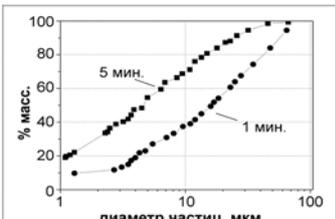


Активатор
измельчение активация синтез

**Лабораторные мельницы «Активатор»
для заводских и исследовательских лабораторий.**



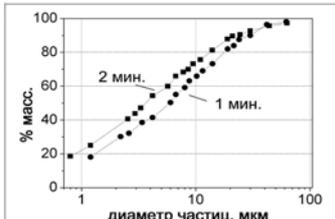
Активатор-2SL



Для пробподготовки материалов



Активатор-4M



Для наработки небольших партий материалов



Активатор-2S

Для помола материалов в ударном, сдвиговом, вихревом режимах

www.activator.ru >>

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

Реклама

ЗАО «ВНИИСТРОМ им. Петра Петровича Будникова»

Всесоюзный научно-исследовательский институт строительных материалов и конструкций им. Петра Петровича Будникова создан ведущими научными сотрудниками на базе старейшего отраслевого научно-исследовательского института ВНИИСТРОМ им. П.П. Будникова.

Основные виды деятельности.

1. Научные исследования сырьевых материалов для производства керамических, силикатных, гипсовых и вяжущих материалов.
2. Разработка технологических регламентов, бизнес-планов и проектов для строительства заводов по производству керамических, силикатных, гипсовых стеновых изделий и вяжущих материалов.
3. Оказание практической помощи в отработке оптимальных технологических параметров производства на действующих предприятиях.
4. Выполнение шеф-монтажных и пусконаладочных работ вновь строящихся и реконструируемых заводов.



В. Ласточкин, научный сотрудник, проводит дериватографический анализ



С. Семенов, инженер, проводит физико-механические испытания керамических образцов



Ш. Самитов, аппаратчик, проводит дилатометрические исследования глинистого сырья

Разработки последних лет.

- Технология производства энергоэффективных керамических стеновых материалов на основе цеолитсодержащих слабовспучивающихся глин и кремнистых пород (трепелы, опоки, диатомиты). Построен один из крупнейших заводов России в пос. Кипрево Владимирской области (патент № 2052418).
- Технологическая линия по производству лицевого керамического кирпича полусухого прессования (патент № 2170172).
- Технология производств легковесного керамического теплоизоляционного и теплоизоляционно-конструкционного материала на основе кремни-

стых пород (опоки, трепелы, диатомиты) с коэффициентом теплопроводности от 0,08 до 0,8 Вт/(м·К) (патент №2442762).

- Проекты заводов по технологии пластического и компрессионного формования изделий из кремнистых пород и легкоплавкого глинистого сырья и отходов промышленного и сельскохозяйственного производства мощностью 20–30, 45 млн шт. усл. кирпича в год (патенты №№ 2397068, 2406049, 2440946).

- Рецептуры модифицированных гипсовых строительных смесей широкой номенклатуры, в том числе для устройства современных наливных полов.

Институт располагает подробной информацией о сырьевой базе курируемых отраслей стройиндустрии и может ее подготовить практически для любого региона России и ближнего зарубежья.

**Адрес: 140050, Московская обл., Люберецкий р-н, пос. Красково,
ул. Карла Маркса, 117, офис 203, Телефон: (495) 557-30-54,
E-mail: ashmarin@list.ru www.vniistrom-zao.ru**

М.Б. СЕДЕЛЬНИКОВА, Н.В. ЛИСЕЕНКО, кандидаты техн. наук,
В.М. ПОГРЕБЕНКОВ, д-р техн. наук,
Томский национальный исследовательский политехнический университет

Пигменты на основе двухкальциевого силиката для окрашивания строительной керамики*

В настоящее время в России заметно сократился выпуск керамических пигментов, производство которых требует больших затрат, так как связано с высокотемпературным синтезом (1300–1400°C), и с необходимостью использовать дорогое, высокосортное сырье [1]. В связи с этим значительный интерес представляют нетрадиционные сырьевые материалы – природное минеральное сырье [2] и техногенные отходы [3], их использование позволит снизить температуру синтеза пигментов, уменьшить затраты на производство, получить отечественные недорогие, стойкие пигменты.

Нефелиновый шлам – продукт переработки природных нефелиновых руд при получении глинозема [4]. Ежегодные промышленные шламовые отходы глиноземных производств достигают на некоторых предприятиях 3–8 млн т и требуют значительных площадей под отвалы. Шламовые отходы являются тонкодисперсными и могут быть источником загрязнения окружающей среды пылевидными частицами. Таким образом, использование отвальных шламов глиноземного производства является важной экологической и хозяйственной задачей, одним из решений которой может стать организация крупнотоннажного производства пигментов на основе шламовых отходов для строительных материалов.

К сырьевым материалам, используемым для получения керамических пигментов, предъявляются определенные требования. В первую очередь это постоянство химического состава и наличие соединений, способных образовывать устойчивые кристаллические структуры [1, 2, 5].

Основным минералом нефелинового шлама является β-2CaO·SiO₂. В представленной работе структуру двухкальциевого силиката использовали как базовую для перехода к другим кристаллическим структурам и разработали ряд составов керамических пигментов (рис. 1).

Содержание β-2CaO·SiO₂ в нефелиновом шламе составляет 70–75 мас. %. В качестве второстепенных фаз присутствуют гидросиликаты кальция, гидроферриты, алюмоферриты кальция, гидроксидные соединения железа.

Химический состав нефелинового шлама представлен в табл. 1.

Двухкальциевый силикат в кислой среде способен аморфизироваться вследствие образования геля крем-

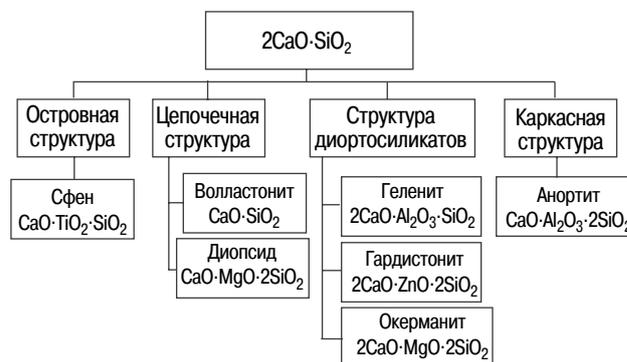


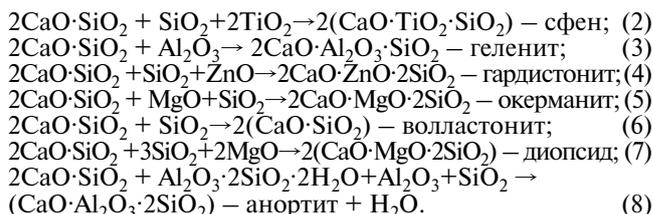
Рис. 1. Схема получения керамических пигментов с использованием двухкальциевого силиката (нефелинового шлама)

ниевой кислоты (1), поэтому пигменты получали через гель-стадию, что позволило интенсифицировать процесс синтеза [6, 7]:



Образцы нефелинового шлама исследовали с помощью сканирующего электронного микроскопа Philips SEM 515 (рис. 2). В исходной пробе наблюдаются агрегаты двухкальциевого силиката округлой формы в процессе гелеобразования агрегаты разрушаются, образуя гелевидную массу.

Синтез пигментов различных кристаллических структур на основе двухкальциевого силиката проводили согласно реакциям:



Окрашенные структуры получали путем эквимольного замещения части реагирующих компонентов на

Химический состав нефелинового шлама

Таблица 1

Сырье	Содержание оксидов, мас. %						ППП
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	R ₂ O	MgO	
Нефелиновый шлам Ачинского глиноземного комбината	29,12	3,67	4,55	53,2	3,06	1,45	4,96

* Работа проводилась при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (ГК 02.740.1 1.0855).

Фазовый состав пигментов, полученных на основе 2CaO·SiO₂

Исходная структура	Проектируемая структура	Оксид-хромофор (мас. %)	Полученная структура (соотношение кристаллических фаз, %)
2CaO·SiO ₂	Сфен CaO·TiO ₂ ·SiO ₂	CoO (5–15)	Сфен CaO·TiO ₂ ·SiO ₂ (87–92), рутил TiO ₂ (3–5), Co ₂ TiO ₄ (3–10)
	Волластонит CaO·SiO ₂	Cr ₂ O ₃ (5–10)	Волластонит CaO·SiO ₂ (94–97), Cr ₂ O ₃ (3–6)
	Диопсид CaO·MgO·2SiO ₂	NiO (8–16)	Диопсид CaO·MgO·2SiO ₂ (48–52), Кристобалит SiO ₂ (5–10), Окерманит 2CaO·MgO·SiO ₂ (35–39), NiO (3–8)
	Геленит 2CaO·Al ₂ O ₃ ·SiO ₂	NiO (7–17)	Геленит 2CaO·Al ₂ O ₃ ·SiO ₂ (90–96), NiAl ₂ O ₄ (4–10)
	Гардистонит 2CaO·ZnO·2SiO ₂	Cr ₂ O ₃ (13–22)	Гардистонит 2CaO·ZnO·2SiO ₂ (90–93), ZnCr ₂ O ₄ (7–10)
	Окерманит 2CaO·MgO·SiO ₂	Cr ₂ O ₃ (5–15)	Окерманит 2CaO·MgO·SiO ₂ (92–97), MgCr ₂ O ₄ (3–8)
	Анортит CaO·Al ₂ O ₃ ·2SiO ₂	Fe ₂ O ₃ (8–17)	Анортит CaO·Al ₂ O ₃ ·2SiO ₂ (60–63), Муллит 3Al ₂ O ₃ ·2SiO ₂ (31–33, Fe ₂ O ₃ (4–9%)

оксиды элементов-хромофоров – никеля, железа, кобальта, хрома. Внедрение ионов-хромофоров в кристаллические структуры идет за счет изоморфного замещения в позициях Ca²⁺, Mg²⁺, Zn²⁺, Al³⁺, Ti⁴⁺.

Пигменты получали по следующей методике. Нефелиновый шлак подвергали предварительному тонкому измельчению до остатка на сите № 0063 не более 0,2 мас. %. Составляли композиции, куда вводили нефелиновый шлак (двухкальциевый силикат), подшихтовочные оксиды и окрашивающие компоненты – соли металлов 3-d подгруппы – кобальта, никеля, хрома, железа, меди. Для прохождения реакции гелеобразования в увлажненную смесь вводили соляную кислоту.

Высушенный гель подвергали обжигу при температуре 1100–1300°C с выдержкой при максимальной температуре 1 ч. Полученный спёк измельчали до остатка на сите № 0063 не более 0,2%.

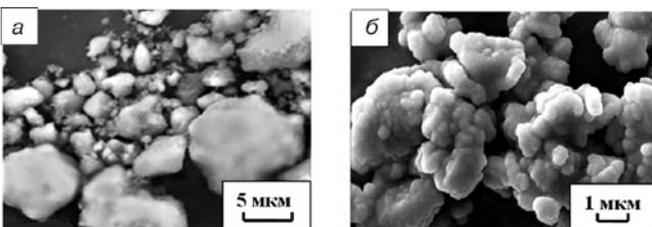


Рис. 2. Микрофотографии проб двухкальциевого силиката: а – исходного; б – обработанного соляной кислотой

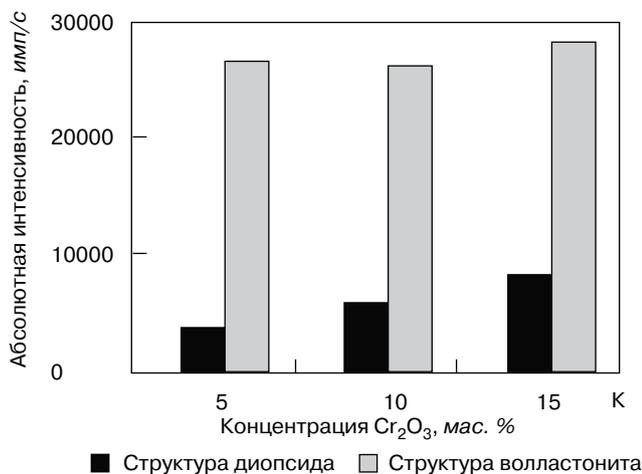


Рис. 3. Изменение интенсивности дифракционного максимума Cr₂O₃ (d=0,268 нм), температура обжига 1200°C

Для исследования кристаллической структуры пигментов проводили рентгенофазовый анализ на дифрактометре ДРОН-3М.

Обнаружено, что в сфеновых пробах, синтезированных при температуре 1200°C без хромофоров, формируется структура сфена, также присутствует рутил. В железосодержащих пигментах кроме сфена и рутила идентифицируется титанат железа Fe₂TiO₅, а в кобальт-содержащих пигментах – титанат кобальта Co₂TiO₄.

Структуры диортосиликатов – геленита, гардистонита, окерманита синтезировали на основе двухкальциевого силиката при температуре 1100°C.

Анализ рентгенограмм пигментов показал, что введение двухзарядных ионов-хромофоров почти не влияет на формирование структуры диортосиликатов, при добавлении трехзарядных ионов интенсивность основных структурных рефлексов снижается. Процесс встраивания ионов-хромофоров в основную кристаллическую структуру сопровождается формированием шпинелей NiAl₂O₄ – в гелениновых пигментах; ZnCr₂O₄, MgCr₂O₄ – в гардистонитовых и окерманитовых пигментах. Оксиды-хромофоры идентифицируются в свободном виде: в гелениновых пигментах выделяется Cr₂O₃ при содержании более 5 мас. %, а в гардистонитовых пигментах присутствует NiO начиная с концентрации 7 мас. %.

Пигменты со структурами цепочечных силикатов – волластонита и диопсида получали в соответствии с реакциями (6) и (7). Установлено, что в пигментах, полученных по реакции (6), при температуре обжига 1200°C образуется волластонитовая структура, а в пробах, синтезированных по реакции (7), формируется более сложная многофазная структура, включающая диопсид, кристобалит, окерманит. Кроме того, в составе пигментов идентифицируются оксиды-хромофоры при содержа-

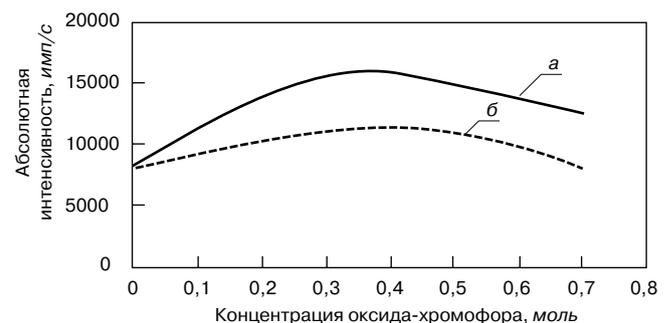


Рис. 4. Изменение интенсивности основного дифракционного максимума анортита в зависимости от содержания оксида-хромофора: а – CoO; б – Fe₂O₃ (T_{обж}=1100°C)

Таблица 3

Цветовые характеристики пигментов на основе $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, $T_{\text{обж}}=1100^\circ\text{C}$

№ пигмента, структура	Координаты цветности			Цвет	Длина волны, нм	Чистота тона, P, %
	x	y	z			
С6 Ni^{2+} , сфен	0,41	0,36	0,33	Песочно-желтый	591	37
В7 Cr^{3+} , волластонит	0,33	0,39	0,28	Зеленый	546	27
Д11 Co^{2+} , диопсид	0,38	0,31	0,31	Розовато-бежевый	496	13
ЛН11 Fe^{3+} , геленит	0,39	0,35	0,23	Красно-кирпичный	596	24
Г2 Co^{2+} , гардистонит	0,29	0,3	0,41	Синий	480	10
А10 Cr^{3+} , анортит	0,36	0,41	0,23	Травянисто-зеленый	565	43

Таблица 4

Области применения синтезированных пигментов

Исходная структура	Полученная структура	Температура, °С	Область применения
Двухкальциевый силикат $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$	Волластонит $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$	1250	Надглазурные и подглазурные керамические краски, ангобы, объемное окрашивание керамических масс, отделочных материалов, сухих строительных смесей
	Диопсид $\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot 2\text{SiO}_2$	1200	
	Геленит $2\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$		
	Гардистонит $2\text{CaO}\cdot\text{ZnO}\cdot 2\text{SiO}_2$		
	Окорманит $2\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$		
	Анортит $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{SiO}_2$		
Сфен $\text{CaO}\cdot\text{TiO}_2\cdot\text{SiO}_2$			

нии оксида никеля 8–10 мас. %; оксида железа 10 мас. %. На рентгенограммах хромсодержащих диопсидовых пигментов наблюдаются небольшие рефлексы, характерные для Cr_2O_3 при концентрации оксида 5–10 мас. %, но их интенсивность значительно ниже, чем для волластонитовых хромсодержащих пигментов (рис. 4).

Для получения структуры анортита по реакции (8) двухкальциевый силикат подшихтовывали каолином просьяновским, а также оксидами алюминия и кремния.

Исследования показали, что структура анортита формируется при температуре 1200°C . Доминирующей кристаллической фазой является анортит, также присутствует муллит. Хромофоры оказывают минерализующее воздействие на синтез анортита. Интенсивность дифракционных максимумов анортита увеличивается, структура становится более упорядоченная по сравнению с пробой без хромофоров (рис. 5). Ионы Co^{2+} полностью встраиваются в кристаллическую решетку анортита. В железосодержащих пигментах при 0,3 моль (7,9 мас. %) идентифицируется оксид железа Fe_2O_3 .

Проведенные исследования показали, что фазовый состав пигментов, синтезированных на основе двухкальциевого силиката, неоднороден (табл. 2). Окраска многих пигментов формируется с участием дополнительных цветонесущих фаз – шпинелей и оксидов.

Количественный предел встраивания оксидов-хромофоров в синтезируемые структуры 7–10 мас. %, для геленитовой и волластонитовой структур предел растворимости Cr_2O_3 – 5 мас. %.

Цветовые характеристики некоторых пигментов, определенные методом спектрофотометрического анализа на спектрофотометре Cary 100 Scan, представлены в табл. 3.

В состав нефелинового шлама входит оксид железа в количестве 4,55 мас. %. Это сказывается на результирующей окраске пигментов, но при переходе к производным кристаллическим структурам двухкальциевый силикат (нефелиновый шлам) вводится в состав шихты в комбинации с чистыми реагентами и содержание Fe_2O_3 уменьшается.

Для синтезированных пигментов можно выделить следующие области применения (табл. 4).

Таким образом, на основе двухкальциевого силиката (нефелинового шлама) при относительно низкой температуре синтезированы пигменты различных кристаллических структур, широкой цветовой гаммы. Снижение затрат на производство пигментов за счет использования многотоннажных отходов производства позволит широко использовать их для объемного окрашивания грубой керамики, в том числе керамического кирпича.

Ключевые слова: двухкальциевый силикат, хромофоры, пигменты, объемное окрашивание.

Список литературы

1. Масленникова Г.Н., Пищ И.В. Керамические пигменты. М.: ООО РИФ «Стройматериалы». 2009. 224 с.
2. Погребенков В.М., Седельникова М.Б. Керамические пигменты на основе природных минералов // Стекло и керамика. 2002. № 12. С. 10–13.
3. Седельникова М.Б., Погребенков В.М., Кауцман Е.Я., Горбатенко В.В. Керамические пигменты для строительной керамики // Стекло и керамика. 2009. № 9. С. 3–6.
4. Шморгуненко Н.С., Корнев В.И. Комплексная переработка и использование отвальных шламов глиноземного производства. М.: Металлургия, 1982. 128 с.
5. Седельникова М.Б. Критерий использования природного минерального сырья для получения керамических пигментов // Техника и технология силикатов. 2011. Т. 18. № 1. С. 15–18.
6. Семченко Г.Д. Золь-гель-процессы в керамической технологии. Харьков. 1997. 144 с.
7. Седельникова М.Б., Погребенков В.М., Неволин В.М. Получение керамических пигментов на основе природного волластонита с использованием гелевого метода // Стекло и керамика. 2005. № 1. С. 25–27.

С.М. УСОВ, инженер-электрофизик (usov_sm@mail.ru), ЗАО «НЭВЗ-КЕРАМИКС»;
В.Г. ГОРШКОВ, инженер-механик (teplonasos@yandex.ru), ООО «ОКБ Теплосибмаш»
(Новосибирск)

Энергосберегающая технологическая линия для производства кирпича – источник тепловой энергии

Важнейшими задачами развития современного производства являются энергоэффективность и энергосбережение, экологическая безопасность, улучшение условий и повышение производительности труда, качества продукции. Повышение энергоэффективности и энергосбережения в производстве кирпича становится еще более актуальным в процессе вступления России в ВТО, позволяя повысить конкурентоспособность продукции.

Обилие задач обуславливает необходимость их комплексного решения. В данной работе представлен тепловой баланс технологической линии производства пустотелого кирпича годовой производительностью 30 млн шт. [1], а также показана эффективность глубокой утилизации (с использованием теплоты конденсации водяных паров) тепловой энергии отходящих газов для ее вторичного использования.

Пароглиняная смесь из установки сушки глины, описанной в [2], с температурой 100°C, пройдя измельчение и активацию, поступает в пресс специальной конструкции, где прессуется без перемешивания с воздухом. В процессе прессования пар конденсируется на поверхности частиц шихты. Сырец от пресса по теплоизолированным транспортерам поступает в конвективную зону сушки рекуперативной объемной сушильно-обжиговой печи (РОСО).

Сырец, прогретый по всему объему, обладает высокой способностью перемещения влаги к поверхности [3, 4]. Расчет длительности сушки сырца произведен по методике, описанной в [5, 6], проверенной в промышленных и лабораторных сушилках. Расчет длительности

термообработки изделий в зоне обжига произведен согласно методике, описанной в [7], и составляет 200 мин.

Печь с размерами корпуса 9×9×9 м (рис. 1) представляет собой объем, заполненный встречными потоками изделий, обменивающимися тепловой энергией. При этом происходит сушка и обжиг кирпича-сырца, а также остывание обожженного кирпича. Объем печи обеспечивает время прохождения сырца через конвективную зону сушки 115 мин, время прохождения изделий через зону лучистого теплообмена 200 мин, при производительности 30 млн шт. кирпича пустотелого в год.

Транспортеры печи выполнены в виде каркасов под изделия, соединенных между собой в замкнутые цепи, свисающие вниз. Загрузка и выгрузка производится в верхних каркасах транспортеров путем замещения обожженного кирпича сырцом. После загрузки или одновременно с загрузкой всех верхних каркасов происходит перемещение каркасов на один шаг. Сырец, продвигаясь вниз, проходит между воздушными потоками на боковых стенках, где происходит его сушка в горячих парах газовых потоков. Затем в зоне лучистого теплообмена изделия нагреваются до температуры спекания, после чего, поднимаясь вверх, отдают тепло встречным потокам нагреваемого сырца в зоне обжига посредством излучения, а в зоне сушки посредством конвекции.

Печь является самой энергетически насыщенной установкой, в которой объединены все тепловые потоки технологической линии. Поэтому тепловой баланс печи равен тепловому балансу технологической линии в целом. Установка сушки глины также включена в один из

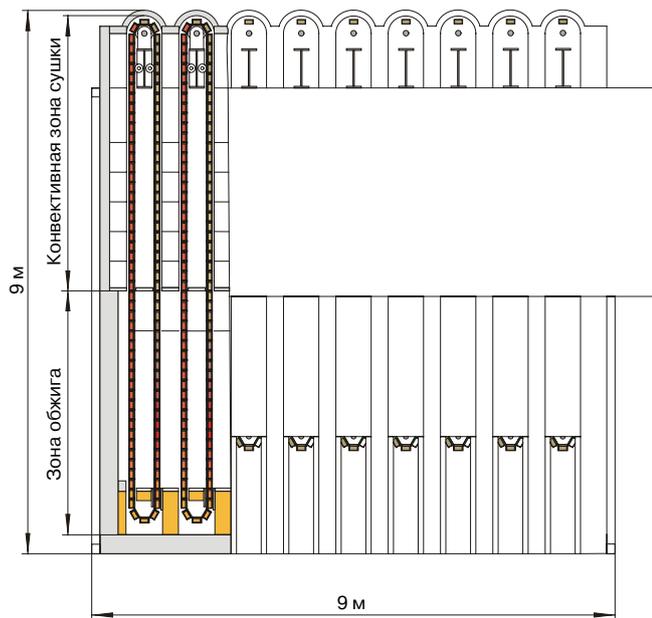


Рис. 1. Эскиз печи РОСО.

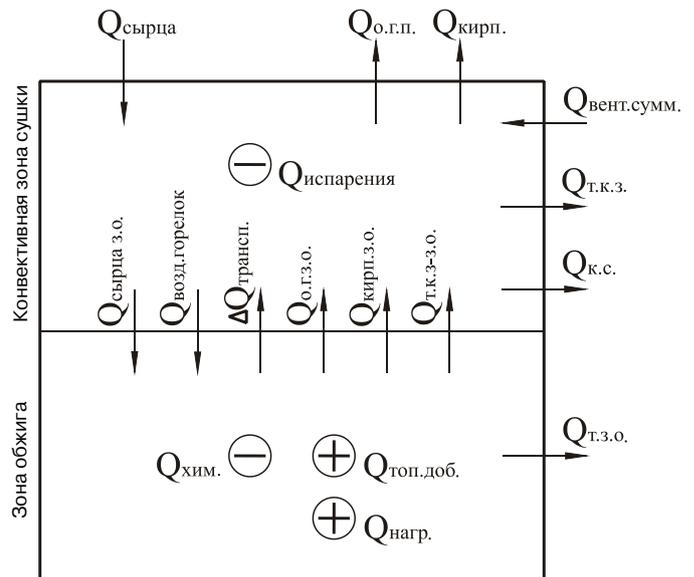


Рис. 2. Тепловые потоки объемной печи

¹ Графики сушки и обжига для глин разных месторождений необходимо проверять экспериментально.

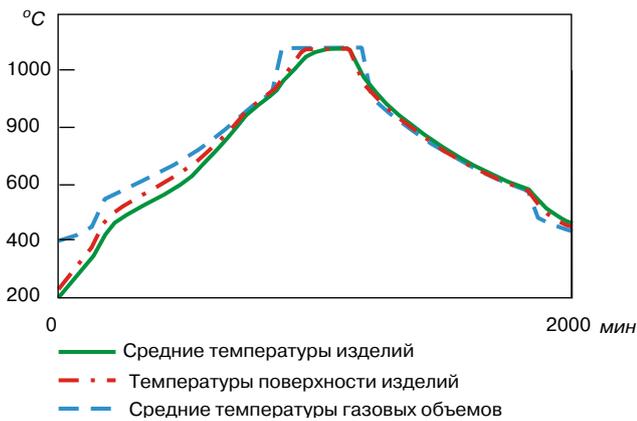


Рис. 3. Расчетные температуры изделий и смежных с ними газовых объемов в зоне обжига

контуров рекуперации (возвращения) тепловой энергии печи.

Загрузка в печь горячего сырца позволяет экономить тепловую энергию и получить высокую скорость удаления влаги из сырца с самого начала процесса сушки. При этом в зоне сушки печи РОСО появляется существенный избыток тепловой энергии. Это может приводить к неоправданным потерям тепловой энергии, разрушению сырца в процессе сушки, ухудшению условий труда вследствие высокой температуры готовых изделий. При излишках тепловой энергии в зоне сушки наиболее целесообразными способами снижения величины теплового баланса конвективной зоны являются направление тепловой энергии из конвективной зоны печи в установку сушки глины и нагрев воздуха для горелок.

Тепловая энергия для нагрева теплоносителя устройства сушки и воздуха для газовых горелок отбирается при помощи теплообменников из нижних ярусов конвективной зоны. Теплоноситель, поступающий из установки сушки, нагревается от 115,5 до 120°C. При этом из печи забирается 594 кДж/с тепловой энергии [3]. Воздух перед поступлением в горелки нагревается до 200°C, из конвективной зоны в зону обжига возвращается 138 кДж/с.

Таблица 1

Статьи теплового баланса	Обозначение	Значение, кДж/с
Тепло, вносимое кирпичом из зоны обжига в зону сушки	$Q_{\text{кирп.з.о.}}$	1132
Тепло, вносимое газами из зоны обжига в зону сушки	$Q_{\text{о.г.з.о.}}$	970
Тепло, вносимое транспортерами из зоны обжига в зону сушки	$\Delta Q_{\text{трансп.}}$	149
Тепло, вносимое сырцом от пресса в зону сушки	$Q_{\text{сырца}}$	420
Разогрев газов вентиляторами	$Q_{\text{вент. сум.}}$	60
Поток тепла в конвективную зону из зоны лучистого теплообмена через разделяющий теплоизолятор	$Q_{\text{т.к.з-з.о.}}$	2
Затраты тепла на испарение влаги из сырца в зоне сушки печи	$Q_{\text{исп.з.с.}}$	-677
Затраты тепла на испарение корректирующей воды в зоне сушки	$Q_{\text{исп.кор.воды}}$	-156
Тепло, уносимое кирпичом из зоны сушки	$Q_{\text{кирп.}}$	-234
Тепло, уносимое отходящими газами печи из зоны сушки	$Q_{\text{о.г.п.}}$	-286
Тепло, уносимое сырцом из зоны сушки в зону обжига	$Q_{\text{сырца з.о.}}$	-538
Тепло, отбираемое из зоны сушки печи для камеры сушки глины	$Q_{\text{к.с.}}$	-594
Тепло, отбираемое из зоны сушки для нагрева воздуха для горелок	$Q_{\text{возд. горелок}}$	-242
Потери тепла через теплоизоляцию конвективной зоны	$Q_{\text{т.к.з.}}$	-15
Энергетический баланс конвективной зоны (зоны сушки)	$\Delta Q_{\text{к.з.}}$	-9

² При незначительном содержании карбонатов в глине.

Сырц в нижнем ярусе зоны сушки нагревается до средней температуры $t_{\text{сырца з.о.}} = 200^\circ\text{C}$.

Задав среднюю температуру готового кирпича и отходящих газов $t_{\text{кирп.}} = t_{\text{о.г.п.}} = 100^\circ\text{C}$, мы имеем все исходные данные для расчета теплового баланса конвективной зоны печи.

На рис. 2. показаны направления энергетических потоков печи.

Тепловой поток через теплоизоляцию конвективной зоны рассчитан для материала с теплопроводностью $\lambda_{\text{т.к.з.}} = 0,04 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$. Тепловой поток от действия вентиляторов рассчитан для суммарной полезной мощности $P_{\text{вент. сум.}} = 60 \text{ кВт}$.

Масса пустотелого абсолютно сухого сырца $G_{\text{сырца а.с.}} = 3,2 \text{ кг}$; масса кирпича обожженного $G_{\text{кирп.}} = 2,8 \text{ кг}$; разница соответствует потере массы при прокаливании ППП = 12,5%, содержание Al_2O_3 в глине $A = 12,5\%$ [8]. Начальная масса сырца $G_{\text{сырца}} (8,5\%) = 3,5 \text{ кг}$. Начальная потеря массы сырца определяется испарением влаги при сушке. Потеря массы при прокаливании и затраты $Q_{\text{хим.}}$ определяются дегидратацией глинистых минералов.

В тепловом потоке с отходящими газами из зоны обжига $Q_{\text{о.г.з.о.}}$ учтены потоки газов от горения топлива горелок и топлива запрессованного в сырц, дегидратации глинистых минералов в зоне обжига, а в тепловом потоке отходящих газов печи $Q_{\text{о.г.п.}}$ еще и поток пара от сушки сырца в конвективной зоне. Для расчета состава продуктов горения использована методика, представленная в [9].

При расчете тепла, вносимого транспортерами $\Delta Q_{\text{трансп.}}$ температура каркасов принималась равной температуре поверхности изделий. Масса каркасов транспортеров 1 кг/кирпич.

Средняя температура кирпича, поступающего из зоны обжига в зону сушки $t_{\text{сырца з.о.}}$, температура поверхности изделий, средняя температура отходящих газов зоны обжига $t_{\text{о.г.з.о.}}$ определяются из графиков расчета теплообмена в зоне обжига, показанного на рис. 3, выполненного согласно методике, описанной в [7].

Крайние левые и крайние правые части графиков соответствуют температуре верхних изделий и газовых объемов зоны обжига. Крайней правой части средней температуры соответствуют изделия с температурой

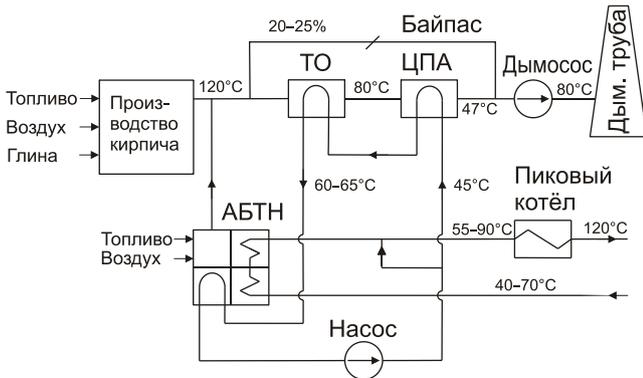


Рис. 4. Принципиальная схема глубокой утилизации теплоты отходящих газов при помощи теплового насоса

$t_{\text{кирп з.о.}} = 460^{\circ}\text{C}$, переходящие из зоны обжига в зону сушки. Температуру $t_{\text{о.г.з.о.}} = 420^{\circ}\text{C}$ находят как среднее арифметическое температуры верхних газовых объемов, т. е. левой и правой частей графика средней температуры газовых объемов.

В табл. 1 сведены значения тепловых потоков конвективной зоны с учетом их знаков в соответствии с рис. 2. Сложив эти значения, получаем величину теплового баланса конвективной зоны.

Тепловой баланс конвективной зоны $\Delta Q_{\text{к.з.}}$ является поправкой к тепловому балансу печи, вычисленному из исходных данных, и является величиной управляемой. Тепловой баланс конвективной зоны сравнительно мал по отношению к основным тепловым потокам. Это достигнуто, дополнительно к отбору тепловой энергии, подачей в нижний воздуховод конвективной зоны корректирующей воды в количестве 0,06 кг/с для испарения. При уменьшении $\Delta Q_{\text{к.з.}}$ за счет перехода тепловой энергии в скрытую теплоту водяного пара происходит снижение температуры отходящих газов, а следовательно, и готовых изделий, при этом смягчается начальный этап сушки сырца. При отрицательном $\Delta Q_{\text{к.з.}}$ температура отходящих газов становится меньше 100°C .

Суммарные затраты тепловой энергии в технологической линии за вычетом теплоты, создаваемой вентиляторами конвективной зоны, восполняются за счет нагревателей печи и за счет выгорания топливной добавки, запрессованной в сырце.

При расчете теплового баланса печи использованы значения: средняя теплопроводность теплоизолятора зоны обжига $\lambda_{\text{т.з.о.}} = 0,17 \text{ Вт/(м}\cdot\text{C)}$; коэффициент избытка воздуха для горения топлива $\alpha = 1,3$.

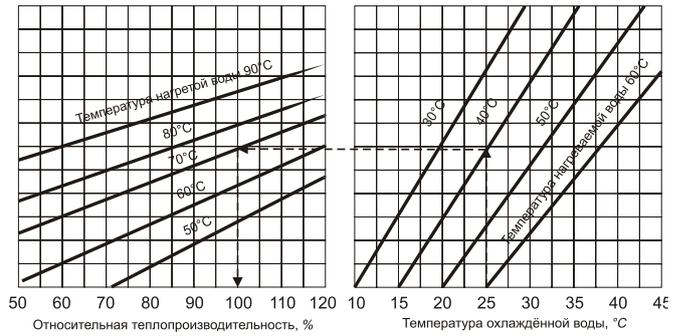


Рис. 5. Зависимость относительной теплопроизводительности абсорбционного бромисто-литиевого теплового насоса от параметров охлажденной, нагреваемой и нагретой воды

В табл. 2 сведены значения внешних тепловых потоков печи с учетом их знаков в соответствии с рис. 2. Сложив эти значения, получаем величину теплового баланса печи, т. е. технологической линии в целом.

При использовании в качестве топлива в туннельной печи природного газа и сушке сырца в сушиле смесью горячего воздуха и дымовых газов для линии пластического формования расход тепла составляет 6155 кДж/шт. пустотелого кирпича [8].

Для рассматриваемой энергоэффективной линии расход тепла составляет 2453 кДж/с или 2453 кДж/шт. пустотелого кирпича, что существенно ниже вышеприведенных примеров в [8].

Особенностью данной линии является высокое содержание паров воды в отходящих газах печи.

Включение в производственный комплекс теплоутилизационного оборудования (рис. 4): поверхностного теплообменника ТО для отбора физической теплоты сбросных продуктов сжигания топлива (дымовых газов); контактного циклонно-пенного теплообменника аппарата (ЦПА) для глубокой утилизации теплоты дымовых газов, включая теплоту конденсации водяных паров [10], и экологически безопасного бромисто-литиевого теплового насоса с огневым обогревом АБТН-Т [11, 12] позволяет очистить дымовые газы и получить дешевую тепловую энергию для теплообеспечения кирпичного завода и соответствующей инфраструктуры.

Глубокая утилизация теплоты отходящих газов – это процесс возвращения тепловой энергии, включая теплоту конденсации водяных паров, для повторного использования. Влажные дымовые газы поступают в по-

Таблица 2

Наименование статей	Обозначение	Значение, кДж /с
Потери тепла через теплоизоляцию зоны обжига	$Q_{\text{т.з.о.}}$	83
Потери тепла через теплоизоляцию конвективной зоны	$Q_{\text{т.к.з.}}$	15
Затраты тепла на испарение влаги в зоне сушки печи	$Q_{\text{исп.з.с.}}$	833
Затраты тепла на химические реакции в зоне обжига печи	$Q_{\text{хим.}}$	837
Тепло, уносимое кирпичом из зоны сушки	$Q_{\text{кирп.}}$	234
Тепло, уносимое отходящими газами печи из зоны сушки	$Q_{\text{о.г.п.}}$	286
Тепло, отбираемое из зоны сушки печи для камеры сушки глины	$Q_{\text{к.с.}}$	594
Тепло, вносимое сырцом в зону сушки	$Q_{\text{сырца}}$	-420
Энергетический баланс конвективной зоны (зоны сушки)	$\Delta Q_{\text{к.з.}}$	-9
Суммарные затраты тепловой энергии в технологической линии	$Q_{\text{линии}}$	2453
Теплота, утилизируемая из уходящих газов (парогазовая смесь – вторичный энергоресурс)	$Q_{\text{утилизации}}$	2077
Невозвратные потери тепла в технологической линии	$Q_{\text{потерь}}$	376

верхностный теплообменник ТО с оребренными теплообменными трубками со стороны дымовых газов и после охлаждения направляются в циклонно-пенный аппарат, где происходит их очистка, охлаждение, конденсация из них водяных паров и нагрев промежуточного теплоносителя (воды). Затем для повышения температуры промежуточный теплоноситель поступает в поверхностный теплообменник ТО, в котором происходит противоточное движение теплоносителя и дымовых газов. Часть промежуточного теплоносителя, равная количеству конденсата, образующегося при конденсации водяных паров из отходящих газов, после деаэрации (на схеме не показана) направляется на подпитку теплосети. Перед поступлением в теплообменник ТО отходящие газы печи смешиваются с отходящими газами из греющей топки теплового насоса. Часть горячих газов (20–25%) проходит на всасывающую сторону дымососа через байпас, минуя ТО и ЦПА, смешиваются с охлажденными и осушенными газами из ЦПА и подогревает их. Температура и влажность смеси газов позволяют исключить конденсацию влаги на стенках дымовой трубы.

Без применения теплового насоса конденсация водяного пара из отходящих газов начинается при температуре около 80°C и ниже, т. е. при противоточном движении относительно газов теплоноситель (вода) нагревается в ТО до 60–65°C.

При низкой температуре наружного воздуха температура обратной сетевой воды после системы отопления достигает 70°C. Поэтому при охлаждении отходящих газов сетевой водой конденсации водяных паров не происходит. Для эффективного отбора теплоты конденсации водяных паров отходящие газы должны быть охлаждены до температуры не выше 50–55°C. Следовательно, для эффективного отбора тепловой энергии от промежуточного теплоносителя и нагрева обратной сетевой воды необходим тепловой насос (рис. 4). При положительной температуре наружного воздуха в соответствии с отопительным температурным графиком в отопительную сеть подается вода с температурой 45–55°C. Поэтому, для нагрева до этой температуры промежуточный теплоноситель охлаждается тепловым насосом до температуры 25–30°C (рис. 5). При этом тепловая мощность теплового насоса около 120% от номинальной. При температуре наружного воздуха -28°C температура прямой сетевой воды должна быть 95°C, при этом промежуточный теплоноситель охлаждается до 55°C. Абсорбционный бромистно-литиевый тепловой насос АБТН-3000Т [13], выбранный для отвода 2077 кДж/с (кВт), обеспечивает нагрев сетевой воды отопления до 95°C при 100% тепловой мощности. Следовательно, в интервале температуры наружного воздуха +10 – -28°C тепловой насос полностью заменяет водогрейный котел.

Приведем пример. При температуре наружного воздуха -15°C согласно температурному графику отопления температура воды должна быть на подаче 79°C, на «обратке» -60°C. Тепловой насос АБТН-3000Т, работая в этом тепловом режиме со 125% теплопроизводительностью, нагревает воду от 60 до 79°C, охлаждая промежуточный теплоноситель до 45°C. Соответственно отходящие газы охлаждаются в ЦПА до 47°C, что гораздо ниже температуры конденсации водяных паров.

При этом в испаритель теплового насоса от промежуточного теплоносителя поступает 2077 кДж/с. Для работы теплового насоса АБТН-3000Т в этом тепловом режиме затрачивается 4543 кДж/с энергии сжигания топлива. Эта энергия также поступает в систему теплоснабжения. В результате 2077 кДж/с + 4543 кДж/с = 6620 кДж/с, или 6620 кВт.

Для сравнения, водогрейный котел ДЕВ-10-14ГМ-0 (Е-10-1,4ГМ Бийского котельного завода) имеет тепловую мощность 6,9 МВт (КПД 92%) и потребляет при

этом 706 нм³/ч природного газа. Для получения 6,62 МВт тепловой энергии этот котел будет потреблять 677,35 нм³/ч. В АБТН-3000Т для получения такой же тепловой мощности затрачивается 465 нм³/ч газового топлива. Экономия топлива составляет 212,35 нм³/ч, или 31,35%. При меньших тепловых нагрузках экономия топлива будет выше и может достигнуть 43%.

При температуре наружного воздуха ниже -28°C возникает необходимость подогрева подаваемой воды выше 95°C. Этого можно достичь снижением тепловой мощности АБТН-3000Т. Для получения необходимой потребителю тепловой мощности и дальнейшего повышения температуры в этом случае последовательно с АБТН-3000Т включается пиковый котел-подогреватель сетевой воды.

Вывод. Данная технологическая линия не только решает важные задачи повышения энергоэффективности современного производства, но и помогает создать инфраструктуру предприятия.

Список литературы

1. *Усов С.М.* Способ изготовления кирпича полусухого прессования, технологическая линия для его производства и пресс для этой линии. А.с. № 2348590 РФ // Оpubл. 10.03.2009 Б.И. №7. С. 949.
2. *Усов С.М.* Основные параметры энергосберегающей установки для сушки глины // Строительные материалы. 2011. № 4. С. 25–27.
3. *Лыков А.В.* Теория сушки. М.: Энергия, 1968. 472 с.
4. *Роговой М.И.* Теплотехническое оборудование керамических заводов. М.: Стройиздат, 1983. 364 с.
5. *Зотов С.Н.* Исследование процессов скоростной сушки керамических изделий с целью создания методики инженерного расчета режимов сушки. Автореферат дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук. М.: Государственный научный институт стекла, 1977. 22 с.
6. *Зотов С.Н., Белопольский М.С.* Режимы сушки плиток, изготовленных методом полусухого прессования // Стекло и керамика. 1975. № 2.
7. *Усов С.М.* Методика расчета теплообмена в зоне обжига объемной печи // Строительные материалы. 2010. № 12. С. 41–43.
8. Инструкция по нормированию расхода топлива и электрической энергии при производстве кирпича, керамических камней и дренажных труб. М.: Министерство промышленности строительных материалов СССР. Государственный всесоюзный научно-исследовательский институт строительных материалов и конструкций ВНИИстром им. П.П. Будникова, 1979. 101 с.
9. Справочник по производству строительной керамики / Под. ред. М.О. Юшкевича Т.1. М.: Госстройиздат, 1961. 464 с.
10. *Богатых С.А.* Циклонно-пенные аппараты. Л.: Машиностроение, 1978. 224 с.
11. *Бараненко А.В., Тимофеевский Л.С., Долотов А.Г., Попов А.В.* Абсорбционные преобразователи теплоты. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий, 2005. 338 с.
12. *Горшков В.Г.* Тепловые насосы. Аналитический обзор. // Справочник промышленного оборудования. Журнал для специалистов. 2004. №2. С. 47–80.
13. *Горшков В.Г., Мухин Д.Г.* Абсорбционные бромистолитиевые тепловые насосы и некоторые технологии их применения для утилизации сбросной теплоты. Тезисы докладов на конференции «Теплонасосные технологии в Украине. Состояние и перспективы внедрения», Киев, 23–25 мая 2012 г.

УДК 666.3

А.М. САЛАХОВ, канд. техн. наук, Л.Р. ТАГИРОВ, д-р физ.-мат. наук, НПП «Клинкерная керамика КФУ»; В.П. МОРОЗОВ, д-р геол.-мин. наук, Казанский Федеральный Университет; Р.Р. КАБИРОВ, генеральный директор, ОАО «Алексеевская керамика»; Р.А. САЛАХОВА, канд. техн. наук, Волжско-Камский филиал ЗАО «ВНИИСТРОМ им. Петра Петровича Будникова»; Г.Р. ФАСЕЕВА, магистр техники и технологии, Казанский национальный технологический университет (Казань)

Керамика с высоким содержанием силикатов кальция

Изучение образцов средневековой керамики [1], найденных на территории ряда регионов Республики Татарстан, – сосудов XI в., водопроводных труб XIV в., керамического кирпича XVII в. показало, что в минеральном составе изделий значительную долю занимают силикаты кальция. Несмотря на многолетнюю эксплуатацию, материалы прекрасно сохранились до наших дней, при этом твердость некоторых сосудов по шкале Мооса составляет 7. Отметим, что среди кристаллических новообразований в исследуемых образцах муллит не обнаружен. Эти обстоятельства послужили одним из оснований для исследования возможности и целесообразности получения керамики с высоким содержанием силикатов кальция.

В качестве исходного материала для получения керамики на основе силикатов кальция была использована глина Салмановского месторождения Республики Татарстан. Ее химический и минеральный состав приведен в табл. 1, 2.

В течение ряда лет эта глина успешно применяется на заводе ОАО «Алексеевская керамика» в качестве добавки для производства ли-

цевого кирпича. Наличие карбонатов в сырье при соответствующих режимах обжига позволяет производить кирпич широкой цветовой гаммы с хорошими прочностными и теплоизоляционными характеристиками [2].

Рентгенографические исследования образцов из обожженной при температуре 1100°C глины Салмановского месторождения свидетельствуют о твердофазном механизме спекания ввиду отсутствия аморфного гало. Расшифровка дифрактограммы позволила идентифицировать следующие минералы (табл. 3).

Электронно-микроскопические исследования (рис. 1) выявили слоистую структуру без признаков оплавления, что подтверждает тезис о твердофазном механизме спекания. Слои состоят из дисков площадью 1–2 мкм² толщиной в несколько десятков нанометров. Рентгеновские энергодисперсионные спектры различных фрагментов исследуемого образца показывают, что процентное соотношение атомов кремния и кальция одинаковое и составляет 11–12%.

Микроструктура образцов (рис. 2) существенно меняется при добавле-

нии в глину Салмановского месторождения аморфного кремнезема.

Мы полагаем, что изменение структуры связано в первую очередь с изменением соотношения атомов кальция и кремния. На макроскопической площадке в 5 мм² процентное содержание атомов кальция и кремния соответственно составляет 7,3 и 19,3%. Исходя из различного соотношения атомов кремния и кальция в процессе обжига формируются различные силикаты кальция.

Минеральный состав и микроструктура образцов меняются незначительно при замене в сырьевой смеси аморфного кремнезема на диатомит.

С помощью рентгеновского дифрактометра XRD–7000S (Shimadzu) в комплекте с высокотемпературной приставкой было установлено, что при обжиге композиции глины Салмановского месторождения с аморфным кремнеземом новообразования – силикаты кальция начинают формироваться уже при температуре 800°C.

Исследование термических характеристик (рис. 3) прибором синхронного термического анализа STA 449 F3 JUPITER сырьевых компози-

Таблица 1

Химический состав глины Салмановского месторождения (массовая доля компонентов в % на абсолютно сухую навеску)

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	ППП
37,14	0,62	13,42	4,46	0,05	19,86	1,6	0,29	2,1	0,11	20,11

Таблица 2

Минеральный состав глины Салмановского месторождения

Минерал	Массовая доля, %
Разбухающий монтмориллонит – гидрослюдистый минерал	33
Гидрослюда	10
Каолинит + хлорит	11
Кальцит	28±4
Кварц	10±2
Арагонит	4±1
Гипс	2±1
Полевые шпаты	2±1

Таблица 3

Расшифровка минералов керамики из глины Салмановского месторождения (d – межплоскостное расстояние в ангстремах)

d, Å	Минерал	d, Å	Минерал	d, Å	Минерал
7,748	Волластонит	3,363	Кварц	2,812	Волластонит
5,504	Геленит	3,328	Волластонит	2,743	Геленит
5,102	Геленит	3,254	Волластонит	2,567	Волластонит
4,349	Геленит	3,087	Геленит	2,482	Волластонит
3,86	Волластонит	2,99	Волластонит	2,453	Геленит
3,735	Геленит	2,866	Геленит	2,414	Геленит
3,528	Волластонит				

ций глины Салмановского месторождения с аморфным кремнеземом, диатомитом и глиной Алексеевского месторождения показали, что эндотермический пик, соответствующий формированию кристаллических новообразований, во всех трех случаях происходит при температуре 907°C.

Потеря веса и величина эндотермического эффекта возрастают в рассматриваемых сырьевых композициях с увеличением доли глины Салмановского месторождения, содержащей карбонаты.

Подобное поведение образцов при обжиге характерно не только для глины Салмановского месторождения. При модификации аморфным кремнеземом (2%) глины Ключищинского месторождения РТ, содержащей около 10% карбонатов, в процессе обжига тоже формируются силикаты кальция.

Для экспериментов была использована глина Ключищенского месторождения Республики Татарстан, модифицированная трепелом Ново-Айбесиновского месторождения Республики Чувашия, который, как известно [3], отличается повышенным содержанием карбонатов. Электронно-микроскопические исследования трепела (рис. 4) демонстрируют высокую дисперсность упомянутых карбонатов. Карбонаты в процессе обжига диссоциируют и вступают во взаимодействие с аморфным кремнеземом, образуя различные силикаты кальция.

Для эксперимента в вакуумном экструдере были сформованы об-

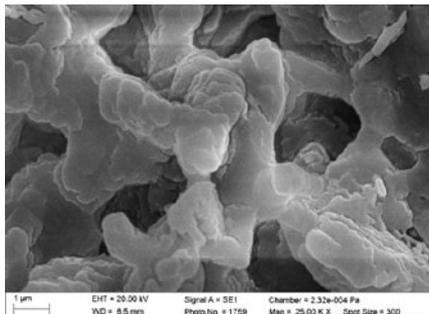


Рис. 1. РЭМ изображение образцов из глины Салмановского месторождения. Обжиг при температуре 1100°C

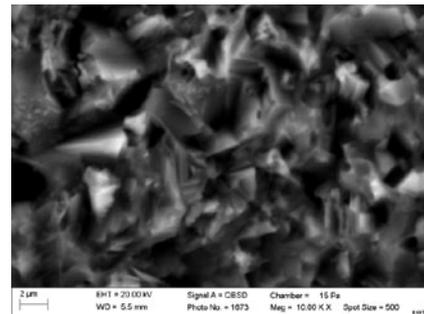


Рис. 2. РЭМ изображение образцов из композиции глины Салмановского месторождения с аморфным кремнеземом. Обжиг при 1100°C

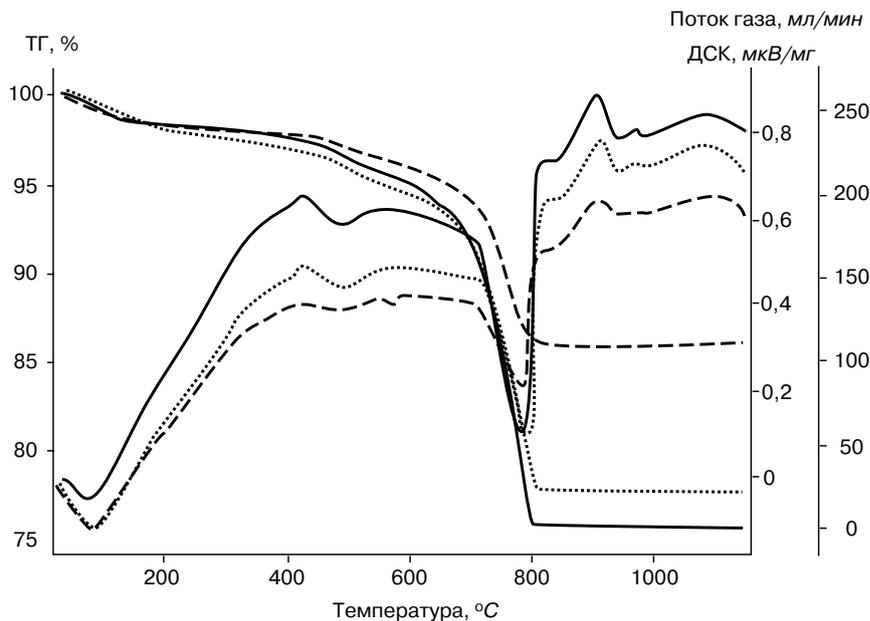


Рис. 3. Диаграммы потери массы, экзо- и эндозффектов различных композиций при обжиге: — глина Салмановского месторождения + аморфный кремнезем; — глина Салмановского месторождения + диатомит; --- — глины Салмановского и Алексеевского месторождений

Таблица 4

Физико-механические характеристики обожженных образцов

Температура обжига, °С / время выдержки, ч	Обжиговая усадка, %	Прочность при сжатии, МПа	Плотность, г/см ³
Суглинок Ключищинского месторождения			
1000/1	7,8	16,7	1,77
1000/3	7,9	16,8	1,79
1000/6	8	20,5	1,79
1050/1	8,2	21,5	1,8
1050/3	8,5	23,4	1,81
1050/6	8,5	29,9	1,84
Суглинок Ключищинского месторождения+30% ново-айбесиновского трепела			
1000/1	7,6	26,5	1,69
1000/3	7,7	31,3	1,69
1000/6	7,9	32,8	1,64
1050/1	8	31,2	1,66
1050/3	8,1	33,8	1,69
1050/6	7,9	37,5	1,7

Таблица 5

Расшифровка минералов керамических образцов из глины Ключищинского месторождения

d, Å	Минерал	d, Å	Минерал	d, Å	Минерал
4,272	Кварц	3,677	Плагиоклаз	2,697	Гематит
4,102	Плагиоклаз	3,353	Кварц	2,519	Гематит
3,776	Плагиоклаз	3,218	Плагиоклаз	2,463	Кварц

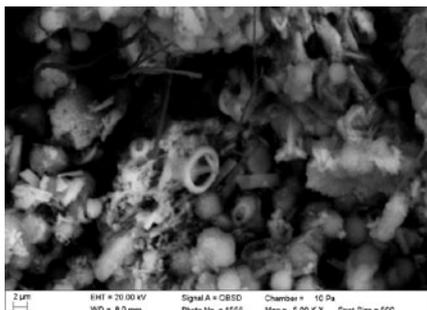


Рис. 4. РЭМ изображение трепела Ново-Айбесиновского месторождения

разцы размером 128×29×18 мм. Обжиг производили в муфельной печи, скорость набора температуры составила 2°С/мин, время выдержки при максимальной температуре 1, 3 и 6 ч. Результаты приведены в табл. 4.

Рентгенографические исследования показывают, что при обжиге глины Ключищинского месторождения образуются следующие фазы (табл. 5).

При обжиге композиции глины Ключищинского месторождения с трепелом Ново-Айбесиновского месторождения карбонаты в процессе обжига диссоциируют и вступают во взаимодействие с аморфным кремнеземом, образуя различные силикаты кальция при температуре ниже 950°С.

Таким образом, результаты исследований показали, что керамические стеновые материалы с высоким содержанием силикатов кальция могут быть получены при температуре обжига на 100°С ниже традиционно используемых в технологии строительной керамики, что позволяет снизить энергоемкость производства. Опыт производства таких материалов на заводе ОАО «Алексеевская керамика» доказывает, что керамические материалы с высоким содержанием силикатов кальция имеют такие же высокие физико-технические характеристики, как у керамических материалов с кристаллическими новообразованиями в виде муллита.

Ключевые слова: керамические материалы, силикаты кальция, кристаллические новообразования, прочность, энергоэффективность.

Список литературы

1. Салахов А.М., Туктарова Г.Р., Морозов В.П. Загадки керамических сфероносов // Стекло и керамика. 2006. № 7. С. 25–28.
2. Салахов А.М., Кабиров Р.Р., Салахова Р.А., Нефедьев Е.С., Ильичева О.М. ОАО «Алексеевская керамика» на инновационном пути создания высокотехнологического производства // Строительные материалы. 2010. № 12. С. 16–19.
3. Ашмарин Г.Д., Ласточкин В.Г., Илюхин В.В., Минаков А.Г., Татьяначиков А.В. Инновационные технологии высокоэффективных керамических строительных изделий на основе кремнистых пород // Строительные материалы. 2011. № 7. С. 28–30.

Protectosil® WS 808

Водоотталкивающие защитные свойства для керамических изделий. Глубокое проникновение. Длительный эффект.

ООО "Эвоник Химия"
ул.Земляной Вал, 50А/8, стр.2
109028/Москва
Россия
protectosil@evonik.com
www.protectosil.com

Evonik. Power to create.

Реклама



skamol

МЫ В РОССИИ

WE ARE IN RUSSIA

МИРОВОЙ ЛИДЕР

В ОБЛАСТИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ УЛЬТРАЛЕГКОВОЕСНОЙ ИЗОЛЯЦИИ
НА ОСНОВЕ ДИАТОМИТА, СИЛИКАТА КАЛЬЦИЯ И ВЕРМИКУЛИТА

ООО «Скамол Рус»

433031, Ульяновская область, г. Инза, ул. Чернышевского, 5

Тел./факс: +7 (84241) 27-595, E-mail: info@skamol.ru

WWW.SKAMOL.RU

А.Н. ЛИВАДА, генеральный директор группы компаний «ФОН» (Республика Татарстан)

Инновационные технологии в производстве керамических изделий на кирпичном заводе «Ключищинская керамика»

В связи с реализацией национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России» импульс развития получили не только правовая и нормативно-техническая база, финансовые механизмы, но и материальная база строительства – промышленность строительных материалов. Учитывая, что на государственном уровне приоритет отдается индивидуальному жилищному строительству, доля которого из года в год увеличивается, особую актуальность приобретает выпуск экологичных, энергоэффективных долговечных строительных материалов, использование которых не требует сложной техники и грузоподъемных механизмов. Это одна из причин активного роста подотрасли штучных стеновых материалов, из которых керамические стеновые материалы обладают лучшим комплексом технико-экономических и эксплуатационных свойств.

Применение керамических материалов для возведения стен обеспечивает сочетание долговечности, высоких теплозащитных свойств, оптимального влажностного режима ограждающих конструкций, и соответственно, высокие качественные характеристики микроклимата в помещениях. Многовековая история строительства и эксплуатации зданий из керамического кирпича в Европе и Азии со всей очевидностью это подтверждает. Строители России также всегда высоко ценили преимущества керамических материалов, а производители – неустанно работали над их совершенствованием.

Филиал ЗАО «ФОН» – завод «Ключищинская керамика» (г. Казань) является одним из ведущих в производстве стеновой керамики в Республике Татарстан. Стратегической линией развития предприятия является внедрение инновационных технологий как в процессы производства керамических материалов, так и в процессы управления производством.

В настоящей работе проведен анализ внедренных инноваций и выделены дальнейшие пути развития производства в направлении улучшения качества производимой продукции и получения материалов с улучшенными теплотехническими свойствами.

Одним из самых перспективных видов стеновой керамики являются пустотело-поризованные изделия, которые используются в качестве конструкционно-теплоизоляционного материала.

Для получения керамических материалов, сочетающих высокие прочностные и теплофизические свойства, на предприятии «Ключищинская керамика» были проведены комплексные исследования с целью определения оптимального режима сушки и обжига, влияния состава и дисперсности шихты на свойства продукции.

Сырьем для производства керамических изделий являются малощелочные полиминеральные краснойжгущиеся глины Ключищинского месторождения, которые считались условно пригодными для производства керамического кирпича, и глинистый мергель Северо-Салмановского месторождения, который ранее исключался из запасов сырья ввиду большого содержания карбонатов.

В результате проведенных исследований удалось обеспечить стабильность качества лицевого кирпича и поризованного камня. Например, исследование динамики статистических параметров процесса производства за первые три года работы завода показало снижение коэффициента вариации предела прочности при сжатии с 25% до 5%. Такого результата удалось достичь за счет усреднения глин и стабилизации технологического режима.

С целью создания керамических энергоэффективных материалов были проведены исследования влияния добавок органического и неорганического происхождения на прочностные и теплофизические свойства изделий. Добавки органического происхождения (древесные опилки, отходы бумажного производства) способствуют поризации изделия на первой стадии разогрева печи (зона подготовки), минеральные добавки (золы ТЭЦ, отходы угледобычи и углеобогащения) способствуют дополнительной поризации и переводу окислительной газовой среды в восстановительную. В исследованных глинах содержится до 5% оксида железа. В восстановительной среде малоактивный оксид железа (III) переходит в форму оксида железа (II), более легкоплавкую и обладающую большой реакционной способностью. Быстрая диффузия ионов двухвалентного железа в обезвоженные остатки глинистых минералов приводит к разрушению последних, т. е. к аморфизации, таким образом, создавая условия для более раннего протекания реакций в твердой фазе и возникновения новых фаз (полевые шпаты, гематит, аморфная фаза и др.).

В результате проведенных исследований с добавками органического происхождения установлено, что оптимальное сочетание прочностных и теплофизических свойств керамики достигается за счет более тонкого измельчения глинистого сырья и при размере частиц выгорающих добавок не более 1 мм.

В качестве минеральной добавки рассматривались тонкоизмельченные отходы углеобогащения Коркинского разреза, которые представляют собой аргиллиты с содержанием Al_2O_3 в количестве 24% и содержанием углерода до 20%. Опыты показали, что введение в шихту всего 5 мас. % добавки позволяет снизить температуру обжига на 40–50°C и повысить прочность пустотело-поризованных изделий до 11 МПа при плотности 0,72 г/см³. Такие свойства дают возможность возводить стены жилых зданий полностью из пустотело-поризованной керамики и облицовочного кирпича.

Немаловажной составляющей успешного решения задачи повышения качества строительных материалов при одновременном снижении материальных и энергетических затрат является применение современной техники и инновационных технологий в производстве. В этом направлении проводятся исследования по разработке промышленной технологии производства микросфер с плотностью около 0,2 г/см³ с достаточной прочностью, позволяющей производить смешение и переработку глиняных масс без их разрушения.

Полюе стеклокристаллические алюмосиликатные микросферы размером от 20–500 мкм можно получить из природного минерального сырья (пески, трепелы, диатомиты и др.) путем мокрого помола и обжига получаемых при распылении шлама микрокапель в высокотемпературном пламени плазменной горелки. Введение микросфер в состав глины позволит снизить массу изделий, улучшить их теплоизоляционные характеристики, улучшить сушильные свойства в производстве и снизить расход топлива на обжиг. Проведенные опыты показывают, что возможно получение керамических стеновых материалов плотностью 600–700 кг/м³ при прочности до 10 МПа.

Проведенные исследования позволяют прогнозировать получение высокоэффективных керамических стеновых материалов из повсеместно распространенного глинистого сырья и техногенных отходов, а также зольных микросфер, образующихся при сжигании твердого топлива на тепловых электростанциях.

В настоящее время важнейшей задачей керамической промышленности является существенное увеличение объемов, повышение качества и расширение номенклатуры изделий, а также всемерное повышение эффективности производства с целью снижения энергозатрат и цены на продукцию. Владельцам и руководителям предприятий пришло понимание важности правильно разработанной технологии, ее неукоснительного соблюдения и, конечно же, глубокой переработки сырья, которое раньше называли малоценными сулинками.

Обеспечение стабильного качества невозможно без применения современных инновационных технологий в управлении производством. Современные информационные технологии на заводе «Ключищинская керамика» обеспечивают надлежащий контроль и в автоматическом режиме осуществляют действия, поддерживающие данный режим. Руководитель производства больше не нуждается в посредниках, составляющих для него отчеты, он сам постоянно получает информацию о работе экструдера, о влажности воздуха в сушилах, о возможных блокировках на линии и т. д. Каждый из специалистов предприятия имеет строго определенный и достаточный уровень доступности к программе управления предприятием.

В настоящее время накоплено достаточно знаний и практического опыта, чтобы отказаться от традиционных технологий, основанных на грубодисперсных композициях, и перейти к инновационным технологиям, позволяющим производить энергоэффективные изделия на основе тонкоизмельченных масс.

На заводе предусмотрена тщательная глиноподготовка с высокой степенью гомогенизации керамическо-

го сырья. Для окончательного выравнивания характеристик сырья предусмотрен шихтозапасник с объемом, позволяющим выдерживать шихту не менее 10 суток.

В процессе сушки продолжается структурообразование изделий и для этого необходимо четкое соблюдение заданных термодинамических условий. Гибкая регулировка температуры и объема теплоносителя, подаваемого в каждую зону, дает возможность адаптировать режим сушки к свойствам сырья, что позволило снизить температуру сушки до 40–45°C и привело к снижению расхода газа до 1,66 МДж/кг обожженной продукции.

Регулировка и поддержание заданного режима сушки производятся через систему программного логического контроля.

Наиболее интенсивное воздействие на керамическую массу оказывается в процессе обжига, являющегося заключительной и важнейшей стадией керамического производства. Также обжиг является наиболее энергоемким процессом, определяющим удельный расход энергетических ресурсов на единицу продукции.

Туннельная печь оснащена современными высокоскоростными горелками и системой перемешивания воздуха. В горелках предусмотрена подача дополнительного воздуха, предназначенного для непрерывного охлаждения всей конструкции горелки, в особенности ее сопловой части. Воздух охлаждения не выходит в рабочее пространство печи, а используется для наддува полости амбразуры, после чего удаляется наружу. Для полного окисления горючего газа используется воздух, находящийся в избытке в рабочем пространстве печи. Так как температура воздуха печи составляет 900–1000°C, то этим достигается большая экономия топлива, увеличивается ресурс работы горелок и позволяет полностью исключить выброс газов из зоны обжига в рабочую зону.

Отлаженный технологический процесс, высокая ответственность и дисциплина всего персонала завода «Ключищинская керамика», постоянный контроль на всех производственных этапах за работой оборудования позволяют выпускать качественную, конкурентноспособную, пользующуюся большим спросом у покупателей продукцию.

Применение продукции завода «Ключищинская керамика» в строительстве позволяет собственникам жилья получить сочетание оптимальной цены и надежности, гарантированную пожарную безопасность, долговечность, привлекательный и солидный внешний вид зданий современного дизайна. Сотрудники завода и их коллеги строители убеждены, что будущее за керамическим домостроением.

Ключевые слова: строительные керамические материалы, инновационные технологии, качество.



**КЛЮЧИЩИНСКАЯ
КЕРАМИКА**
КИРПИЧНЫЙ ЗАВОД

Филиал ЗАО «ФОН» - «Ключищинская керамика»
422574, Республика Татарстан, Верхнеуслонский район,
с.Ключищи, ул.Заводская, д.1
Приемная: +7 (843) 200-96-96, факс: +7 (843)200-97-45,
e-mail: kl.ceramica@mail.ru
сайт: www.kluker.ru



421001, Республика Татарстан,
г. Казань,
ул. Чистопольская, д. 83
телефон/факс:
+7 (843) 527-73-84, 527-73-94
E-mail: fonltd@mail.ru
Сайт: www.fonltd.ru

ФОН
Группа Компаний



Green tec by LINGL –

ОПТИМАЛЬНЫЕ решения для снижения затрат на энергию

Фирма LINGL – это специалист на всех этапах производства керамических строительных материалов. Одним из основных значимых моментов в работе компании является разработка решений для энергоэффективного производства.

Фирма LINGL представила на выставке CERAMITEC-2012 в Мюнхене свою марку под названием «green tec by LINGL», которая объединяет все инновации для эффективной технологии производства, а также для оптимизации всех процессов в цепочке создания стоимости в грубокерамической промышленности. Целью таких разработок является значительное снижение воздействия на окружающую среду и долгосрочное снижение производственных затрат.

Проверенными продуктам и решениям под маркой «green tec by LINGL» в настоящее время являются:

- EMS – система мониторинга энергии;
- PoroControl – технология обжига сырьевых материалов, содержащих энергию;
- новейшие концепции сжигания всех видов топлива;
- анализ процесса и сырьевого материала;
- оптимизация закладываемой массы;
- предварительный подогрев воздуха для сжигания;
- циркуляция горячего газа;
- сушилка Choritherm и печь Еко для отдельной эксплуатации;
- легкие конструкции печных вагонеток;
- оптимизированные уплотнения и изоляция строительного корпуса;

- решения по использованию тепла отходящих газов;
- техники заполнения кирпича по принципу Unipor Coriso в сотрудничестве с фирмой Unipor;
- установки для заполнения минеральной ватой в сотрудничестве с фирмой Grenzebach (Гренцебах);
- «green tec-Service by LINGL»: консультирование по вопросам экономии энергии и сокращения выбросов, передвижные лабораторные сушилки, предоставление в аренду, газотехнические испытания на безопасность и герметичность, семинары по теме сокращения расхода энергии, а также технологического улучшения качества.

Из этого многообразия перспективных технологий и предложений всегда можно подобрать решение, подходящее для каждого конкретного случая.

Фирма LINGL постоянно продвигает различные разработки, для того чтобы и в будущем предлагать энергоэффективные продукты и производственные процессы.

Наши эксперты всегда готовы ответить на ваши вопросы.

В ближайшие несколько месяцев в журнале «Строительные материалы»® будут опубликованы статьи по перечисленным выше темам.

Ханс Лингл Анлагенбау унд Ферфаренстехник ГмбХ & Ко. КГ
Нордштрассе, 2
86381, Крумбах
Германия
Франк Аппель
Телефон: +49 (0)82 82/825-0
f.appel@lingl.com www.lingl.com

LINGL
MADE IN GERMANY

LINGL – ПАРТНЕР КЕРАМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОЙМАТЕРИАЛОВ



UNIPOR



ГАЗСТРОЙ, Russia 2011

LINGL предлагает решения для всей цепочки производства изделий грубой керамики: Наши инженерные услуги, начиная с видов сырья и процессов, а также индивидуальная оптимизация оборудования и перспективные концепции производства конкурентоспособны для наших клиентов во всем мире.

Наши инновационные продукты отличаются низкими издержками производства, очень хорошим качеством произ-

водства, превосходной энергетической эффективностью и оптимальным удобством при обслуживании. Наш сервис вносит существенный вклад в сохранение ценности Ваших машин и оборудования.

Качество, компетенция и надежность создают длительные партнерства – для сохранения этих ценностей мы существуем уже более 70 лет!

LINGL – качество made in Germany



LINGL LIR

green tec
by **LINGL**





ЗАО «НТЦ «БАКОР»



ПРЕДЛАГАЕТ НОВЫЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ОГНЕУПОРЫ

Для стекловаренных печей и печей плавки фритты

Высокотемпературный термостойкий
корундомультициркониевый огнеупор КМЦ

- ◆ Горелочные блоки
- ◆ Верхние ряды футеровки стен печи,
примыкающие к своду
- ◆ Свод печи
- ◆ Загрузочные арки
- ◆ Арки влетов горелок
- ◆ Выстилка влетов горелок
- ◆ Щечки горелок
- ◆ Перекрытие фидерных каналов
- ◆ Простенки печи
- ◆ Насадки регенератора

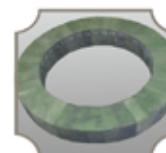
Для печей плавки базальта и стекла «Е»

Коррозионностойкие хромсодержащие
огнеупоры ХСМВУ, ХКТ

- ◆ Футеровка бассейна печи на контакте с расплавом
- ◆ Футеровка фидерного канала
- ◆ Сливные лётки

Огнеупор КМЦ

- ◆ Плиты перекрытия
- ◆ Горелочные блоки, арки, блоки раздува



На правах рекламы

ЗАО «Научно-технический центр «Бакор»
Тел.: +7(495)580-56-56, +7(495)502-78-68

bakor@ntcbakor.ru
www.ntcbakor.ru

МОДИФИЦИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

Реклама

НА РАСТВОРОБЕТОННЫХ
УЗЛАХ И СТРОЙПЛОЩАДКАХ



АЛЬТЕРНАТИВА сухим строительным смесям

ЕТС

Группа компаний
«Единая Торговая Система»

Компания ЕТС предлагает строительным организациям поставку «ПРЕМИКСОВ» -предварительно смешанных химических компонентов сухих строительных смесей.

«ХИМИЯ» - наша,
«МИНЕРАЛКА» - ваша.

Реальная экономия до
3 000 рублей
на тонну готовой продукции.

Международная
специализированная выставка

Керамика

31 октября – 3 ноября 2012 года

МВЦ «Крокус Экспо», II павильон

www.keramikaexpo.ru



Тематические разделы:

- строительная керамика
- техническая керамика
- оборудование для изготовления керамики, инструмент
- сырьевые материалы
- художественная керамика

Телефон: +7 (495) 983-0651, +7 (916) 970-2191

E-mail: tolstikova@crocus-off.ru

Фундаментальные основы технологий переработки и утилизации техногенных отходов



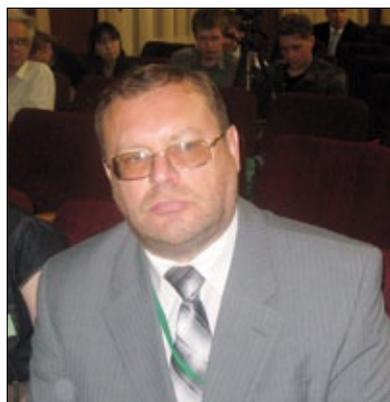
Пленарное заседание вел председатель Научного совета по металлургии и металловедению РАН, член Президиума РАН, академик РАН Л.И. Леонтьев (Москва)



Академик РАН, президент Академии горных наук Ю.Н. Малышев (Москва)



Президент Евразийского научно-технического центра «Металлы и материалы» д-р техн. наук С.К. Кожаметов (Республика Казахстан)



Заместитель министра природных ресурсов Свердловской области А.Ю. Еремин (читайте статью в этом номере журнала)

В середине июня в Екатеринбурге прошел международный конгресс «ТЕХНОГЕН-2012», в работе которого приняли участие 217 сотрудников академических институтов, НИИ, вузов, предприятий и административных органов управления. Организаторами мероприятия выступили Российская академия наук, Научный совет по металлургии и металловедению РАН, Институт металлургии УрО РАН, Уральский федеральный университет им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина при поддержке и участии Правительства Свердловской области, Российского фонда фундаментальных исследований, Уральской горно-металлургической компании, Трубной металлургической компании.

В современных условиях, когда эксплуатируемые источники минерального сырья истощаются, а новые месторождения, как правило, более бедные и расположенные на территориях со слаборазвитой транспортной и энергетической инфраструктурой, все острее встает вопрос комплексного и максимального использования имеющегося сырья. Одним из решений этой задачи является повторное использование текущих отходов и ранее созданных техногенных образований.

Техногенные образования располагаются на относительно небольших территориях, находящихся в промышленно развитых районах с наличием рабочей силы. К техногенным образованиям обычно подведены линии электропередачи; они не требуют вскрышных работ, поэтому затраты на организацию их разработки значительно ниже, чем при разработке природных месторождений.

С начала прошлого века велись исследования по использованию отходов промышленности в производстве строительных материалов. Известны многочисленные работы ученых, в которых предлагались возможные способы использования отходов горнодобывающей промышленности, черной и цветной металлургии, топливной промышленности. Основной проблемой при использовании вторичных продуктов является непостоянство состава и присутствие полезных примесей. Например, шлаки черной металлургии содержат до 15% металлического и 27% оксидного железа, а в железной окалине концентрация оксидов железа достигает 96%. В красных шлаках алюминиевой промышленности, складываемых в настоящее время в шламохранилищах (их накоплено более 200 млн т), концентрация оксидов железа достигает 45–50%; глинозема 12–16%; значительны содержания скандия и других полезных компонентов. Шлаки и шламы от производства меди содержат медь, редкоземельные металлы, золото, платину, цинк, свинец и другие металлы. Возможности извлечения полезных примесей было посвящено множество докладов специалистов-металлургов.

Большой интерес участников конгресса вызвало выступление академика РАН, президента Академии горных наук, директора Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского РАН Ю.Н. Малышева, в котором приведены следующие цифры: при производстве 1 т угля (полезного продукта) образуется 3 т отходов в процессе добычи и 0,2–0,3 т в процессе переработки; при производстве 1 т стали (полезного продукта) образуется 5–6 т отходов в процессе добычи и 0,5–0,7 т в процессе переработки; при производстве 1 т цветных металлов (полезного продукта) – 100–150 т в процессе добычи и более 50–60 т в процессе переработки; при производстве 1 т редких благородных и радиоактивных металлов в процессе добычи до 5–10 тыс. т, а в процессе переработки от 10 до 100 тыс. т. Ежегодно в РФ образуется около 7 млрд т отходов, в том числе 2,5–5 млрд т отходов добычи и обогащения. При этом используется только 2 млрд т (28,6%). Всего на территории РФ в отвалах и хранилищах накоплено 80 млрд т только твердых отходов, в том числе токсичных, из них 2 млрд т отходов, содержащих канцерогенные вещества. Юрий Николаевич предложил разработать принципы создания законодательной базы по подготовке техногенных месторождений к промышленному освоению (вовлечению в хозяйственный оборот) как дополнительной минерально-сырьевой базы стратегического сырья РФ.

В докладе директора Института металлургии Уральского отделения РАН д-ра техн. наук Е.Н. Селиванова на основе анализа металлургической переработки руд выделены *сильные стороны* российской технологии формирования и обработки техногенных месторождений: наличие производственных мощностей и длительный срок работы предприятий; устойчивый спрос на металлы и их высокая стоимость; известные научные школы металлургов и *слабые стороны*: истощенная сырьевая база; использование устаревших технологий; вредное воздействие используемых технологий на окружающую среду; разобщенность действий научных организаций и предприятий. В современных условиях существует ряд возможностей для повышения извлечения сопутствующих металлов при минимальном экологическом ущербе и расходе энергоносителей; переработки техногенных отходов; использования новых технологий и оборудования; концентрации усилий ученых и производственников. Евгений Николаевич отметил незаинтересованность предприятий в совершенствовании технологий, требующую финансовых вложений, а также незаинтересованность органов власти в финансировании работ металлургической направленности. Ужесточение экологической политики может привести к закрытию предприятий. Е.Н. Селиванов предложил внести в законодательные органы условие: если вблизи строящегося объекта имеются отходы, их в обязательном порядке необходимо внести в разработку состава строительных материалов, используемых для возведения

объекта. В стране проводились необходимые исследования на протяжении многих лет, пришло время их активно использовать.

Один из наиболее интересных докладов, подготовленных совместно с Н.И. Карпенко и В.Н. Ярмаковским (РААСН), сделал д-р техн. наук **Я.Ш. Школьник** (ФГУП «ЦНИИЧермет» им. И.П. Бардина). Он отметил, что рациональное использование многотоннажных вторичных продуктов промышленности только текущего выхода (по разработанным уже технологиям) позволяет удовлетворить потребности предприятий стройиндустрии в вяжущих и заполнителях для бетонов более чем на 50%. Крупнотоннажные вторичные продукты промышленности должны рассматриваться как долговременный источник вторичного минерального сырья при производстве эффективных композиционных малоклинкерных вяжущих, пористых и плотных заполнителей, бетонов новых модификаций на их основе. Яков Шмулевич отметил, что для успешной технологической модернизации стройиндустрии необходимо ввести обязательную сертификацию продуктов переработки техногенных отходов и строительных материалов на их основе с учетом требований экологической безопасности; разработать законодательные акты, запрещающие разработку новых карьеров природных строительных материалов в регионах действия предприятий, образующих крупнотоннажные вторичные продукты промышленности, пригодные при соответствующей их переработке для применения в качестве альтернативных строительных материалов; разработать соответствующую налоговую политику, обеспечивающую заинтересованность индустриальных предприятий-производителей вторичного сырья и предприятий-потребителей в эффективные, конкурентоспособные строительные материалы и изделия.

Участники конгресса в свою очередь подчеркнули, что для дальнейшего развития технологий переработки и утилизации техногенных образований в РФ необходимо:

- продолжить научно-исследовательские и проектно-изыскательские работы, направленные на создание новых, более эффективных технологических процессов и оборудования с целью повышения извлечения полезных компонентов и повышения качества продукции;
- рекомендовать руководителям предприятий черной и цветной металлургии, горнодобывающих и перерабатывающих предприятий применять результаты научных исследований для разработки конкретных программ переработки и использования отходов;
- привести в соответствие нормативы платы за размещение отходов с их негативным воздействием на окружающую природную среду и разработать меры экономического стимулирования промышленных предприятий, обеспечивающих максимальную переработку и использование техногенных отходов и образований.

В области строительных материалов:

- создать порегиональный кадастр вторичных ресурсов горно-металлургического и теплоэнергетического комплексов, включив в него данные по запасам их в отвалах, текущему выходу, химико-минералогическому, вещественному составу и основным строительно-техническим свойствам;
- составить каталог разработанных и успешно апробированных в отдельных регионах приоритетных пилотных низкоэнергоемких технологий переработки крупнотоннажных техногенных отходов в альтернативные традиционным экологически чистые и экономически наиболее эффективные строительные материалы и изделия. Данный каталог кроме перечня технологий и соответствующих рекомендаций по их использованию должен содержать: основные характеристики процесса переработки с перечнем необходимого стандартного оборудования; номенклатуру строительных материалов и изделий, изготавливаемых по данной технологии, их основные строительно-технические характеристики, меры по обеспечению безопасности в эксплуатации, перечень подтверждающих технических документов; технико-экономическое обоснование использования технологий в строительных комплексах конкретных индустриальных регионов;
- разработать новые (расширяющие номенклатуру утилизируемых отходов) и переработать устаревшие нормативно-технические документы, прежде всего национальные стандарты, не только на виды отходов, применяемых в промышленности строительных материалов, но и на стандарты на материалы, изготавливаемые на основе продуктов переработки этих отходов, и изделия из них;
- создать межотраслевой центр на базе РАН и РААСН с привлечением ведущих специалистов других организаций по координации исследовательских, проектных и производственных работ в области создания и внедрения новых (или внедрения наиболее эффективных, уже разработанных) низкоэнергоемких и экологически чистых технологий переработки крупнотоннажных техногенных отходов предприятий горно-металлургического и теплоэнергетического комплексов и использования продуктов их переработки в производстве строительных материалов и изделий.

Научному совету РАН по металлургии и металловедению рекомендовать начать работу по организации международного совета по металлургии и металловедению с академиями наук Украины и Республики Казахстан.

Для успешного решения поставленных задач рекомендовать РАН с привлечением специалистов промышленных предприятий, научно-исследовательских организаций и вузов **разработать федеральную целевую программу**, включающую мониторинг образования и хранения отходов; исследования их свойств и воздействия на окружающую природную среду; разработку технологических процессов, экологических и экономических аспектов переработки и рационального использования отходов и получаемой продукции в целях комплексного решения проблемы утилизации техногенных образований как одной из составных частей рационального природопользования.

Л.В. Сапачева, канд. техн. наук



Специалист по переработке металлургических шлаков д-р техн. наук Я.Ш. Школьник (Москва)



Директор Института металлургии Уральского отделения РАН Е.Н. Селиванов (Екатеринбург)



Генеральный директор ОАО «Уральский институт металлов», академик РАН Л.А. Смирнов – председатель секции «Технологические аспекты процессов переработки техногенных отходов и отходов металлургического производства в смежных отраслях»



Директор департамента строительно-материаловедения Уральского федерального университета им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина д-р техн. наук Ф.Л. Капустин (читайте статью в этом номере журнала)

А.Ю. ЕРЕМИН, заместитель министра природных ресурсов Свердловской области;
О.Н. ОРЛОВА, директор ГКУ СО «Центр экологического мониторинга и контроля»
(Екатеринбург)

О формировании и ведении Свердловского областного кадастра отходов производства и потребления

Совершенствование системы управления отходами производства и потребления – необходимое условие устойчивого развития Свердловской области, обеспечения экологической безопасности и благополучия ее жителей.

По данным Министерства природных ресурсов Российской Федерации, на начало 2011 г., на территории России накоплено более 32 млрд т отходов. В Свердловской области эта цифра составляет 8,6 млрд т (около 27% от накопленных отходов по России в целом). Объем образования отходов хозяйствующими субъектами Свердловской области составляет 4,7% от объема образования отходов на территории Российской Федерации.

Объем образования отходов в 2011 г. составил 185 млн т (104,2% от уровня 2010 г.), объем размещения отходов – 117,1 млн т, степень использования отходов производства и потребления – 49,4%.

Основной объем образования, использования и наличия отходов на конец года сосредоточен у хозяйствующих субъектов, занимающихся добычей полезных ископаемых (80,9% – образование отходов, 79,2% – использование отходов и 91% – наличие отходов на конец 2011 г.). Это вскрышные, вмещающие породы и отходы обогащения, которые относятся в основном к V классу опасности, то есть к практически неопасным отходам. Объем образования отходов зависит не только от объема произведенной продукции, но и от состава исходного сырья и стадии разработки месторождения.

Значительный объем образования отходов отмечается у хозяйствующих субъектов, занимающихся обрабатывающими производствами (12,9%), а также производством и распределением электроэнергии, газа и воды (3,7%).

Отходы производства и потребления являются ценным сырьем, использование которого как источника дополнительных материальных ресурсов трудно переоценить. Поэтому основным приоритетом считается создание индустрии по переработке и вторичному использованию отходов, а не захоронение и уничтожение отходов на мусоросжигательных заводах.

В целях обеспечения исполнения полномочий правительства Свердловской области в сфере обращения с отходами производства и потребления для развития и совершенствования системы управления отходами, создания информационной базы для вовлечения отходов в переработку, оценки возможностей и мощностей технологий их переработки, уменьшения объемов размещения отходов создан Свердловский областной кадастр отходов производства и потребления.

Правительством Свердловской области принято постановление «Об утверждении порядка ведения Свердловского областного кадастра отходов производства и потребления» от 23.10.2007 г. № 1036–ПП.

Минприроды Свердловской области обеспечивает ведение Кадастра на основе сведений, предоставляемых юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями в соответствии с утвержденным порядком. ГКУ СО «Центр экологического мониторинга и контроля» по поручению Минприроды анализирует, обобщает и систематизирует предоставленные сведения и на их основе формирует и ведет разделы Кадастра с применением специально разработанного программного продукта.

Кадастр представляет собой периодически пополняемый и актуализированный свод данных об отходах производства и потребления, об объектах размещения, о юридических лицах и индивидуальных предпринимателях, имеющих лицензию на осуществление деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию и размещению отходов I–IV классов опасности, а также о технологиях и установках по использованию и обезвреживанию отходов.

Кадастр состоит из четырех разделов:

1. Банк данных об отходах.
2. Реестр объектов размещения отходов, расположенных на территории Свердловской области.
3. Банк данных о юридических лицах и индивидуальных предпринимателях, имеющих лицензию на осуществление деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию и размещению отходов I–IV классов опасности.
4. Банк данных о технологиях (установках) по использованию и обезвреживанию отходов.

Первый раздел Кадастра **Банк данных об отходах производства и потребления** представляет собой свод данных, собранных на основе сведений ежегодных «Технических отчетов об образовании, использовании, обезвреживании, размещении отходов», форма которого утверждена постановлением правительства Свердловской области. Банк данных ежегодно пополняется сведениями об объемах образования, получения, использования (обезвреживания), передачи, размещения и наличия отходов на начало и конец отчетного года на конкретном объекте размещения отходов. За 2011 г. обработано более 4 тыс. отчетов. Осуществляется мониторинг фактического состава и объемов отходов.

Включению в банк данных об отходах подлежат все виды отходов, обращение с которыми осуществляется на территории Свердловской области, кроме радиоактивных отходов, биологических отходов и отходов лечебно-профилактических учреждений. В настоящее время банк данных об отходах содержит сведения об образовании и размещении отходов в Свердловской области начиная с 2004 г. В банке данных содержатся сведения о химическом составе 686 видов отходов.

Второй раздел Кадастра **Реестр объектов размещения отходов** — это свод данных, полученных на основании формы «Характеристика объектов размещения отходов», которая утверждена указанным постановлением правительства Свердловской области. Документ содержит 58 показателей, каждый из которых в программном продукте по ведению кадастра отходов является поисковым, что позволяет получать информацию об объектах размещения отходов по различным параметрам запроса. Информация представлена не только по действующим, но и по рекультивированным объектам размещения отходов.

Сведения данного раздела могут быть широко использованы, в частности, при:

- разработке планов развития инфраструктуры населенных пунктов;
- разработке перспективы развития объектов размещения отходов на уровне управленческих округов и муниципальных образований;
- разработке схем санитарной очистки территории;
- планировании рекреационных зон;
- планировании размещения сельхозугодий;
- поиске видов отходов, которые могут быть использованы при внедрении различных технологий переработки отходов.

В 2010–2011 гг. ГКУ СО «Центр экологического мониторинга и контроля» по поручению Минприроды Свердловской области проведена инвентаризация объектов размещения отходов, сформированы характеристики по 971 действующему, 1 законсервированному объектам и по 69 рекультивированным объектам размещения отходов производства и потребления. При проведении инвентаризации зафиксировано, что из 516 объектов размещения промышленных и сельскохозяйственных отходов 30 объектов являются бесхозными.

Третий раздел Кадастра представляет собой **Банк данных о юридических лицах, осуществляющих деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, размещению отходов I–IV классов опасности**, который включает полный перечень сведений об организациях, имеющих лицензию. Сформирована база данных, содержащая сведения о 1300 лицензиях, выданных на осуществление деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию и размещению отходов I–IV классов опасности.

Функция данного блока заключается в формировании и пополнении сведений об участниках рынка управления отходами, а также об отчетных данных в соответствии с параметрами запроса. В настоящее время сформирован банк данных по всем хозяйствующим субъектам, получившим лицензию в территориальном органе Росприроднадзора.

Четвертый раздел Кадастра представляет собой **банк данных о технологиях (установках) по использованию и обезвреживанию отходов**, в котором содержится информация о действующих технологиях: наименование хозяйствующего субъекта, использующего ту или иную технологию (установку); перечень кодов вторичных и первичных отходов с указанием класса опасности; проектная мощность по каждому виду отхода; номенклатура продукции, производимой из вторичного сырья. Юридические лица предоставляют в ГКУ СО «Центр экологического мониторинга и контроля» сведения для ведения Кадастра отходов ежегодно, не позднее 1 февраля года, следующего за отчетным.

С января 2011 г. Законом Свердловской области «Об административных правонарушениях» введена административная ответственность в виде штрафа за нарушение порядка предоставления сведений, необходимых

для ведения Свердловского областного кадастра отходов производства и потребления: на должностных лиц 2–10 тыс. р., на юридических лиц 30–100 тыс. р.

Благодаря ведению Минприроды Свердловской области и ГКУ СО «Центр экологического мониторинга и контроля» **Свердловского областного кадастра отходов производства и потребления** появилась достоверная и полная информация практически по всем аспектам обращения с отходами в динамике начиная с 2004 г.: объемам образования, использования, размещения отходов по видам и классам опасности; по объектам размещения отходов: по лицензированным организациям; по технологиям переработки; по организациям — переработчикам отходов и т. д. Программное обеспечение формирования и ведения Кадастра позволяет формировать запросы и получать сведения с любым уровнем агрегирования, будь то населенный пункт, муниципальное образование, управленческий округ или область в целом. Все реквизиты, содержащиеся в технических отчетах, характеристиках объектов размещения отходов, лицензиях, являются поисковыми.

В настоящее время имеется возможность реализации запросов в сфере обращения с отходами на территории Свердловской области федеральных органов государственной власти, органов государственной власти Свердловской области, органов местного самоуправления, что, безусловно, поможет при решении вопросов обращения с отходами и вовлечения их в хозяйственный оборот.

Ключевые слова: кадастр, обезвреживание отходов, размещение отходов, технологии переработки отходов.



Химическая технология керамики

Авторы – коллектив ученых РХТУ им. Д.И. Менделеева под редакцией И.Я. Гузмана

Издание 2-е, исправленное
М: РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ». 2012 г. 494 с.

В пособии освещены вопросы современного состояния технологии основных видов керамических изделий строительного, хозяйственно-бытового и технического назначения, а также различных видов огнеупоров. Книга соответствует программе общего курса химической технологии керамики и огнеупоров при наличии также курсов соответствующих специализаций. Подробно изложены характеристика сырья, проблемы подготовки керамических масс и их формование, особенности механизмов спекания, а также дополнительные виды обработки керамики: металлизация, глазурование, декорирование, механическая обработка.

Описаны механические, деформационные, теплофизические, электрофизические свойства керамических изделий, в том числе при высоких температурах.

Учебное пособие рассчитано на студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» и специалистов, работающих в области технологии керамики и огнеупоров.

Тел./факс: (499) 976-22-08; 976-20-36
www.rifsm.ru

И.Н. ШВЕЦОВА, инженер (i.n.shvetsova17@gmail.com), Г.М. БАТРАКОВА, д-р техн. наук, Е.С. ШИРИНКИНА, канд. техн. наук, Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Оценка экологической опасности строительных материалов после эксплуатации в агрессивной производственной среде

Подтверждение экологической безопасности стройматериалов включает все стадии их жизненного цикла, в том числе этап переработки материалов, потерявших потребительские свойства и выводимых из эксплуатации. В настоящее время достаточно сложно представить характеристики, которыми будут обладать физически и морально устаревшие строительные конструкции или

материалы внутренней отделки после 30–40 и более лет эксплуатации. В этой связи опыт исследований современных отходов, образованных при сносе и демонтаже зданий и сооружений, прежде всего промышленного назначения, может быть использован для оценки потенциальной экологической опасности и оптимизации схем обращения со строительными отходами.

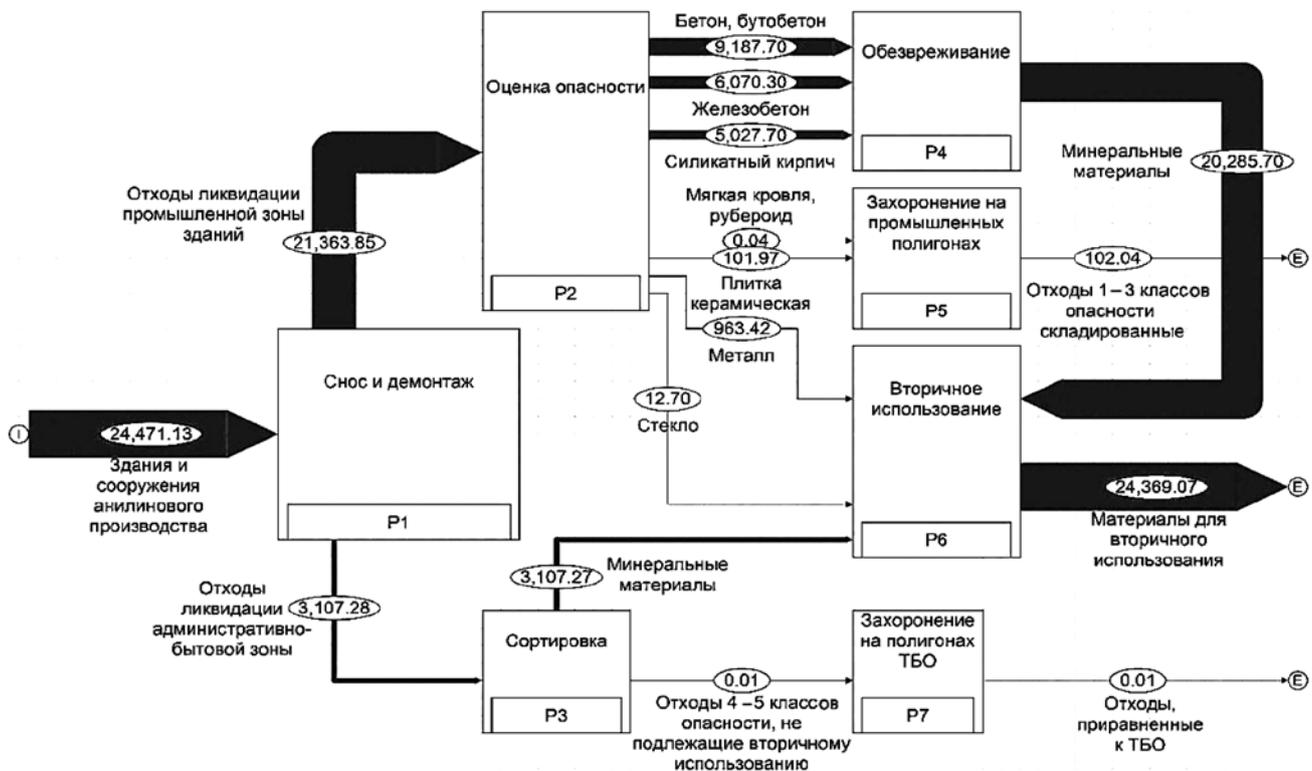


Рис. 1. Моделирование основных материальных потоков отходов сноса и демонтажа зданий анилинового производства для выявления потоков загрязненных строительных отходов

Таблица 1

Вид отхода	Количество образующихся отходов, т				Доля компонента в общей массе отходов, %	Общий объем, м ³
	Отделение дистилляции	Контактное отделение	Газодувное отделение	Итого		
Бетон	3246,86	4218,46	1722,38	9187,7	43	4575,7
Железобетон	2545,47	3030,38	494,48	6070,33	28,41	2671,6
Силикатный кирпич	2161,15	2373,85	492,71	5027,7	23,53	3055,2
Металл	617,66	325,63	20,13	963,42	4,51	213,6
Мягкая кровля	0,02	–	0,01	0,03	–	11,9
Рубероид	–	0,01	–	0,01	–	10,1
Плитка метлахская	45,83	48,19	7,94	101,97	0,48	46,7
Стекло	5,24	6,31	1,15	12,7	0,06	5,71
	21363,85					10590,5

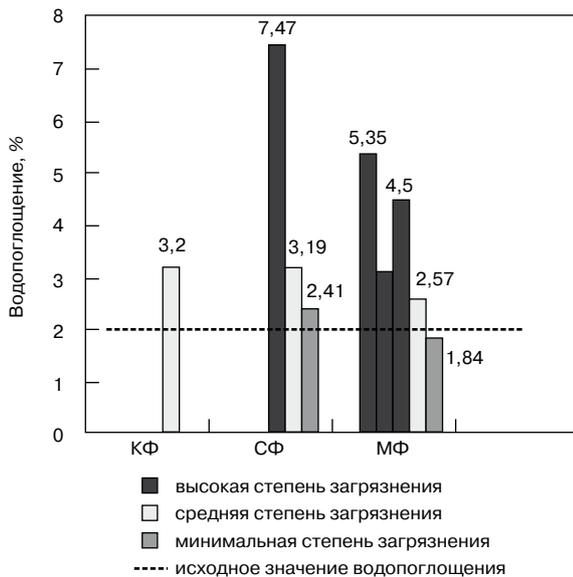


Рис. 2. Гистограмма изменения водопоглощения различных видов плитки: КФ – крупноформатная плитка; СФ – плитка среднего формата; МФ – малоформатная плитка

Объектом исследований являлся промышленный комплекс по производству анилина контактным методом. Отметим, что в России основные объекты анилиновой промышленности созданы еще в довоенное время, имеют высокий износ зданий, сооружений и оборудования, используют устаревшие технологии, что ставит их в невыгодное конкурентное положение в сравнении со странами ЕС, Азии и США. Ситуация усугубится после вступления России в ВТО. В настоящее время на рынке анилина в России крупнейшими производителями являются ОАО «Волжский оргсинтез» (Волгоградская обл.), выпускающий более 80% анилина в России; АО «Химпром» (г. Новочебоксарск, Республика Чувашия), АО «Анилинокрасочный завод» (Кемерово). Более мелкие производства вынуждены закрываться или перепрофилироваться.

Анилиновое производство в г. Березники Пермского края в настоящее время подлежит ликвидации. Для возвращения градостроительной ценности промышленной зоны важно не только выявить степень физического износа промышленного фонда и предложить организационные и технические решения демонтажных работ, но и решить важные вопросы обращения с отходами от ликвидации зданий и сооружений [1]. В частности, определить объемы и компонентный состав строительных отходов, учесть ресурсную емкость и предложить способы утилизации отходов, оценить опасность отделочных строительных материалов после эксплуатации в агрессивной производственной среде.

Анализ проектно-строительной документации ликвидируемого анилинового производства позволил определить общий объем потенциально загрязненных отходов при сносе и демонтаже зданий и сооружений промышленной зоны производства, который составил около 22 тыс. т. Для определения ресурсного потенциала основных потоков строительных отходов использован подход функционального моделирования с применением программного продукта STAN 2.0 Beta (рис. 1, табл. 1).

В соответствии с Приказом МПР России от 15.06.2001 г. № 511 практически все эти виды строительных отходов по опасности для окружающей среды отнесены к 4-му и 5-му классам, что свидетельствует о возможности вторичного использования этих отходов. Некоторые отходы, образующихся от ликвидации зда-

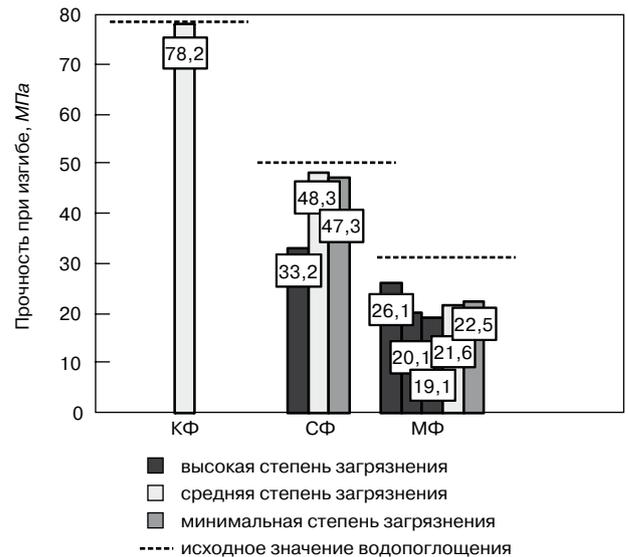


Рис. 3. Гистограмма изменения прочности при изгибе различных видов плитки: КФ – крупноформатная плитка; СФ – плитка среднего формата; МФ – малоформатная плитка

ний, включены в перечень Федерального классификационного каталога отходов: бой кирпичной кладки при ремонте зданий и сооружений (код 314 014 03 01 99 5); бой бетонных изделий, отходы бетона в кусковой форме (код 314 027 01 01 99 5); бой железобетонных изделий, отходы железобетона в кусковой форме (код 314 027 02 01 99 5); отходы цемента в кусковой форме (код 314 055 02 01 99 5); керамические изделия, потерявшие потребительские свойства (код 314 007 03 01 99 5); стеклянный бой незагрязненный, исключая бой стекла электронно-лучевых трубок и люминесцентных ламп (код 314 008 02 01 99 5); минеральная вата, кровельные материалы (код 314 016 03 01 00 4) и др. Однако при ликвидации промышленного фонда для части строительных материалов требуется экспериментальное подтверждение класса опасности.

Известно, что внутренняя среда производственных помещений формируется параметрами технологических процессов, которые в той или иной степени влияют на строительные конструкции, вызывая их износ, поверхностное разрушение и коррозию. Нормируемые параметры производственной среды промышленных зданий регламентируются рядом ГОСТов, СНИПов и отраслевыми инструктивно-нормативными документами. Степень агрессивного воздействия на бетонные, железобетонные и армоцементные конструкции устанавливается согласно СНИП 2.03.11–85 и зависит от температурно-влажностного режима помещений,

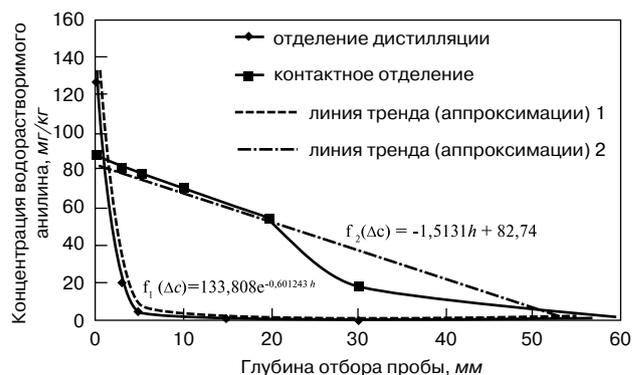


Рис. 4. Закономерность миграции анилина в глубь материалов стеновых конструкций

Таблица 2

Степень загрязнения керамической плитки	Площадь, м ²				Доля от общей площади, %	Диапазон концентрации анилина, мг/кг
	Отделение дистилляции	Контактное отделение	Газодувное отделение	Итого		
Максимальная	1575	1104	46	2725	46,7	более 30
Средняя	525	552	91	1168	20	5–30
Минимальная	525	1104	318	1947	33,3	до 5

условий эксплуатации (внутри отапливаемого и неотапливаемого помещений или на открытом воздухе), типа и концентрации агрессивных реагентов, а также вида строительных и облицовочных материалов.

Микроклимат анилинового производства характеризовался следующими показателями: температура внутри помещений в холодный период 12–24°C, в теплый период года 18–30°C; относительная влажность 55–75%; наличие в воздухе рабочей зоны продуктов и полупродуктов производства (анилин, нитробензол) с высокой вероятностью превышения допустимых нормативов их содержания. Согласно регламенту технологических работ производственная среда характеризовалась как слабо- и среднеагрессивная.

Рекогносцировочные обследования производственных цехов выявили высокую степень загрязнения преобладающего отделочного материала – кислотоупорной керамической плитки, образцы которой были взяты для исследования прочностных свойств и оценки содержания токсичных веществ в поверхностном слое облицовки стен и пола. В цехах анилинового производства (контактное отделение и отделение дистилляции) были выбраны представительные образцы настенной и напольной плитки, штукатурки и керны бетонных стеновых конструкций. Образцы плитки были сгруппированы по нескольким признакам: внешнему виду, размерам, маркировке, местам отбора, степени загрязнения.

Информацию об исходных свойствах отобранных образцов плитки принимали согласно данным ГОСТ 961–57, ГОСТ 6787–90, ГОСТ 961–89. По результатам испытаний в соответствии с ГОСТ 27180–2001 установлено, что под воздействием агрессивной среды анилинового производства водопоглощение керамической плитки с высоким уровнем загрязнения, а значит, и пористость возросли в среднем до 4 раз (рис. 2). Снижение прочности при изгибе составило до 34% (рис. 3). Это свидетельствует о накоплении токсичных веществ в отделочных материалах, выполнявших функцию барьера по защите конструкций при длительной эксплуатации в агрессивной промышленной среде [2, 3].

В ходе исследований керамической плитки и штукатурки установлено, что содержание водорастворимого анилина составляет от 1,3±0,2 до 157,5±15,4 мг/кг сухого вещества материалов.

При оценке миграции анилина в глубь стеновых конструкций его максимальная концентрация в поверхностном слое бетона зафиксирована на глубине до 30 мм, свыше 60 мм содержание анилина не установлено.

Зафиксирована экспоненциальная зависимость аппроксимирующей кривой миграции для отделения дистилляции и стремление кривой миграции контактного отделения к линейной зависимости (рис. 4):

– для отделения дистилляции:

$$f_1(\Delta c) = 133,808 \cdot e^{-0,601243 h}; \quad (1)$$

– для контактного отделения:

$$f_2(\Delta c) = -1,5131h + 82,74, \quad (2)$$

где Δc – концентрация водорастворимого анилина в материале стеновых конструкций; h – глубина отбора пробы.

Полученные данные и выявленные зависимости (1) и (2) позволяют обосновать необходимую степень обезвреживания стеновых конструкций и важность предварительной очистки поверхностей от отделочных материалов, выполнявших барьерную функцию в агрессивной среде производственных цехов.

Демонтажу ответственных строительных элементов при сносе здания должно предшествовать обезвреживание химических загрязнений поверхностей облицовочных материалов. Определение объемов обезвреживания можно произвести путем зонирования по степени загрязнения в единицах площади (табл. 2).

Повышение степени обезвреживания стеновых панелей и перекрытий из бетона и железобетона, находящихся в зонах максимальной степени загрязнения, возможно путем механической очистки, которая позволяет проводить дезактивацию поверхностей (окрашенные поверхности, сталь, кирпич, бетон, цемент и др.) с одновременным сбором загрязненного материала в контейнеры. Глубина обработки согласно оценке миграции вещества в глубь конструкций должна составлять от 5 до 30 мм.

Результаты практических и теоретических исследований позволяют сделать следующие выводы.

1. Методом функционального моделирования определен общий объем отходов при демонтаже основных цехов ликвидируемого анилинового производства, составляющий около 22 тыс. т.
2. Существенное снижение физико-механических показателей образцов облицовочной плитки с высоким уровнем загрязнения свидетельствует о накоплении загрязняющих веществ в отделочных материалах.
3. Высокая концентрация водорастворимого анилина в облицовочных материалах свидетельствует о потенциальной опасности данного вида строительных отходов и необходимости предварительного обезвреживания перед захоронением или переработкой для покомпонентного вторичного использования.

Ключевые слова: экологическая безопасность, агрессивная среда, анилиновое производство, строительные отходы, химические загрязнения.

Список литературы

1. *Ширинкина Е.С., Швецова И.Н., Батракова Г.М.* Ресурсный потенциал отходов демонтажа и сноса зданий и сооружений промышленного назначения // Экология и промышленность России. 2011. № 5. С. 48–51.
2. *Швецова И.Н., Шаманов В.А.* Оценка изменения физико-механических свойств строительных материалов после эксплуатации в агрессивной среде // Вестник ПГТУ. Урбанистика. 2011. № 3. С. 91–96.
3. *Кузнецова М.С., Тупицына О.В., Чертес К.Л., Пыстин В.Н.* К вопросу о выборе технологии реабилитации промплощадок бывших объектов производства химоружия. Ашировские чтения: Сб. трудов международной научно-практической конференции. Т. 1. Самара: СГТУ, 2010. С. 258–260.

Г.В. ИЛЬИНЫХ, инженер (galinka14@yandex.ru),
Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Оценка потенциала твердых бытовых отходов при использовании продуктов их переработки в строительной отрасли

Твердые бытовые отходы характеризуются непостоянным компонентным составом с высоким содержанием вторичных ресурсов. Для повышения эффективности использования отдельных видов извлекаемого из ТБО вторичного сырья для производства строительных материалов необходимо оценить ресурсный потенциал ТБО.

Использование материального и энергетического ресурсного потенциала твердых бытовых отходов можно осуществлять по нескольким направлениям (рис. 1).

При этом большинство возможных технологий использования ресурсного потенциала являются альтернативными, в связи с чем возникает вопрос выбора оптимальной схемы обращения с отходами.

При обосновании схемы обращения с ТБО необходимо учитывать множество факторов, определяющих эффективность использования тех или иных технологий, в том числе:

— иерархию методов обращения с отходами, в соответствии с которой все технологии могут быть располо-

жены в порядке убывания их приоритетности следующим образом: предотвращение — минимизация — рециклинг — вторичное использование материального потенциала — использование энергетического потенциала — захоронение;

- экологическую безопасность самой технологии, ее продуктов и вторичных отходов;
- себестоимость обработки отходов, в том числе предварительной подготовки;
- состояние рынка вторичных ресурсов, спрос на отдельные виды вторичного сырья;
- потребности рынка вторичных материалов, спрос на получаемые виды продукции;
- требования к качеству входящего потока ТБО и продуктов их переработки.

Анализ имеющегося опыта обращения с отходами позволяет говорить о том, что использование материального потенциала твердых бытовых отходов является более приоритетным направлением развития техноло-

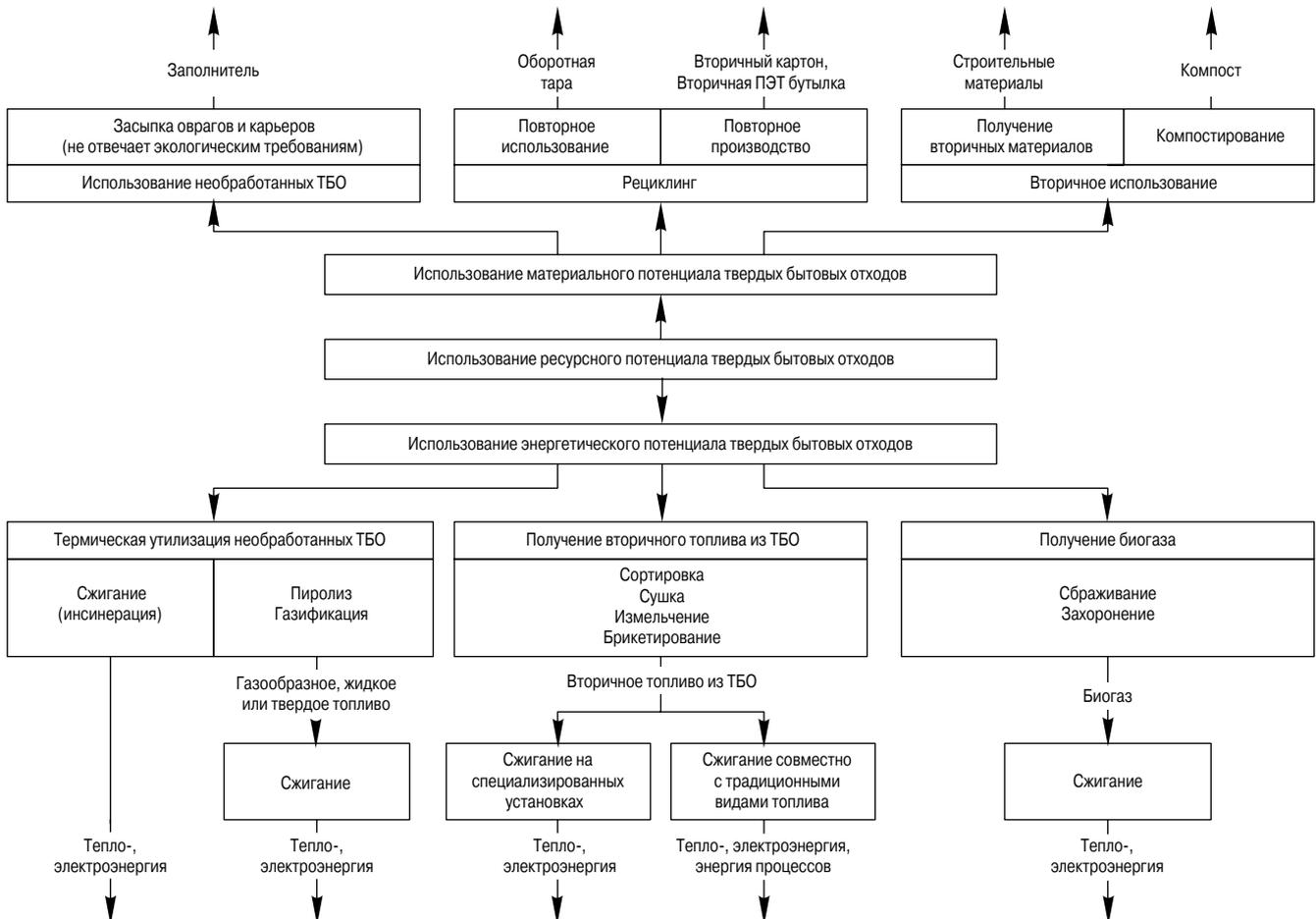


Рис. 1. Основные направления использования материального и энергетического ресурсного потенциала твердых бытовых отходов

Потенциал для использования продуктов переработки ТБО в строительной отрасли

Наименование	Общее содержание, % по массе			Коэффициент извлечения*	Потенциал использования, % по массе		
	Пермь	Оренбург	Санкт-Петербург		Пермь	Оренбург	Санкт-Петербург
Макулатура	22,8	8,8	18	0,68	15,5	6	12,2
Полимеры	15,2	10,3	16,5	0,42	6,4	4,3	6,9
Стекло	17,7	11,6	8,6	0,92	16,3	10,7	7,9
Металлы	2,8	2	2,8				
Текстиль	5	2,1	3,2	0,64	3,2	1,3	2
Инертные компоненты	3,6	2,5	1,4	0,68	2,4	1,7	1
Органические компоненты	21,2	54,9	43,2	0,48	10,2	26,4	20,7
Прочее	11,7	7,8	6,3				
ИТОГО	100	100	100		54	50,4	50,7

* исходя из эмпирических данных по извлечению отдельных компонентов и данных расширенных исследований морфологического состава отходов.



Рис. 2. Основные направления использования продуктов переработки ТБО в строительной отрасли

гий обращения с отходами по сравнению со сжиганием или захоронением. В соответствии с иерархией методов повторное использование товаров, например оборотной тары, и производство из вторичного сырья аналогичной продукции, например производство картона из макулатуры, т. е. так называемый рециклинг, предпочтительнее вторичного использования отходов, в том числе для получения строительных материалов, например получение полимерпесчаной черепицы. Это связано с тем, что в последнем случае не происходит замкнутого цикла использования ресурсов.

В настоящее время в России развитие отрасли переработки вторичного сырья идет именно по пути вторичного использования, а получение строительных материалов из вторичного сырья применяется наиболее часто. Это связано прежде всего с широкими перспективами использования получаемых продуктов в строительной отрасли и экономической эффективностью данного процесса.

Основные направления использования продуктов переработки ТБО в строительной отрасли приведены на рис. 2.

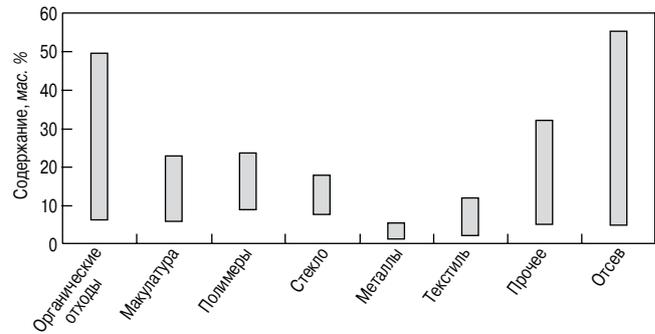


Рис. 3. Колебания содержания отдельных компонентов в морфологическом составе ТБО

Как показали результаты натурных исследований морфологического состава отходов ряда городов России, содержание отдельных компонентов в отходах разных городов значительно отличается (рис. 1).

С учетом непостоянства морфологического состава отходов необходимо решить практическую задачу оценки потенциала твердых бытовых отходов при использовании продуктов их переработки в строительной отрасли.

Если оценивать данные ресурсного потенциала как процент от общей массы отходов, который может быть использован в строительной отрасли, то его можно рассчитать по следующей формуле:

$$P_{\text{ресурс}} = \sum_{i=1}^n (k_i \cdot P_i),$$

где $P_{\text{ресурс}}$ — ресурсный потенциал (отношение суммарной массы извлекаемого вторичного сырья к общей массе отходов, выраженное в процентах), мас. %; n — общее число извлекаемых компонентов; k_i — коэффициент извлечения i -го компонента; P_i — содержание i -го компонента в отходах, мас. %.

Коэффициент извлечения i -го компонента зависит многих факторов, в том числе от природы компонента и общих характеристик ТБО, на практике составляет 0,2–0,95 для разных компонентов.

Проведенные исследования морфологического состава ТБО позволили выполнить оценку потенциала по использованию продуктов переработки ТБО в строительной отрасли для некоторых городов.

Как видно из таблицы, соотношение отдельных компонентов, представляющих ценность для получения строительных материалов, существенно меняется, что связано с различиями морфологического состава отхо-

дов в разных городах, которые в свою очередь обусловлены влиянием многих факторов, в том числе:

- период и сезонность (со временем и в течение года состав ТБО меняется);
- климат (в частности, климатические условия местности определяют структуру продуктов питания, выращиваемых на месте, и соответственно уровень их потребления);
- транспортная доступность (развитость сообщения с другими территориями отражается на номенклатуре используемых товаров);
- развитие рынка вторичного сырья (развитый рынок вторичного сырья способствует снижению содержания полезных компонентов в отходах) и т. д.

Взяты для примера города существенно отличаются по численности населения, климатическим условиям, географическому положению, уровню социально-экономического развития и прочим факторам, поэтому полученные в ходе экспериментального исследования различия в морфологическом составе отходов достаточно характерны.

Однако из таблицы также следует, что общий потенциал ТБО для использования продуктов их переработки оценивается схожей величиной на уровне 50%.

Выводы.

Потенциал твердых бытовых отходов с точки зрения использования продуктов их переработки в строительной отрасли достаточно высок. В среднем около половины массы ТБО может быть использовано для производства строительных материалов или в качестве инертного грунта, а также для рекультивации карьеров.

Ключевые слова: *твердые бытовые отходы, потенциал использования отходов, строительные материалы из вторичного сырья.*

2012

СтройЭКСПО. ЖКХ

33 Всероссийская специализированная выставка

СТРОИТЕЛЬСТВО

- Новые технологии в строительстве • Быстровозводимые здания и сооружения
- металлоконструкции • Строительные и отделочные материалы
- Кровля. Фасады. Изоляция • Окна. Двери. Ворота
- Строительное и промышленное оборудование

СИСТЕМЫ И ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ

- Системы очистки воды, водоочистители • Канализационные системы и оборудование
- Системы вентиляции и кондиционирования • Системы водоснабжения и отопления
- Котельное оборудование. Насосы • Трубы. Запорная и регулирующая арматура

УПРАВЛЕНИЕ ЖИЛИЩНЫМ ФОНДОМ

- Реконструкция, ремонт и содержание объектов жилищного фонда
- Локальный ремонт труб и трубных конструкций
- Материалы и оборудование для диагностики и санации
- Новые формы управления ЖКХ
- Коммунальные машины и механизмы для ЖКХ



ВСЁ ОТ РЕМОНТА КВАРТИР
ДО СТРОИТЕЛЬСТВА ДОМОВ И ДОРОВ

Организатор



Волгоград
ЭКСПО
выставочный центр

(8442) 55-13-15
www.volgogradexpo.ru

25-27

СЕНТЯБРЯ

ВОЛГОГРАД

ЭКСПОЦЕНТР

Генеральный информационный спонсор



Стройика
группа газет

Официальная поддержка

Правительство
Волгоградской области



АССОЦИАЦИЯ «НЕДРА»
ASSOCIATION "NEBRA"

Ассоциация «Недра»

Круглый стол Ассоциаций и Союзов предприятий промышленности строительных материалов Академия горных наук

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ®

XV международная конференция

«Технологии, оборудование, сырьевая и нормативная базы предприятий промышленности строительных материалов»

25–26 октября 2012 г. Москва

Главные темы конференции:

- технологии и сырьевая база предприятий промышленности строительных материалов, перспективы развития;
- проблемы предприятий отрасли в условиях присоединения России к ВТО и создания единого экономического пространства (ЕЭП), гармонизация нормативной документации и стандартов;
- совершенствование законодательства в области недр- и землепользования;
- устранение административных барьеров в отрасли строительных материалов.
- новое оборудование и приборы.

Оргкомитет:

109004, Москва, Тетеринский пер., д. 12, стр. 2
Тел.: (495) 915-11-03, 915-75-93 факс: (495) 915-22-31
e-mail: info@nedra2004.ru http://www.nedra2004.ru

Информационная поддержка:
научно-технический журнал «Строительные материалы»®

В.И. КАЛАШНИКОВ, В.С. ДЕМЬЯНОВА, доктора техн. наук,
В.М. ВОЛОДИН, А.Д. ГУСЕВ, инженеры,
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Ресурсосберегающие порошковые фибробетоны с использованием техногенных отходов

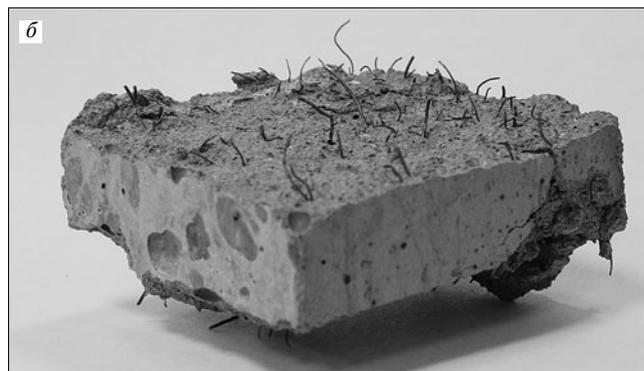
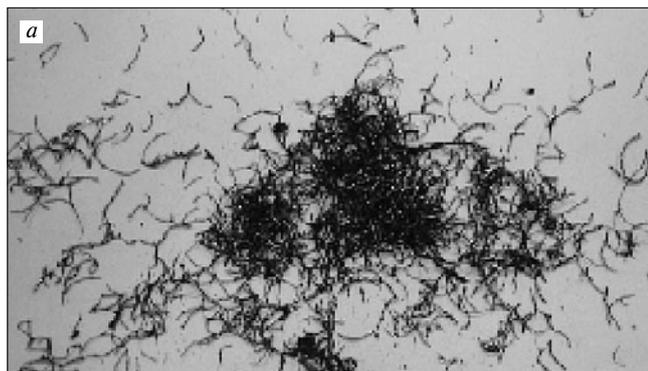
Разработка новых видов высококачественных бетонов, принципиально отличающихся от традиционных как по рецептуре, так и по технологии изготовления, базируется на использовании дополнительно двух основных компонентов – суперпластификаторов и высокопуццоланических добавок – микрокремнеземов и микрометакаолинов. Одним из таких бетонов нового поколения, в которых в наибольшей степени реализуются диспергирующие и разжижающие свойства суперпластификаторов, является порошковый бетон. Основным достоинством и мотивацией появления таких бетонов является возможность использования каменных реакционно-активных порошков, изготавливаемых из тонких отсевов камнедробления и обогащения рудных ископаемых, ежегодный выход которых в мире превышает 100 млрд т, а также использование тонких фракций кварцевого песка или измельченного кварца [1, 2]. В России бетоны с использованием реакционно-активных порошков из горных пород практически не изучались и реально не изготавливались, в то время как за рубежом такие бетоны начинают интенсивно использоваться при изготовлении тонкостенных конструкций, архитектурных ажурных криволинейных покрытий, тавровых и двутавровых балок с комбинированным армированием, мостовых конструкций и пр. В связи с высокой экономической эффективностью реакционно-порошковых бетонов разработка и исследование их являются чрезвычайно актуальными [3].

Кроме того, в настоящее время во всем мире наблюдается тенденция повышения негативного влияния промышленно-хозяйствующих субъектов на окружающую среду, сопровождающаяся истощением природных ресурсов, нарушением динамического равновесия биосферы [4, 5]. В связи с этим все более очевидной становится необходимость создания новых материалов и технологий, в том числе с использованием техногенных об-

разований и отходов. К числу таких материалов относятся фибробетоны с использованием в качестве армирующих элементов волокон из металлокорда. Целесообразность использования дисперсной стальной фибры, в том числе из отходов, взамен стальной промышленной арматуры повышается с переходом на высокопрочные тонкозернистые порошковые фибробетоны нового поколения. Реакционно-порошковые бетоны наиболее полно сочетаются с дисперсными волокнами и мелкосеточными ткаными каркасами из полипропиленовых, полиамидных, полиакрилатных и стеклянных волокон, с формированием высокой прочности при сжатии и растяжении [6]. В таких бетонах полностью реализуется однородность распределения фибры по сечению бетона.

В настоящее время ограниченность и локализация производства тонкой промышленной фибры в нашей стране увеличивает ее стоимость, что приводит к удорожанию сталефибробетона и снижению его применения. В данной работе в качестве альтернативы промышленной фибры предложено использование металлокорда, продукта механической переработки изношенных автомобильных шин. На базе ООО «Пензмаш» запущена пилотная линия по механической переработке изношенных автомобильных шин КПШ-1, позволяющая перерабатывать свыше 3 т покрышек за смену. В результате образуется резиновая крошка фракции 1–4 мм, металлокорд (рисунок, а) и текстиль. Металлокорд, объемы производства которого от одной установки КПШ-1 составляют 200–300 кг/ч, как побочный продукт сдается на металлолом по стоимости 3–5 р./кг. После переработки в нем содержится примесь резины в объеме 1–4%, что негативно сказывается на прочностных показателях сталефибробетона и требует дополнительной обработки.

Очистку металлокорда до качества проволоки по ГОСТ 3282–74 и ГОСТ 9389–75 производили обработ-



Металлокорд: а – внешний вид металлокорда после механической переработки; б – металлокорд в теле бетона

№	Фибра стальная промышленная, кг	Металлокорд, кг	Плотность бетона, кг/м ³	Расплав конуса Хагерманна, мм	В/Ц В/Т	Прочность при изгибе и сжатии $R_{из}/R_{сж}$, МПа, в возрасте, сут			$\rho_{уд}^{уд}$ кг/МПа	$\rho_{уд}^{уд}$ кг/МПа
						1	7	28		
1	–	–	2376	295	$\frac{0,302}{0,1}$	$\frac{8}{49,6}$	$\frac{10,8}{126}$	$\frac{16,4}{146,8}$	4,9	44
2	117	–	2460	295×300	$\frac{0,307}{0,1}$	$\frac{15,2}{62,4}$	$\frac{19,5}{138,8}$	$\frac{22}{180}$	3,95	32,3
3	–	117	2420	287×293	$\frac{0,307}{0,1}$	$\frac{11}{52,4}$	$\frac{19,9}{123,6}$	$\frac{21,3}{165}$	4,4	33

кой песком в шаровой мельнице в течение 30 мин. В шаровую мельницу совместно с мелющими телами помещали гранитный щебень фракции 1,25–2,5 мм и кварцевый песок. В результате обработки металлокорд полностью очистился от примесей резины, при этом на его гранях под воздействием щебня появились дополнительные засечки, что является важным, так как свойства сталефибробетона во многом определяются количеством и состоянием контактов на границе раздела фаз волокно–матрица. Наиболее длинные и крючкообразные волокна агрегировались в единый комок и были удалены. Отделение металлокорда от примеси щебня и песка осуществляли магнитной сепарацией. По ориентировочным оценочным расчетам себестоимость такой фибры составляет 8–10 р./кг.

Физико-механические показатели очищенного металлокорда незначительно уступают промышленной стальной фибре, поставляемой Белорусским металлургическим объединением (БМЗ).

Выполнены сравнительные испытания мелкозернистого реакционно-порошкового бетона 1 и порошкового фибробетона с промышленной фиброй 2 и металлокордом 3 (таблица). Для изготовления опытных образцов использовали следующие исходные материалы: цемент жигулевский ПЦ500Д0 с удельной поверхностью $S_{уд}=360$ кг/м²; кварцевый песок Нижегородского карьера фракции 1,25–2,5 мм. Модификацию цементной матрицы осуществляли комплексными органоминеральными добавками. В качестве дисперсных наполнителей таких добавок использовали: каменные реакционно-активные порошки из измельченного до удельной поверхности $S_{уд}=313$ кг/м² строительного песка Нижегородского карьера. Дозировка измельченного строительного песка составляла 15% расхода цемента. Органическим компонентом являлся суперпластификатор Sika ViscoCrete-20 GOLD, вводимый в количестве 0,9% массы портландцемента. В качестве армирующих элементов принята промышленная стальная фибра диаметром 0,22 мм, длиной 12 мм и металлокорд длиной 10–12 мм. Расход фибры не превышал 1,5% объема сухих компонентов. Соотношение $l/d=60$. Водотвердое отношение без учета массы фибры $В/Т=0,1$; водоцементное – 0,307. Перемешивание бетонной смеси осуществляли миксером при скорости вращения 300–600 об/мин. Бетонная смесь с фиброй имела расплав конуса Хагерманна 285–300 мм. Реологический критерий, определяемый как отношение объема водно-цементно-минеральной дисперсии к объему немолотого песка, определяющий толщину пленки водной дисперсии на поверхности песка, составлял 1,5.

Как следует из результатов испытаний (таблица), прочность в возрасте 28 сут фибробетона, армированного очищенным металлокордом, уступает прочности фибробетона, армированного промышленной фиброй незначительно. Прочность при растяжении при изгибе составляет 22 МПа для фибробетона, армированного

промышленной фиброй, и 21,3 МПа – армированного металлокордом. Отношение прочности при сжатии к прочности при изгибе оказалась равным 9,4. Этот показатель для обычных высокопрочных неармированных бетонов достигает 10, т. е. такие бетоны имеют хрупкий характер разрушения. Уменьшение этого показателя определяет дуктильный (пластичный) характер разрушения.

Таким образом, использование тонкой фибры, не имеющей даже анкерных элементов, позволяет получить высокоэффективные порошковые фибробетоны нового поколения. Диаметр фибры, выпускаемой российскими производителями, как правило, составляет 0,5–1 мм. Использование металлокорда как продукта переработки автомобильных шин диаметром не более 0,2 мм в качестве альтернативы промышленной фибре, особенно перспективно. Удельные расходы цемента на единицу прочности исследуемых фибробетонов отличаются незначительно.

Выполненные исследования направлены на создание эффективных и конкурентоспособных дисперсно-армированных порошковых бетонов нового поколения с использованием техногенных образований и отходов, высокотехнологичного производства в регионе.

Ключевые слова: фибробетон, техногенные отходы, армирование.

Список литературы

1. Дейзе Т., Хорнунг О., Мельман М. Переход с технологии Микродур к технологии Нанодур. Применение стандартных цементов в практике бетонов со сверхвысокими эксплуатационными свойствами // Бетонный завод. 2009. № 3. С. 4–11.
2. De Larrard, Corse J.F., Puch C. Comparative study of Various Silica Fumes as Additives in High-Performance Cementitious Material: Materials et Structures, RJTEM, 1992. Vol. 25. P. 265–272.
3. Калашников В.И. и др. Бетоны нового поколения с низким удельным расходом цемента на единицу прочности // Вестник Центрального отделения строительных наук РААСН. 2010. Вып. 14. Т. 2. С. 27–32.
4. Демьянова В.С. Комплексное использование промышленных отходов // Экология и промышленность России. 2008. № 1. С. 12–14.
5. Демьянова В.С. и др. Ресурсосбережение как средство защиты окружающей среды // Региональная архитектура и строительство. 2009. № 2. С. 52–55.
6. Калашников В.И. и др. Порошковые фибробетоны со сверхвысокой прочностью с дисперсным армированием фиброй: В сб. статей Междунар. науч.-технич. конф. «Новые энерго- и ресурсосберегающие наукоемкие технологии в производстве строительных материалов». Пенза, январь 2011. С. 41–48.

К.Г. ПУГИН, канд. техн. наук (123zzz@rambler.ru), Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Вопросы экологии использования твердых отходов черной металлургии в строительных материалах

В России общий подход к оценке экологической безопасности строительных материалов проводится по показателям санитарно-гигиенической, радиационной и пожарной безопасности, оценивается безопасность материала для биоты и окружающей среды «здесь и сейчас». Однако в настоящее время в соответствии с концепцией устойчивого развития подход к оценке геоэкологически безопасного размещения в окружающей среде должен быть иным. В первую очередь при оценке техногенной нагрузки на окружающую среду необходимо учитывать влияние не только самого материала, но и процессов, сопровождающих материал на его жизненном цикле от добычи сырья для его изготовления до утилизации, или, что более предпочтительно, повторного его использования. Это позволяет замкнуть жизненный цикл материала, минимизировать количество отходов производства и способствует ресурсосбережению [1].

Экологическая оценка строительных материалов, которая учитывает весь жизненный цикл материала от его получения до использования и ассимиляции в объектах окружающей среды, рассматривает материалы по нормам геоэкологической безопасности по принципу «везде и всегда». При этом оцениваются не только прямые (явные) негативные воздействия, такие как эмиссия вредных веществ, образование отходов и т. п., но и косвенные эффекты (дефицитность сырья, влияние на здоровье человека, ухудшение качества окружающей среды и т. д.). Оценка экологических эффектов при взаимодействии строительного материала с окружающей средой базируется на комплексе независимых методов:

- метод сопоставительного анализа (метод рассуждений) основывается на имеющейся научной информации, ее анализе и последующих логических рассуждениях. Он дает относительную оценку нагрузок на биоту и окружающую среду и позволяет произвести ранжирование материалов в порядке экологического предпочтения;
- системный анализ (метод «черного ящика») заключается в анализе и математической оценке всех входных и выходных потоков;
- метод графов (ориентированные графы для решения многокомпонентных эколого-экономических задач);
- квалиметрический метод (для оценки интегрального качества материала).

Одним из прогрессивных подходов комплексной санитарно-экологической оценки размещения отходов и производства строительных материалов на их основе можно предложить апробированную в смежных областях и широко используемую в мировой практике методологию рисков [1]. Основными принципами такой методики должны стать экологические принципы: «отходы — это вторичные ресурсы» и «загрязнители окружающей среды — вещества, размещенные в окру-

жающей среде без учета их химической активности». Конечная цель оценки экологического риска размещения отходов в окружающей среде — поиск технологии, которая позволила бы получить полезный продукт при наименьшем негативном воздействии. Такой подход использования отходов позволит в комплексе решить задачу снижения негативной нагрузки на окружающую среду при экономии природных ресурсов. Под термином «размещение» понимается не только их складирование на полигонах, но и использование в качестве сырьевого компонента при производстве строительных материалов, так как изделия на их основе также будут длительное время размещены в окружающей среде.

В Пермском национальном исследовательском политехническом университете проводятся исследования методологических подходов геоэкологически безопасного размещения в окружающей среде твердых отходов черной металлургии [2, 3].

Твердые отходы черной металлургии выбраны в качестве объекта исследования в связи с тем, что на территории Пермского края имеется более 25 млн т таких отходов, которые размещены на полигонах в непосредственной близости от водных объектов и оказывают негативное влияние на гидросферу и литосферу смежных с ними районов [3–5]. Данные отходы продолжительное время складируются на непригодных для этих целей площадях и в настоящее время в большей части используются в качестве балластного материала в дорожном строительстве без дополнительных переделов, которые снижали бы негативное воздействие на окружающую среду. Такой подход к размещению и использованию твердых отходов черной металлургии не отвечает принципам безопасного в геоэкологическом смысле использования, так как отходы в данном случае перемещаются из мест концентрированного размещения (полигоны) на большую территорию (сеть автомобильных дорог) где они подвергаются гидросферному воздействию (обводнение, выщелачивание), а это приводит к существенным эмиссиям подвижных форм тяжелых металлов в поверхностные стоки и подземные воды. Под понятием «размещение» понимается не только расположение отходов на местах их складирования, но и условия эксплуатации (жизненный цикл) изделий на основе строительных материалов, в состав которых входят отходы черной металлургии, так как воздействие негативных факторов отходов производства проявляется и в первом и во втором случае.

Оценка экологического риска (опасности) использования отходов промышленности при создании строительных материалов должна проводиться по нижеприведенным направлениям возможного воздействия на атмосферу, гидросферу, литосферу (почве, сырью), а также их биотические компоненты, включая человека.

Таблица 1

	MgO	CaO	TiO ₂	SiO ₂	MnO	Al ₂ O ₃	FeO	Cr ₂ O ₃	V ₂ O ₅
Минимум (мас. %)	5,4	21,8	7,1	25,06	0,4	8,4	0,9	0,07	0,17
Максимум (мас. %)	13,5	33,5	9,7	36	1,14	17,3	3,5	0,7	0,32

Таблица 2

Технология использования	Негативные эффекты от СМ					Экологическая оценка, сумма баллов
	1	2	3	4	5	
Дорожное основание	3	1	1	2	2	9
Укрепление грунта	3	1	1	2	3	10
Щебеночное покрытие	3	1	1	2	1	8
Цементобетонное покрытие	2	2	1	1	3	9
Асфальтобетонное покрытие	1	2	1	1	1	6

Основной задачей при оценке экологического риска использования строительных материалов на основе твердых отходов черной металлургии является количественная и качественная оценка основного негативного фактора и подбор технологии использования с учетом жизненного цикла изделия. Для определения возможного негативного воздействия рассмотрен химический состав основного по массе твердого отхода черной металлургии – доменного шлака. Химический состав доменного шлака Чусовского металлургического завода приведен в табл. 1.

Химический состав шлака во многом совпадает с химическим составом горных пород. Основное отличие, в присутствии водорастворимых форм оксидов металлов и, как следствие этого, повышенная подвижность металлов. Неблагоприятным с экологической точки зрения влиянием на окружающую среду при контакте с водной средой является эмиссия (миграция) тяжелых металлов (ТМ) из твердых отходов черной металлургии в объекты гидросферы и биотические компоненты.

Для определения влияния среды размещения твердых отходов черной металлургии на эмиссию загрязняющих веществ в объекты окружающей среды проведены исследования миграции тяжелых металлов из шлакового щебня, асфальтобетона и цементобетона, содержащих шлаковый щебень, в модельные среды. Такой выбор позволяет количественно оценить эмиссию ТМ при разных плотностях и гидрофобности строительного материала.

В качестве модельных сред использовали дистиллированную воду и аммонийно-ацетатный буфер (рН=4,8), моделирующий кислотные осадки, которые характерны для большинства крупных городов России. Для образцов установлено соотношение объема строи-

тельного материала и воды 1:2. Исследования водных вытяжек проводили через 1, 3, 5, 7 сут выдержки материала в воде и в аммонийно-ацетатном буфере.

Исследования проведены в аккредитованных лабораториях: отдел аналитического контроля, метрологического обеспечения и экомониторинга ОАО «МНИИЭКОТЭК» и испытательно-лабораторный центр ЭКЦ ПНИПУ. Определение содержания металлов проводили по утвержденным методикам: ПНД Ф 14.1:2.4.135–98 «Методика выполнения измерений массовых концентраций металлов методом спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой в питьевых, природных, сточных водах и атмосферных осадках»; ПНД Ф 14.1:2.50–96 «Методика выполнения измерений массовой концентрации общего железа в природных и сточных водах фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой».

Результаты лабораторных исследований миграции ванадия и железа в модельные среды (рис. 1–3) показали изменение содержания металлов в зависимости от времени пребывания образцов в модельных средах и от условий размещения. На основании анализа экспериментальных данных определено:

- выщелачивание из шлакового щебня в аммонийно-ацетатном буфере происходит в два раза активнее, чем из бетона на шлаковом щебне;
- выщелачивание из шлакового щебня в дистиллированную воду в четыре раза активнее, чем из цементобетона на шлаковом щебне;
- выщелачивание из шлакового щебня в модельные среды в восемь раз активнее, чем из асфальтобетона на шлаковом щебне.

Таким образом, эмиссия тяжелых металлов в окружающую среду зависит от технологии использования

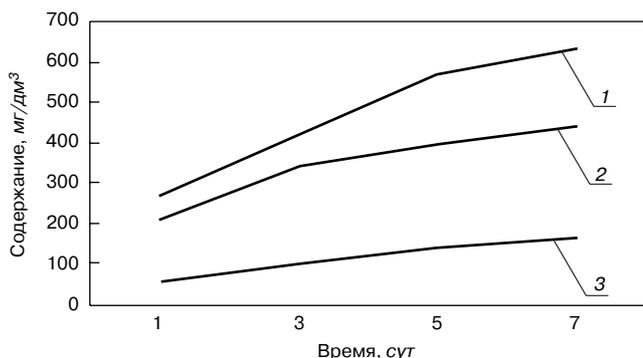


Рис. 1. Миграция железа в модельные среды: 1 – щебень; 2 – цементобетон; 3 – асфальтобетон

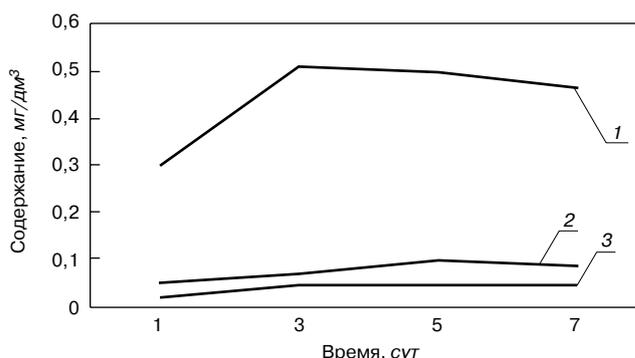


Рис. 2. Миграция ванадия в модельные среды: 1 – щебень; 2 – цементобетон; 3 – асфальтобетон

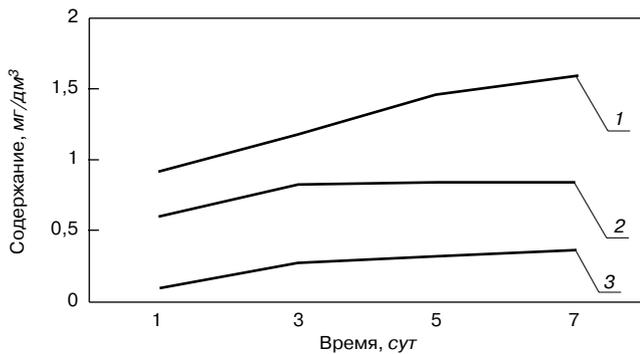


Рис. 3. Миграция ванадия в модельные среды: 1 – щебень; 2 – цементобетон; 3 – асфальтобетон

промышленного отхода. В данном случае отходы, размещенные в более плотной среде, дают меньшую миграцию тяжелых металлов. Еще большее влияние на миграцию ТМ оказывает гидрофобность материала.

Основопологающее действие на миграцию ТМ из материалов на их основе оказывает контакт с водой, которая выступает в роли растворителя и средой переноса ТМ.

В общем случае величина эмиссии (миграции) тяжелых металлов в окружающую среду ($M_{ТМ}$) из материалов на основе твердых отходов ЧМ зависит от плотности среды $\rho_{ср}$, окружающей гранулу шлака, и водонепроницаемой мембраны $\beta_{мем}$, окружающей элементарную частицу отхода или сам материал: $M_{ТМ} = f(\rho_{ср}; \beta_{мем})$.

Данные параметры определяют возможность попадания воды к частицам отхода ЧМ и, как следствие этого, возможность переводить их химические соединения в подвижные формы и осуществлять миграцию в окружающую среду.

Нами были сравнены величины экологического риска (экологическая опасность) применения шлаков черной металлургии при разных технологиях применения с учетом жизненного цикла материала и учетом эмиссии тяжелых металлов.

Были выделены пять основных технологий крупнотоннажного использования шлака: строительство дорожных оснований, щебеночного покрытия, цементобетонного покрытия, асфальтобетонного покрытия и укрепление грунта.

В качестве негативных эффектов от использования строительных материалов на основе отходов металлургии вошли: повреждение экосистем (определяющий фактор – величина эмиссии ТМ); вторичные выбросы в окружающую среду при вовлечении отхода в производство; энергопотребление при вовлечении отхода в производство; вероятность ухудшения условий жизни человека на территории использования отхода; возможность повторного использования материала при завершении жизненного цикла изделия.

В табл. 2 представлено проведенное аналитическое сравнение величины экологического риска при разных технологиях применения. В качестве аналитиков были привлечены независимые эксперты. Уровень негативного влияния для каждого направления может быть оценен в баллах:

- 3 балла – наибольшее негативное влияние;
- 2 балла – среднее по уровню негативное влияние;
- 1 балл – наименьшее негативное влияние;
- 0 баллов – негативное влияние отсутствует.

Наименьший балл при экологической оценке применения твердых отходов черной металлургии в дорожном строительстве получила технология, которая использует шлак в виде щебня в асфальтобетонных покрытиях. Обеспечивая наименьшую эмиссию ТМ в

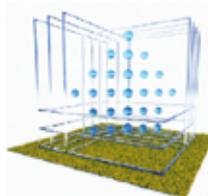
окружающую среду на всем жизненном цикле, данная технология является предпочтительной.

Миграция ТМ из отходов черной металлургии происходит при складировании на полигонах и при вовлечении твердых отходов черной металлургии в качестве сырья при производстве строительных материалов. Подбирая технологию использования промышленных отходов, можно достичь снижения эмиссии ТМ без дополнительных затрат, тем самым расширяется возможность применения отходов в строительстве.

Ключевые слова: строительные материалы, отходы металлургии, экология, тяжелые металлы.

Список литературы

1. Соколовский М.И., Вайсман Я.И. Технические и экологические аспекты ликвидации твердотопливных межконтинентальных баллистических ракет. Пермь: ПГТУ. 2009. 636 с.
2. Пугин К.Г., Юшков В.С. Тяжелые металлы в отходах черной металлургии // Молодой ученый. 2010. № 5–1. С. 135–139.
3. Пугин К.Г. Негативное воздействие шлаковых отходов черной металлургии на объекты окружающей среды на примере города Чусового // Экология урбанизированных территорий. 2011. № 2. С. 86–90.
4. Пугин К.Г. Снижение экологической нагрузки на водные объекты при размещении неутрализованных отходов предприятий черной металлургии // Вода и экология проблемы и решения. 2008. № 4. С. 57–62.
5. Пугин К.Г. Оценка влияния шлаковых отходов предприятий черной металлургии на водные объекты на примере Чусовского металлургического завода // Водоснабжение и канализация. 2009. № 2. С. 10–14.



3-5 октября
ВОРОНЕЖ 2012

35-я межрегиональная специализированная **ВЫСТАВКА**

СТРОИТЕЛЬСТВО

4-я межрегиональная специализированная **ВЫСТАВКА**

НОВЫЙ ГОРОД

тел: (473) 277-48-36, (473) 251-20-12

e-mail: stroy@veta.ru

ОРГКОМИТЕТ:




Подробная информация
на www.veta.ru

Ф.Л. КАПУСТИН, д-р техн. наук, И.В. РЫЖКОВА, инженер,
Уральский федеральный университет им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина
(Екатеринбург)

Безобжиговый зольный гравий – эффективный наполнитель для конструктивных бетонов

Обеспечение строительства наиболее экономичными и прочными материалами – один из актуальных вопросов современности. Если в предшествующие годы искусственные пористые наполнители использовали главным образом для производства ограждающих конструкций (стеновых), то в последнее время доказана особая их эффективность для применения в комплексном строительстве – жилищном, промышленном, в том числе сельскохозяйственном. Это предопределило необходимость разработки искусственных пористых наполнителей, пригодных для приготовления конструктивных бетонов.

Наиболее перспективным материалом для массового заводского производства крупных блоков и панелей, а также объемных элементов является конструктивный бетон на природных и искусственных пористых наполнителях. Уменьшение массы бетона значительно снижает стоимость изделий и строительства. При уменьшении массы бетона на каждые 10% стоимость изделий в конструкции снижается на 3%.

Строительство современных зданий и сооружений требует применения новых высокопрочных и легких строительных конструкций. Однако предприятия по производству бетонных и железобетонных изделий испытывают дефицит качественного щебня и гравия,

особенно в регионах, на территории которых нет месторождений высокопрочных горных пород, а перевозка наполнителей к месту использования требует значительных затрат. Альтернативным предложением могут быть искусственные наполнители: керамдор, шлаковый щебень, безобжиговый зольный гравий и др., характеризующиеся достаточно высокой прочностью и морозостойкостью. Безобжиговые наполнители в отличие от обжиговых не требуют дополнительных расходов электроэнергии и топлива на производство, а также сложных печных установок.

Безобжиговый зольный гравий (БЗГ) – искусственный пористый наполнитель, получаемый в виде гранул из предварительно увлажненной смеси золы-уноса и портландцемента с последующим твердением. Технология производства БЗГ в общем случае состоит из следующих операций: дозирование, смешивание (золы-уноса с цементом), увлажнение смеси и формирование гранул требуемой крупности, их тепловлажностная обработка (ТВО). Для изготовления БЗГ могут использоваться золы или отвалы золы-уноса, образующиеся на ТЭС от сжигания бурых и каменных углей или антрацита [1].

В работе исследовали возможность получения высокопрочного БЗГ на основе золы-уноса Рефтинской

Таблица 1

№	Массовая доля компонентов, %					Водопотребность, мас. %	Плотность зольного камня, кг/м ³
	ЗУ	Смешанное вяжущее					
		ПЦ	ГП	ДГШ	Известь		
1	80	20	–	–	–	56,6	1580
2	70	20	10	–	–	50	1620
3	55	20	25	–	–	44,2	1640
4	30	20	50	–	–	36	1670
5	70	20	–	10	–	50	1660
6	55	20	–	25	–	45,8	1740
7	30	20	–	50	–	35,6	1930
8	82	15	–	–	3	44	1630
9	80	15	–	–	5	44	1650
10	78	15	–	–	7	44	1740
11	75	15	–	–	10	44	1630

Таблица 2

№	Состав смеси, мас. %					Полный остаток, мас. %, на сите, мм		В/Т	Насыпная плотность, кг/м ³	Точечная прочность, Н/гранула
	ПЦ	ЗУ	ГП	ДГШ	Известь	5	20			
1	20	55	25	–	–	93,6	6,4	26,8	995	1,6
2	20	65	15	–	–	94,6	5,4	24,2	965	4
3	20	65	–	15	–	83,8	11,3	25,6	1045	3,2
4	15	78	–	–	7	80	7,8	25,8	965	1,3
5	20	80	–	–	–	97,4	10,3	27,1	990	2,1

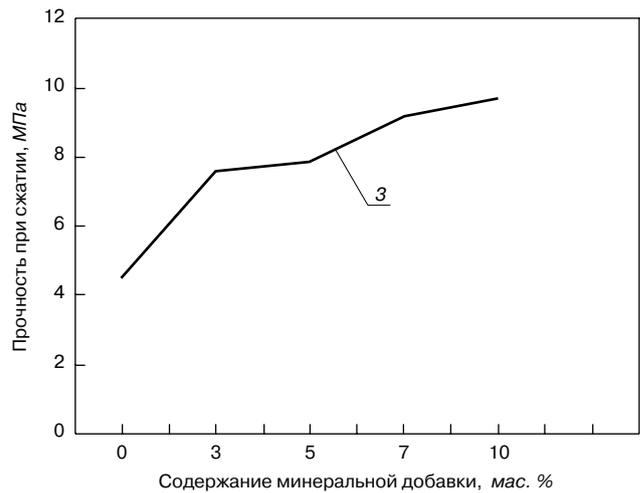
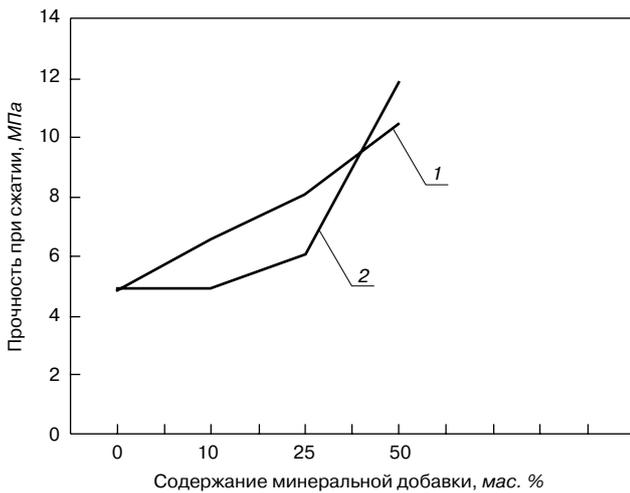


Рис. 1. Влияние минеральной добавки в составе смешанных вяжущих на прочность золоцементного камня: 1 – горная порода; 2 – доменный гранулированный шлак; 3 – известь

Таблица 3

Свойства	Номер состава по табл. 2				
	1	2	3	4	5
Насыпная плотность, кг/м ³	901	869	1014	748	1000
Средняя плотность, кг/м ³	1638	1624	1633	1175	1635
Предел прочности при сжатии в цилиндре, МПа	5,6	7,5	5,2	0,8	4,5
Водопоглощение, мас. %	4,6	4,2	2,81	21,59	13,75

Таблица 4

Физико-механические свойства	Значения		
	БЗГ	Керамзитовый щебень по ГОСТ 9757–90	Щебень гранитный
Прочность заполнителя при сжатии в цилиндре, МПа	7,5	3–4	–
Марка по прочности	П300	П200	Д400
Насыпная плотность, кг/м ³	869	800	1390
Марка по насыпной плотности	900	800	–
Средняя плотность, кг/м ³	1624	–	2550
Водопоглощение, мас. %	4,2	8–20	1,2



Рис. 2. Безобжиговый зольный гравий

ГРЭС (Свердловская обл.) и использования его в составе конструктивных бетонов. Использовали следующие материалы: золу-уноса от сжигания каменного угля Экибастузского бассейна (ЗУ); портландцемент ЦЕМ I 42,5Н производства ОАО «Сухоложскцемент» (ПЦ); песок из отсевов дробления горной породы (ГП); доменный гранулированный шлак (ДГШ); известь строительную второго сорта; сульфат натрия (Na₂SO₄) для ускорения твердения цемента.

Зола-уноса от сжигания каменного угля Экибастузского бассейна по химическому составу является кислой (содержит до 93% SiO₂+Al₂O₃+Fe₂O₃) и тонкодисперсной (удельная поверхность 298 м²/кг). По основным свойствам зола-уноса удовлетворяет требованиям ГОСТ 25818–91 «Золы-уноса тепловых электростанций для бетона. Технические условия», относится к третьему виду, т. е. может применяться в производстве ячеистых и обычных строительных бетонов. Рефтинская ГРЭС отгружает потребителям золу по техническим условиям ТУ 5717-004-79935691–2009. Суммарная удельная эффективная активность естественных радионуклидов золы составляет 95,1 Бк/кг, что практически не превышает естественный фон и в несколько раз ниже нормативного значения [2].

Проведенными ранее исследованиями и производственными испытаниями установлено, что для получения высокопрочного БЗГ в качестве вяжущих материалов необходимо использовать смешанное вяжущее в составе шлакопортландцемента и извести или портландцемента и строительного гипса. Однако их применение сопровождалось длительной предварительной выдержкой зольных гранул и тепловой обработкой БЗГ.

Для изучения влияния вида и количества минеральной добавки в составе смешанного вяжущего на свойства БЗГ на основе ЗУ Рефтинской ГРЭС отдельные компоненты размалывали, смешивали с цементом и золой, формовали и определяли прочность золоцементного камня после ТВО (табл. 1). Установлено, что добавка к ПЦ горной породы, ДГШ или гашеной извести снижает водопотребность смеси и увеличивает плотность золоцементного камня. Наибольшую плотность имели образцы, полученные на ПЦ с добавкой ДГШ, низкую плотность – золоцементный камень с добавлением алюмосиликатной ГП. Увеличение количества исследуемых минеральных добавок до 50% повышает прочность золоцементного камня (рис. 1). При этом наибольшую прочность имел золоцементный камень с добавкой до 30% ГП, 50% ДГШ, 10% гашеной извести.

На основании полученных результатов подобраны оптимальные составы смеси, которые увлажняли вод-

Таблица 5

Состав	Расход материалов, кг/м ³						Свойства бетонной смеси		Физико-механические свойства бетонов			
	Ц	П	БЗГ	Щ	Вода	С-3	Подвижность, см	Плотность, кг/м ³	Плотность, кг/м ³	Прочность при сжатии, МПа		Класс прочности бетона
										после ТВО	через 28 сут воздушно-влажного хранения	
1	334	932	837	–	191	1,8	5	2131	1904	23	38,2	B30
2	511	550	819	–	210	3,1	10,5	2055	2038	39,4	53,8	B40
3	293	814	–	1202	173	1,8	5	2458	2307	29,3	41,1	B30

ным раствором сульфата натрия и окатывали в гранулы размером 5–20 мм с последующей ТВО с выдержкой при температуре 85°C в течение 6 ч (рис. 2). Установлено, что наибольшую насыпную плотность имеют сырьевые гранулы, полученные из смеси состава № 3 с добавкой 15% ДГШ, повышенную прочность – гранулы из смеси состава № 2 с добавкой 15% ГП (табл. 2). Фракционный состав зольных гранул удовлетворяет требованиям ГОСТ 9757–90 «Гравий, щебень и песок искусственные пористые. Технические условия».

Физико-механические характеристики заполнителя определялись по ГОСТ 9758–90 «Заполнители пористые неорганические для строительных работ. Методы испытаний». Установлено, что прочность БЗГ состава № 2 в 1,3 раза выше прочности БЗГ составов № 1, 3–5 (табл. 3). По ГОСТ 9757–90 безобжиговый зольный гравий, полученный на смешанном вяжущем с добавкой ГП, должен иметь марку по прочности П300, марку по насыпной плотности 900 и марку по морозостойкости свыше F50.

В табл. 4 представлены сравнительные характеристики физико-механических свойств БЗГ после ТВО (состав № 2), керамзитового щебня и гранитного щебня.

По данным таблицы, прочность БЗГ превышает прочность керамзитового гравия в два раза, насыпная плотность БЗГ ниже насыпной плотности гранитного щебня, что позволяет уменьшить массу бетона и снизить стоимость изделий и строительства.

Подбор составов конструктивных бетонов класса прочности В25 и В40 проводили с использованием безобжигового зольного гравия, полученного из смеси состава № 2 (20% ПЦ + 65% ЗУ + 15% ГП + 2% Na₂SO₄) (табл. 5). Насыпная плотность и пустотность щебня гранитного и БЗГ разные. При подборе составов бетонов учитывали, что в бетонной смеси при равном объеме расход щебня существенно превышает содержание более легкого БЗГ. Прочностные характеристики оптимальных составов бетонов на БЗГ соответствуют классам В25 и В40, что позволяет использовать его вместо гранитного щебня.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что безобжиговый зольный гравий является эффективным заполнителем с высокими физико-механическими характеристиками, величина которых может регулироваться по мере необходимости изменением технологических параметров в зависимости от требований, предъявляемых к готовому продукту.

Таким образом, показана принципиальная возможность получения высокопрочного БЗГ на основе золы-уноса Рефтинской ГРЭС. Подобран оптимальный состав вяжущего и сырьевой смеси, а также условия твердения БЗГ, пригодного для использования в качестве крупного заполнителя в составе конструктивного бетона. Полученный БЗГ обладает достаточной прочностью для получения бетонов класса В25 и В40 (марки 300 и 500) вместо гранитного щебня.

Прочностные характеристики бетонов на БЗГ подобранных оптимальных составов принципиально соответствуют прочностным характеристикам бетонов на

щебне гранитном. Установлено, что гранитный щебень в бетонной смеси занимает определенный объем при большем расходе, а БЗГ при таком же объеме, который занимает щебень, имеет меньший расход, так как пустотности щебня и БЗГ разные. Поэтому при меньшем расходе БЗГ можно получить бетоны класса В25 и В40 и сэкономить природный заполнитель.

Ключевые слова: безобжиговый зольный гравий, зола-уноса, грануляция, прочность, заполнитель, конструктивный бетон.

Список литературы

1. Вишня Б.Л., Уфимцев В.М., Капустин Ф.Л. Перспективные технологии удаления, складирования и использования золошлаков ТЭС. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ–УПИ, 2006. 156 с.
2. Капустин Ф.Л., Уфимцев В.М. Российские стандарты по использованию золошлаков теплоэнергетики в производстве строительных материалов // Энергетическое строительство, 2008. № 2. С. 36–38.

СТРОИТЕЛЬСТВО. АРХИТЕКТУРА **ВОДА. ТЕПЛО. ГОРОД. ЖИХ**

ВЫСТАВКА
СТИМ Экспо **СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ**

10-13 октября Ростов-на-Дону **VERTOL** **EXPO**

ВЫБИРАЙ ПАРТНЕРОВ СРЕДИ ЛИДЕРОВ

- ▶ **строительно-монтажные и ремонтно-отделочные работы;**
- ▶ **оборудование для строительства и ремонта, материалы, инструменты;**
- ▶ **архитектурные проекты и ландшафтный дизайн;**
- ▶ **системы водо- и теплоснабжения, кондиционеры, сантехника.**

Sphorica **BLIZKO** **ЭКОСИСТЕМЫ** **Medialife** **TopClimat.ru**

пр. М. Нагибина, 30; тел. (863) 268-77-68, www.vertolexpo.ru

Б.В. ГУСЕВ, д-р техн. наук, член-корр. РАН;
С. ИН ИЕН-ЛЯНЬ, д-р техн. наук, Тайваньский государственный университет;
Ю.Р. КРИВОБОРОДОВ, д-р техн. наук, Российский химико-технологический университет
им. Д.И. Менделеева

Повышение активности золосодержащих цементов и бетонов на их основе

Развитие электроэнергетики на современном этапе, основанной на применении твердого топлива, предопределило образование огромного количества зол и шлаков в золохранилищах и отвалах. В последние годы накоплен большой опыт применения отвальных золошлаковых смесей при производстве строительных материалов, однако их использование в промышленности не превышает 8–10% от общего ежегодного выпуска. Главным препятствием широкого применения этих техногенных материалов является низкая активность зол. Цель исследований – повышение активности зол и цементов путем их раздельной или совместной активации в водной среде непосредственно перед приготовлением бетона на строительной площадке или заводе железобетонных изделий.

Для исследования взяты зола Рязанской ТЭС и цементы промышленного выпуска. Активация их осуществлялась в роторно-пульсационных аппаратах [1], обрабатываемая среда в которых подвергается воздействию больших напряжений сдвига, гидравлическим ударам, кавитации, пульсации в широком диапазоне частот.

Установлено, что водопотребность цементно-золяного раствора из совместно активированных цемента и золы (15% от массы цемента) меньше, чем у цементного теста с тем же количеством неактивированной золы. Это связано с разрушением в процессе обработки в аппарате крупных частиц золы губчатого строения, впитывающих большое количество воды и тем самым повышающих водопотребность смеси. Благодаря появлению частиц правильной шарообразной формы и осаждению на них аморфного гидроксида кальция уменьшается внутреннее трение смеси и ее водопотребность.

В связи с этим рост пластической прочности активированного цементно-золяного теста происходит более интенсивно, чем рост прочности неактивированных образцов исходного цемента с золой, причем интенсив-

ность структурообразования цементного камня пропорциональна времени активации.

Активация цементно-золяной смеси приводит к повышению удельной поверхности компонентов, появлению большого количества дефектов структуры цементных и золяных частиц, увеличению числа микродисперсных гидратных новообразований, обладающих хорошо развитой поверхностью и являющихся подложками кристаллизации гидратных соединений. Все это ускоряет образование гидросиликатов кальция и других продуктов гидратации, увеличивает число коагуляционных и адгезионных контактов и ведет к повышению прочности твердеющей системы. Предварительная активация золы в водной среде повышает прочность образцов из цементно-золяного теста при сжатии и изгибе во все сроки твердения.

При введении зол различной степени активации в бетонную смесь улучшается удобоукладываемость и повышается прочность при сжатии. Мелкодисперсные сферические частицы золы вследствие их довольно гладкой текстуры оказывают заметное пластифицирующее воздействие на бетонную смесь и увеличивают ее подвижность.

Прирост прочности бетонных образцов на основе активированного цементно-золяного теста относительно бетонных образцов такого же состава, но на основе обычного цемента с золой составляет в возрасте 3 сут – 200–300%; 7 сут – 170–180%; 28 сут – 50–60%.

При твердении цементного камня с добавкой золы в количестве 15% в первые сутки на частицах золы образуется аморфная хлопьевидная оболочка из $\text{Ca}(\text{OH})_2$ толщиной до 3 мкм. Между этой пленкой и поверхностью частицы золы имеется прослойка воды (рис. 1), которая заполняется продуктами взаимодействия – ионами, под действием которых развивается постепенная

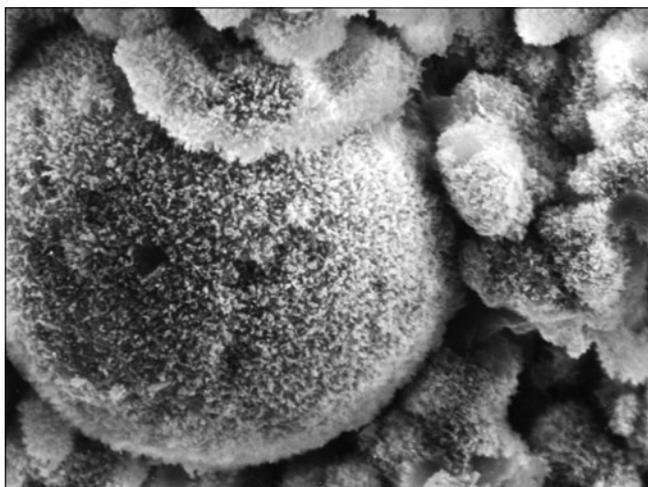


Рис. 1. Частица золы с гидратной оболочкой в цементно-золяном камне. Твердение 1 сут в нормальных условиях. РЭМ, увеличение $\times 6000$

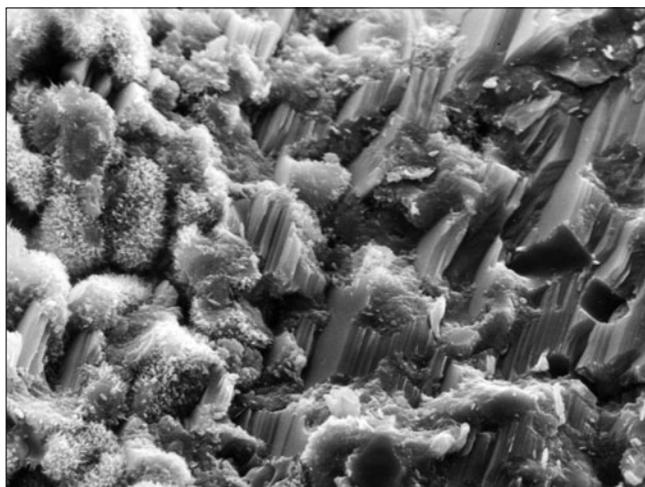


Рис. 2. Структура цементно-золяного камня. Твердение 14 сут в нормальных условиях. РЭМ, увеличение $\times 3000$

Таблица 1

Вид золы	Содержание оксидов, %							ППП
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	
Обычная	41,5	17,8	5,5	3,5	1,5	1,2	0,6	28,4
Активированная	41	14	3,2	2,7	1,1	1	0,3	36,9

Таблица 2

Время обработки, мин	Содержание частиц, %, размером, мкм				
	0–10	10–20	20–40	40–80	более 80
Без обработки	5,2	8,6	7	35,2	44
3	10,5	13,3	9,1	38,1	29
5	14,3	16,7	11,9	44,1	13



Рис. 3. Разрушение оболочки крупной частицы золы за счет пуццолановой реакции. Цементно-золинный камень, твердение 7 сут в нормальных условиях. РЭМ, увеличение $\times 6000$

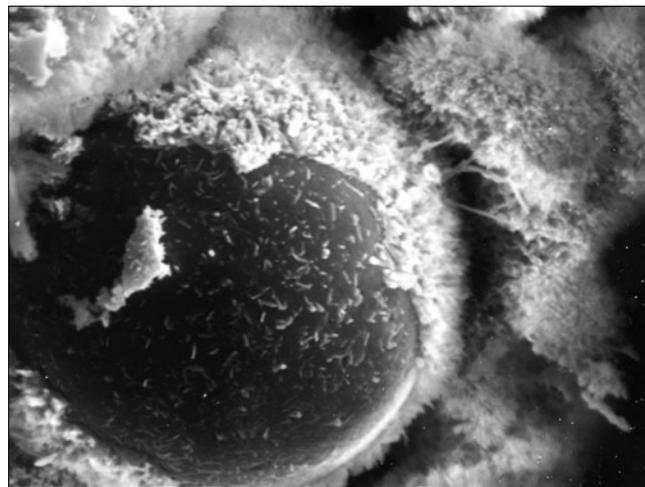


Рис. 4. Возникновение поры вокруг частицы неактивированной золы. Цементно-золинный камень, твердение 14 сут в нормальных условиях. РЭМ, увеличение $\times 6000$

эрозия поверхности частиц золы. Эти результаты согласуются с данными, опубликованными М. Кокубу и Д. Ямада в трудах VI Международного конгресса по химии цемента (1976 г.); Y. Halse и P.L. Pratt в журнале «Cement and Concrete search» (1984 г.). Прослойка воды заполняется продуктами взаимодействия ионов кальция и растворимыми компонентами стекловидной фазы золы. На это указывает изменение химического состава золы, обработанной в водной среде в течение 5 мин (табл. 1).

В результате взаимодействия золы и цементных минералов образуются гидроалюминаты и гидросиликаты кальция, а в присутствии гипса – гидросульфалоюминаты кальция. С применением электронного микроскопа выявлено, что через 2–3 сут твердения образуются мелкие игольчатые кристаллы и кристаллы в виде призм длиной 2–3 мкм и толщиной 0,2–0,3 мкм, которые расположены хаотично на поверхности частиц золы. При дальнейшем твердении продолжается рост гидратов, приводящий к уплотнению цементного камня и его упрочнению (рис. 2).

При деформации образца пора с частицей золы является концентратором напряжений, которые могут еще более усиливаться вследствие различия в упругих свойствах частиц золы и гидратированного цемента. Пониженная прочность неактивированных золинных цементов в ранние сроки может быть объяснена наличием в цементном камне равномерно распределенных пор, покрывающих значительную долю поперечного сечения образца [2].

При активации золы как совместно с цементом, так и отдельно увеличивается дисперсность частиц (табл. 2), а следовательно, и удельная поверхность, измеренная методом воздухопроницаемости, или методом

низкотемпературной адсорбции азота. В этом случае мелкодисперсные частицы золы способствуют увеличению плотности цементного камня.

В результате раскалывания крупных частиц размером 50–100 мкм, деформации и «размыва» поверхностного остеклованного слоя, достигавшего у крупных частиц толщины 40 мкм, высвобождается много мелких шаровидных частиц размером 1–5 мкм, появляется большое количество дефектов структуры, что в значительной степени повышает пуццолановую реакцию золы (рис. 3).

В цементном камне с неактивированной золой с исчезновением околосольной оболочки поверхность частицы золы остается гладкой и возникает сферическая пора размером до 3 мкм (рис. 4).

Таким образом, цементный камень и бетон, полученный на основе совместно активированных золы и цемента, обладает повышенной прочностью за счет активного участия золы в формировании структуры цементного камня.

Ключевые слова: цемент, зола, гидратация, твердение, прочность, микроструктура цементного камня.

Список литературы

1. Кривобородов Ю.Р., Плотников В.В. Эффективность домолота цемента в устройстве для диспергации смесей // Цемент. 1988. № 12. С. 16–17.
2. Кривобородов Ю.Р., Плотников В.В. Процессы гидратации минералов в присутствии золы // Труды НИИЦемента. М., 1988. Вып. 96. С. 47–48.

Е.В. КОРНЕЕВА, канд. техн. наук, Сибирский государственный индустриальный университет (г. Новокузнецк Кемеровской обл.)

Исследования шлаков сталеплавильного производства с целью вторичного использования

В России положение с отходами сталеплавильного производства выросло в огромную экономическую и экологическую проблему. В отвалах металлургических предприятий Кузбасса ООО «Сталь НК» и ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» их накоплено уже более 42 млн т, и с каждым годом объемы увеличиваются.

Основными причинами неиспользования сталеплавильных шлаков с самого возникновения предприятий, и накоплению в отвалах, являются: разнообразие химического и минерального составов; значительные включения металлов (от 13 до 18% чистого железа и до 22% оксидного); неустойчивая структура (подверженность силикатному и железистому распаду). В связи с медленным охлаждением минералы, составляющие сталеплавильный шлак, имеют высокую закристаллизованность и небольшую гидравлическую активность из-за пережога извести и восстановления известняка (CaCO_3). Высокое содержание железа в виде оксидов и металлических включений – корольков и скрапа затрудняет размол и грануляцию, вызывая определенные сложности в дополнительной доработке этих продуктов (применении специального оборудования) для дальнейшего использования в виде сырья [1].

Решение проблемы защиты окружающей среды от отходов сталеплавильного производства в условиях Западно-Сибирского региона принадлежит строительной индустрии. В настоящее время обширные исследования по созданию бесцементных вяжущих, бетонов и закладочных смесей из одних отходов промышленности с использованием активированных сталеплавильных шлаков выполнены в Сибирском государственном индустриальном университете под руководством д-ра техн. наук, профессора С.И. Павленко [2].

Комплексные исследования с использованием современных средств измерений и испытательного оборудования показали, что в зависимости от характеристики исходного сырья и технологических параметров процесса плавки химический состав сталеплавильных шлаков характеризуется значительным колебанием содержания основных компонентов, мас. доли в %: основные – CaO (15–58); MgO (4–22); MnO (0,7–15), FeO (0,5–28); кислотные – SiO_2 (10–25); P_2O_5 (0,1–1,2), Al_2O_3 (2–10); Fe_2O_3 (1–27). В зависимости от состава шлак может быть окислительным или восстановительным по отношению к металлу и растворенным в нем примесям.

Различают два главных типа сталеплавильных шлаков: кислые, в которых преобладает кремнезем (48–65%), и основные, в которых преобладают основные оксиды и процентное отношение $\text{CaO}/\text{SiO}_2 > 1,5$ –1,6.

В настоящее время переработка отходов сталеплавильного производства с помощью современных технологий позволила увеличить их качественные показатели и использовать при производстве композиционных вяжущих веществ, бетонов и закладочных смесей [3, 4]. В значительной мере регулировать прочность и эксплуатационные свойства материала на основе шлаков сталеплавильного производства позволяет их предварительная активация: механическая (помол, виброактивация); химическая (введение добавок); тепловая (автоклавная обработка, температурно-влажностная обработка, резкое охлаждение); ультразвуковая (увеличение скорости химической реакции). Термическая активация в данном случае малопригодна по причине ее высокой энергозатратности.

В качестве активаторов твердения шлаковых композиций применяется строительная известь, гипс, растворы щелочей, цемент. Известно применение тонкодисперсных наполнителей в виде цементной пыли, известняка, суглинков, горелых пород и др.

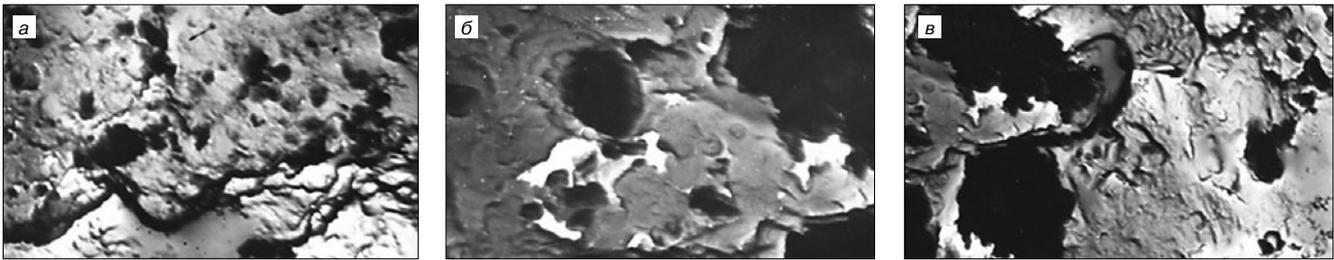
Качество вяжущих материалов на основе шлака зависит от следующих факторов: а) подбора состава, чтобы он в большей степени соответствовал составу портландцемента; б) смешивания компонентов, чтобы между ними было возможно химическое воздействие.

Сталеплавильные шлаки по химическому составу близки к портландцементу, (оксид кальция в них связан в алюмосиликаты и силикаты) и после активизации (измельчения, включения активизирующих добавок) приобретают гидравлическую активность. Для оценки качества шлака применяется коэффициент основности силикатов ($K_{\text{осн}}$).

$$K_{\text{осн}} = \frac{(\text{CaO} + 0,93\text{MgO} + 0,6\text{R}_2\text{O}) - (0,55\text{Al}_2\text{O}_3 + 0,35\text{Fe}_2\text{O}_3 + 0,7\text{SO}_3 + x\text{B}_n\text{O}_m)}{(0,93\text{SiO}_2 - y\text{R}_n\text{O}_m)}$$

Данный расчет позволяет по валовому химическому анализу определить возможность использования сталеплавильного шлака, рассчитать основность силикатов, оценить примерное содержание в шлаке алюминатов, ферритов и сульфатов, которые присутствуют или могут образовываться в конкретных условиях. $K_{\text{осн}}$ является химической характеристикой сырья, дает ориентировочную количественную оценку наиболее вероятного процесса минералообразования и позволяет характеризовать исходное сырье, рассчитать состав многокомпонентного вяжущего с учетом направленного минералообразования в конечном продукте.

Выражение $(\text{CaO} + 0,93\text{MgO} + 0,6\text{R}_2\text{O})$ показывает общее (валовое) содержание (в %) «условной CaO ». Чем



Структура сталеплавильного шлака под сканирующим микроскопом (при увеличении $\times 3000$): а – мартеновского ООО «Сталь НК»; б – конверторно-го ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» окислительного; в – конверторного ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» восстановительного

ее больше, тем активнее материал. Вычитаемое ($0,55\text{Al}_2\text{O}_3 + 0,35\text{Fe}_2\text{O}_3 + 0,7\text{SO}_3$) определяет количество (в %) CaO, связываемой соответствующими оксидами и не участвующей в образовании силикатов. При слишком большом содержании этих оксидов можно получить отрицательное значение образования силикатов кальция, а знаменатель – сколько CaO необходимо для образования моносилката кальция. Если $K_{\text{осн}} = 1$, образуется CS; при $K_{\text{осн}} = 2$ образуется C_2S ; при $K_{\text{осн}} = 1,5$ следует ожидать образования и CS, и C_2S . Количественное значение $K_{\text{осн}}$ характеризует основность силикатов. $K_{\text{осн}}$ теоретически может изменяться от $+\infty$ до $-\infty$. Все минеральные строительные материалы и сырье для их производства (как природное, так и техногенное) подразделяют на пять групп по величине $K_{\text{осн}}$: ультраосновные – от 1,6 до ∞ ; основные – 1,2–1,6; средние – 0,8–1,2; «кислые» – 0–0,8; «ультракислые» – менее 0 до $-\infty$. Сталеплавильные шлаки – полиминеральные попутные продукты с $K_{\text{осн}} > 1,2$, прошедшие соответствующую тепловую обработку, будут обладать вяжущими свойствами, которые увеличиваются с ростом значения $K_{\text{осн}}$.

Из минералов сталеплавильного шлака способностью к гидратации в нормальных условиях обладают C_2S , алюмоферритная фаза и монтичеллит. Составы основных сталеплавильных шлаков довольно разнообразны и относятся к системе $\text{SiO}_2 - \text{CaO} - \text{MgO} - \text{FeO}$ с высоким содержанием железа. Результаты рентгенофазового анализа сталеплавильного шлака (мартеновского ООО «Сталь НК», конверторного ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК») после предварительного дробления до фракции 0–5 мм показывают, что характерными фазами являются: ларнит, монтичеллит, периклаз, марганецсодержащий магнезиовустит ($\text{RO} - \text{фаза}$), шпинелиды, ферриты и алюмоферриты кальция. Встречаются также форстерит, хромиты кальция, ольдгамит.

Снимки структуры сталеплавильного шлака (см. рисунок), сделанные при помощи электронного микроскопа ЭУМВ-100К – подтверждают закристаллизованность минералов, составляющих шлак, упорядоченность строения и большую плотность упаковки. Поверхность шлака оплавленная и пористая, встречаются фрагменты слоистой структуры, отчетливо видны скопления сферических частиц диаметром 0,5–1 мкм.

Установление закономерностей и методов управления процессами активации сталеплавильных шлаков – перспективное направление, позволяющее за счет вторичного использования отходов металлургического производства расширить сырьевую базу промышленности строительных материалов. По мнению Президента РФ Д.А. Медведева «сектор чистых технологий невозможен без решения вопросов утилизации и вторичного использования отходов. Считаю, что действительно современный вариант ответа на ситуацию – создание в стране целой отходоперерабатывающей индустрии».

Ключевые слова: сталеплавильный шлак, активация, физико-химические исследования.

Список литературы

1. Корнеева Е.В., Павленко С.И. Композиционное бесцементное вяжущее из промышленных отходов и закладочная смесь на его основе. М.: АСВ, 2009. 140 с.
2. Павленко С.И., Луханин М.В., Аввакумов Е.Г., Мышляев Л.П., Корнеева Е.В. Малоцементные и бесцементные вяжущие и мелкозернистые бетоны различного назначения из вторичных минеральных ресурсов. Новосибирск: СО РАН, 2010. С. 127–228.
3. Корнеева Е.В., Павленко С.И. Состав закладочной смеси. Патент № 2348814 // Оpubл. 10.03. 09. Б.И. № 7. С. 1066.
4. Корнеева Е.В., Павленко С.И. Бетонная смесь. Патент № 2377215 // Оpubл. 27.12. 09. Б.И. № 36. С. 954.

24 – 27 ОКТЯБРЯ 2012, г. СОЧИ
Павильоны у Морпорта

SOCHI BUILD

XII МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ

	АРХИТЕКТУРА. СТРОИТЕЛЬСТВО. БЛАГОУСТРОЙСТВО
	СПОРТИВНЫЕ ОБЪЕКТЫ - ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО, ОСНАЩЕНИЕ
	КЛИМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ. ТЕПЛО-, ГАЗО-, ВОДОСНАБЖЕНИЕ
	ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА
	СТРОЙСПЕЦТЕХНИКА. ДОРОГА. ТОННЕЛЬ
	ДИЗАЙН ИНТЕРЬЕРА, ЭКСТЕРЬЕРА. ДЕКОР
	ЗАГОРОДНОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ. ЛАНДШАФТНЫЙ ДИЗАЙН
	ЭКОЛОГИЯ. БЕЗОПАСНОСТЬ

При поддержке:

Выставочная компания
«Сочи-Экспо ТПП г. Сочи»
Тел./факс: (862) 264-87-00, 264-23-33,
264-75-55, (495) 745-77-09
e-mail: m.lepikova@sochi-expo.ru
www.sochi-expo.ru

В.В. ЯДЫКИНА, д-р техн. наук, А.М. ГРИДЧИН, д-р техн. наук, С.С. ТОБОЛЕНКО, инженер (tobolenko-ss@yandex.ru), Белгородский государственный технический университет им. В.Г. Шухова (БГТУ им. В.Г. Шухова)

Стабилизирующая добавка для щебеночно-мастичного асфальтобетона из отходов промышленности

Одним из перспективных материалов для строительства дорожных одежд нежесткого типа является щебеночно-мастичный асфальтобетон, который отличается от остальных горячих асфальтобетонных смесей применением стабилизирующих добавок.

Стабилизирующая добавка – один из структурообразующих компонентов ЩМА. Введение в состав ЩМА-смесей стабилизирующих добавок позволяет увеличить толщину битумной пленки на каждом минеральном зерне (дополнительный структурированный слой мастики в зоне контакта). При этом битум находится в ориентированном состоянии и не стекает [1].

Зарубежными компаниями разработаны стабилизирующие добавки: Viator, Technocel 1004, Torcel, Genicel. Исходным сырьем для их производства чаще всего является целлюлозное волокно.

Добавка VIATOR состоит из пропитанных битумом гранул целлюлозы с битумной оболочкой, предотвращающей комкование материала во влажных условиях хранения. Главным недостатком при использовании данной добавки в составе ЩМА является неэкономичность, так как ее цена составляет около 40 тыс. р./т.

Немецкими учеными для производства стабилизирующей добавки были использованы синтетические волокна из полиакрилонитрила [2] с длиной волокон не более 6 мм. Это положительно сказалось на прочности

ЩМА. Во Франции фирма Vectra предложила применять в качестве добавки отрезки стекловолна длиной 12–60 мм [3].

На отечественном рынке представлены также гранулированные стабилизирующие добавки на основе разработок российских ученых, например из волокнистого гидросиликата магния (заявка на патент), полиамидного волокна [4, 5].

На базе БГТУ им. В.Г. Шухова разработан способ измельчения различных видов бумажных отходов для изготовления на их основе стабилизирующей добавки для ЩМА. Были получены волокна различной длины в зависимости от размера сита на агрегате для измельчения.

Устойчивость к расслаиванию определяли по показателю стекания вяжущего согласно ГОСТ 31015–2002. Сущностью метода является оценка способности горячей щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси удерживать содержащееся в ней вяжущее. Были проведены испытания ЩМА-10 на стекание битума. Для приготовления ЩМА использовали следующие материалы: щебень фракции 5–10 (ОАО «Павловскгранит»), отсеv дробления гранита фракции 0–5, минеральный порошок (Гурово-бетон), битум БНД 60/90 Рязанского НПЗ. Гранулометрические составы минеральных материалов, а также свойства исходного битума приведены в табл. 1 и 2 соответственно.

Таблица 1

Минеральный материал	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,07	<0,071
Щебень 5–10	8,2	83,8	5,2	0,3	0,2	0,4	0,5	0,4	1
Отсев дробления	0,4	1,7	18,6	17,1	14,3	16,7	14,7	9,9	6,6
Минеральный порошок							12,8	14,4	72

Таблица 2

Показатель	Значения показателей (ГОСТ 22245–90)	Значения показателей
Глубина проникания иглы, 0,1 мм, при 25°C	61–90	65
Глубина проникания иглы, 0,1 мм, при 0°C	не менее 20	24
Растяжимость, см, при 25°C	не менее 55	более 100
Растяжимость, см, при 0°C	не менее 3,5	7
Температура размягчения, °C	не ниже 47	51
Температура вспышки, °C	не ниже 230	235
Температура хрупкости, °C	не выше –15	–17
Изменение температуры размягчения после прогрева, °C	не более 5	3

Таблица 3

Показатель	Норма по ГОСТ 31015–2002	Стабилизирующие добавки		
		VIATOR-66	SA-1	SA-1M
Стекание вяжущего В, мас. %	не более 0,2	0,13	0,14	0,13
Пористость минеральной части, %	15–19	16,1	16,1	16,1
Остаточная пористость, %	1,5–4,5	1,58	1,58	1,58
Водонасыщение, % по объему образцов, отформованных из смесей	1–4	1,18	1,18	1,17
Предел прочности при сжатии, МПа, не менее:	при 20°C	2,2	5,73	5,33
	при 50°C	0,65	1,61	1,54
Сдвигоустойчивость: коэффициент внутреннего трения, не менее	0,93	0,94	0,93	0,97
	сцепление при сдвиге при 50°C, МПа, не менее	0,18	0,3	0,28
Трещиностойкость – предел прочности при растяжении при расколе при 0°C, МПа:	2,5–6	3,3	3,2	3,6
Водостойкость при длительном водонасыщении, не менее	0,85	0,95	0,9	0,95

Исходя из результатов исследований были выбраны материалы для гранулированной стабилизирующей добавки.

Для удобства транспортировки, хранения и дозирования стабилизирующей добавки была разработана схема гранулирования волокон, которая включает процесс распушения измельченной бумаги, смешивания с вяжущим, гранулирование полученной массы.

Этот продукт представляет собой гранулы диаметром 5–6 мм, длиной 15–20 мм и в зависимости от состава называется SA-1 и SA-1M.

Были проведены испытания физико-механических характеристик ЩМА-10 с добавками SA и традиционно применяемой добавкой VIATOR. Результаты испытаний представлены в табл. 3.

Из прочностных характеристик результатов испытаний ЩМА видно, что наибольший предел прочности при сжатии при 20 и 50°C имеет асфальтобетон с добавкой SA-1M.

Показатель трещиностойкости асфальтобетона характеризует его сопротивление образованию трещин в зимнее время года. Трещиностойкость щебеночно-мастичного асфальтобетона с добавкой SA-1M составляет 3,6 МПа, что на 0,3 МПа выше, чем у асфальтобетона с добавкой VIATOR и на 0,4 МПа выше по сравнению с добавкой SA-1M.

Под совместным воздействием тяжелых и многососных автомобилей и природно-климатических факторов на асфальтобетонных покрытиях дорожных одежд накапливаются усталостные и остаточные деформации в виде разрушений, часто с образованием колеи. Для принятия мер по исключению или замедлению процессов колееобразования необходимо знать расчетные характеристики сдвигоустойчивости. Из результатов испытаний можно сделать вывод, что сдвиговые характеристики ЩМА с добавкой SA-1M не уступают характеристикам асфальтобетона с традиционно применяемой зарубежной добавкой.

Испытания водостойкости при длительном водонасыщении показали, что асфальтобетоны с добавками SA-1M и VIATOR имеют одинаковые показатели 0,95; ЩМА с добавкой SA-1 показал несколько меньший результат – 0,9.

По результатам испытаний можно сделать вывод, что характеристики асфальтобетона с добавками SA-1 и SA-1M удовлетворяют требованиям ГОСТ 31015–2002. Также качество асфальтобетона, изготовленного с представленными добавками, будет не ниже качества асфальтобетона с добавкой VIATOR.

Экономия от использования предложенной добавки для приготовления щебеночно-мастичного асфальтобетона по сравнению с наиболее часто используемой стабилизирующей добавкой VIATOR достигается за счет более низкой стоимости разработанной добавки.

Ключевые слова: щебеночно-мастичный асфальтобетон, стабилизирующие добавки, битумная пленка, структурирующий слой, стекаемость, физико-механические характеристики.

Список литературы

1. Методические рекомендации по устройству верхних слоев дорожных покрытий из щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА). М.: ФГУП «Союздорнии». 2002. 36 с.
2. Utilisation destibresde verre en technique contiere. Raillat P., Chong G.Rev. gen. Roufes et acrodr. 1998. № 768. Pp. 122–124.
3. Splittmastixasphalt mint Zusats von synthetischen Fasern. Schumaher Gunter, Bullinger Ludvig, Lehdrich Jurgen Bitumen. 2002. № 4. Ss. 157–158.
4. Куцына Н.П. Применение волокнистых отходов промышленности в производстве щебеночно-мастичных асфальтобетонов // Строительные материалы. 2007. № 5. С. 28–29.
5. Ядыкина В.В. Применение волокнистых отходов промышленности в производстве щебеночно-мастичных асфальтобетонов // Современные научно-технические проблемы транспортного строительства: Сб. научн. тр. Всероссийской научно-практической конф. Казань: КГАСУ, 2007. С. 49–52.

И.В. НЕДОСЕКО, В.В. БАБКОВ, доктора техн. наук, С.С. ЮНУСОВА, канд. техн. наук, А.Р. ГАЙТОВА, И.И. АХМАДУЛИНА, инженеры, Уфимский государственный нефтяной технический университет

Гипсовые и гипсошлаковые композиции на основе природного сырья и отходов промышленности

Существенное увеличение малоэтажного и индивидуального жилищного обуславливает рост потребления строительных и отделочных материалов на основе гипса. Запасы гипса в Российской Федерации практически неисчерпаемы. Только в Республике Башкортостан запасы трех разведанных месторождений составляют более 400 млн т. Имеется также огромное количество крупнотоннажных гипсосодержащих отходов (фосфогипс, бурогипс, цитрогипс и др.) химической, пищевой и других отраслей промышленности, пригодных для производства гипсовых строительных материалов различного назначения.

Несмотря на то что достоинства и преимущества гипсовых вяжущих и изделий на их основе общеизвестны и связаны прежде всего с простотой и низкими удельными энергозатратами (в 3–4 раза ниже, чем на производство цемента и извести) процесса переработки исходного гипсового сырья на вяжущие и различные изделия на его основе, возможности гипса реализуются далеко не полностью. За последние два десятилетия с развитием рыночных отношений взгляды на использование гипса в строительстве стали меняться. Во многих регионах ускоренными темпами растет производство и применение отделочных материалов на гипсовой основе (гипсокартон, сухие штукатурные и шпаклевочные смеси), производимых большей частью на импортном оборудовании.

Однако используемые до настоящего времени технологии и оборудование для производства стеновых и перегородочных изделий (самых массовых и востребованных) существенно устарели и не отвечают современным требованиям как по производительности, так и по себестоимости выпускаемой продукции.

Поэтому наиболее перспективным является налаживание массового производства стеновых и перегородочных изделий низких и средних марок по упрощенным

низкоэнергоемким (безобжиговым) технологиям на современном оборудовании.

В Башкортостане, Самарской и Свердловской областях, Казахстане накоплен богатый опыт производства и применения гипсовых стеновых изделий, который, к сожалению, в настоящее время во многом утрачен. Особенно интересен опыт использования гипсовых материалов во время Великой Отечественной войны и в первые послевоенные годы в Уфе и г. Стерлитамаке (Республика Башкортостан), где на базе собственного производства гипсового вяжущего различных модификаций, причем не самых высоких марок, было организовано производство широкой номенклатуры гипсовых изделий и конструкций для малоэтажного строительства, в частности мелкоштучных и крупноразмерных (рис. 1) гипсобетонных стеновых блоков, перемычек и балок, плит перекрытий (рис. 2), а также архитектурно-строительных деталей (подоконных досок, карнизных блоков, лепнины) [1].

Составы гипсобетонов, учитывая дефицит строительных материалов в военное и послевоенное время, были весьма экономичны. В среднем расход гипсового вяжущего в составах формовочных смесей был не более 15–20%, а в качестве заполнителей использовали дешевые и доступные материалы – доменные шлаки и золы местных котельных, отсева гипсового щебня и отходы деревообработки. Изделия производились методом литья в деревянных формах, трамбованием, а также виброформованием. За 1942–1950-е гг. на основе гипсовых стеновых изделий были построены сотни двухэтажных многоквартирных жилых домов (рис. 3), большинство из которых эксплуатируется до настоящего времени. Многолетний опыт эксплуатации данных зданий свидетельствует, что несмотря на постоянные воздействия атмосферных осадков и знакопеременной температуры, а также тяжелые



Рис. 1. Крупноразмерный двухпустотный гипсобетонный блок (1,2×0,8×0,4 м) производства треста № 3 г. Уфы в 1957–1959 гг. (1958 г.)

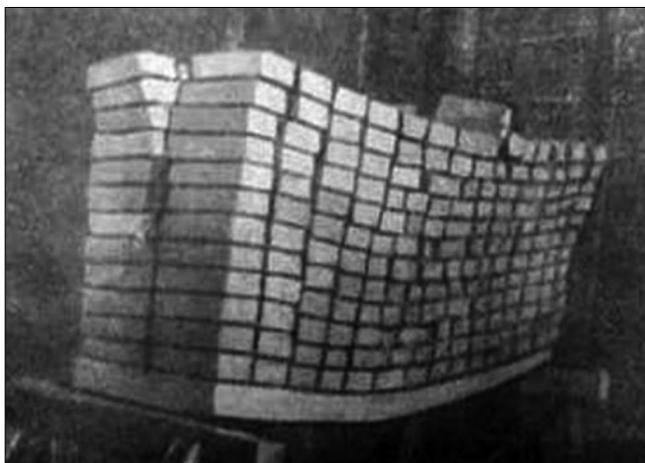


Рис. 2. Испытание гипсобетонной плиты перекрытия



Рис. 3. Жилой дом в Уфе (ул. Калинина) с несущими стенами из гипсобетонных блоков: а – 1956 г.; б – в 2008 г. При капитальном ремонте мелко-размерные фальш-балконы заменены на стандартные с выносными монолитными железобетонными плитами.



Рис. 4. Установка РК-250 для прессования стеновых и перегородочных блоков на основе фосфогипса и шлакового вяжущего

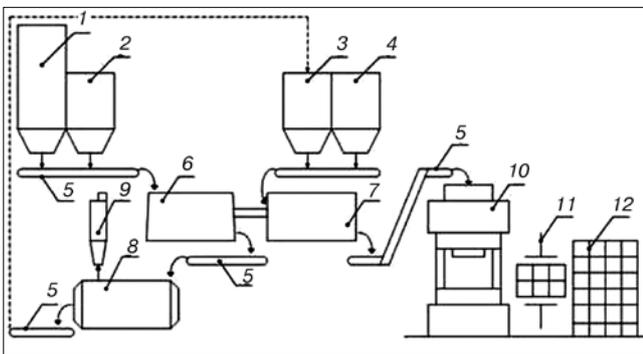


Рис. 5. Принципиальная схема технологического процесса производства мелкоштучных стеновых изделий на основе фосфогипса: 1 – бункер исходного фосфогипса; 2 – бункер нейтрализующей добавки; 3 – бункер-накопитель нейтрализованного высушенного фосфогипса; 4 – бункер вяжущего; 5 – питатели; 6 – бегуны; 7 – лопастной смеситель; 8 – сушилка; 9 – система пылеулавливания; 10 – гидравлический пресс; 11 – механизм съема и укладки изделий; 12 – поддоны

условия эксплуатации (изношенные коммуникации, протекающие кровли), наружные стены зданий из гипсобетонных блоков находятся в хорошем состоянии и практически не потеряли за более чем шестидесятилетний период своих эксплуатационных качеств [2]. И что особенно важно, опыт эксплуатации данных зданий позволяет сделать вывод о достаточной долговечности и высокой эксплуатационной надежности гипсовых блоков наружных стен, производимых на основе обычного дешевого строительного гипса, а не более дорогостоящих водостой-

ких гипсовых вяжущих. Гипсовые композиции повышенной водостойкости на основе гипсоцементно-пуццолановых, гипсо-известково-шлаковых и сульфатно-шлаковых вяжущих более целесообразно применять для наружных штукатурных составов, а также для изделий и конструкций (сантехкабин и др.), непосредственно подверженных атмосферным воздействиям и эксплуатации в условиях повышенной влажности [3].

Если перенести данный положительный опыт массового производства дешевых гипсовых стеновых и перегородочных изделий на современную технологическую основу, то наибольший интерес представляет применение способа полусухого прессования, существенно снижающего в отличие от традиционных способов формовки (литья и виброформования) капитальные и текущие затраты. Проведенные исследования показали, что прессование жестких смесей ($V/T=0,15-0,2$), содержащих 70–80% дисперсного двуводного (необожженного) гипса (отсевы гипсовой муки, фосфогипс) и 20–30% вяжущего на гипсовой или гипсошлаковой основе, под давлением 5–20 МПа дает возможность получать стеновые и перегородочные изделия с достаточно высоким пределом прочности при сжатии [4]. Организация производства данных изделий на основе природного гипсового сырья или фосфогипса способом полусухого прессования не требует больших затрат, при этом возможно использование оборудования, серийно выпускаемого отечественными предприятиями машиностроения для прессования грунтоблоков и других подобных изделий (рис. 4), а также применение простаивающих технологических линий по производству силикатного кирпича (рис. 5).

Список литературы

1. Бабков В.В., Недосеко И.В., Мирсаев Р.Н. Опыт производства и применения гипсовых вяжущих в Республике Башкортостан // Труды II Всероссийской конференции «Гипс и его применение». Уфа, 2003. С. 196–200.
2. Мирсаев Р.Н., Бабков В.В., Недосеко И.В. и др. Опыт производства и эксплуатации гипсовых стеновых изделий // Строительные материалы. 2008. № 3. С. 78–81.
3. Мирсаев Р.Н., И.И. Ахмадулина, Недосеко И.В. и др. Гипсошлаковые композиции из отходов промышленности в строительных технологиях // Строительные материалы. 2010. № 7. С. 4–6.
4. Мирсаев Р.Н., Бабков В.В., Юнусова С.С., Недосеко И.В. Фосфогипсовые отходы химической промышленности в производстве стеновых изделий. М.: Химия. 2004. 173 с.

СПЕЦИАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО
СКБ СТРОЙПРИБОР
ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ



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

Реклама

ИЗМЕРИТЕЛИ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА, КИРПИЧА

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

автоматическая обработка измерений



диапазон 3...100 МПа

УКС-МГ4 / УКС-МГ4 С
ультразвуковой

поверхностное и сквозное прозвучивание



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

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

отрыв со скалыванием и скалывание ребра



предельное усилие 60 кН
диапазон 5...100 МПа

ПОС-2МГ4 П

испытание прочности ячеистых бетонов



предельное усилие вырыва 2,5 кН

ПЛОТНОМЕРЫ ГРУНТОВ ДИНАМИЧЕСКИЕ

ПДУ-МГ4 "Удар"
и ПДУ-МГ4 "Импульс"

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



Прессы испытательные малогабаритные

ПГМ-100МГ4 / ПГМ-500МГ4 / ПГМ-1000МГ4

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



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

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

ПСО-10МГ4 КЛ

испытание прочности сцепления в каменной кладке



предельное усилие отрыва 15 кН

АДГЕЗИМЕТРЫ

ПСО-МГ4

испытание прочности сцепления покрытия с основанием



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

ИЗМЕРИТЕЛИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

ИТП-МГ4 "100" / "250" / "Зонд"

стационарный и зондовый режимы



диапазон 0,02...1,5 Вт/м·К

АНЕМОМЕТРЫ, ГИГРОМЕТРЫ

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

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



ТГЦ-МГ4 / ТГЦ-МГ4.01
термогигрометр

диапазон 0...99,9 % / -30...+85 °С



ИЗМЕРИТЕЛИ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ И ТЕМПЕРАТУРЫ

ИТП-МГ4.03 "Поток"

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



диапазон 10...999 Вт/м²
-40...+70 °С

ИЗМЕРИТЕЛИ ВЛАЖНОСТИ

ВЛАГОМЕР-МГ4

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



ИЗМЕРИТЕЛИ ТОЛЩИНЫ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА

ИПА-МГ4

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



ТЕРМОМЕТРЫ

ТМР-МГ4 / ТЦЗ-МГ4 / ТЦЗ-МГ4.01

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



ИЗМЕРИТЕЛИ СИЛЫ НАТЯЖЕНИЯ АРМАТУРЫ

ДО-40 / 60 / 80МГ4

метод поперечной оттяжки

диапазон контролируемых усилий 2...120 кН



диаметр арматуры 3...12 мм

ИЗМЕРИТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЙ В АРМАТУРЕ

ЭИН-МГ4

частотный метод

диаметр арматуры 3...32 мм



диапазон 100...1800 МПа

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

Б.С. БАТАЛИН, В.В. КАРМАНОВ, д-ра техн. наук, Пермский национальный исследовательский политехнический университет; А.А. КЕТОВ, д-р техн. наук, Пермский национальный исследовательский университет

Пожарная опасность пенополистирола самозатухающего

Использование пенополистирола (ППС) как эффективной теплоизоляции, широко применяемой в современном строительстве [1], не снимает вопросов долговечности, экологической и пожарной опасности данного материала [2, 3].

Следует отметить, что именно вопросы пожарной опасности ППС часто игнорируются производителями, что приводит иногда к присвоению материалу вместо G4 группы горючести G3, а в некоторых случаях даже G2 и G1.

Основопологающим документом, определяющим классификацию по горючести, является Закон РФ от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». При этом п. 6 ст. 13 данного федерального закона прямо указывает на недопустимость образования горящих капель расплава при испытании материалов, относящихся к группам горючести G1–G3.

Следует отметить, что оценка пожарной опасности строительных материалов согласно п. 2 ст. 13 указанного ФЗ «...основывается на их свойствах и способности к образованию опасных факторов пожара: 1) горючесть; 2) воспламеняемость; 3) способность распространения пламени по поверхности; 4) дымообразующая способность; 5) токсичность продуктов горения». На практике большинство этих показателей обычно не определяют. Рассмотрим один из перечисленных факторов.

Исчерпывающим примером, указывающим на необходимость определения токсичности продуктов горения, является «Заключение технической комиссии по установлению факта нарушения законодательства о градостроительной деятельности» от 5 марта 2010 г. по факту пожара с многочисленными жертвами 5 декабря 2009 г. в помещении ночного клуба «Хромая лошадь» (Пермь). В заключении указано, что «Определение группы токсичности по ГОСТ 12.1.044–83 не проведено в связи с отсутствием в лаборатории технической возможности (мышей)».

Однако современные методы исследования позволяют напрямую определить продукты пиролиза, что может быть осуществлено при совместных термогравиметрических исследованиях и масс-спектрометрическом анализе продуктов термической деструкции в контролируемой атмосфере. Результаты таких исследований ППС приводятся в данной статье.

На первом этапе был определен возможный состав продуктов пиролиза, включая микрокомпоненты, содержащие гетероатомы. Для этого необходимо знать химический состав исходного ППС. Задача осложняется тем, что технический ППС не является чистым с химической точки зрения. В состав материала с целью снижения пожарной опасности добавляют хлор- или броморганические соединения [4–6]. Производители материала исходя из коммерческих соображений не раскрывают ни химический состав, ни концентрацию применяемых антипиренов. Однако термическое разложение хлорорганических соединений представляет потенциальную опасность и может приводить к образованию стойких органических загрязнителей типа по-

лихлорбифенилов [7]. Броморганические соединения при окислительном пиролизе также способны образовывать токсичные соединения [8].

Известно, что пиролиз химически чистого ППС протекает по радикальному механизму [9], как и пиролиз большинства органических соединений. Можно предположить, что химический состав элементарноорганических веществ не будет отражать строения продуктов пиролиза вследствие известного свойства галогенов реагировать при повышенной температуре преимущественно по радикальному механизму. Исходя из этого предположения задачу определения химического строения антипиренов не ставили, а определяли только общее содержание элементарных галогенов в составе композиции и далее путем выявления всех возможных галогенсодержащих продуктов составляли материальный баланс по галогенам.

Для анализа было выбрано пять образцов технического ППС различных производителей. Из них два образца представлены материалом прессового типа и три – экструзионного. Анализ на содержание элементарного брома и хлора провели рентгенофлуоресцентным методом на приборе FLVaX. Было установлено, что два образца содержат 1–1,5 мас. % элементарного хлора и два образца 1–2 мас. % элементарного брома. Материалов без наличия галогенов в составе исследованных образцов обнаружено не было.

Пиролиз образцов технического ППС самозатухающего (ППС-С) проводили на приборе NETZSCH термогравиметрически, анализ газовых продуктов масс-спектрометром. Обработку полученных результатов осуществляли на соответствующем прибору программном обеспечении.

Чувствительность масс-спектрометрического анализа броморганических соединений осложнена вследствие высокой атомной массы брома. Поэтому были исследованы только образцы, содержащие хлорорганические соединения. Такое ограничение допустимо также вследствие большей устойчивости бром-радикалов по сравнению с хлор-радикалами и, как следствие, заведомо более полного протекания реакций по радикальному механизму для броморганических соединений в сравнении с хлорорганическими.

На рис. 1 представлены результаты термогравиметрического анализа образца массой 4,24 мг. Нагрев осуществляли в атмосфере аргона со скоростью 10°C/мин.

При выбранных условиях эксперимента разложение ППС-С протекает в один этап с эндотермическим эффектом в интервале 349–451°C с максимальной скоростью разложения при 417°C. Углеродный остаток 7,4 мас. %.

Сопоставление данных термогравиметрического анализа с масс-спектроскопией позволило идентифицировать ряд соединений, образующихся в указанном температурном интервале разложения ППС-С. Результаты приведены в табл. 1.

Неожиданным оказалось высокое содержание в продуктах разложения соединения с молекулярной мас-

Таблица 2

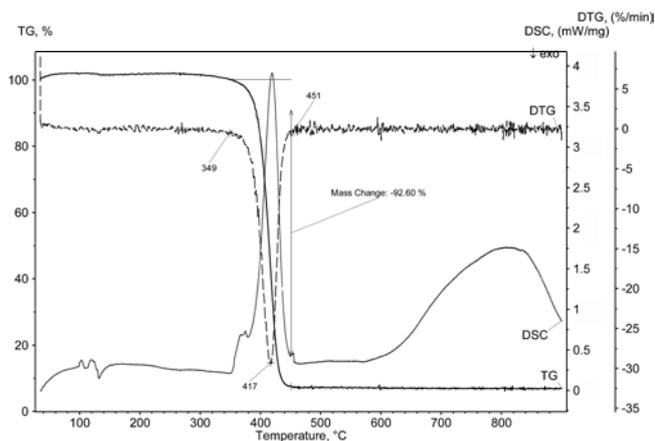


Рис. 1. Термограмма ППС-С в атмосфере аргона

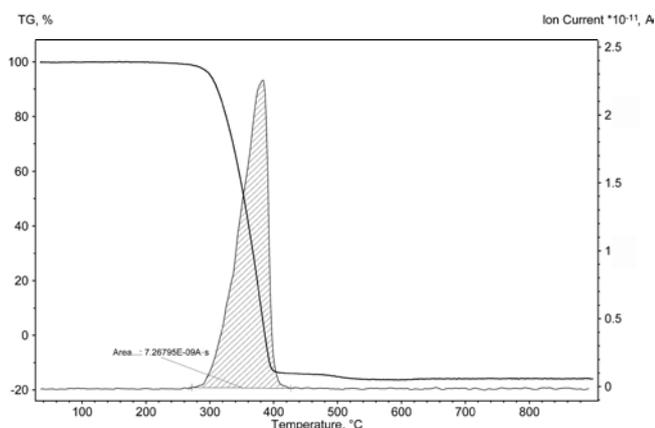


Рис. 2. Совмещенные кривые TG и ионного тока массы 104 (стирол)

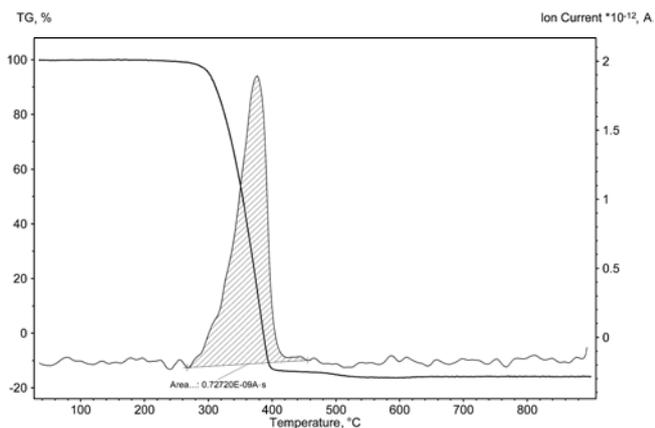


Рис. 3. Совмещенные кривые TG и ионного тока массы 102 (хлорфуран)

Молекулярная масса	Предполагаемое соединение	Площадь пика, $\times 10^{-9}$ А·с	Мольная доля от выделившихся соединений, мол. %
18	Вода	684,055	$9,58 \cdot 10^{-1}$
26	Ацетилен	8,802	$1,23 \cdot 10^{-2}$
28	Оксид углерода (CO)* этилен	69806,391	9,78·10
37	Хлороводород	2,708	$3,79 \cdot 10^{-3}$
44	Оксид углерода (CO ₂)** ацетальдегид	840,852	1,18
46	Этанол	3,238	$4,54 \cdot 10^{-3}$
51	Хлорметан	25,918	$3,63 \cdot 10^{-2}$
58	Пропионовый альдегид	0,122	$1,71 \cdot 10^{-4}$
65	Хлорэтан	0,913	$1,28 \cdot 10^{-3}$
78	Бензол	11,766	$1,65 \cdot 10^{-2}$
92	Толуол	0,141	$1,97 \cdot 10^{-4}$
98	Фосген	0,106	$1,48 \cdot 10^{-4}$
102	Хлорфуран	0,727	$1,02 \cdot 10^{-3}$
104	Стирол	7,268	$1,02 \cdot 10^{-2}$
106	Бензальдегид	1,269	$1,78 \cdot 10^{-3}$
116	Метилхлорфуран	0,056	$7,84 \cdot 10^{-5}$

* Массе 28 помимо CO соответствует также этилен, но вследствие заведомо большего количества CO считаем все количество вещества молекулярной массы 28 относящейся к последнему.
 ** Массе 44 помимо CO₂ соответствует также ацетальдегид, но вследствие заведомо большего количества CO₂ считаем все количество вещества молекулярной массы 44 относящейся к последнему.

сой 51, которое может быть идентифицировано как хлорметан. Подтверждение этого пик меньшей интенсивности при молекулярной массе 50, характерный для соединений хлора. Молекулярная доля хлорметана в продуктах пиролиза значительно превосходит количество других хлорсодержащих соединений и ароматических веществ, образующихся при пиролизе полистирола.

Также интересным результатом явился факт обнаружения в продуктах разложения следовых количеств веществ с молекулярными массами 98 и 99, что характерно для хлорангирида угольной кислоты (фосгена). Наличие кислорода и соответственно следовых количеств хлорангирида угольной кислоты в системе (площадь пика молекулярной массы 98 соответствует $0,131 \cdot 10^{-9}$ А·с) может быть объяснено либо присутствием в составе антипирена кислородсодержащих соединений, либо остаточным кислородом в ячейках ППС.

Были проведены аналогичные исследования, но в присутствии кислорода. Образец массой 6,59 мг нагревали со скоростью 10°C/мин при параллельном масс-спектрометрическом анализе продуктов пиролиза. В атмосфере воздуха термическое разложение ППС-С термогравиметрически фиксируется с 266°C и первая ступень разложения, имеющая эндотермический характер, продолжается до 405°C. К этой температуре от полимера остается только пироуглеродный каркас, достаточно устойчивый вплоть до 460°C. Дальнейшее уменьшение массы в интервале 460–575°C с максимумом скорости при 500°C однозначно может быть отнесено к окислению пироуглерода с выраженным экзотермическим эффектом.

Сопоставление термических эффектов с данными масс-спектрологии позволили заключить, что действительно все органические соединения выделяются в интервале температуры первого падения массы помимо CO₂, который имеет два максимума. Для примера на рис. 2 представлены совмещенные кривые TG и ионный ток массы 104, характеризующий эмиссию стирола.

Таблица 1

Молекулярная масса	Предполагаемое соединение	Площадь пика, $\times 10^{-9}$ А·с
26	Ацетилен	3,846
37	Хлороводород	1,963
51	Хлорметан	25,878
65	Хлорэтан	1,459
78	Бензол	14,557
92	Толуол	0,381
104	Стирол	11,995

Таблица 3

Молекулярная масса	Предполагаемое соединение	Площадь пика, $\times 10^{-9}$ А·с	Доля соединения в общем количестве хлорпроизводных, мол. %	Доля соединения в общем количестве хлорпроизводных, мас. %	Масса веществ, выделяющихся на 1 г связанного С1 в исходном соединении, мг
37	Хлороводород	2,708	8,9	6,37	93,76
51	Хлорметан	25,918	85,18	84,06	1236,86
65	Хлорэтан	0,913	3	3,77	55,53
98	Фосген	0,106	0,35	0,66	9,72
102	Хлорфуран	0,727	2,39	4,72	69,39
116	Метилхлорфуран	0,056	0,18	0,41	6,08

В рассматриваемом примере особый интерес представляют продукты окислительного пиролиза, образующиеся из галогенпроизводных, добавленных в ППС-С в качестве антипиренов. Как было установлено, количество хлора в образце в пересчете на элементарный хлор составляет 1,5 мас. %. Следовало ожидать появление хлорпроизводных в заметных количествах. Действительно, в продуктах окислительного пиролиза были зафиксированы соединения, идентифицированные в соответствии с молекулярными массами как хлороводород, хлорэтан, фосген, хлорфуран, метилхлорфуран. Масс-спектр хлорфурана (масса 102) при наложении на кривую термограмметрии приведен на рис. 3.

Для определения относительного молекулярного содержания веществ в продуктах пиролиза площади всех пиков на масс-спектрах были измерены (табл. 2).

Для построения материального баланса по хлору предположим, что весь хлор, присутствующий в исходном ППС-С в количестве 1,5 мас. %, переходит полностью в шесть выявленных продуктов, то есть в хлороводород, хлорметан, хлорэтан, фосген, хлорфуран и метилхлорфуран. Кроме того, считаем, что площади ионных токов во времени соответствуют молекулярному количеству соединения.

Принимая эти допущения, можно рассчитать количество соединений, выделяющихся из ППС-С (табл. 3).

Для оценки количества образующегося фосгена считаем, что плотность ППС-С составляет 30 кг/м³. Тогда литр материала имеет массу 30 г и при пиролизе из него образуется 291,6 мг фосгена. Если считать, что двухминутное воздействие концентрации 3,2 мг/л фосгена приводит к летальному исходу [8], то можно заключить, что термического разложения на воздухе всего одного литра ППС-С достаточно для создания смертельной концентрации фосгена в 92,2 л воздуха.

Использование броморганических соединений как антипиренов в ППС-С взамен хлорсодержащих ни в коей мере не может служить аргументом в пользу термической безопасности такого вида материала, так как известный бромсодержащий аналог фосгена бромфосген имеет токсикологическое воздействие, аналогичное фосгену.

Можно заключить, что современные инструментальные методы исследования позволяют с высокой степенью надежности определить качественный и количественный состав продуктов окислительного пиролиза любых материалов, в том числе строительных. При этом токсикологические характеристики подавляющего большинства возможных продуктов пиролиза известны и описаны в соответствующей литературе. Возникает парадоксальная ситуация, когда методики анализа полутора-вековой давности не только морально устарели и не используются на практике в современных лабораториях, но и тормозят развитие современного материаловедения. Действительно, *существующий анализ на токсичность продуктов сгорания, основанный на прямом воздействии на биологические объекты, ничего не говорит о строении и концентрации выделяющихся токсичных веществ.*

По мнению авторов, **настало время пересмотреть существующие методики определения токсичности продуктов сгорания строительных материалов в сторону использования инструментальных методов**, привести их в соответствие с современным уровнем развития техники.

По результатам проведенных исследований можно сделать ряд выводов.

- Пиролиз в воздушной атмосфере ППС-С, содержащего хлорорганические антипирены, приводит к образованию в продуктах высокотоксичных хлорсодержащих соединений: хлороводорода, хлорметана, хлорэтана, фосгена, хлорфурана и метилхлорфурана.
- Концентрация только фосгена, образующегося из образца ППС-С при окислительном пиролизе, даже без учета иных продуктов может быть достаточной для локального достижения смертельных концентраций.
- Использование ППС-С в строительных конструкциях недопустимо без его изоляции негорючими материалами.
- Технически возможно определение токсичности продуктов пиролиза, в том числе и окислительного, инструментальными методами.

Ключевые слова: пенополистирол, галогенорганические антипирены, пиролиз, токсичность, стирол, фосген, хлорфуран.

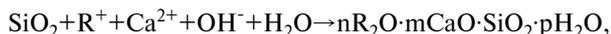
Список литературы

1. *Савкин Ю.В.* Российский рынок пенополистирола: задачи, достижения, перспективы // Строительные материалы. 2012. № 2. С. 18–20.
2. *Ясин Ю.Д., Ясин В.Ю., Ли А.В.* Пенополистирол. Ресурс и старение материала. Долговечность конструкций // Строительные материалы. 2002. № 5. С. 33–35.
3. *Баталин Б.С., Евсеев Л.Д.* Эксплуатационные свойства пенополистирола вызывают опасения // Строительные материалы. 2009. № 10. С. 55–58.
4. *Занавескин Л.Н., Аверьянов В.А.* Полихлорбифенилы: проблемы загрязнения окружающей среды и технологические методы обезвреживания // Успехи химии. 1998. Т. 67. № 8. С. 788–800.
5. *Балов А.* Антипирены без галогенов // The Chemical Journal. 2010. № 11. С. 54–55.
6. *Аблеев Р.И.* Актуальные проблемы в разработке и производстве негорючих полимерных компаундов для кабельной индустрии // Кабель-news. 2009. № 6–7. С. 64–69.
7. *Горбунова Т.И., Первова М.Г., Забелина О.Н., Салоутин В.И., Чухачин О.Н.* Полихлорбифенилы. Проблемы экологии, анализа и химической утилизации. М.: URSS, 2011. 400 с.
8. *Лазарев Н.В.* Вредные вещества в промышленности. Л.: Химическая литература, 1963. 3 т.
9. *Мадорский С.* Термическое разложение органических полимеров / Пер. с англ. М.: Мир, 1967. 330 с.

С.А. ГОЛУНОВ, инженер, Московский государственный строительный университет;
С.П. СИВКОВ, канд. техн. наук, Российский химико-технологический университет
им. Д.И. Менделеева (Москва)

Причины снижения адгезии базовых штукатурных составов к минераловатным плитам в фасадных теплоизоляционных композиционных системах

Многолетний опыт применения фасадных теплоизоляционных композиционных систем с наружными штукатурными слоями (СФТК) показал, что в некоторых случаях после определенного срока эксплуатации наблюдается снижение адгезии внешнего базового штукатурного слоя к поверхности минераловатной плиты утеплителя, иногда до полного его отслаивания. Проведенными исследованиями установлено, что основной причиной этого явления является возникновение внутренних напряжений вследствие циклического изменения объема оболочек высокодисперсных щелочных гидросиликатов кальция, образующихся на поверхности минеральных волокон при их коррозии в контакте с цементными растворами с повышенным содержанием щелочных оксидов K_2O и Na_2O в результате протекания реакции:



где R^+ – катион K^+ или Na^+ .

Образование таких оболочек на поверхности минерального волокна на границе теплоизоляционной плиты и штукатурного слоя подтверждено методом сканирующей электронной микроскопии (рис. 1).

Объем оболочек щелочных гидросиликатов кальция увеличивается при их увлажнении и уменьшается при высыхании. Очевидно, что снижение уровня возникающих при этом внутренних напряжений может быть достигнуто уменьшением количества образующихся щелочных гидросиликатов, т. е. предотвращением коррозии поверхности минерального волокна, а также умень-

шением проницаемости базового штукатурного слоя по отношению к воде.

Одним из наиболее простых способов предотвращения коррозии минерального волокна в контакте с высокощелочным цементным раствором является создание на его поверхности стойкой, нерастворимой в воде защитной оболочки. Такая оболочка может иметь как неорганическую, так и полимерную природу.

Известно, что катионы лития Li^+ образуют нерастворимые в воде гидросиликаты лития и могут образовать на поверхности минерального волокна тонкую защитную оболочку, препятствующую последующим химическим реакциям между катионами K^+ или Na^+ и волокном. Аналогичная защитная оболочка может быть получена и на основе полимерной пленки, нанесенной в виде покрытия – праймера на поверхность минеральной теплоизоляционной плиты.

Коррозия минерального волокна в высокощелочных цементных растворах исследовалась методом лазерной гранулометрии. Измельченное минеральное волокно помещалось в водную дисперсию цемента с содержанием щелочных оксидов $Na_2O + K_2O$ 1,78 мас. %. Изменение среднего диаметра $D_{ср}$ и удельной поверхности $S_{уд}$ частиц минерального волокна проводилось через каждые 10 мин в течение 1,5 ч (рис. 2).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в растворе на основе высокощелочного цемента протекает интенсивная коррозия минерального волокна: на начальных этапах – растворение, приводящее к уменьшению среднего размера частиц, а затем образование на поверхности частиц высокодисперсных щелочных

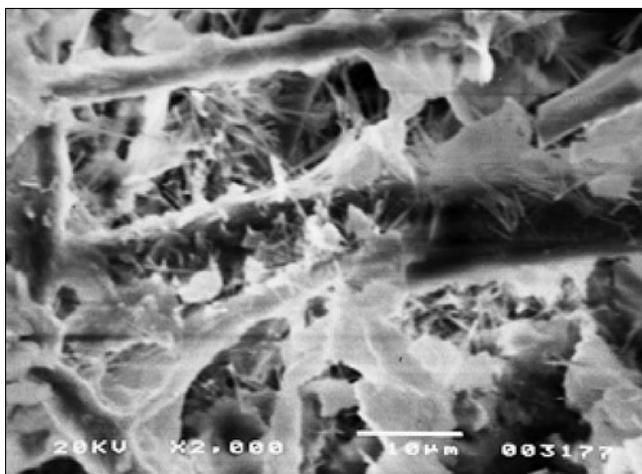
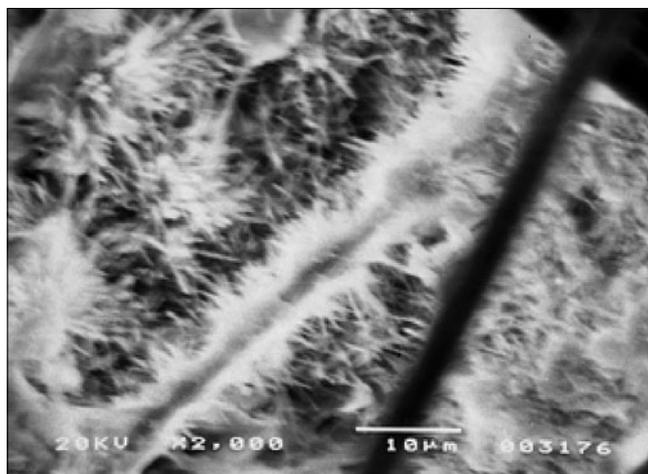


Рис. 1. Щелочная коррозия минерального волокна на границе теплоизоляционной плиты и штукатурного слоя

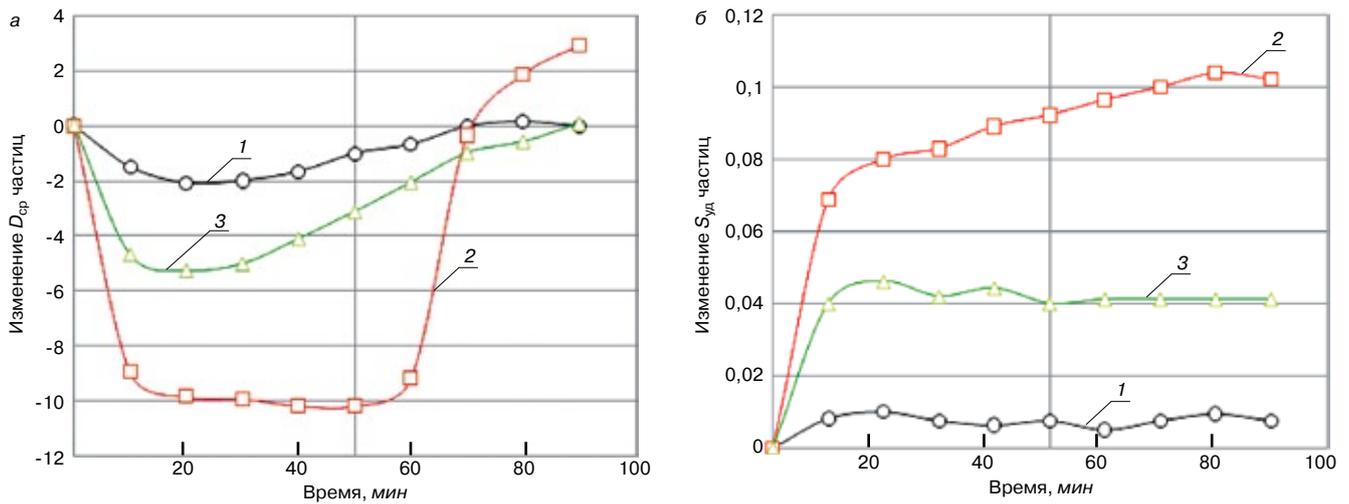


Рис. 2. Изменение среднего диаметра D_{cp} и удельной поверхности $S_{уд}$ частиц минерального волокна в водных дисперсиях цемента: 1 – низкощелочной цемент; 2 – высокощелочной цемент; 3 – высокощелочной цемент + 1% Li_2CO_3

гидросиликатов кальция, сопровождающееся ростом среднего размера и удельной поверхности частиц минерального волокна. Как и ожидалось, введение в раствор на основе высокощелочного цемента добавки Li_2CO_3 в количестве 1% от массы цемента частично блокирует процесс коррозии вследствие образования на поверхности волокна нерастворимой оболочки силикатов и гидросиликатов лития.

Исследование защитных свойств полимерной пленки, нанесенной на поверхность минераловатной плиты в виде праймера, проводилось методом сканирующей электронной микроскопии. Расход дисперсии на основе сополимера этилена и винилацетата, нанесенной на поверхность теплоизоляционной плиты методом набрызга, составил 45–50 г/м² в пересчете на сухое вещество. После полного высыхания дисперсии образец минераловатной плиты помещался на 30 сут в водный раствор над дисперсией цемента с содержанием щелочных оксидов Na_2O+K_2O 1,78 мас. % (рис. 3).

Установлено, что при хранении в растворе над цементом с высоким содержанием щелочей исходное необработанное полимерной дисперсией минеральное волокно подвергается интенсивной коррозии: на его поверхности формируются многочисленные новообразования на основе щелочных гидросиликатов кальция (рис. 4).

Полимерная пленка, образовавшаяся на поверхности минерального волокна после обработки праймером, практически полностью предотвращает процесс его коррозии (рис. 5, а). Аналогичный эффект дает и введение в состав цемента добавок Li_2CO_3 . В этом случае на поверхности волокна наблюдаются отдельные новообразования (рис. 5, б), свидетельствующие о заметном замедлении процесса его коррозии в сравнении с исходным бездобавочным цементом.

Таким образом, введение в состав цементного раствора для внешнего базового штукатурного слоя СФТК небольших количеств Li_2CO_3 или обработка поверхности минераловатной плиты водной дисперсией полиме-

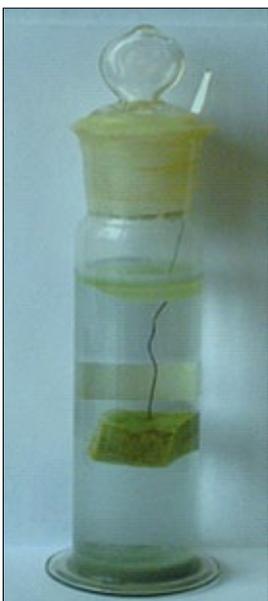


Рис. 3. Образец минераловатной плиты в растворе над поверхностью цемента

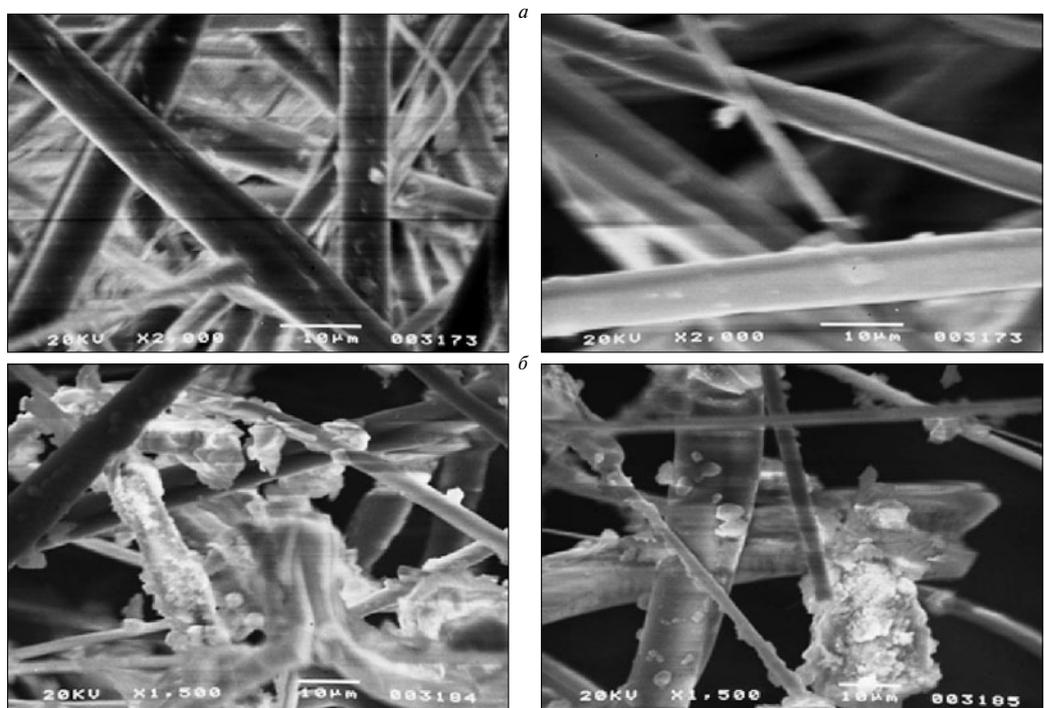


Рис. 4. Структура поверхности минерального волокна: а – исходного; б – после 30 сут хранения в растворе над высокощелочным цементом

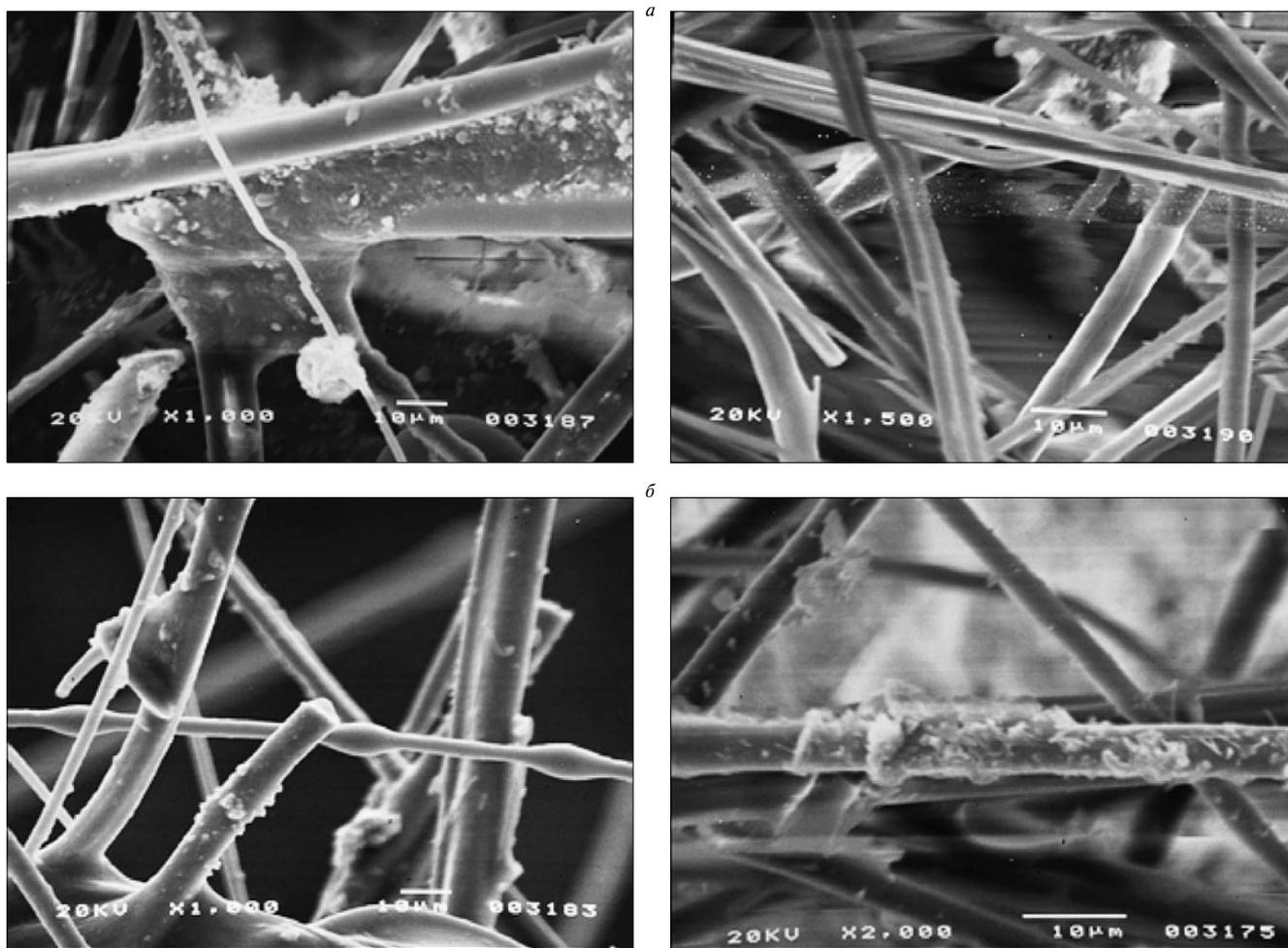


Рис. 5. Структура поверхности минерального волокна после 30 сут хранения в растворе над высокощелочным цементом: а – обработанного раствором полимера; б – после введения в раствор 1% Li_2CO_3 от массы цемента

ра позволяет замедлить процесс коррозии минерального волокна в случае использования цементов с повышенным содержанием щелочных оксидов.

Проницаемость затвердевшего цементного камня определяется его микроструктурой, главным образом количеством капиллярных микропор. В свою очередь, количество капиллярных микропор при прочих равных условиях зависит от фазового состава и деструктивных явлений в цементном камне, происходящих при его циклическом увлажнении-высушивании и/или замораживании-оттаивании.

Исследовались изменения фазового состава и капиллярная микропористость цементного камня на основе цемента с повышенным содержанием щелочных оксидов Na_2O и K_2O при циклическом увлажнении-высушивании и замораживании-оттаивании.

Образцы для исследования готовились на основе состава, используемого для производства базового штукатурного слоя СФТК, без кварцевого песка. В качестве вяжущего использовался портландцемент ОАО «Михайловцемент» с добавкой Na_2SO_4 до содержания щелочных оксидов $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 1,78$ мас. %. Состав композиции представлен в таблице.

Образцы в виде дисков диаметром 4 см и толщиной 0,5 см твердели на воздухе при температуре 20–22°C в течение 14 сут, после чего подвергались циклической обработке в климатической камере по следующему режиму:

- насыщение водой при 20°C 2 ч
- замораживание при -10°C 12 ч
- оттаивание в воздушно-влажных условиях при 20°C 12 ч

– сушка при 50°C 6 ч
Общее количество циклов климатической обработки – 10.

По окончании обработки исследовался фазовый состав образцов методом рентгенофазового анализа, а также определялась величина открытой пористости затвердевшего цементного камня.

На рентгенограмме цементного камня, твердевшего в воздушно-сухих условиях, присутствуют дифракционные максимумы, соответствующие основным гидратным фазам: $\text{Ca}(\text{OH})_2$, моногидросульфалоюминату кальция $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, этtringиту $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$, гидроалюминату кальция $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 13\text{H}_2\text{O}$ и др. После 10 циклов климатической обработки фазовый состав цементного камня изменился в сторону увеличения количества этtringита и порт-

Компонент	Содержание, мас. %
Портландцемент ПЦ 500-Д0 с добавкой Na_2SO_4	88,5
Гидратная известь $\text{Ca}(\text{OH})_2$	4,5
Полимерный редуспергируемый порошок на основе сополимера этилена и винилацетата	6,5
Эфир целлюлозы (ГЭМЦ) средней вязкости	0,5
Вода	0,24 от массы композиции

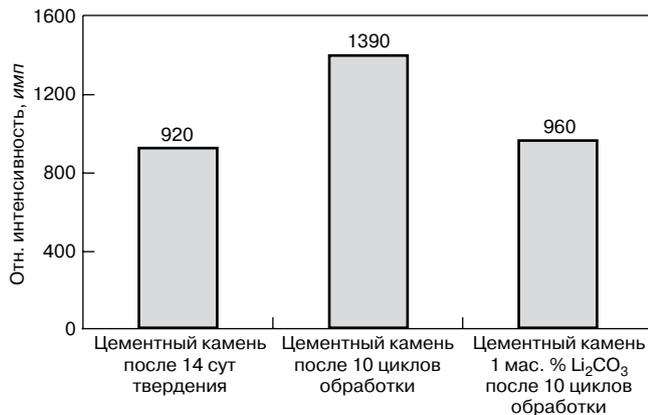


Рис. 6. Влияние режима твердения цементного камня на относительную интенсивность аналитического пика этtringита

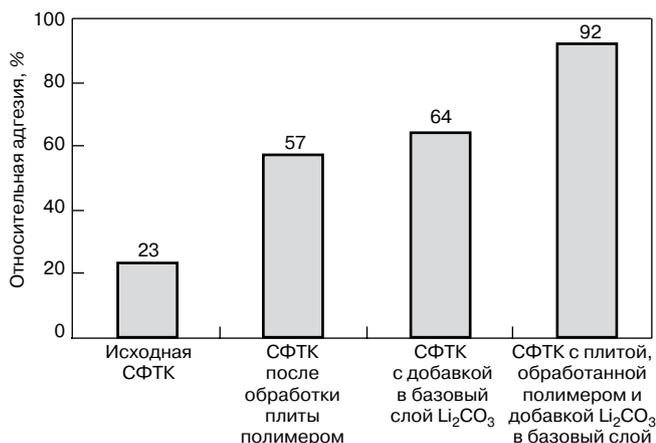


Рис. 7. Адгезия базового штукатурного слоя к поверхности минераловатной плиты после обработки в климатической камере (% к величине адгезии до обработки в климатической камере)

ландита; содержание $3\text{CaO} \cdot \text{A}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ при этом снизилось.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в цементном камне развиваются процессы образования вторичного этtringита, которые могут привести к увеличению его капиллярной пористости и в предельном случае к его полному разрушению.

Введение в состав цементной композиции перед затвердением 1% Li_2CO_3 от массы цемента несколько тормозит процесс образования вторичного этtringита, о чем свидетельствует изменение относительной интенсивности аналитического пика этtringита 9,675–9,739 Å (рис. 6).

Капиллярная пористость цементного камня на основе цемента с высоким содержанием щелочных оксидов после 10 циклов климатической обработки значительно возрастает (до $0,147 \text{ см}^3/\text{г}$) в сравнении с цементным камнем после 14 сут твердения, не подвергавшимся обработке ($0,113 \text{ см}^3/\text{г}$). Введение в состав цементной композиции 1% Li_2CO_3 от массы цемента замедляет процесс разрушения структуры цементного камня; величина капиллярной пористости цементного камня с добавкой Li_2CO_3 после 10 циклов климатической обработки составляет всего $0,121 \text{ см}^3/\text{г}$.

Таким образом, высокощелочные цементы не только сами по себе вызывают интенсивную коррозию минерального волокна в теплоизоляционной плите, но и склонны к образованию в своей структуре вторичного этtringита. Это приводит к интенсификации процессов массопереноса за счет увеличения количества капиллярных пор в цементном камне, изменению объема при увлажнении и высыхании оболочек щелочных гидросиликатов кальция на поверхности волокон и, как след-

ствие, к более быстрому снижению адгезии базового штукатурного слоя в системах СФТК к поверхности теплоизоляционной плиты.

Для замедления процесса образования вторичного этtringита в состав базового штукатурного слоя рекомендуется вводить добавки Li_2CO_3 .

Проверка разработанных рекомендаций осуществлялась путем испытаний СФТК в климатической камере. После 28 сут твердения при нормальных условиях СФТК подвергалась обработке по режиму:

- орошение водой 0,5 ч
- замораживание при -20°C 12 ч
- оттаивание в воздушно-влажных условиях при 20°C 12 ч
- сушка при 50°C 6 ч

Общее количество циклов климатической обработки – 50.

После окончания испытаний определялась адгезия базового штукатурного слоя к поверхности минераловатной плиты (рис. 7).

Как видно из полученных результатов, обработка поверхности минераловатной плиты праймером на основе дисперсии полимера из расчета $40 \text{ г}/\text{м}^2$ и введение в состав базового штукатурного слоя Li_2CO_3 в количестве 1% от массы цемента приводят к заметному повышению остаточной адгезии базового слоя к теплоизоляционной плите. Максимальный эффект наблюдается при одновременном применении указанных методов.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что в процессе эксплуатации СФТК на границе раздела минераловатная плита – базовый штукатурный слой происходит коррозия минеральных волокон теплоизоляционной плиты с образованием на них оболочек щелочных гидросиликатов кальция. Скорость процесса коррозии минерального волокна увеличивается с ростом содержания в цементе щелочных оксидов Na_2O и K_2O .

Циклическое увлажнение–высушивание приводит к периодическому изменению объема оболочки щелочных гидросиликатов кальция, покрывающих минеральное волокно, что ослабляет силу связи и снижает адгезию внешнего штукатурного слоя к поверхности теплоизоляционной плиты. Интенсивность изменения объема оболочки щелочных гидросиликатов зависит от скорости подвода влаги к поверхности минерального волокна и определяется наличием капиллярных транспортных пор во внешнем штукатурном слое.

При циклическом увлажнении–высушивании или замораживании–оттаивании внешний штукатурный слой склонен к разрыхлению структуры вследствие образования в объеме цементного камня вторичного этtringита. При этом капиллярная пористость и транспортные свойства штукатурного слоя по отношению к воде увеличиваются, что интенсифицирует процесс снижения адгезии штукатурного слоя к поверхности теплоизоляционной плиты.

При использовании минераловатных плит на основе базальтового или стекловолокна в СФТК рекомендуется осуществлять обработку поверхности минераловатной плиты, контактирующей с базовым штукатурным слоем, праймером, содержащим полимер, с целью образования на поверхности волокон защитного слоя, а в состав базового штукатурного слоя вводить добавки Li_2CO_3 в количестве до 1% от массы для замедления коррозии минерального волокна и предотвращения образования в составе твердеющей композиции вторичного этtringита. Это приводит к повышению надежности работы фасадных теплоизоляционных композиционных систем с наружными штукатурными слоями, значительно увеличивая их долговечность.

Ключевые слова: фасадные теплоизоляционные композиционные системы, адгезия штукатурного слоя, коррозия минерального волокна, вторичный этtringит.

С.К. БЕЗРУЧКО, генеральный директор ООО «Вакер Хеми Рус» (Москва),
Ю. БЕЗЛЕР, директор технического центра ЕМЕА, компания WACKER (Германия)

Энергосбережение и снижение стоимости в строительстве с помощью инновационной химии

Развитие строительства в России способствует появлению все большего интереса к проблемам энергосбережения и защиты окружающей среды. Правильно подобранная система теплоизоляции может снизить энергозатраты по содержанию дома на 60%. Дисперсионные полимерные порошки можно использовать для создания инновационных, адаптированных к требованиям потребителя систем теплоизоляции, обеспечивающих комфортные условия внутри помещений и экологичности.

Энергопотребление во всем мире постоянно растет, однако запасы полезных ископаемых и источников энергии не бесконечны. При правильном выборе теплоизоляции можно не только создать комфортные условия внутри помещений, но и значительно снизить потребление энергии.

Теплоизоляция домов

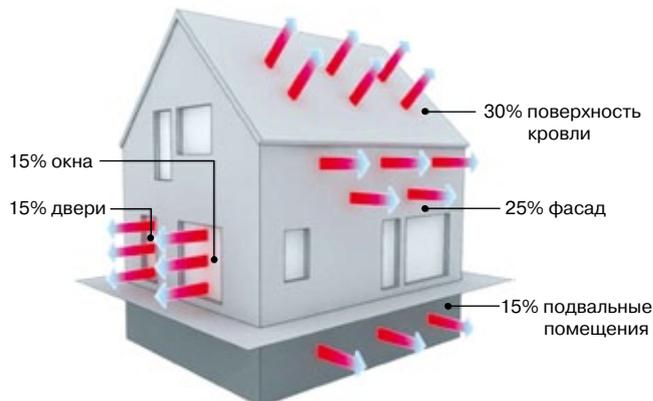
Отопление помещений, кондиционирование воздуха и подогрев воды составляют львиную долю потребления энергии в жилых домах. Такая схема остается практически неизменной, поскольку никто не хочет оставаться без горячей воды и комфортного тепла в помещениях. Тем не менее существует множество способов снизить потребление энергии в домах.

Самым простым способом улучшения энергетического баланса зданий является эффективная система теплоизоляции наружных стен. Отличным примером этому может послужить Германия: по данным профессиональной ассоциации «Наружные теплоизоляционные композитные системы» (*Fachverband Wärmedämm-Verbundsysteme e. V.*), за последние 50 лет почти 840 млн м² фасадных стен было покрыто системой скрепленной теплоизоляции (ССТИ). Это привело к сбережению энергии, эквивалентной экономии 276 млрд л топлива коммунально-бытового назначения в год.

В России также имеется огромный потенциал энергосбережения при обогреве домов. По данным Российского центра по эффективному использованию энергии (ЦЭНЭФ), около 50 % энергии, используемой для обогрева помещений и подогрева воды, расходуется впусую в результате плохой теплоизоляции домов. В России вступивший в силу в 2009 г. Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» заложил основы плана по снижению потребления первичной энергии в России на 40% к 2020 г.

Современные системы теплоизоляции: слой за слоем

Системы скрепленной теплоизоляции являются простым и надежным средством сокращения потерь энергии зданиями. Чем лучше теплоизоляция, тем меньше энергии требуется для поддержания в нем комфортного уровня тепла. Кроме того, ССТИ снижает разность температуры между воздухом внутри здания и поверхностью стен, что намного повышает комфортность условий в помещениях.



Структура потерь тепла. Фото Wacker Chemie AG



Схема расположения слоев в ССТИ. Фото Wacker Chemie AG

Система скрепленной теплоизоляции состоит из нескольких слоев материалов. Теплоизоляционные материалы – обычно пенополистирол, минеральная вата, полиуретан, фибролит или пробка прикрепляют к наружной поверхности стен здания с помощью клеевых составов, после чего наносят специальное покрытие. Скрепленные системы используются для предотвращения ненужных перепадов температуры.

Первый слой ССТИ от поверхности стены представляет собой клеевой состав, модифицированный дисперсионным полимерным порошком. Клеевой состав нивелирует неровности поверхности и создает прочную связь между теплоизоляцией и стеной. На теплоизоляцию наносится армирующий состав на основе вяжущего, модифицированного дисперсионным полимерным порошком. Полимерный порошок обеспечивает прочное прилегание клеевого состава к теплоизоляционным плитам, придавая соединению определенную пластичность, позволяющую противостоять механическим напряжениям. Сетка из стекловолокна придает армирующему слою дополнительную прочность. Самый наружный слой может представлять собой декоративную краску.

Важно то, что такая система способствует прочному, долговечному соединению, поскольку базовые растворы на минеральной основе сами по себе не обеспечивают плотного прилегания к современным изолирующим

материалам, таким как пенополистирол. Плотное прилегание к изолирующему материалу может быть достигнуто только при добавлении дисперсионных полимерных порошков в количестве 2–3%, которого достаточно для создания прочной и стабильной связи между изолирующими пластинами и клеящим составом, а также между изолирующими пластинами и базовым раствором. Такое улучшение адгезии наблюдается для всех типов поверхности, включая бетон и кирпич.

**Эффективная изоляция
для улучшения микроклимата помещений**

ССТИ значительно улучшают качество климата внутри здания за счет снижения разности температуры между воздухом внутри здания и поверхностью стен. При отсутствии соответствующей изоляции относительно низкая температура снаружи здания создает впечатление сквозняков, несмотря на то что окна и двери закрыты.

С другой стороны, соответствующая система ССТИ может не только заметно снизить неприятное ощущение сквозняков, но и предотвратить формирование конденсата. Применение ССТИ, кроме всего прочего, препятствует образованию конденсата, тем самым предотвращая появление на стенах и потолках опасных для здоровья грибков и плесени.

**Повышенная рыночная стоимость,
снижение «углеродистого следа»**

ССТИ можно применять как при строительстве новых домов, так и при ремонте существующих зданий.

Применение таких систем эффективно защищает кладку от проникновения сырости и образования трещин в конструкциях, что значительно увеличивает его срок службы и помогает в глобальном масштабе двигаться к более рациональному и экономному использованию энергетических ресурсов.



Технический центр WACKER. Материалы, модифицированные дисперсионными полимерными порошками VINNAPAS®, испытываются в климатической камере при различной влажности в пределах температур от -20 до +70°C (фото Wacker Chemie AG).

Дисперсионные полимерные порошки VINNAPAS®

Более 50 лет назад в цементный раствор стали добавлять жидкие полимерные связующие. Но решающего прорыва удалось достичь, когда компанией WACKER были разработаны полимерные дисперсионные порошки VINNAPAS®. Дисперсионные полимерные порошки VINNAPAS® представляют собой термопластичные полимеры, главным образом на основе винилацетата и этилена (сополимеры винилацетата и этилена). В 1957 г. компании WACKER удалось впервые разработать полимерные связующие в порошковой форме для строительной индустрии. Достижение произвело настоящую революцию в строительстве, поскольку появилась возможность модифицирования однокомпонентного вяжущего полимером, в который требовалось всего лишь добавить воду непосредственно на строительной площадке. Это намного упростило процесс производства строительных смесей и дало большие экономические преимущества, которыми промышленность строительных материалов активно пользуется в настоящее время.

Дисперсионные полимерные порошки VINNAPAS® позволили компании WACKER с самого начала участвовать в разработке систем скрепленной теплоизоляции. Сухие строительные смеси, модифицированные полимерами, также могут использоваться для приклеивания плитки (плиточные клеи), устройства пола (самовыравнивающиеся составы), затирки, оштукатуривания, шпаклевания и ремонтных работ.

Дисперсионные полимерные порошки дают большие преимущества конечных продуктов, повышая легкость обработки, придавая отличную адгезию к любым типам поверхностей, повышая пластичность и разрывную прочность и обеспечивая отличную погодостойчивость. Поскольку порошки VINNAPAS® не содержат пластификаторов и пленкообразующих агентов, они также характеризуются низкой эмиссией летучих веществ.

Московский технический центр

В 2003 г. компания WACKER создала технический центр (ТЦ) в Москве для обучения и поддержки клиентов при разработке сложных строительных смесей, модифицированных полимерами. Центр служит для обмена опытом в области использования строительной химии и призван способствовать продвижению продукции в соответствии с международными строительными стандартами.

Поскольку архитектурные стили и строительные материалы в большой степени зависят от культурных традиций, климатических особенностей и доступного сырья, технический центр в Москве предоставляет поддержку российским клиентам и партнерам фирмы WACKER в разработке новых продуктов, предназначенных для российского рынка, например проводятся сравнительные тесты строительных материалов из местного сырья с учетом природных условий и локальной строительной техники. В техцентре имеется самое современное испытательное оборудование, включая два стенда для испытаний ССТИ и фасадных покрытий в особо суровых климатических условиях. Процессы старения и изменения в результате атмосферных воздействий при таких испытаниях можно ускорить, что позволяет анализировать устойчивость и эффективность материала.

К ТЦ относится также АКАДЕМИЯ WACKER, которая призвана отвечать нуждам промышленности строительных материалов в России и странах СНГ, а также предоставлять информацию по всем важнейшим аспектам современной химии полимеров и силиконов и их применения. Лаборатории делают АКАДЕМИЮ WACKER идеальным местом для практических показов и теоретических презентаций.

Республика Бурятия развивает строительство и строительную науку

11–14 июля 2012 г. в г. Улан-Удэ (Республика Бурятия) в Восточно-Сибирском государственном университете технологий и управления (ВСГУТУ) состоялась международная научно-практическая конференция «Строительный комплекс России: наука, образование, практика», посвященная 50-летию университета и организованная при поддержке Министерства строительства и модернизации ЖKK РБ, Автономного учреждения Республики Бурятия «Инфра центр» Минстроя РБ. В конференции приняли участие более 100 специалистов – ведущих ученых, преподавателей, руководителей и ведущих специалистов строительных и исследовательских организаций из различных городов России и зарубежных стран.

Высокий интерес к мероприятию, в том числе со стороны зарубежных коллег, обусловлен существенными изменениями, происходящими в строительном комплексе республики. За последние пять лет в Бурятии объем строительных работ вырос в 2,6 раза, с 7,7 млрд р. в 2007 г. до 19,9 млрд р. в 2011 г. Количество жителей республик, вовлеченных в строительный бизнес, увеличилось до 12 тыс. человек. В Бурятии осуществлялась реализация федеральных целевых программ, так или иначе связанных со строительством: «Экономическое и социальное развитие Дальнего Востока и Забайкалья на период до 2013 года», «Развитие физической культуры и спорта в Российской Федерации на 2006–2015 годы», «Жилище», «Социальное развитие села» и республиканских целевых программ. За пять лет в Бурятии введено в эксплуатацию 1402,6 тыс. м² жилья, уровень обеспеченности жилой площадью увеличился с 18,2 м² на человека в 2007 г. до 19,3 м² к началу 2012 г.

Согласно республиканской целевой программе «Жилище» Республики Бурятия на 2011–2015 гг. в 2015 г. годовой объем ввода жилья должен достигнуть 530 тыс. м². Однако структура жилого фонда меняется в сторону увеличения доли частного жилищного фонда – с 65,6% в 2007 г. до 85,8% в 2011 г. В последние годы основную роль в жилищном строительстве стали играть частные и индивидуальные застройщики. Доля жилья, введенного частными и индивидуальными застройщиками, в общем объеме жилищного строительства в 2009 г. составила 88,9%. Соответственно меняется приоритет строительных материалов для возведения жилых домов. Например, в последние годы практически не строятся крупнопанельные дома. Преобладает строительство домов из кирпича и домов с монолитным каркасом и кирпичным заполнением стен, их доля в 2008 г. составляла уже около 65%. В 2009 г., в период кризиса строительство многоквартирных домов сократилось и доля кирпичных домов снизилась до

30,7%. В сельской местности строятся преимущественно деревянные жилые дома, доля деревянных домов в среднем составляет 48–69%.

В Республике Бурятия действует подпрограмма «Развитие стройиндустрии и промышленности строительных материалов Республики Бурятия», реализация которой продолжится до 2015 г. Объем финансирования мероприятий подпрограммы определен в объеме 3,6 млрд р. за счет привлеченных и собственных средств организаций промышленности стройматериалов.

В целях обеспечения безопасного состояния окружающей среды как условия улучшения качества жизни и здоровья населения Республики Бурятия Правительство Республики Бурятия приняло республиканскую целевую программу «Экологическая безопасность в Республике Бурятия на 2009–2011 гг. и на период до 2017 г.», составной частью которой стала подпрограмма «Развитие минерально-сырьевой базы Республики Бурятия на 2010–2013 годы и на период до 2017 года», где одной из основных задач является обеспечение минерально-сырьевыми ресурсами общераспространенных полезных ископаемых строительной отрасли. При этом предусматривается прирост запасов общераспространенных полезных ископаемых на 8,1 млн м³ к 2015 г.

О проблемах и перспективах развития строительного комплекса Республики Бурятия на пленарном заседании доложил президент Союза строителей РБ канд. экон. наук **В.А. Рубан**. Некоторые знаковые проекты были представлены индивидуально. Например, канд. техн. наук вице-президент ассоциации «Дарханинвестстрой» **Б.Д. Дамдинжапов** и канд. техн. наук директор ОАО «Восток-промпроект» **В.Г. Баранников** рассказали о сооружении физкультурно-спортивного комплекса и примененных на данном объекте новых технологиях. В рамках конференции состоялась выставка научно-практических достижений кафедр строительного факультета и строительных предприятий Республики Бурятия.



Заседание секции «Строительные материалы и изделия»



Участники международной научно-практической конференции на базе отдыха «Родник»



Товарищеский матч по баскетболу между участниками конференции

Секционные заседания конференции состоялись в спортивно-оздоровительном лагере «Ровесник» ВСГУТУ на озере Байкал. За три дня было заслушано более 100 докладов по основным вопросам архитектуры и градостроительства, дорожного строительства в суровых климатических условиях, разработки эффективных строительных материалов, изделий и конструкций, совершенствования и разработки энергоудерживающих систем жизнеобеспечения зданий и сооружений, современных технологий в строительстве, а также по вопросам подготовки специалистов и научных кадров для строительного комплекса.

В работе конференции приняли участие ученые и ведущие сотрудники ВСГУТУ, Тверского государственного технического университета (ректор д-р техн. наук **Б.В. Палюх** и проректор по НР д-р техн. наук заведующий кафедрой строительных материалов **В.В. Белов**), Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (ректор д-р техн. наук **Ю.Л. Сколупович**), Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова (д-р техн. наук, член-корр. РААСН заведующий кафедрой строительных материалов, изделий и конструкций **В.С. Лесовик**), Казанского ГАСУ (д-р техн. наук заведующий кафедрой ТСМик **В.Г. Хозин**), Московского государственного строительного университета (канд. техн. наук **А.Ф. Бурьянов**), НИИ Строительной физики РААСН (д-р техн. наук, член-корр. РААСН **В.Г. Гагарин**), НИИЖБ, института ОАО НИЦ «Строительство» (канд. техн. наук **Г.С. Кардумян**), НО «Хризотилловая ассоциация» (канд. техн. наук **С.М. Нейман**), Ангарской государственной технической академии (канд. техн. наук **А.И. Савенков**) и др.

Интересные доклады представили зарубежные гости конференции. **Ханс-Бертрам Фишер**, профессор Веймарского строительного университета (Германия), представил последние исследования гипсовых листов и их пожаростойкости. Коллеги из Дарханского филиала Монгольского государственного университета науки и технологий **Ж. Амгалан** и **С. Цэвэл** рассказали об исследованиях свойств керамзитобетона.

Приятно отметить, что д-р **Х.-Б. Фишер**, являющийся секретарем одного из крупнейших международных конгрессов по строительным материалам Ibausil, высоко оценил уровень конференции как связующего звена между ведущими вузами и научными организациями России, хороший научный уровень докладов аспирантов по строительным материалам.

Производству модифицированных высокопрочных мелкозернистых бетонов с улучшенными деформационными характеристиками были посвящены доклады аспирантов ВСГУТУ **С.А. Лхасаранова**, **А.С. Ефременко** (научный руководитель д-р техн. наук Л.А. Урханова), **Е.В. Доржиевой** (научные руководители канд. хим. наук Н.В. Архинчеева и канд. техн. наук Е.В. Гончикова).



Вечером на берегу озера Байкал коллеги полакомились омулем, запеченным на рожне

С большим энтузиазмом включились участники конференции в деловую игру, в форме которой был проведен круглый стол «Формирование кластера комплексного малоэтажного жилищного строительства в Республике Бурятия» (организатор Минстрой РБ, модератор Р.К. Санжицыренова, директор АУ РБ «Инфра центр»).

Перспективам использования конструктивных теплоизоляционных панелей с пеностеклянным утеплителем в малоэтажном строительстве и исследованию возможности получения пенокерамики с использованием местных глин и стекла было посвящено на круглом столе выступление д-ра техн. наук **Д.Р. Дамдиновой**.

Исследование теплофизических свойств слоистых конструкций при отрицательной температуре было в центре выступления канд. техн. наук **Ц.Д. Дамдинова**.

Эффективным материалам для дорожного строительства посвятили свои доклады аспиранты **Д.А. Милицын** (НИ ИргТУ, Иркутск), **С.А. Печерский**, **Ю.Ю. Пономарева**.

В связи с предстоящей памятной для ВСГУТУ датой – 60-летием со дня рождения известного ученого, д-ра техн. наук, заслуженного деятеля науки РФ Анатолия Дашиевича Цыремпилова с докладом «Производство строительных материалов и изделий» выступил д-р техн. наук **М.Е. Заяханов**. Он подчеркнул непреходящую роль трудов и разработок А.Д. Цыремпилова в развитии теории и практики строительного материаловедения, в подготовке научно-педагогических и инженерных кадров строительной отрасли Республики Бурятия. Многие кандидаты и доктора наук с полным основанием считают себя последователями ученого, представителями его школы и развивают начатые им научные направления.

В ходе конференции были обсуждены возможности дальнейшего сотрудничества между университетами, в частности между кафедрой «Производство строительных материалов и изделий» ВСГУТУ и кафедрой строительных материалов Веймарского строительного университета (научные стажировки магистров и аспирантов). Участники конференции во время выступлений, дискуссий, неформального обмена мнениями неоднократно отмечали актуальность докладов, посвященных проблемам строительной индустрии, расширение географии и увеличение числа участников конференции, хорошую организацию и высокий уровень подготовки мероприятия. Наряду с напряженной работой на заседаниях конференции участники конференции имели возможность отдохнуть на берегу озера Байкал, познакомиться с его уникальной природой во время прогулки на катерах, а также помериться силами на спортивных площадках.

Л.А. Урханова, Д.Р. Дамдинова,
доктора техн. наук, ВСГУТУ

А.П. ПИЧУГИН, д-р. техн. наук, М.О. БАТИН, В.В. БАНУЛ, инженеры,
Новосибирский государственный аграрный университет

Полы из модифицированных полимерными композициями материалов в сельском строительстве

Поверхность полов животноводческих помещений подвержена наряду с механическими воздействиями (удары, истирание, износ, сжатие, изгиб и др.), температурными перепадами и биологическими вредителями, значительному влиянию агрессивной среды (мочевая и гиппуровая кислоты, мочевины, креатинин, амины, аминокислоты; натриевая, кальциевая, калиевая, магниевая и аммонийные соли; соляная, фосфорная, серная кислоты; газообразные продукты – аммиак, сероводород, диоксид углерода и др.). К полам животноводческих зданий предъявляются различные требования, которые на практике очень трудно выполнить при использовании традиционных материалов [1–3].

Детальное обследование состояния полов и других элементов сельскохозяйственных зданий и сооружений показало низкую стойкость в условиях воздействия агрессивной среды животноводческих помещений, подвергнувшихся коррозионному разрушению в результате воздействия паров, углекислого газа, сероводорода и аммиака. В таблице приведены характеристики этой агрессивной среды. В ходе многократных обследований полов, лотков, каналов навозоудаления, стен и других элементов выявили нарушения целостности и повышенного износа, разрушения поверхности стен и конструктивных деталей, стыков, узлов, рамок и заполнений, что приводит к нарушению работы самих зданий и сооружений [1–3].

Экскременты скота содержат различные органические кислоты, но образующийся аммиак обуславливает рост pH, и вся жижа имеет щелочную реакцию. Водородный показатель жидких сред в коровниках и свинарниках составляет 5,5–11,5. Пробы конденсата с внутренней поверхности стен и элементов инженерных систем имеют величину pH 5–9,5. Вследствие биохимических процессов, протекающих между мочой, навозом, кормами и подстилкой в жидкой среде, образуются различные минеральные и органические вещества, а также газы, растворимые в воде и конденсационной влаге. Каждая из этих групп представлена многочисленными соединениями. Кроме того, усугубляющим фактором эксплуатации этих объектов является наличие различных минеральных частиц и взвесей, являющихся достаточно интенсивным продуктом разложения и коррозионного воздействия [2].

Состав и свойства воздушной среды зданий и помещений сельскохозяйственного назначения непостоянны в отношении влажности, температуры, скорости движения воздуха и его состава. Для уточнения агрес-

сивной среды исследуемых помещений в соответствии с существующей методикой проводили замеры концентрации аммиака, сероводорода и углекислого газа колориметрическим способом (по окраске индикаторного порошка) с помощью универсального переносного газоанализатора УГ-2. Концентрацию углекислого газа определяли переносным шахтным газоанализатором ШГ-3 по изменению интерференционной картины спектра света, проходящего через определенный объем исследуемого воздуха.

Замеры показали, что концентрация аммиака в осенне-зимний период составляет от 0,007 до 0,074 мг/л, а весной – 0,008–0,064 мг/л. Летом содержание аммиака составляет 0,004–0,052 мг/л. Наибольшее содержание этого газа отмечается в средней и верхней частях помещений. При закрытых дверях и воротах в ночное время осенне-зимнего стойлового периода концентрация аммиака превышает предельно допустимую в 3–8 раза. Содержание сероводорода – от следов до 0,055 мг/л и составляет в среднем 0,035 мг/л. Содержание NH₃ в осенне-зимне-весенний период в воздушной среде составляет до 0,8%.

Длительные наблюдения за микроклиматом помещений показали, что температура и влажность помещений имели следующие значения: $t = +3–31^{\circ}\text{C}$; $\varphi = 78–99\%$, что выше регламентируемых нормативных показателей. Причем наибольшие значения относительной влажности внутреннего воздуха отмечались в зимний период и в ночное время. Таким образом, среда помещений животноводческого назначения характеризуется следующими основными факторами: повышенной влажностью воздуха, присутствием в воздухе высокой концентрации аммиака, сероводорода, углекислого газа, а также богатой микрофлоры [3].

Была отработана технология устройства решетчатых полов с изготовлением решеток 1×0,5 м из предварительно модифицированной полимерными композициями древесины для различных половозрастных групп крупного рогатого скота. Пооперационный набор выполняемых действий не отличается от работ, выполняемых из обычной немодифицированной древесины, за исключением сборочных операций, так как крепление отдельных планок необходимо осуществлять в предварительно просверленные отверстия шурупами или саморезами.

С целью повышения динамической прочности была разработана технология армирования решеток, что позволило увеличить срок службы с 3–4 мес до 5–7 лет.

Экскременты	Содержание, %							
	Вода	Сухие органические вещества	Азот	Калий	Магний	Фосфорная кислота	Кальций	Серная кислота
Твердые	84,37	14,66	0,29	0,1	0,13	0,17	0,34	0,04
Жидкие	94,89	3	0,58	0,49	0,4	Следы	0,01	0,13

Разработан технологический регламент и конструктивное решение станков и групповых помещений для различных половозрастных групп животных с устройством решеток из модифицированной древесины.

Свойства древесины лиственных пород, считающихся непригодными для строительства, могут быть значительно улучшены путем модифицирования синтетическими полимерами, низкомолекулярными органическими и минеральными веществами. Сущность модифицирования состоит в том, что натуральная древесина березы или осины пропитывается мономером или низковязким олигомером, который затем отверждается под действием тепла, химических реагентов или ионизирующих излучений. По этим технологическим принципам различают термохимический и радиационно-химический методы модифицирования древесины [3–4].

Для модифицирования древесины используют фенолоальдегидные, аминокальдегидные, фурановые, полиакриловые, полиэфирные, кремнийорганические и другие полимеры (олигомеры), органические мономеры – стирол, метилметакрилат, акридонитрил, мочевины, а также минеральные вещества – серу, бишофит, хлорид магния, кремнефтористый аммоний. Наиболее важная особенность модифицирования заключается в том, что модификатор не просто заполняет свободные пространства в древесине, а взаимодействует с ее компонентами. В результате ограничиваются или полностью устраняются набухание, усушка, коробление, растрескивание, загнивание, возгорание и другие отрицательные свойства древесины.

После модифицирования повышаются прочность, твердость, износостойкость, химическое сопротивление, но в то же время сохраняются достаточно невысокая плотность, теплофизические показатели материала. Эффект модифицирования во многом зависит от свойств исходной древесины, ее породы, строения, влажности, плотности, но не всегда свойства натуральной и модифицированной древесины прямо связаны между собой, например конечная плотность и прочность не пропорциональны начальным показателям. Отсюда следует, что наибольший эффект модифицирования ожидается в случаях, когда исходным материалом служит древесина с низкими показателями физико-механических свойств, т. е. древесина малоценных мягких лиственных пород, не имеющая достаточно широкого технического применения [3].

Результаты модифицирования зависят еще и от особенностей модификатора, его состава, способа введения в древесину, реакции отверждения. Низковязкие мономеры ценны тем, что сравнительно легко проникают не только в полости клеток, но и в межклеточные пространства и субмикроскопические промежутки клеточных стенок, а иногда и в межмолекулярные пространства и могут химически соединяться с веществами древесины. В отличие от мономеров синтетические олигомеры более вязки, проникают в древесину на меньшую глубину, требуют вакуумирования и последующего давления на импрегнант для ускорения пропитки. Но при этом отверждаются быстрее, чем мономеры, с меньшей затратой энергии и образуют более стойкие и прочные продукты отверждения, что весьма ценно для модифицирования. Поэтому в практической технологии предпочтению отдается олигомерам – фенолоспиртам, водоразбавляемым карбамидным смолам, фурановым олигомерам. Для этих модификаторов разработаны простые и эффективные способы пропитки древесины лиственных пород. Широкое распространение получили фенолоспирты, представляющие собой начальные продукты конденсации фенола с формальдегидом, синтезируемые в щелочной среде. Они имеют небольшую

вязкость 12–20 с по вискозиметру ВЗ-4, содержат 48–50% сухого остатка, 2–3% фенола. В процессе отверждения в структуре древесины указанные компоненты реагируют между собой так, что в конечном продукте – модифицированной древесине содержание токсичных веществ незначительно и не превышает нормативных показателей [4].

Подготовка низковязких водоразбавляемых модификаторов типа фенолоспиртов заключается в разбавлении олигомеров водой (в случае использования фенолоспиртов, карбамидной смолы) или в растворении малолетучими растворителями (в случае использования фурановых олигомеров и фенольных смол для изготовления пластиков). Модификатор разбавляется до условной вязкости 11–15 с по вискозиметру ВЗ-4 при температуре 20°C.

Однако при всей технологичности и сложившейся практике использования фенолоспиртов (ФС) они обладают некоторыми недостатками, к которым прежде всего следует отнести большой разброс и неоднородность свойств, низкие показатели прочности, возможности неполного отверждения и, как следствие, выход свободного фенола и формальдегида наружу. Поэтому были использованы дополнительные мероприятия по введению в пропиточные композиции наноразмерных составов – кремнезоля и жидкого стекла.

Кремнезоль (КЗ) представляет собой 30% коллоидный раствор жидкой дисперсионной среды с твердой дисперсной фазой – частицами размерами от 1 до 100 нм, вследствие чего обладающими большой удельной поверхностью. Кремнезоль стабилизирован щелочью, поэтому имеет водородный показатель $pH=10,2–10,4$; плотность кремнезоля $1200–1250 \text{ кг/м}^3$, вязкость по вискозиметру ВЗ-4 составляет 12–15 с.

Введение этих компонентов позволило обеспечить достаточно высокую степень отверждения при пониженных по сравнению с моноэстами температурах, придать модифицируемой древесине повышенную прочность, что особенно важно для планок решетчатых полов, и повысить общую сопротивляемость материала агрессивному воздействию коррозионных сред.

Для сохранения длительное время в рабочем положении армирующих решеток и увеличения их коррозионной стойкости были рекомендованы операции по нанесению полиэтилена низкого давления в качестве материала, способного защитить металл от негативного проявления агрессивной эксплуатационной среды. Утрачены технологические режимы нанесения в электростатическом поле порошковых покрытий на металлические поверхности, что позволило существенно повысить стойкость и долговечность защищаемых элементов и рабочие органы решетчатых полов [4].

Для производственных условий наиболее предпочтительным является газопламенный способ напыления покрытий, заключающийся в формировании на поверхности изделий слоя частиц напыляемого материала, обладающего достаточным запасом тепловой и кинетической энергии в результате взаимодействия со струей газового пламени. Газопламенное напыление представляет собой процесс следующих физико-химических взаимодействий в многофазной системе:

- химическое взаимодействие в системе горючий газ–окислитель, в результате которого выделяется определенное количество тепловой энергии;
- взаимодействие продуктов горения с частицами напыляемого материала, получающее определенное количество тепловой и кинетической энергии;

– переход кинетической энергии движения напыляемых частиц в работу деформации при их механическом контакте с напыляемой поверхностью.

Количественные и качественные характеристики указанных взаимодействий определяют свойства формируемых газопламенных покрытий. В качестве горючего газа использован технический ацетилен и технический пропан, а в качестве напыляемого материала применяли полимеры, у которых температура плавления меньше температуры разложения.

Исследование прочности сцепления полимерных газопламенных покрытий показало, что наибольшая адгезия достигается напылением порошков с размерами частиц от 75 до 250 мкм, что объясняется меньшей подверженности повышенной термоокислительной деградации, приводящей к попаданию не полностью сгоревших частиц непосредственно в зону контакта полимера и напыляемой поверхности сцепления. При оплавлении крупных и мелких частиц их нагрев происходит неравномерно: крупные частицы не успевают полностью расплавиться, а мелкие сгорают, что приводит к дефектам в напыляемом покрытии; возникновению внутренних напряжений, появлению трещин и снижению адгезионной прочности соединения [3, 4].

В работе использовали различные методы оценки адгезии покрытий: отрыв индентора от покрытия нормально приложенной нагрузкой, сдвиг покрытия. На адгезионные свойства оказывают существенное влияние добавки наноразмерных наполнителей и композиций, изменяющие процесс структурообразования покрытий, поэтому были опробованы некоторые добавки для предварительной обработки покрываемых поверхностей. Введение наноразмерных компонентов в композиционные полимерные материалы способствовало изменению адгезионных свойств поверхности наполнителя и подложки на границе раздела фаз и их усилению совместного влияния при формировании композиционного покрытия. Так, для модифицированных нанодобавками полимерных покрытий прочность при отрыве составляла 1,9–2,8 МПа, в то время как для обычных монопокрытий этот показатель не превышал 1,3 МПа. Проведенные испытания покрытий показали высокую стойкость термопластичных полимерных материалов в условиях воздействия коррозионных сред животноводческих помещений [4–6].

Внедрение полов из модифицированной древесины показало, что такие полы стойкие к коррозионной среде животноводческих ферм, долговечные и физиологически приемлемые, так как не создают травмирующих повреждений ни копытному рогу, ни кожно-шерстному покрову животных. Экономический эффект от внедрения определяется кратностью замены аналогичных полов из обычной древесины по сравнению со сроком нормальной работы пола из модифицированной древесины. По данным обследования таких полов срок их функционирования составляет не менее 7–10 лет, что в 4–5 раз выше долговечности традиционных полов. Для широкого распространения данных прогрессивных полов в практику была сделана оценка не только состояния и технологической приемлемости полов в течение длительной эксплуатации, но и осуществлены экологическая, зоогигиеническая, медико-биологическая, санитарно-гигиеническая, зооветеринарная и теплотехническая оценки. Важнейшим этапом полномасштабного внедрения новых видов полов с использованием полимерных связующих и нанодобавок является определение влияния данных полов на жизнеобеспечение сельскохозяйственных животных, их продуктивность, качество продукции животноводства и возможности отклонения от стандартных или требуемых условий содержания. Эти вопросы также были детально рассмотрены

и дали положительные результаты, которые легли в основу разработки нормативной документации, экспериментальных и типовых проектов животноводческих помещений [5, 6].

Ключевые слова: *полы животноводческих комплексов, модифицированная древесина, полимеры, нанодобавки-модификаторы.*

Список литературы

1. Пичугин А.П. Полы животноводческих помещений и пути повышения их эффективности // Строительные материалы. 200. № 3. С. 14–15.
2. Пичугин А.П. Ремонт производственных сельскохозяйственных зданий. М.: Стройиздат, 1984. 112 с.
3. Пичугин А.П. Типы покрытий полов с/х и производственных помещений и возможности повышения их долговечности: В сб. научн. тр. НГАУ. Новосибирск: НГАУ, 2009. С. 34–46.
4. Пичугин А.П., Городецкий С.А., Бареев В.И. Коррозионно-стойкие материалы для защиты полов и инженерных систем сельскохозяйственных зданий и сооружений. Новосибирск: НГАУ, 2010. 142 с.
5. Пичугин А.П., Митина Л.А., Дзю И.М., Сестерова Т.Ю. Оценка качества состояния пола животноводческих помещений // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2002. № 11. С. 17.
6. Кононенко В.А., Клыпуга Г.Н., Митина Л.А., Пичугин А.П. Экономические и экологические аспекты эксплуатации сельских зданий в Сибири: В междунар. сб. научн. тр. «Материалы и изделия для ремонта и строительства». Новосибирск: НГАУ, 2006. С. 180–185.



ОСЕННИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ
7-9 ноября 2012
 г. СУРГУТ

ТЕМАТИКА ВЫСТАВКИ - ФОРУМА:

Строительство и проектирование
 Строительные и отделочные материалы
 Инструмент и оборудование
 Энергоснабжение. Теплоснабжение. Водоснабжение
 Экологическая безопасность. Защита окружающей среды
 Умный Дом
 Дизайн и оформление интерьера
 Загородное строительство
 Благоустройство территорий, землепользование
 Спецдежда. Средства защиты
 Финансовый сектор. Риэлтэкспо

ТЕЛ: (3462) 32-34-53; 52-00-40; 32-90-60.
WWW.YUGCONT.RU; EXPO@WSMAIL.RU

Ю.Ф. ПАНЧЕНКО, инженер (indyboot@list.ru), Г.А. ЗИМАКОВА, канд. техн. наук, О.А. СТЕПАНОВ, д-р техн. наук, Д.А. ПАНЧЕНКО, инженер, Тюменский государственный архитектурно-строительный университет

Теплоизолирующее покрытие на основе жидкой фольги и полых микросфер

В настоящее время приоритетной задачей является реализация национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России». При реализации программы предусматривается повышение надежности и долговечности зданий, обеспечение требуемого микроклимата при одновременном снижении удельного энергопотребления на отопление. Общероссийские требования по энергосбережению регламентируют значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций.

Современные решения по улучшению теплотехнических параметров ограждающих конструкций могут быть реализованы за счет применения специальных рулонных материалов и окрасочных составов, сочетающих в себе теплоизоляционную и теплоотражающую функции. Первые представляют собой основу из вспененного полиэтилена, покрытую с одной или обеих сторон алюминиевой фольгой, способной отражать инфракрасное излучение [1]. Недостатком данного материала является трудность его монтажа, невысокая температурная стойкость полимерной основы и низкая паропроницаемость. Вторые являются вязкожидкими композициями, состоящими из стеклокерамических микросфер, связующего, титанового пигмента, пластификаторов и растворителей, которые при нанесении на поверхность ограждающей конструкции образуют тонкопленочное покрытие, обладающее теплоизолирующей способностью за счет низкой теплопроводности микросфер и отражающей способностью за счет титанового пигмента. Отражающая способность титанового пигмента сводится к его белому цвету и является незначи-

тельной. Другой вариант теплоотражающего материала – «жидкая фольга» представляет собой лакокрасочную композицию, содержащую в своем составе алюминиевый пигмент, которая при нанесении на обрабатываемую поверхность образует тонкое покрытие серебристого цвета с высокой степенью блеска. Теплотехническая эффективность такого покрытия обуславливается только его отражательной способностью и является незначительной.

Однако устройство внутренней теплоизоляции путем применения таких материалов приводит к образованию конденсата за счет резкого падения температуры на поверхности стены за теплоотражающим покрытием. Для устранения этого недостатка необходимо выполнять обшивку стены с теплоотражающим покрытием гипсокартонными листами. Это приводит к снижению эквивалентного коэффициента теплопроводности воздуха [2] в воздушной прослойке по сравнению с прослойкой без покрытия, что исключит образование конденсата на внутренней поверхности стены. Варианты рассматриваемых конструкций представлены на рис 1.

Геометрические и физические параметры конструкций представлены в таблице 1.

Расчет конденсации влаги в ограждении выполнен графическим методом. При этом ограждение вычерчивается в масштабе сопротивлений паропроницанию его слоев. Определяется падение температуры в ограждении и по значениям температуры строится линия изменения максимальной упругости водяного пара в ограждении (линия E). Затем строится линия падения упругости водяного пара (линия e).

Если линии E и e не пересекаются, то это указывает на отсутствие конденсации водяного пара в ограждении, так как при этом в любой плоскости ограждения действительная упругость водяного пара оказывается ниже максимальной упругости, что исключает возможность его конденсации. Если же линии E и e пересекаются, то это значит, что в ограждении возможна конденсация.

При расчетах влажностного режима многослойных ограждений описанным методом встречается затруднение в нахождении точек касания линий e и E , так как при этом между точкой касания и точкой e_v линия падения упругости водяного пара может оказаться ломаной.

Таблица 1

Вариант конструкции по рис. 1	Толщина стены, м	Сопротивление теплопередаче, $m^2 \cdot C / Bt$	Сопротивление паропроницанию, $Pa \cdot ч \cdot m^2 / мг$
а	0,62	3,4	3,88
б	0,6	2,52	3,72

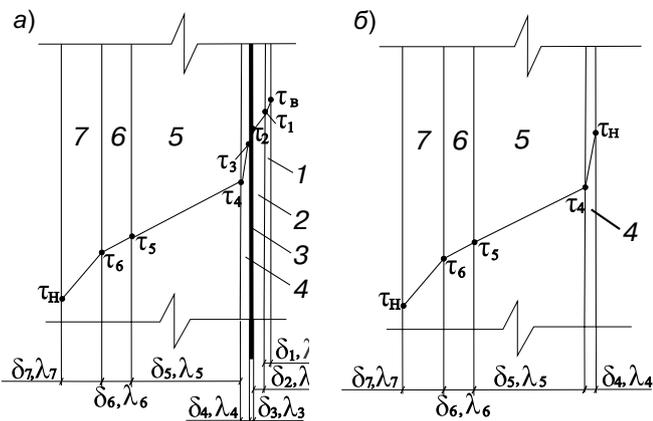


Рис. 1. Варианты наружных стеновых конструкций: 1 – гипсокартонный лист; 2 – теплоотражающее покрытие; 3 – воздушная прослойка; 4 – штукатурное покрытие; 5 – кладка из керамического кирпича рядового толщиной 0,38 м; 6 – пенополистирол толщиной 0,05 м; 7 – кладка из керамического кирпича лицевого (толщиной 0,13 м)

Таблица 2

Насыпная плотность, кг/м ³	Размер (фракция), мм	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)
400	0,005–0,05	0,105
350	0,05–0,1	0,122
300	0,1–0,35	0,134

Таблица 3

Материал	а	в	с
Вязкожидкая композиция	0,863	0,00125	0,0037
Покрытие	1,298	0,0063	0,0083

Таблица 4

Показатель	а	в	с
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м ² ·°С)	0,863	0,00125	0,0037
Плотность теплового потока, Вт/м ²	1,298	0,0063	0,0083

Таблица 5

Показатель	а	в	с
Плотность теплового потока, Вт/м ²	0,035	0,87	39,4

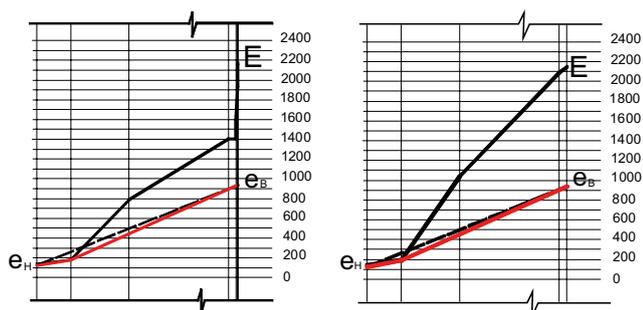


Рис. 2. Влажностный режим ограждений

Поэтому в таких случаях точки e_v и e_n соединяются прямой линией, а при пересечении линии e_v и e_n с линией E из этих точек проводятся прямые, касательные к последней. Схемы влажностного режима конструкций представлены на рис. 2.

Прямая, соединяющая точки e_v и e_n (пунктирная линия), пересекается с линией максимальной упругости водяного пара E , следовательно, в стенах будет происходить конденсация водяного пара.

Были рассмотрены и другие варианты конструкций, и расчеты свидетельствуют о том, что для обеспечения требуемого для Тюмени сопротивления теплопередаче стены необходимо применять теплоизоляционный материал, при этом материал наружного слоя всегда будет иметь теплопроводность выше, чем промежуточного, что неизбежно приводит к конденсации влаги на границе этих слоев.

Рассмотренные конструкции были выбраны с точки зрения обеспечения требуемого сопротивления теплопередаче и минимального количества конденсирующейся влаги. Количество конденсирующейся влаги незначительное и составляет 0,108 г на 1 м².

Целью проводимых исследований являлась разработка высокоэффективного теплоизолирующего материала, который обладал бы низкой теплопроводностью, высокой отражающей способностью, был экологически чист, прост в изготовлении и применении, при этом не снижал долговечность стены и улучшал микроклимат в помещении. Все это может быть реализовано за счет применения теплоизолирующего покрытия, состоящего из акрилового полимера, полых алюмосиликатных микросфер, алюминиевого пигмента и добавок. Особое

внимание при выборе материалов для внутренней отделки помещений уделяется горючести. Согласно данным [3] теплостойкость полимеров определяют методами термогравиметрии и дифференциально-термического анализа. При использовании гравиметрии количественной характеристикой термостойкости является температура, при которой начинается интенсивная потеря массы образца, и температура, при которой потеря массы составляет не более 50% от исходной. Для полиакрилатов температура начала интенсивной потери массы составляет 440°С, а температура, при которой потеря массы составляет не более 50% от исходной, – 550°С, что позволяет отнести данное лакокрасочное покрытие к группе горючести Г1.

В качестве алюминиевого пигмента использовалась алюминиевая паста серии Aquamet NPW/1500, пред-

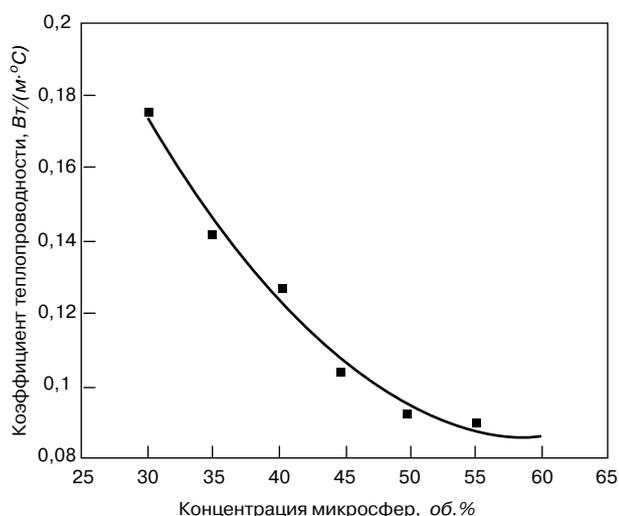


Рис. 3. Влияние концентрации микросфер на коэффициент теплопроводности покрытия

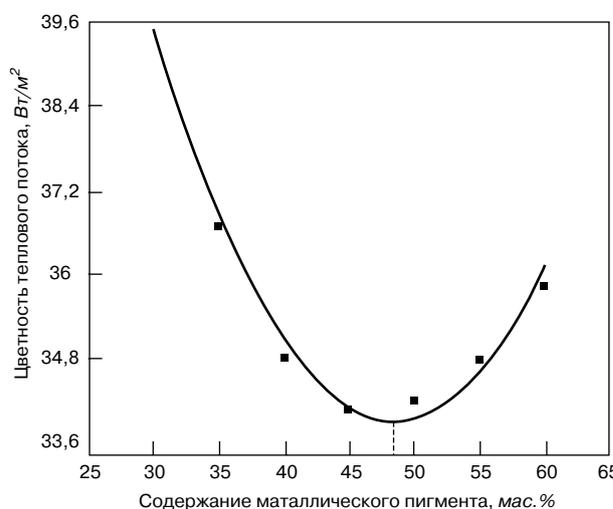


Рис. 4. Влияние концентрации микросфер на плотность теплового потока

Таблица 6

Наименование показателя	Значение
Плотность в жидком состоянии, кг/м ³	700
Плотность покрытия, кг/м ³	900
Теплопроводность покрытия, Вт/(м·°C)	0,1
Время высыхания до степени 3 при (20±2)°C, ч	1
Укрывистость, г/м ²	170
Условная вязкость при температуре (20 ± 0,5)°C по вискозиметру ВЗ-246 диаметром сопла 4 мм, с, не менее	80
Прочность покрытия при растяжении, кгс/см ²	8
Адгезия покрытия, МПа	
к металлу	0,65
к бетону, кирпичной кладке	0,82

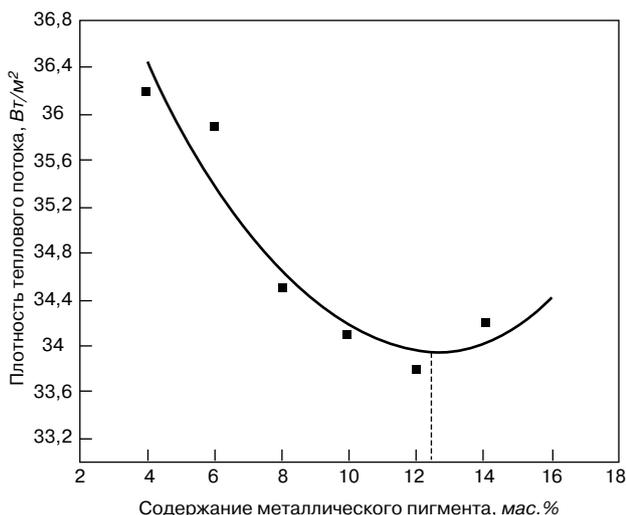


Рис. 5. Зависимость плотности теплового потока от содержания алюмоиниевого пигмента

ставляющая собой водную суспензию, содержащую 60% невсплывающего алюминиевого пигмента. В качестве связующего использована водная дисперсия сополимера эфира акриловой кислоты и стирола Acrytex™ 430. Входящие в состав покрытия полые алюмосиликатные микросферы должны иметь размер 5–50 мкм.

С целью получения материала с оптимальными теплоизоляционными свойствами было изучено влияние размера и насыпной плотности микросфер на теплопроводность покрытия (при 45% концентрации микросфер), что представлено в табл. 2.

Для того чтобы полученный материал обладал оптимальными теплоизоляционными свойствами, изучено влияние концентрации микросфер и количества пластификатора на плотность лакокрасочной композиции и готового покрытия. С этой целью выполнен полномасштабный двухфакторный эксперимент, относительная погрешность экспериментальной зависимости составляет 3%.

Зависимость плотности от состава материала имеет следующий вид:

$$\rho = a - v \cdot П - c \cdot МС, \quad (1)$$

где a , v и c – эмпирические коэффициенты, приведенные в табл. 3; $П$ и $МС$ – расход пластификатора и микросфер соответственно, %.

В качестве оцениваемых теплотехнических параметров приняты теплопроводность и изменение плотности теплового потока, проходящего через конструкцию при нанесенном на ее поверхность покрытии.

Влияние концентрации микросфер на теплотехнические свойства покрытия изучалось при содержании алюминиевого пигмента 10 % от массы связующего.

Зависимость теплопроводности покрытия от концентрации микросфер представлена на рис. 3. Теплоотражающая способность покрытия в зависимости от концентрации микросфер оценивалась по изменению плотности теплового потока проходящего через конструкцию при нанесенном покрытии. Влияние концентрации микросфер на плотность теплового потока, представлено на рис. 4.

Исследование экспериментальных данных и установление зависимостей теплотехнических свойств покрытия от состава выполнено с использованием программы Advanced Grapher, относительная погрешность эмпирических зависимостей составляет 3,5%.

Теплотехнические характеристики теплоотражающего

покрытия в зависимости от содержания алюмосиликатных микросфер описываются квадратным уравнением:

$$y = a \cdot МС^2 - v \cdot МС + c, \quad (2)$$

где a , v и c – коэффициенты квадратного уравнения, представленные в табл. 4; y – коэффициент теплопроводности покрытия или плотность проходящего теплового потока при нанесенном покрытии.

Экстремум функции, при котором плотность теплового потока минимальна, соответствует 48% содержанию микросфер.

Влияние содержания алюминиевого пигмента на плотность теплового потока, проходящего через конструкцию, представлено на рис. 5 и может быть выражено зависимостью:

$$y = a \cdot АП^2 - v \cdot АП + c, \quad (3)$$

где a , v и c – коэффициенты квадратного уравнения, представленные в табл. 5; y – плотность проходящего теплового потока при нанесении покрытия.

Экстремум функции, при котором плотность теплового потока минимальна, соответствует 12,5 % содержанию алюминиевого пигмента.

В результате проведенных исследований разработано теплоотражающее покрытие, свойства которого представлены в табл. 6.

Таким образом, из вышеизложенного можно сделать вывод, что разработанный теплоотражающий материал на основе акрилового полимера, алюмосиликатных полых микросфер и алюминиевого пигмента при нанесении на внутреннюю поверхность ограждающей конструкции создает покрытие толщиной 0,6–0,9 мм и позволяет повысить термическое сопротивление ограждающей конструкции на 35 %.

Ключевые слова: теплоизоляция, теплоотражение, микросферы, алюминиевый пигмент

Список литературы

1. Евсеев Л.Д. Внутреннее и наружное утепление строительных ограждающих конструкций // Строительные материалы. 2009. № 3. С. 14–15.
2. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. М.: АВОК-ПРЕСС, 2006. 256 с.
3. Михайлин Ю.А. Тепло-, термо- и огнестойкость полимерных материалов. СПб.: Научные основы и технологии, 2011. 415 с.

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

Завод «ЛСР-Цемент» подвел итоги первого полугодия

За первое полугодие 2012 г. новое высокотехнологичное цементное производство Группы ЛСР отгрузило более 425 тыс. т цемента строительным организациям Северо-Запада и Московского региона. Начав поставлять цемент на коммерческий рынок осенью 2011 г., «ЛСР-Цемент» постоянно наращивает темпы производства и практически вышел на плановую мощность. В первом квартале 2012 г. было произведено 120 тыс. т цемента. По итогам второго квартала объемы производства возросли в 2,5 раза. Основной объем навалочного цемента поставляется в первую очередь производителям товарного бетона и железобетонных изделий, а также домострои-

тельным комбинатам. Тарированный цемент (мешки по 50 кг) поступает в оптово-розничные строительные сети. Важно отметить, что современная, энергоэффективная технология производства и инновационная информационная система управления, внедренная на заводе «ЛСР-Цемент», позволяют жестко контролировать качество выпускаемого цемента и держать его на стабильно высоком уровне.

По оценке специалистов, в июне 2012 г. завод «ЛСР-Цемент» занял второе место по железнодорожной отгрузке навалочного цемента, предназначенного для столицы, среди заводов, чье производство находится за пределами Центрального федерального округа.

По материалам Группы ЛСР

В учебной лаборатории «МГСУ-КНАУФ» начались занятия

31 июня 2012 г. в МГСУ открылась специализированная учебная лаборатория «МГСУ-КНАУФ», предназначенная для углубленной профессиональной подготовки, основанной на изучении и исследованиях продукции компании КНАУФ. Занятия начались в середине августа. Лаборатория создана на базе Института строительства и архитектуры. Она позволит поднять уровень строительного образования, приобрести практические навыки, которые здесь смогут получать студенты, а также рабочие, инженеры и все те, кто стремится к повышению профессиональной квалификации. Мощности позволяют одновременно вести подготовку до 20 человек. В распо-

ряжении учащихся новейшие методические пособия, справочные и учебные материалы, а также образцы строительных материалов и техники, включая новую штукатурную станцию. Лаборатория будет обновляться в режиме онлайн: как только появятся новые материалы, они сразу же попадут в учебный центр. Ее заведующим стал профессор кафедры технологии вяжущих веществ и бетонов МГСУ А.Ф. Бурьянов. Лаборатория в МГСУ стала двенадцатым реализованным проектом в сети консультационных центров КНАУФ при вузах. Подобные центры уже действуют в ДонНАСА (Макеевка, Украина), НГАСУ (Сибстрин) (Новосибирск), ННГАСУ (Нижний Новгород) и других вузах СНГ.

По материалам МГСУ

Холдинг «Сибирский цемент» подвел предварительные итоги работы в «высоком» строительном сезоне-2012

За семь месяцев 2012 г. производство цемента на трех заводах, входящих в состав ОАО «ХК «Сибцемент», достигло 2,24 млн т, что на 7,5% больше, чем за аналогичный период прошлого года; отгрузка цемента составила 2,27 млн т, что почти на 8,5% выше уровня прошлого года.

«Топкинский цемент» (Кемеровская область) выпустил 1,52 млн т цемента (на 10% превышает показатель аналогичного периода прошлого года). Производство цемента на «Красноярском цементе» составило 475,4 тыс. т, что равно аналогичному показателю 2011 г. и соответствует плану. «Тимлюйский цементный завод» (Республика Бурятия) за отчетный период выпустил 244,7 тыс. т цемента (+ 7% к уровню прошлого года).

На комбинате «Волна» (Красноярск) в январе–июле 2012 г. производство средневоловного шифера составило 26017 тыс. усл. плит, что соответствует плановым показателям. Объем производства средневропейского шифера за семь

месяцев достиг 2657 тыс. усл. плит (на 16% выше плана). Показатель выпуска плоского шифера равен 11868 тыс. усл. плит (на 12% выше плана и на 32% выше аналогичного показателя прошлого года). Также было произведено 334 км усл. труб, что соответствует плановому заданию и в два раза больше аналогичного показателя 2011 г.

«Сибирский бетон» произвел с января по июль 166,2 тыс. м³ товарного бетона и раствора, что 2,6 раза превышает аналогичный показатель того же периода 2011 г.

Наращивание объемов производства на цементных заводах компании связано со стабильным ростом рынка региона. За первое полугодие 2012 г. предприятия СФО произвели 3,72 млн т цемента (+14,4% к уровню прошлого года). Объем потребления составил 3,23 млн т, что на 12,4% превышает цифру первого полугодия 2011 г. По прогнозным данным, показатель емкости рынка Сибири в 2012 г. вырастет на 7–9%, т. е. до уровня 6,6–6,7 млн т.

По материалам пресс-службы холдинга «Сибирский цемент»

МСП Лизинг профинансировал модернизацию производства

МСП Лизинг (дочерняя компания «МСП Банка»), ООО «Кузнецкая Строительная Компания» («КСК») и гарантийный фонд Пензенской области ОАО «Поручитель» начали реализацию проекта по созданию на базе Махалинского кирпичного завода (с. Махалино) современного производства керамического облицовочного кирпича. Проект поддержан правительством Пензенской области и включен в число приоритетных для региона.

В лизинг «КСК» сроком на пять лет будут переданы технологические линии для формования и обработки кирпича, тун-

нельная печь, сушильные установки, спецтехника и иное оборудование. Общая сумма договора лизинга составляет 292 млн р. Проведя реконструкцию и выйдя на проектную мощность, завод сможет выпускать до 30 млн шт. кирпича в год и занять до 15% от общего объема кирпичного рынка в Поволжье. На предприятии будет создано 50 новых рабочих мест.

Основными потребителями продукции нового завода станут пензенские строительные компании, участвующие в муниципальном строительстве и в государственной программе «Комфортное и доступное жилье – гражданам России».

По материалам ОАО «МСП Банк»

НОВОСТИ КОМПАНИЙ

Цемент на МФБ растет

Цена на цемент во II квартале 2012 г. бьет рекорды. По данным биржи, средняя цена за тонну цемента выросла по сравнению с предыдущим отчетным периодом на 19,4%. В итоге она достигла уровня в 4,42 тыс. р. за тонну. Кроме того, в ходе биржевых торгов было реализовано около 115 тыс. т цемента в общей сложности на сумму, превышающую 490 млн р. В предыдущем квартале этот показатель был в 1,6 раз ниже. Наиболее значимые показатели роста продемонстрировал цемент марки ШПЦ400. Рост его цены превысил 40% и достиг отметки в 4006 р. за т продукта. На втором месте оказались не-

сколько марок: ПЦ400 Д20 и ПЦ500 Д0. Их стоимость выросла на 15,8%, достигнув значений в 4059 и 4769 р. за тонну соответственно. Более низкие результаты продемонстрировала марка цемента ПЦ500 Д20: рост составил 9,9%. Цена цемента марки ПЦ400 Д0 выросла всего на 2,2%. Торговля цементом на Московской фондовой бирже началась в 2006 г. В настоящее время на бирже в цементном сегменте действует несколько крупных российских компаний, а также производители из Украины, Беларуси и Турции.

По материалам портала «Бетон.Ру»

ИССЛЕДОВАНИЯ РЫНКОВ

Тенденции на рынке металлоконструкций России

До 2015 г. в отрасли производства металлоконструкций будет завершена реализация 12 крупных инвестиционных проектов, в рамках которых планируется ввод более 350 тыс. т новых мощностей. Несмотря на кризисный спад в основных сегментах потребления МК и ухудшение условий кредитования, по итогам I квартала 2012 г. насчитывается более 20 крупных заводов, построенных или прошедших реконструкцию в 2009–2011 гг. Их общая мощность по производству МК составляет порядка 600 тыс. т в год. При этом до конца текущего года при успешной реализации всех заявленных проектов будет введено еще 200 тыс. т новых мощностей.

12 крупных инвестиционных проектов находятся на разных стадиях реализации. Большинство уже на финальных этапах – финишных строительных работ, монтажа и отладки обо-

рудования и планируются к вводу к началу 2013 г. При исследовании инвестиционной активности на рынке металлоконструкций аналитики использовали собственную базу по тематике инвестиционных проектов в промышленном строительстве России, включающую данные более чем 6 тыс. инвест-проектов с 2005 по 2012 гг.

В дальнейшем аналитики прогнозируют спад объема ввода новых мощностей в связи с отсутствием инициации инвестиционных проектов в данной сфере в кризисный и посткризисный периоды. Тем не менее специалисты отмечают появление в конце 2011 – начале 2012 г. признаков восстановления инвестиционной активности. Ведутся переговоры о начале строительства производственной площадки в Красноярском крае мощностью около 20 тыс. т металлоконструкций в год. ГК «Промышленные силовые машины» в конце 2011 г. иницировала строительство нового цеха металлообработки и производства металлоконструкций в Ярославской области. Есть ряд и других недавно стартовавших проектов.

Объем производства бетонных блоков вырос

Бетонные блоки занимают значительную долю объема производства российских изготовителей данной продукции для строительства. Объем производства стеновых блоков из бетона в Российской Федерации уже два года подряд растет в пределах 30% ежегодно. В 2011 г. он вырос по сравнению с предыдущим годом более чем на 1,5 млрд усл. кирпича.

В региональной структуре производства блоков из бетона на десять крупнейших регионов в 2011 г. приходилось более

60% производства. Лидерами среди субъектов Российской Федерации в указанном году стали Краснодарский край, Республика Саха (Якутия), Москва и Московская область. На их совокупную долю приходилось около трети общероссийского производства бетонных блоков.

В течение последних двух лет средняя стоимость стеновых блоков из бетона, определенная производителями на различные виды, постоянно колебалась. В первые два месяца 2012 г. средняя отпускная цена на крупные стеновые блоки была на 10% больше, чем за аналогичный период 2011 г. Самым дорогим видом изделий из бетона, как и ранее, являются крупные стеновые блоки.

Клееная фанера подорожала

По данным исследования, объем сегмента клееной фанеры российского строительного рынка в 2011 г. увеличился на 28,4%, положительная динамика рынка связан в первую очередь с увеличением реальных доходов населения и строительством новых зданий. Строительный бизнес использует исключительно отечественную клееную фанеру, ДСП и ДВП.

На рынок древесных плит и фанеры оказывает непосредственное влияние состояние рынка строительства жилья и рынка производства мебели, поскольку значительная часть этой продукции деревообработки используется в этих секторах строительства. Учтявая, что в новом строительстве доля жилья составляет более 60%, темпы роста данно-

го сегмента рынка определяют общие темпы роста потребления строительных материалов корпоративными потребителями.

В 2011 г. средняя отпускная цена на клееную фанеру была установлена на уровне 16412 р. за 1 м³. Производители увеличили цену на данный продукт по сравнению с предыдущим годом на 22%. В 2012 г. цены начали снижаться. В марте средняя отпускная цена на клееную фанеру понизилась на 303 р. за 1 м³, что связано с сезонным характером строительства деревянных домов и незначительным сокращением спроса на мебель в первые месяцы года. Эксперты прогнозируют, что клееная фанера будет дорожать.

По материалам «РБК. Исследования рынков»

Как подготовить к публикации научно-техническую статью



Журнальная научно-техническая статья – это сочинение небольшого размера (до 3-х журнальных страниц), что само по себе определяет границы изложения темы статьи.

Необходимыми элементами научно-технической статьи являются:

- постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими задачами;
- анализ последних достижений и публикаций, в которых начато решение данной проблемы и на которые опирается автор, выделение ранее не решенных частей общей проблемы, которым посвящена статья;
- формулирование целей статьи (постановка задачи);
- изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных результатов;
- выводы из данного исследования и перспективы дальнейшего поиска в избранном направлении.

Научные статьи рецензируются специалистами. Учитывая открытость журнала «Строительные материалы»® для ученых и исследователей многих десятков научных учреждений и вузов России и СНГ, представители которых не все могут быть представлены в редакционном совете издания, желательно представлять одновременно со статьей отношение ученого совета организации, где проведена работа, к представляемому к публикации материалу в виде сопроводительного письма или рекомендации.

Библиографические списки цитируемой, использованной литературы должны подтверждать следование автора требованиям к содержанию научной статьи.

НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ:

1. Включать ссылки на федеральные законы, подзаконные акты, ГОСТы, СНИПы и др. нормативную литературу. Упоминание нормативных документов, на которые опирается автор в испытаниях, расчетах или аргументации, лучше делать непосредственно по тексту статьи.

2. Ссылаться на учебные и учебно-методические пособия; статьи в материалах конференций и сборниках трудов, которым не присвоен ISBN и которые не попадают в ведущие библиотеки страны и не индексируются в соответствующих базах.

3. Ссылаться на диссертации и авторефераты диссертаций.

4. Самоцитирование, т. е. ссылки только на собственные публикации автора. Такая практика не только нарушает этические нормы, но и приводит к снижению количественных публикационных показателей автора.

ОБЯЗАТЕЛЬНО следует:

1. Ссылаться на статьи, опубликованные за последние 2–5 лет в ведущих отраслевых научно-технических и научных изданиях, на которые опирается автор в построении аргументации или постановке задачи исследования.

2. Ссылаться на монографии, опубликованные за последние 5 лет. Более давние источники также негативно влияют на показатели публикационной активности автора.

Несомненно, что возможны ссылки и на классические работы, однако не следует забывать, что наука всегда развивается поступательно вперед и незнание авторами последних достижений в области исследований может привести к дублированию результатов, ошибкам в постановке задачи исследования и интерпретации данных.

Статьи, направляемые для опубликования, должны оформляться в соответствии с техническими требованиями изданий:

- текст статьи должен быть набран в редакторе Microsoft Word и сохранен в формате *.doc или *.rtf и не должен содержать иллюстраций;
- графический материал (графики, схемы, чертежи, диаграммы, логотипы и т. п.) должен быть выполнен в графических редакторах: CorelDraw, Adobe Illustrator и сохранен в форматах *.cdr, *.ai, *.eps соответственно. Сканирование графического материала и импорт его в перечисленные выше редакторы недопустимо;
- иллюстративный материал (фотографии, коллажи и т. п.) необходимо сохранять в формате *.tif, *.psd, *.jpg (качество «8 – максимальное») или *.eps с разрешением не менее 300 dpi, размером не менее 115 мм по ширине, цветовая модель CMYK или Grayscale.

Материал, передаваемый в редакцию в электронном виде, должен сопровождаться: рекомендательным письмом руководителя предприятия (института); лицензионным договором о передаче права на публикацию; **распечаткой, лично подписанной авторами**; рефератом объемом до 500 знаков на русском и английском языках; подтверждением, что статья предназначена для публикации в журнале «Строительные материалы»®, ранее нигде не публиковалась и в настоящее время не передана в другие издания; сведениями об авторах с указанием полностью фамилии, имени, отчества, ученой степени, должности, контактных телефонов, почтового и электронного адресов. Иллюстративный материал должен быть передан в виде оригиналов фотографий, негативов или слайдов, распечатки файлов.

В 2006 г. в журнале «Строительные материалы»® был опубликован ряд статей «Начинающему автору», ознакомиться с которыми можно на сайте журнала www.rifsm.ru/files/avtoru.pdf

Подробнее можно ознакомиться с требованиями на сайте издательства <http://www.rifsm.ru/page/7>

14-я специализированная выставка

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ



ОСМ 2013



30 января – 2 февраля
Москва, ЦВК «Экспоцентр»

www.osmexpo.ru

ОРГАНИЗАТОР:



ЕВРОЭКСПО

Тел.: +7 (495) 925 65 61/62
E-mail: osm@osmexpo.ru

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР:



ОФИЦИАЛЬНЫЙ СПОНСОР:



СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПАРТНЕР:



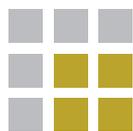
ПАРТНЕРЫ ВЫСТАВКИ:



ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА:



SibBuild
СтройСиб



Строительная
и интерьерная выставка

5–8 февраля 2013

Неделя архитектуры
и строительства

www.SibBuild.ru

19–22 февраля 2013

Неделя декора
и инженерных систем

Новосибирск
Экспоцентр

Более 800 компаний из 16 стран мира
Посетители: свыше 23 000 специалистов



ITE Сибирская Ярмарка
ул. Станционная, 104
тел.: +7 (383) 363 00 63
sibbuild@sibfair.ru
www.sibfair.ru

Генеральный
информационный
спонсор
Информационные
партнеры



Официальный
партнер



Генеральный
интернет-партнер



ВСЕЛУГ

ЗАВОДЫ ПО ПРОИЗВОДСТВУ СУХИХ СМЕСЕЙ

- фасовочные машины
- интенсивные смесители
- весовые дозаторы
- виброклассификаторы
- рукавные фильтры
- системы управления на базе PC и PLC



Телефон: +7 (495) 727-4466 (многоканальный) • Факс: +7 (495) 727-4467 • E-mail: vselug@vselug.ru • www.vselug.ru